

LIFE REFOREST LAYMAN'S REPORT



LIFE REFOREST - LIFE17 ENV/ES/000248
WITH THE CONTRIBUTION OF THE LIFE FINANCIAL INSTRUMENT
OF THE EUROPEAN COMMISSION



LIFE REFOREST
RECOVERING ECOSYSTEMS

Título del proyecto: Erosion prevention and flora REstauracion of burnt FOREST areas through innovative fungal-technosol solution

Código: LIFE17 ENV/ES/000248

Duración: 01/07/2018 – 31/03/2022

Presupuesto total: 1.577.648 €

Contribución de la UE: 937,037 €



1

RESUMEN EJECUTIVO

1. Resumen ejecutivo

LIFE REFOREST es un proyecto financiado por la Comisión Europea bajo el programa LIFE y liderado por el Centro Tecnológico de Investigación Multisectorial (CETIM), cuyo objetivo principal es mitigar el impacto causado por la erosión y la pérdida de suelo en las zonas afectadas por los incendios forestales, a través de la aplicación de un novedoso sistema basado en tecnosuelos elaborados a base de residuos orgánicos estabilizados e inoculados con hongos.

El proyecto desarrolló un sistema de mangas tubulares de micotecnosuelos que fueron instaladas en 3 zonas piloto (> 400 m²) en Galicia y Portugal, dos de las regiones más afectadas por incendios forestales en la Unión Europea.

Entre 2019 y 2022, las tres zonas piloto fueron evaluadas, haciendo seguimiento de la erosión producida y las características, tanto de los sedimentos erosionados como del agua de escorrentía y la evolución de las zonas afectadas. Los resultados obtenidos mostraron una rápida regeneración de la cubierta vegetal, reduciendo significativamente el agua de escorrentía generada y reduciendo la erosión en un 75-80% respecto a las zonas sin tratamiento.





2

EL PROBLEMA

2. El problema

Los incendios forestales afectan anualmente a más de 270.000 ha en la UE, de los cuales más del 80% se concentra en la región mediterránea, causando un gran impacto económico y medioambiental¹.

Situación en Portugal y España

Portugal es el país más afectado, con una media anual de más de 138.000 ha quemadas en la última década, destacando el año 2017, con una severidad nunca antes registrada en la que se vieron afectadas más de 400.000 ha², debido en parte a los incendios de gran tamaño, siendo uno de los más importantes el ocurrido en su zona centro, que arrasó 53.000 ha y provocó 66 fallecidos³. Su coste se tasó entre 200 y 1.000 M€ lo que supondría entre el 20 y el 80% del beneficio económico de la producción forestal. La pérdida y la recuperación posterior se calculó en 3.500 €/ha⁴.

En España, aunque los bosques supongan un 10% territorio⁵ existe un área afectada media de 108.000 ha, siendo Galicia (Noroeste de España) una de las zonas más relevantes, donde los incendios suponen ya pérdidas económicas medias de 330.000 €/año, a las que es necesario sumar el coste de los trabajos post-incendio, estimados en 1.500-2.000 €/ha⁶.

La frecuencia de los incendios forestales de gran escala está mermando la capacidad de los ecosistemas para regenerarse de manera natural. La erosión del suelo, la escasez de agua y la pérdida de biodiversidad amenaza la estabilidad ecológica de extensas áreas. A lo anterior se suman los efectos del cambio climático que provocan intensas sequías estivales, así como fenómenos meteorológicos extremos que aumentan el riesgo de incendios.

¹ Viegas (2009). JRC Sci. Tech. Rep.

² INPI 2022 Patentes e controlo de incêndios rurais

³ Alberti, B. M. (2018, 15 junio). Portugal's wildfire that broke a community. BBC News. <https://www.bbc.com/news/world-europe-44438505>

⁴ Mateu & Fernandes (2014). Forest fires in Portugal: dynamics, causes and policies.

⁵ Barreiro et al. (2016). Soil Biol. & Biochem. 97: 102-111.

⁶ Salas (2014). Aproximación a la consideración de los problemas ambientales más relevantes de la Península Ibérica: incendios forestales

Efectos del fuego sobre el suelo

Erosión

El fuego destruye o reduce la materia orgánica, rompiendo los agregados del suelo, que junto a la desaparición de la cubierta vegetal hace que este quede expuesto a la erosión del agua y el viento. Además, modifica profundamente la composición química y microbiológica del suelo afectando a sus propiedades.⁷

Los efectos dependen en gran medida de la severidad de la quema del suelo, la topografía y la ocurrencia de eventos hidrológicos⁸.

La erosión afecta especialmente a zonas lluviosas, como es el caso del noroeste de España y Portugal. En Galicia, los incendios ocurridos en otoño del 2006 erosionaron unas 34.000 Tn de suelo, del cual el 10% terminó en el mar⁹. Lo anterior supuso pérdidas de alrededor de 14,5 toneladas de hectáreas, según el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (Mapama).

Deterioro en la calidad del agua

Además de los cambios en las características del suelo, otro efecto importante de los incendios forestales es el deterioro de la calidad del agua. Las aguas pluviales que siguen a los incendios forestales pueden contaminar los cursos de agua y los lagos, con cenizas y otros elementos tóxicos. Esto acaba afectando a los seres vivos de esas áreas, e incluso puede amenazar el abastecimiento de agua potable en las zonas afectadas.

Técnicas de mitigación

El tiempo de recuperación post-incendio en el Mediterráneo se estima en 5 y 10 años¹⁰. En la actualidad se carece de soluciones de alta eficiencia

⁷ Barreiro (2016). PhD Thesis. University of Santiago de Compostela.

⁸ Robichaud et al. (2014). Int. J. Wildland Fire 23: 929–944

⁹ Carballas et al. (2009). Efecto de los incendios forestales sobre los suelos de Galicia

para hacer frente al arrastre de cenizas por lluvia, por lo que las técnicas de mitigación son la primera línea de defensa contra la erosión. Estas deben aplicarse con urgencia después del incendio, debido a que la mayor parte de pérdidas se produce durante los primeros meses posteriores al fuego.

Las principales técnicas de mitigación utilizadas son:

Siembra: Es el tratamiento más antiguo y común. La siembra aérea de gramíneas anuales o perennes se utiliza para proporcionar una cobertura del suelo hasta que se restablezcan las plantas nativas.

Mulching: El mulch es cualquier material orgánico esparcido sobre la superficie del suelo que aumenta la cobertura del suelo y reduce el impacto de las gotas de lluvia y la escorrentía. Tanto el hidromulch como el mulch seco (paja de trigo, paja de arroz, hebras de madera, fibra de madera, etc.) se puede aplicar desde el aire o desde el suelo.

Barreras contra la erosión: Pueden ser de paja, troncos talados a nivel u otras barreras naturales. También se han utilizado estructuras de ingeniería para proporcionar barreras mecánicas al flujo terrestre, promover infiltración y atrapar sedimentos en laderas quemadas.

Poliacrilamidas (PAM): Técnica de mitigación en forma de granulado seco¹¹ que consiste en la utilización de agentes floculantes.



¹⁰ Inbar et al. (1998). Geomorphology 24: 17-33

¹¹ Prats et al. (2014). CIG 40 (2): 403-427



3

LA SOLUCIÓN

3. La solución

LIFE REFOREST tiene como objetivo mitigar el impacto causado por los incendios forestales, reduciendo la erosión, recuperando la materia orgánica y el ecosistema y, en consecuencia, minimizando los graves impactos socio-económicos y ambientales que producen los incendios.

Para lo anterior se propone la aplicación de un suelo artificial (tecnosuelo) hecho a base de residuos orgánicos estabilizados y subproductos, inoculado con diferentes especies de hongos (micotecnosuelo), para mitigar la pérdida de suelo y favorecer la regeneración natural de las áreas quemadas.

Esta solución se aplica en forma de mangas tubulares de malla biodegradable (1.5 m de longitud aprox.) que son fáciles de transportar y colocar en terrenos de difícil acceso. Funcionan como una barrera bioactiva, frenando la escorrentía superficial y favoreciendo la infiltración y la sedimentación de partículas arrastradas aguas arriba. Mientras, el desarrollo del micelio del hongo da estructura al suelo, recuperando las funciones ambientales y productivas del mismo.

Además, el micotecnosuelo aporta materia orgánica y nutrientes, e incluye semillas de plantas locales para favorecer un rápido desarrollo de la cobertura vegetal, promoviendo la retención de agua y minimizando la contaminación aguas abajo por el arrastre de cenizas.





4

CONSORCIO

4. Consorcio

El consorcio de LIFE REFOREST está compuesto por el Centro Tecnológico de Investigación Multisectorial (CETIM) como coordinador, la Asociación Forestal de Galicia (AFG), la Asociación Forestal Portuguesa (FORESTIS), las empresas gallegas TEN Tecnosuelos, Hifas da Terra (HdT), INDUTEC Ingenieros y el Centro de Investigación Medioambiental y Marina (CESAM) de la Universidad de Aveiro (UAVR).

CETIM: Además de liderar el proyecto, realizó la caracterización del caudal de las zonas quemadas en Galicia y Norte de Portugal y colaboró con TEN en la formulación de tecnosuelo a escala laboratorio y en la evaluación de la eficacia del micotecnosuelo. También coordinó la transferibilidad y replicabilidad de los resultados, así como la difusión y el monitoreo del proyecto.

AFG y FORESTIS: Seleccionaron las áreas quemadas, proporcionando información técnica sobre los montes gestionados, realizando el muestreo y seguimiento de los incendios. También realizó las gestiones administrativas para agilizar la instalación de los pilotos en Galicia y el norte de Portugal.

INDUTEC: Analizó los datos proporcionados por el resto de socios, evaluando el impacto ambiental de la nueva solución, elaboró el análisis de ciclo de vida (LCA) y se encargó de analizar los costes económicos asociados (LCC).

HdT: Realizó el estudio a escala laboratorio y la selección de las cepas fúngicas, así como desarrolló los cultivos de hongos para su inclusión en la formulación final del micotecnosuelo.

TEN: Se encargó de formular diferentes tecnosuelos y de seleccionar, junto a HdT, los micotecnosuelos que se aplicaron como solución.

UAVR-CESAM: Llevó a cabo la caracterización de las áreas quemadas en las zonas de implantación de los pilotos y junto con TEN, HdT y CETIM validaron la eficacia del sistema LIFE REFOREST en la erosión de los suelos y la contaminación de las aguas de escorrentía, evaluando su futura replicabilidad en otras zonas europeas afectadas por incendios en Europa.



5

RESULTADOS
DEL PROYECTO

5. Resultados del proyecto

Pilotos de Life Reforest

El proyecto LIFE REFOREST cuenta con tres pilotos instalados en Galicia y el Norte de Portugal.

	Piloto 1	Piloto 2	Piloto 3
Localización	Nespereira, en Pazos de Borbén (Pontevedra, Galicia, España)	Albergaria (Aveiro, Portugal)	Penouços (Sever do Vouga – Aveiro, Portugal)
Características de la zona	Suelo derivado de granito, Masa forestal de pino	Suelo de esquisto, masa forestal de eucalipto	Suelo de esquisto, masa forestal de pinos jóvenes (incendio previo en 2015)
Incendio	14-15/09/2019 10 ha	5-7/09/2019 1492 ha	7-15/09/2020 2149 ha
Descripción del piloto	Parcelas 2x8 m 3 parcelas con Geotubos 4 m distancia 3 parcelas Mulch de acícula de pino 3 parcelas sin tratamiento	Parcelas 2x8 m 3 parcelas con Geotubos 4 m distancia 3 parcelas Mulch de corteza de eucalipto 3 parcelas sin tratamiento	Parcelas 2x8 m 3 parcelas con Geotubos 8 m distancia 3 parcelas Mulch de restos de acacia 3 parcelas sin tratamiento

Tras el seguimiento de los incendios de 2019 y con el objetivo de seleccionar zonas con riesgo de erosión debido a la intensidad del incendio, la falta de vegetación y la pendiente moderada, se seleccionaron dos zonas, una en Galicia y otra en Portugal. Estas fueron monitorizadas de forma continua para evaluar la cantidad de suelo movilizado en los periodos de lluvia, así como se estudiaron las características del agua de escorrentía que se produjo en esos episodios (sólidos en suspensión, nutrientes, metales, etc.)

El objetivo del tercer piloto fue validar el sistema en condiciones diferentes a las de los dos primeros casos. La zona de Penouços, en Aveiro, tiene la peculiaridad de que además del incendio de 2020, sufrió ya en el 2016 los efectos del fuego. Esto supuso un escenario en el que los pinos plantados todavía eran muy jóvenes y la recuperación espontánea de la zona era prácticamente imposible.



Zona piloto monitorizada por AFG en Nespereira (Pazos de Borbén – Pontevedra) y por FORESTIS en Albergaria-a-Velha (Aveiro, Portugal)



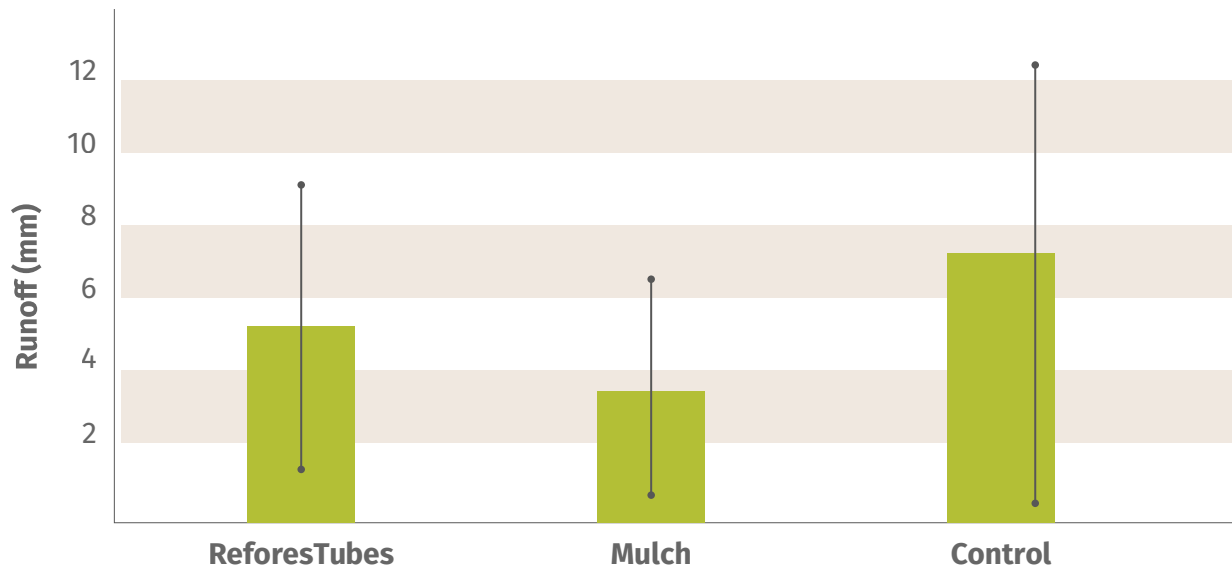
Zona piloto FORESTIS en Albergaria-a-Velha (Aveiro, Portugal)



Fotografías del piloto de Nespereira en octubre de 2019. (A la izquierda los geotubos; en el medio el mulch y a la derecha sin tratamiento)



Fotografías: del piloto de Albergaria-a-Velha: izquierda - Octubre 2019; derecha - Febrero 2020.



Valor medio de la escorrentía en la parcela con el tratamiento LIFE-REFOREST micotecnosuelos (Geotubos), mantillo de corteza de eucalipto triturada (Mulch) y sin tratar (control), después del primer año de incendio posterior en el piloto de Albergaria-a-Velha.



Zona de instalación del piloto LIFE REFOREST en Nespereira (Pontevedra, Galicia)

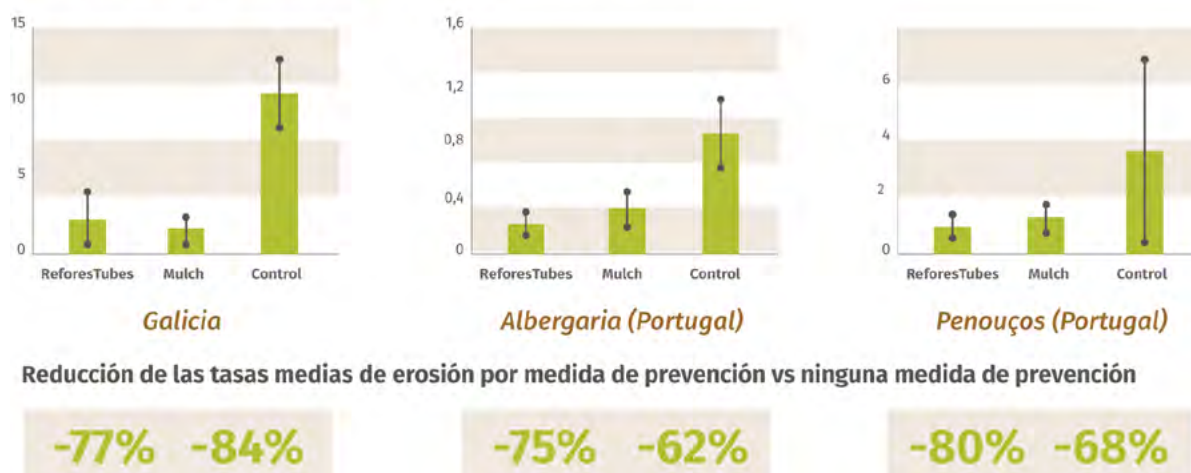


Zona de instalación del piloto LIFE REFOREST en Nespereira (Pontevedra, Galicia)



Zona de instalación del tercer piloto LIFE REFOREST en Oliveira de Frades, Portugal, (izquierda) y detalle de la instalación en la ladera escogida (derecha).

Tasas de erosión durante el primer año hidrológico posterior al incendio (Mg suelo perdido por hectárea por año)



Resultados del proyecto

La solución REFOREST ha conseguido reducir las pérdidas de suelo durante el primer año post-incendio entre un 75 y un 85%, además de obtener una eficiencia similar a la de los tratamientos tradicionales de cobertura total de superficie, con acículas de pino o restos de madera (mulch).

Las pérdidas de suelo durante el primer año post-incendio en las zonas sin tratamiento varían entre una media de 1 Mg ha⁻¹ en Albergaria a 11 Mg ha⁻¹ en Nespereira, reduciéndose en el año siguiente a 0.7 Mg ha⁻¹, mientras que ambos tratamientos demostraron mantener su eficiencia en el segundo año.

Es importante destacar que, la reducción de la tasa de aplicación de geotubos en Penouços resultó ser igual de efectiva que en los otros dos pilotos. Los tecnosuelos también demostraron ser obstáculos eficaces en el control de la escorrentía superficial, reduciéndola entre un 25 y 90%, lo que es especialmente relevante para favorecer la sedimentación del suelo erosionado ladera arriba.

En cuanto a la calidad de las aguas, se consiguió una mejoría significativa

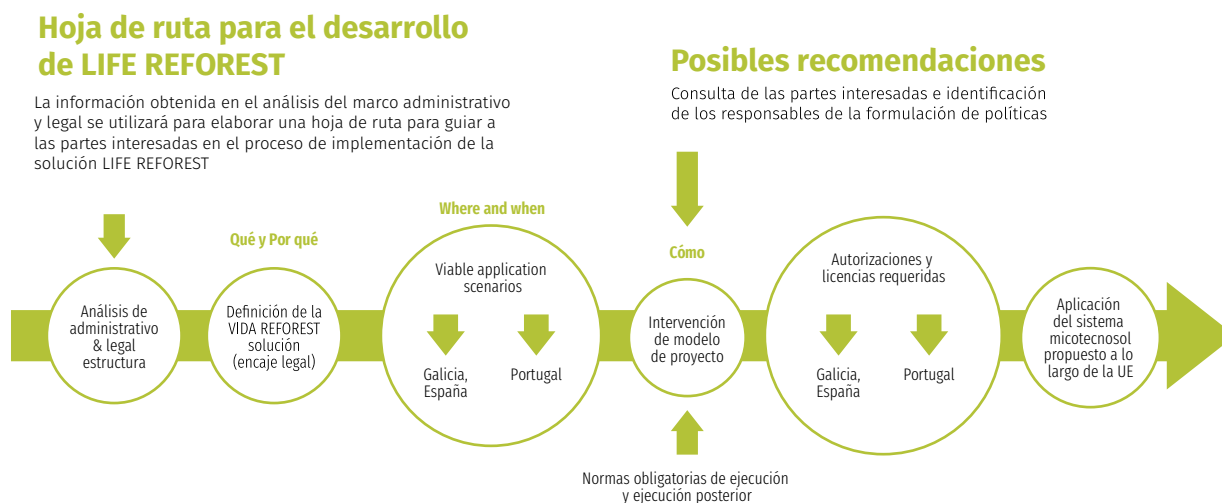
con respecto a las parcelas sin tratamiento, reduciendo los niveles de turbidez (21-24%), los sólidos totales (10-38%) y suspendidos (22-54%) y el contenido en materia orgánica (25-41%).

Otro aspecto a destacar es que la composición del tecnosuelo y la inclusión de semillas han facilitado el desarrollo de la cubierta vegetal en sus zonas de aplicación.

Otras tareas desarrolladas

Análisis del impacto ambiental y económico de la solución: En paralelo a la validación técnica de la solución, se ha llevado a cabo el análisis de ciclo de vida, para evaluar el impacto ambiental y analizar los costes económicos asociados a la aplicación de la nueva solución.

Guías de aplicación y transferencia: El consorcio del proyecto ha desarrollado diferentes guías que ayudan a replicar y transferir el sistema en otras zonas geográficas incendiadas en Europa, y que facilitan su aplicación inmediata post-incendio. Además, se ha analizado el marco normativo y administrativo a nivel regional, nacional y europeo para la comercialización e instalación en terreno del producto final. En este sentido, salvo en espacios protegidos o con afecciones de patrimonio, no será necesario pedir autorización para la aplicación de la Solución REFOREST, si se considera un producto fertilizante.





6

EVENTOS
LIFE REFOREST

6. Life Reforest

Tipo de evento	Fecha	Título	Socio organizador	Lugar	Número de asistentes
Seminario	16/01/2019	Gestión Post incendio y mitigación de la erosión del suelo en Portugal.	UAVR	Aveiro	82
Seminario	05/03/2020	Seminario LIFE REFOREST	TEN	A Coruña	43
Taller	14/07/2021	Solución LIFE REFOREST: Prevención de la Erosión y Restauración de Áreas Quemadas	FORESTIS	Sever do Vouga	11
Seminario	03/12/2021	Día Mundial del suelo	UAVR	Online	66
Taller	09/12/2021	Taller LIFE REFOREST - Nespereira	AFG	Ponteareas	26
Evento final & Seminario	30/03/2022	Evento Proyecto final // La nueva estrategia forestal de la UE	CETIM	Santiago de Compostela	37 presencial 41 online 78 total



7

**PUBLICACIONES
DEL PROYECTO**

7. Publicaciones del proyecto

Serpa, D., J. Keizer, J., I. Machado, A., Santos, M., R. F. Oliveira, B., Gholamahmadi, B., Martins, M., González-Pelayo, O., & Consortium, L. R. (2020). Testing a novel technique, geotubes with mycotechnosoil, to mitigate post-fire erosion and enhance ecosystem recovery. EGU General Assembly 2020. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-20618>

Serpa, D., I. Machado, A., Santos, M., Campos, I., R. F. Oliveira, B., Gholamahmadi, B., Martins, M., González-Pelayo, O., Jesus, F., Keizer, J., Abrantes, N., & Consortium, L. R. (2020). Post-fire mobilization of metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in a recently burnt eucalypt stand in North-Central Portugal. EGU General Assembly 2020. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-19102>

Serpa, D., Machado, A., Santos, M., Campos, I., Jesus, F., Oliveira, B., Gholamahmadi, B., Martins, M., González-Pelayo, O., Jacob Keizer, J., Abrantes, N., & Consortium, L. R. (2021). Post-fire mobilization of metals in a recently burnt area in North-Central Portugal: a contamination risk for waterbodies? EGU General Assembly 2021. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-4929>

Machado, A. I., Oliveira, B., Serpa, D., Santos, M., Jesus, F., Xavier, A., Gholamahmadi, B., Martins, M., González-Pelayo, O., Keizer, J. J., & Consortium, L. R. (2021). Geotubes vs. mulching for post-fire erosion mitigation in eucalypt vs. pine plantations in Central Portugal vs. Galicia. EGU General Assembly 2021. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-12454>

Asociación Forestal de Galicia. (2019). Proxecto Europeo Life Reforest. O Monte, 61 (Ano XXXII), 41. <https://asociacionforestal.gal/novidades/revista-o-monte/>

Asociación Forestal de Galicia. (2019). Life Reforest comienza la validación de sus pilotos. O Monte, 62 (Ano XXXII), 42. <https://asociacionforestal.gal/novidades/revista-o-monte/>



8

**AGRADECIMIENTO
A LAS ENTIDADES
COLABORADORAS**

8. Agradecimiento a las entidades colaboradoras

Representantes gubernamentales y autoridades públicas. Se estableció diálogo y compromiso para difundir los resultados de la solución LIFE REFOREST y para darles a conocer las recomendaciones públicas resultantes del proyecto LIFE REFOREST.



Asociaciones y agrupaciones forestales, propietarios forestales particulares y comunidades forestales



La Comunidad Investigadora, Científica y Tecnológica especializada en suelo, territorio, silvicultura y ecología. LIFE REFOREST ha promovido debates técnicos y científicos en los eventos. Participaron activamente investigadores e ingenieros de diferentes organizaciones.



Otros proyectos. Los socios de LIFE REFOREST han detectado otras iniciativas tanto a nivel nacional como internacional. Las organizaciones detrás de estos proyectos fueron invitadas a participar en los diferentes seminarios y talleres del proyecto.

