2025 | 16·20
GIJÓN | JUNIO
9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1508

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

Organiza

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL 2025 | 16-20 GIJÓN | JUNIO

Reförest: Plataforma Integral para la Planificación y Gestión de Proyectos de Reforestación

Autores:

BARRERA DEL AMO, C.(1), SÁNCHEZ GONZÁLEZ, I.(1), JUEZ CARRETÓN, L. (1), CASAS OSORIO, S.(2) y GARCÍA GONZÁLEZ, P.(2)

(1) Föra Forest Technologies, SLL.

(2) Cruz Roja Española

Resumen:

La plataforma web *Reförest*, desarrollada por Föra Forest Technologies, optimiza la identificación y gestión de terrenos para proyectos de reforestación mediante el análisis automatizado de datos geoespaciales. Al integrar múltiples fuentes de datos geoespaciales, como referencias catastrales, datos climáticos, CORINE o hábitats prioritarios, permite analizar los datos en un visor y genera informes detallados sobre la idoneidad de los terrenos, incluyendo análisis de suelo, topografía, riesgos y oportunidades.

Con una interfaz intuitiva y tecnología avanzada, *Reförest* es una solución clave para ingenieros forestales, gestores de tierras y entidades de conservación, que buscan tomar decisiones basadas en datos para mitigar el cambio climático. Este artículo describe la implementación de *Reförest* en el programa *CO(MPENSA)2* de Cruz Roja Española.

Palabras clave:

Repoblación, SIG, planificación forestal, análisis geoespacial, sostenibilidad.

1. Introducción

Las repoblaciones forestales son una de las estrategias más efectivas para combatir el cambio climático debido a su capacidad de actuar como sumidero de carbono, preservar la biodiversidad y mantener la funcionalidad de procesos ecosistémicos clave (KAARAKKA et al., 2021; CHAZDON y BRANCALION, 2019). No obstante, llevar a cabo proyectos de repoblación forestal representa un desafío considerable, que exige un enfoque técnico riguroso y la integración de múltiples factores.

Uno de los principales retos radica en la necesidad de disponer de datos geoespaciales precisos y actualizados, que incluyan variables ecológicas, topográficas, climáticas y legales. Estos datos deben ser analizados tanto de forma individual como en su interacción con otros factores, con el fin de sustentar una planificación eficiente y basada en criterios objetivos (HIERRO et al., 2005). La integración de información procedente de diversas fuentes, además, es clave para cartografiar y evaluar con precisión el potencial de restauración (FLORES et al., 2020; DEL CAMPO et al, 2008).

A la par, la aplicación de herramientas especializadas, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ha demostrado ser fundamental en la planificación del manejo forestal gracias a su capacidad para integrar capas de datos ambientales con alta resolución especial (BONET 2009; RUBIO y SÁNCHEZ 2005).

La integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y la computación en la nube ha transformado el sector forestal, permitiendo automatizar procesos complejos y generar datos clave para la planificación, como la realización de inventarios forestales en tiempo real (***förecast***, https://forecast.fora.es), la detección de cambios de usos de suelo y optimizando la

toma de decisiones en entornos complejos (RODRÍGUEZ-PUERTA et al., 2021).

A pesar de los avances tecnológicos, la identificación de terrenos aptos para repoblar sigue siendo un desafío para los gestores, entidades públicas y organizaciones privadas, debido a la dispersión y heterogeneidad de las fuentes de información, así como a la falta de sistemas que permitan integrar y analizar estos datos de manera automatizada y accesible.

En respuesta a esta necesidad, surge R*eförest*, una solución tecnológica diseñada para optimizar el proceso de valoración y selección de terrenos adecuados para la repoblación. Esta herramienta integra múltiples capas de información geoespacial y facilita su análisis mediante una interfaz intuitiva, reduciendo así las barreras de acceso técnico y promoviendo una toma de decisiones eficiente, transparente y basada en datos.

Un ejemplo concreto del impacto de R*eförest* es su aplicación en el programa *CO(MPENSA)2*, impulsado por Cruz Roja Española, cuyo objetivo es compensar las emisiones derivadas de sus actividades y avanzar hacia la neutralidad climática en 2050, para lo que ha puesto en marcha una ambiciosa estrategia enfocada en repoblaciones forestales que compensen sus emisiones. Esta meta está alineada con las conclusiones del Sexto Informe de Evaluación (AR6) del IPCC, que resalta que alcanzar al neutralidad de carbono a nivel global para mediados del siglo XXI es esencial para limitar el aumento de la temperatura media global a 1,5ºC por encima de los niveles preindustriales (IPCC, 2023).

2. Objetivos

El presente trabajo tiene como objetivo describir las capacidades de *Reförest*, una solución tecnológica desarrollada por Föra Forest Technologies, para integrar datos espaciales y generar informes personalizados que permitan una planificación eficiente de proyectos de reforestación.

3. Metodología

3.1 Descripción de la plataforma

Reförest se diseñó como una plataforma versátil y robusta que integra múltiples fuentes de datos oficiales, incluyendo *SIGPAC*, *CORINE*, *Catastro*, *SIOSE* , *mapas topográficos* y *climáticos*. Las funcionalidades principales incluyen:

- **Entrada de datos** *Reförest* admite tres métodos principales para definir áreas de interés. Esta flexibilidad asegura que la herramienta se adapte a las necesidades de diferentes tipos de usuarios, desde ingenieros forestales hasta entidades públicas: **- Referencias catastrales**: permite identificar parcelas específicas basadas en el sistema oficial del Catastro. **- Archivos GIS**: los usuarios pueden cargar formatos estándar como *GPKG*, conteniendo geometrías precisas de las parcelas. **- Mapa interactivo**: ofrece la posibilidad de dibujar directamente sobre un mapa, seleccionando áreas de interés de forma visual y dinámica. Esta flexibilidad asegura que la herramienta se adapte a las necesidades de diferentes tipos de usuarios, desde ingenieros forestales hasta entidades públicas.
- **Generación de informes personalizados** Una de las principales fortalezas de *Reförest* es su capacidad para generar informes detallados y personalizados, que incluyen información sobre las características del suelo, estudio climático, identificación de posibles limitaciones, como pendientes excesivas, erosión o restricciones legales, así como áreas con alto potencial para la reforestación. Estos informes, disponibles en

formatos interactivos y PDF, son esenciales para optimizar la planificación y mitigar riesgos. Asimismo, también es posible descargar desde *Reförest* una colección de archivos en formato *'.gpkg'*, o *'.tif'* útiles en cualquier Programa de Información Geográfica.

- **Visualización interactiva:** La herramienta incluye un visor que permite elegir diferentes mapas base (*PNOA*, *IGN*, *Sentinel*...), superponer múltiples capas de datos (*SIGPAC*, *producción forestal*, *SIOSE*, *MFE*...), ajustar opacidades y personalizar visualizaciones según las necesidades del usuario.

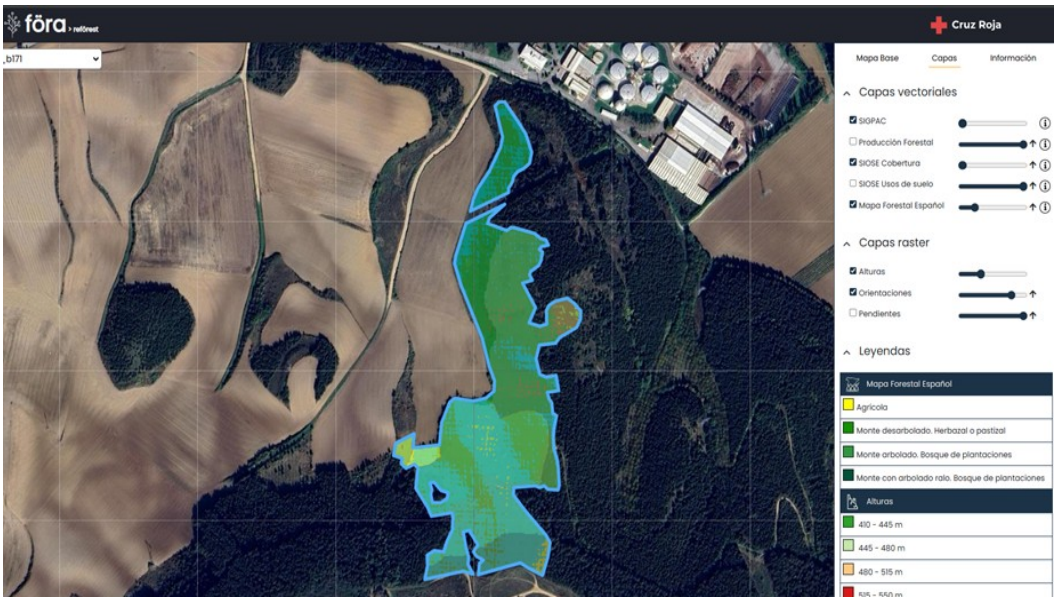

Figura 1. Ejemplo de visualización de capas en el visor

3.2. Fuentes de datos utilizadas

Reförest integra datos de diversas fuentes oficiales y científicas, lo que garantiza un análisis completo y actualizado del terreno:

- **SIGPAC**: información sobre la ocupación y uso del suelo agrícola y forestal.
- **Catastro**: información oficial sobre la delimitación de parcelas y sus características.
- **SIOSE**: sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España.
- **CORINE**: clasificación de usos del suelo a escala europea.
- **Mapa forestal español**: datos detallados sobre especies forestales y uso del suelo.
- **Datos climáticos**: análisis de temperaturas, precipitaciones e índices climáticos específicos.
- **Modelos digitales del terreno:** evaluación de altitudes, pendientes y orientaciones.
- **Hábitats y especies protegidas**: identificación de áreas prioritarias para la conservación.
- **Otros:** incendios previos en la zona, presencia de vertederos, composición geológica e hidrogeológica de la zona, productividad forestal potencial, uso del suelo según CORINE,

3.3. Tecnología aplicada

Reförest combina tecnologías avanzadas para ofrecer una experiencia robusta y eficiente:

- Sistemas GIS: los sistemas de información geográfica permiten gestionar, analizar y visualizar datos espaciales de manera interactiva.

- Análisis de big data espacial: la herramienta integra grandes volúmenes de datos geoespaciales y realiza cálculos automatizados para generar resultados precisos en tiempo real.

Gracias a esta combinación de tecnologías, *Reförest* se posiciona como una solución imprescindible para profesionales del sector forestal, entidades con intereses medioambientales y administraciones públicas, contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia en la gestión de proyectos de repoblación.

4. Resultados

La aplicación web tiene un visor privado, accesible solo para usuarios registrados y otro visor público, donde sólo no es posible descargar datos ni visualizar informes pero sí acceder al visor, alojado en la dirección https://reforestvisor.fora.es. En ese visor pueden consultarse todos los proyectos que CRE ha puesto en marcha con la ayuda de *Reförest*.

Es por esto, que un ejemplo destacado de aplicación de *Reförest* es su implementación en el programa *CO(MPENSA)2* de Cruz Roja Española. La plataforma ha sido fundamental para identificar parcelas que cumplen con los objetivos de compensación de emisiones, alineándose con las normativas oficiales como el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono, del MITERD. Gracias a *Reförest*, Cruz Roja ha logrado seleccionar terrenos viables para proyectos de absorción de CO2, contribuyendo significativamente a sus objetivos de sostenibilidad, al mismo tiempo que asegura que cada proyecto cumpla con altos estándares de impacto ambiental y transparencia. Desde 2021, la organización ha llevado a cabo proyectos forestales en diversas comunidades autónomas como Castilla y León, La Rioja, Navarra, Andalucía, Galicia y País Vasco, tal y como se refleja en el visor público de Reförest para CRE donde se muestra la ubicación concreta de los proyectos puestos en marcha y registrados en el MITERD.

Figura 2: Proyectos de reforestación realizados por Cruz Roja Española con Reförest

Reförest demostró ser una herramienta eficiente para la gestión de proyectos de reforestación, permitiendo:

- **Reducción de tiempos en la evaluación y planificación:** el análisis automatizado de *Reförest* permitió evaluar grandes cantidades de datos en cuestión de horas, en comparación con los días o semanas que requerirían

métodos manuales.

- **Identificación de terrenos óptimos sin necesidad de conocimientos forestales:** la plataforma eliminó la barrera técnica, ya que presentó la información de manera clara y accesible, incluso para usuarios sin experiencia en SIG o análisis forestal.
- **Alineación con los objetivos de sostenibilidad y mitigación del cambio climático:** *Reförest* garantizó que las parcelas seleccionadas cumplieran con criterios técnicos rigurosos, maximizando su capacidad para actuar como sumideros de carbono y proteger la biodiversidad local.
- **Transparencia:** los resultados están disponibles en visores públicos, mejorando la comunicación y confianza de los proyectos. En el caso de CRE facilita la difusión y comunicación de las reforestaciones, mejorando la transparencia y potenciando el valor de la institución.

La colaboración entre Cruz Roja Española y Föra Forest Technologies, mediante la utilización de *Reförest*, no solo resolvió un desafío crítico en la planificación de reforestaciones, sino que también estableció un modelo replicable para futuras iniciativas de compensación de emisiones y conservación ambiental

5. Discusión

El papel de la tecnología en la planificación y gestión forestal es imprescindible en la actualidad, impulsado por el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el análisis de grandes volúmenes de datos geoespaciales. Estas herramientas permiten automatizar procesos que, tradicionalmente, requerían un elevado grado de trabajo manual y conocimientos técnicos especializados (RODRÍGUEZ-PUERTA et al, 2021).

En particular la utilización de técnicas basadas en aritmética de capas ha sido ampliamente adoptada en proyectos de repoblación, dado que los SIG permiten integrar de forma eficiente variables ambientales complejas y espacialmente explícitas (NAVARRO et al., 2024). De manera complementaria, plataformas como *Replant* Alpha (MORALES et al., 2023) han demostrado la viabilidad de emplear entornos de computación, como *Google Earth Engine* junto con código *R*, para la identificación de áreas prioritarias para la restauración ecológica a gran escala.

En este contexto, *Reförest* representa una contribución innovadora al integrar, de manera nativa, múltiples fuentes oficiales de información — tales como *SIGPAC*, *CORINE*, *Catastro* y *SIOSE*— y al ofrecer una interfaz interactiva que facilita la evaluación de terrenos aptos para la reforestación. Esta herramienta no solo facilita el acceso a datos que tradicionalmente se encuentran dispersos y requieren procesos manuales de recopilación, sino que además permite realizar análisis detallados a nivel de parcela, optimizando la toma de decisiones en las fases iniciales de planificación y posicionándose como una alternativa eficiente frente a enfoques convencionales.

A diferencia de otras aplicaciones que se centran exclusivamente en la visualización básica de información geoespacial o al análisis aislado de parámetros, R*eförest* propone un enfoque multidimensional que abarca aspectos topográficos, climáticos y de riesgo ambiental. Esta capacidad de integración resulta esencial en escenarios donde la selección de sitios de reforestación debe equilibrar criterios ecológicos y económicos bajo incertidumbre.

A su vez, en la práctica de la repoblación forestal es común recurrir al uso de

tecnologías como sensores multiespectrales, por ejemplo *Sentinel*, *Landsat* o *MODIS*, y tecnología LiDAR, que permiten estimar biomasa y estructura forestal con elevada precisión. Estas herramientas son la base de plataformas especializadas como ***förecast*** (PÉREZ-RODRÍGUEZ et al, 2024), ***forestmap*** (TOMÉ et al., 2017) o ***global forest watch*** (www.globalforestwatch.org). Asimismo, herramientas como ***ModERFoRest*** (ALONSO et al., 2022) han sido diseñadas para apoyar la selección de especies y el origen del material forestal en función de criterios ecológicos y del contexto de cambio climático. En cuanto al seguimiento post-repoblación, modelos como ***Biome-BGC-Muso*** (HIDY et al., 2016) permiten simular la evolución del crecimiento y el secuestro de carbono bajo diversos escenarios climáticos, aportando una visión predictiva de los servicios ecosistémicos generados.

Frente a este panorama de soluciones especializadas, R*eförest* se destaca al ofrecer una solución integral que abarca desde la evaluación de la idoneidad del terreno hasta la identificación de riesgos asociados, lo que resulta especialmente útil para la planificación de proyectos de compensación de emisiones de carbono. Su capacidad para integrar y procesar datos heterogéneos en un entorno unificado permite generar informes personalizados y de alta relevancia operativa, contribuyendo a reducir la incertidumbre y mejorar la eficacia en la toma de decisiones.

6. Conclusiones

El uso de *Reförest* en el marco del programa *CO(MPENSA)2* de Cruz Roja Española ha demostrado su impacto positivo en la planificación y ejecución de proyectos de reforestación. Evidenciado su capacidad para optimizar procesos que, tradicionalmente, demandaban largos tiempos de análisis y una alta carga de trabajo técnico. Gracias a *Reförest* se logró reducir de manera significativa los tiempos de evaluación de parcelas y se facilitó la identificación de parcelas que cumplían con los criterios técnicos necesarios para proyectos de compensación de emisiones de CO_2.

Una de las principales fortalezas de *Reförest* es su interfaz amigable, que permite a los usuarios sin formación específica en SIG interpretar y utilizar la información de manera eficaz, democratizando así el acceso a tecnologías avanzadas en el ámbito forestal (KAARAKKA et al., 2021). Esta característica contribuye no solo a una mayor eficiencia en la evaluación de terrenos, sino también a una gestión más transparente, fundamentada en datos y alineada con los principios de sostenibilidad y mitigación del cambio climático.

Reförest se consolida como una herramienta esencial para optimizar la planificación de reforestaciones. Sus principales contribuciones incluyen (i) automatización de procesos complejos, (ii) identificación precisa de terrenos aptos para la reforestación y (iii) mejora la transparencia y comunicación de los resultados.

El caso de éxito del programa *CO(MPENSA)2*, de Cruz Roja Española, ilustra cómo *Reförest* facilita la identificación de parcelas óptimas, minimiza los riesgos asociados a terrenos inadecuados y refuerza la transparencia institucional, al tiempo que mejora la comunicación de resultados y fortalece la imagen de la organización.

Además de sus aplicaciones actuales, *Reförest* está diseñada como una plataforma flexible y en constante evolución. Su desarrollo contempla la

incorporación de nuevas funcionalidades que aborden las demandas emergentes de sectores vinculados a la gestión forestal, como la evaluación de biodiversidad, el monitoreo de impactos ambientales y la gestión de riesgos climáticos. Asimismo, su estructura modular permite la adaptación a distintos marcos normativos y contextos territoriales, facilitando su expansión a nuevas geografías.

En definitiva, *Reförest* no solo constituye una herramienta robusta para optimizar la planificación de reforestaciones, automatizar procesos complejos e identificar terrenos con precisión, sino que se proyecta como una solución versátil y escalable, capaz de acompañar a instituciones públicas y privadas en su transición hacia prácticas de gestión forestal sostenibles y resilientes, contribuyendo de manera efectiva a la conservación de los ecosistemas y a la lucha contra el cambio climático.

7. Agradecimientos

Se agradece a Cruz Roja Española y al programa *CO(MPENSA)2* por su colaboración en la implementación de *Reförest*, así como a las entidades que aportaron datos clave para el desarrollo de esta herramienta.

8. Bibliografía

Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas. 1998. *Convenio sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente*. Aarhus, Dinamarca.

ALONSO PONCE, R.; GÓMEZ-SANZ, V.; LÓPEZ-SENESPLEDA, E., RUIZ-PEINADO, R.; MONTERO, G.; SÁNCHEZ-PALOMARES, O.; SERRADA HIERRO, R. 2022. Moderforest: más que una aplicación para la selección de especie y origen de la semilla en repoblaciones forestales. Actas 8º Congreso Forestal Español. SECF.

BONET GARCÍA, F. J. 2009. Los sistemas de información como herramientas de apoyo a la toma de decisiones en la gestión del medio natural. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For 29 65-74.

CHAZDON, R.; BRANCALION, P. 2019. Restoring forests as a means to many ends. Science 364 24-25.

DEL CAMPO GARCÍA, A.; HERMOSO DE MENA, J.; ROLDÁN MORENO, M.; GARCÍA-POST, R.; MOLINA GRAU, S.; LOZANO, J. A.; TÁRRAGA PINA, R. 2008. Control integral de Calidad de repoblaciones forestales: planteamiento y primeros resultados en la provincial de Valencia. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 28: 119-124.

FLORES GARCÍA, A.; ROMERO-SÁNCHEZ, M. E.; PÉREZ-MIRANDA, R.; MORENO-SÁNCHEZ, F. 2020. Potencial de restauración de bosques de coníferas en zonas de movimiento de germoplasma en México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 12 (63)

GARCÍA, F. 2003. Herramientas de apoyo a la toma de decisiones aplicadas a la gestión forestal del parque natural de la Sierra de Huétor y LIC de Sierra Arana.

HIDY, D.; BARCZA, Z.; MARJANOVIC, H. 2016. Terrestrial ecosystem process model Biome-BGCMuSo vr.0: summary of improvements and new modeling possibilities. Geosci. Model Dev 9 4405-4437.

HIERRO SERRADA, R.; NAVARRO CERRILLO, R. Mª., PEMÁN GARCÍA, J. 2005. La calidad de las repoblaciones forestales: una aproximación desde la selvicultura y la ecofisiología. Invest Agrar: Sist Recur For 14 (3) 462-481.

IPCC; 2023: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*

Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC. pp. 35-115. Geneva, Switzerland.
KAARAKKA, L.; CORNETT, M.; DOMKE, G.; ONTL, T.; DEE, L.E. 2021 Improved forest management as a natural climate solution: Ecol Solut Evid. 2, e12090.
MORALES, N. S.; FERNÁNDEZ, I. C.; DURÁN, L. P.; PÉREZ-MARTÍNEZ, W. A. 2023. RePlant Alfa: Integrating Google Earth Engine and R Coding to Support the Identification of Priority Areas for Ecological Restoration. Land 12, 303.