



Ángel López (UEX) actualiza el *firmware* de un nodo sensor de SenForFire en las zonas piloto de Cáceres.

En este número:

**PROTOTIPOS FINALES PARA
DETECCIÓN TEMPRANA**

**CONVENIO CSIC-INECO PARA
PROTEGER INFRAESTRUCTURAS**

**AMPLIACIÓN DE LA RED EN LAS
ZONAS PILOTO**

**AVANCES EN MICROSENSORES
Y PLATAFORMAS MULTISENSOR**

**DIFUSIÓN EN CONGRESOS
INTERNACIONALES**

Prototipos finales y ampliación de la red en las zonas piloto

El tercer trimestre de 2026 ha sido un periodo de consolidación para **SenForFire**, que afronta ya su fase final. En el ámbito de la coordinación, destaca la preparación de la 5ª reunión de seguimiento y del evento final de difusión de los resultados, que se celebrarán en **Valladolid** en noviembre junto con la **Junta de Castilla y León**. Paralelamente, se ha formalizado mediante convenio la colaboración entre el **CSIC** e **INECO** para proteger las infraestructuras de transporte frente a los incendios forestales, con una primera zona piloto en **Villarrubia de Santiago (Toledo)**.

En el plano técnico, ya están listos los prototipos finales para la detección temprana de incendios, de los que se han fabricado e instalado más de sesenta dispositivos en distintas zonas piloto. Se ha avanzado también en la compensación de la humedad en los microsensors de gas, en una nueva generación de plataformas multisensor y en las primeras pruebas de campo de nodos con capas de $\text{TiO}_2\text{:Nb}$. Asimismo, la red de sensores se ha ampliado con nuevos despliegues en **Mirabel**, **Fundão**, **Andorra** y **Badajoz**, y se ha intensificado el análisis de los datos de suelo y vegetación.

La difusión ha sido igualmente destacada, con presencia en medios y congresos internacionales, actividades divulgativas, la aprobación del MOOC SenForFire y un número especial en la revista **Atmosphere**.

Coordinación: Macarena Parejo (B6)
macarenapc@unex.es

JULIO-SEPTIEMBRE

Gestión de redes sociales. Se ha mantenido la actividad de difusión en los canales de [LinkedIn](#), [Facebook](#) y [X](#), con publicaciones multilingües (español, inglés, portugués y francés) que han dado visibilidad a los principales hitos del trimestre. Entre las publicaciones destacadas figuran la recuperación, tras los incendios del verano, del vídeo de **SenForFire** en **Las Médulas** y del n.º 6 de la revista de **SenForFire Tecnología contra el fuego**, la difusión de la 4.ª convocatoria de proyectos estructurantes de **Interreg Sudoe** sobre incendios forestales y el anuncio de la participación del proyecto en el **XII Congreso Internacional FUEGORED (Oviedo)** y en la **10th International Conference on Forest Fire Research (Coimbra)**.

Difusión del vídeo SenForFire en Las Médulas (comarca de El Bierzo, Castilla y León). Se ha difundido el vídeo sobre el trabajo que **SenForFire** desarrolla en el **Espacio Cultural y Natural de Las Médulas**, paisaje cultural declarado Patrimonio Mundial por la **UNESCO** y uno de los territorios piloto del proyecto. La pieza, promovida por la **Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Castilla y León**, muestra los retos que plantea este enclave ante el creciente riesgo de incendios forestales y cómo las redes de sensores inteligentes y los sistemas de seguimiento ambiental en tiempo real pueden contribuir a su protección, integrando la conservación del patrimonio cultural y la del medio natural.

Puede verse en: <https://youtu.be/91VafJiieyw?si=2qMBEb0OWhbA6VFg>



Difusión del n.º 6 de la revista SenForFire Tecnología contra el fuego. Este número se centra en el trabajo de anticipación del riesgo que se realiza durante todo el año, con entrevistas a **Marcelino Núñez (AEMET)**, **Javier Madrigal (INIA-CSIC)** y **Elia Quirós (Universidad de Extremadura)** sobre el nuevo índice de peligro **IPIF**, la vigilancia por satélite y los sensores de campo de **SenForFire**.

Los entrevistados abordan también el reto de calibrar estos sistemas con datos del pasado en un clima cambiante y la necesidad de que la tecnología llegue a los municipios con menos recursos.

<https://interreg-sudoe.eu/wp-content/uploads/2026/08/SenForFire-Revista-06-ES-v2.pdf?x82726>

Coordinación: Macarena Parejo (B6)
macarenapc@unex.es

Difusión del Boletín Interno n° 10. Se ha publicado y difundido en las redes sociales esta nueva edición, que recoge los principales hitos alcanzados en los últimos meses, así como las novedades, actividades y próximos pasos del proyecto, fruto del trabajo conjunto de todos los socios.

<https://interreg-sudoe.eu/wp-content/uploads/2026/07/SenForFire-BI-10-ES.pdf?x82726>

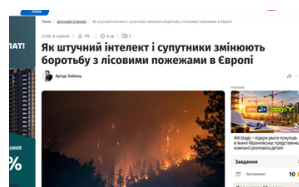
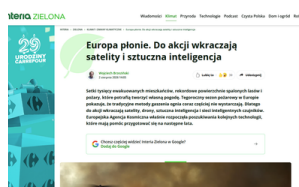
Número especial en la revista Atmosphere. Lanzamiento de un número especial de la revista *Atmosphere* que lleva por título «Low-cost atmospheric sensor networks for wildfire risk assessment and early detection».

Los miembros del equipo de **SenForFire** que coordinan este número especial han seleccionado una lista de posibles autores, a los que han invitado a enviar sus contribuciones.

Asimismo, han iniciado la preparación de un artículo de revisión con el título preliminar «Atmospheric sensor networks for wildfire prevention and early detection: technologies, data integration, and operational application» que se publicará en el número especial.

CLIPPINGS DE PRENSA | Haz clic en la imagen para ver la noticia

Repercusión internacional del proyecto en medios. Durante el verano, **SenForFire** ha tenido una notable repercusión mediática, con más de una decena de medios de nueve países que se han hecho eco del proyecto. En **España**, *Diario de León* y *El Confidencial* se hicieron eco de la red de sensores desplegada en Las Médulas, y *Delta13news* informó del convenio entre el CSIC e INECO para proteger las infraestructuras ferroviarias. En **Chile**, la Universidad Técnica Federico Santa María y Cooperativa Ciencia difundieron la jornada Chile-España sobre incendios forestales. Además, a raíz de los grandes incendios del verano, medios de **Polonia**, **Ucrania**, **Croacia**, **Brasil**, **Mozambique**, **Rusia** y **China** citaron **SenForFire** entre las tecnologías innovadoras para la detección temprana de incendios.



Coordinación: Esther Hontañón (B1)
esther.hontanon@csic.es

SEPTIEMBRE

Preparación de la 5ª reunión de seguimiento y del evento final del proyecto. Organización del evento que abarca (a) la 5ª reunión de seguimiento del proyecto y (b) el evento final de difusión de los resultados del proyecto, junto con la **Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Castilla y León (JCyL)**. El evento se celebrará en **Valladolid** los días 16 (a) y 17-18 (b) de noviembre.

Se ha elaborado el [programa del evento](#) y se han seleccionado y contactado expertos nacionales e internacionales para participar como ponentes invitados en (b). Pincha para ver [la web](#) y el [formulario de inscripción](#).

GT1 ESPECIFICACIONES DE LOS ESCENARIOS DE VALIDACIÓN Y DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS WSN

Coordinación: Mercedes Guijarro (B2)
guijarro@inia.csic.es

A 1.1

JULIO-SEPTIEMBRE

Convenio de colaboración entre el CSIC e INECO. Los contactos de la empresa pública española de ingeniería y consultoría **INECO**, adscrita al **Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible**, con **ITEFI-CSIC** para explorar posibles colaboraciones con el objetivo de mejorar los sistemas de vigilancia y alerta temprana para la protección de infraestructuras ferroviarias y usuarios frente a incendios forestales, se han materializado en un convenio firmado el pasado 21 de julio y publicado en el BOE el 13 de agosto («Resolución de 5 de agosto de 2026, de la Subsecretaría, por la que se publica el Convenio entre la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P., e Ingeniería y Economía del Transporte, S.M.E., M.P., SA, para avanzar en el análisis de la gestión de incendios forestales: identificación de zonas vulnerables y entornos de riesgo próximos a las infraestructuras de transporte»), en el que participan **ITEFI-CSIC**, **INIA-CSIC** e **IMB-CSIC**.

En este marco, se han mantenido diversas reuniones entre los participantes en el convenio para definir las actuaciones a realizar, estableciéndose una zona piloto en **Villarrubia de Santiago (Toledo)** en la que **ITEFI-CSIC** ha instalado una serie de sensores de suelo el 29 de julio.

GT2 DESARROLLAR Y FABRICAR COMPONENTES Y SISTEMAS Y VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS WSN

Coordinación: Lionel Presmanes (B11)
lionel.presmanes@univ-tlse3.fr

A 2.1

JULIO SEPTIEMBRE

Compensación de la humedad en microsensores de gas. Durante los meses de julio y agosto se adquirieron conjuntos de datos con los microsensores del **IMB-CSIC** expuestos a diferentes condiciones de humedad y temperatura.

Coordinación: Lionel Presmanes (B11)

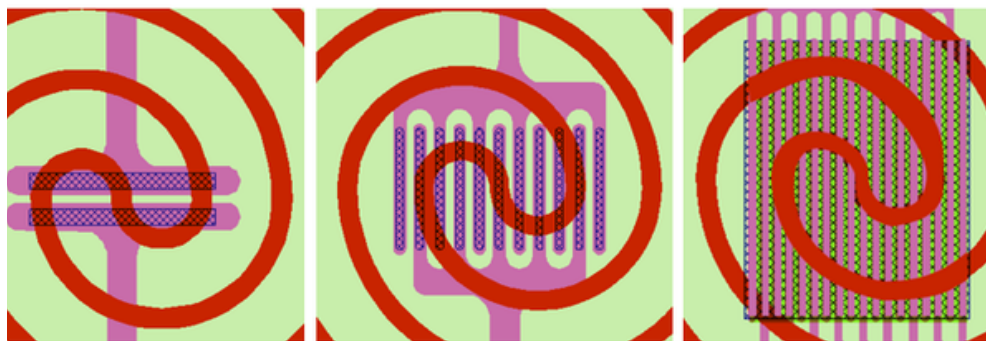
lionel.presmanes@univ-tlse3.fr

Estos datos se emplearon para desarrollar y validar modelos de compensación de humedad empleando técnicas de reajuste causal de la línea base (*causal baseline re-anchoring*). El objetivo final es minimizar las falsas alarmas inducidas por las variaciones de humedad ambiental y mejorar la robustez y fiabilidad de los microsensors de gases desplegados en campo bajo diferentes condiciones de humedad. Los resultados obtenidos permitieron la elaboración y envío de un resumen científico para su evaluación en la *Conference on Electron Devices* (CDE 2027).

Nueva generación de plataformas multisensor con electrodos interdigitados para materiales de alta resistividad. Durante el periodo de julio a septiembre de 2026, el CNRS-LAAS se centró en el desarrollo de una nueva generación de plataformas multisensor que combinan distintas geometrías de electrodos interdigitados.

Dadas las dificultades que plantea la medición de materiales sensibles de alta resistividad, tanto en el laboratorio como con electrónica embarcada para mediciones de campo, resultaba imprescindible modificar el diseño de los electrodos aumentando su número y reduciendo la separación entre ellos. La ventaja de emplear varias geometrías reside en la posibilidad de medir materiales en un amplio rango de resistividades, lo que se adapta a la variedad de materiales estudiados en este proyecto: ZnO dopado con Ga (baja resistividad), TiO₂ dopado con Nb (alta resistividad) y ferritas de magnesio o de cobre (resistividad media-alta). Se completó el lote de fabricación y se cortó una oblea para suministrar muestras al **CNRS-CIRIMAT**. En el CNRS-CIRIMAT se han depositado capas sensibles basadas en TiO₂:Nb con distintos espesores, condiciones de deposición y temperaturas de recocido.

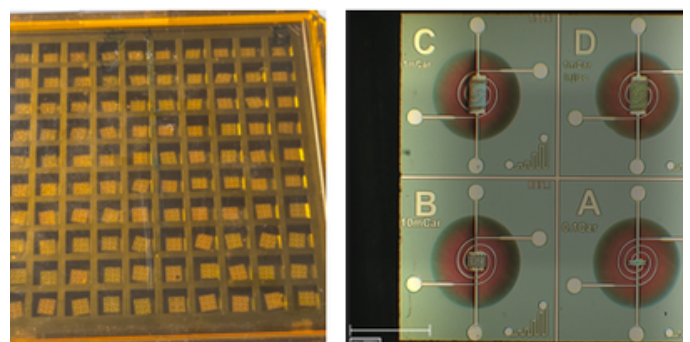
Actualmente, en el **CNRS-LAAS** se están llevando a cabo el montaje de los sensores en encapsulados TO-8 de 12 pines y sus pruebas, con el fin de permitir su integración en las carcasas proporcionadas por el socio **Ray-IE**.



Diferentes geometrías de los electrodos sensores A ($F = 0,1$), B ($F = 0,01$) y C ($F = 0,001$); F es el factor de forma geométrico relacionado con la capa sensible medida.

A la izquierda: Multisensores individuales cortados de la oblea de 4".

A la derecha: Fotografía del multisensor fabricado con las distintas geometrías de electrodos sensores.



Coordinación: Lionel Presmanes (B11)
lionel.presmanes@univ-tlse3.fr

A 2.2

OCTUBRE

6

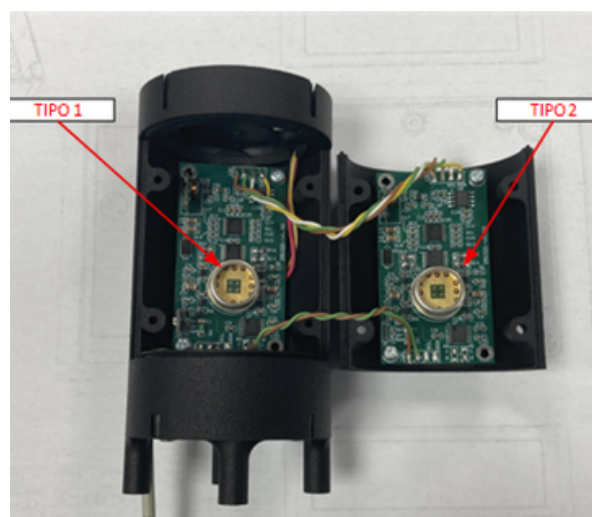
Prototipos finales para la detección temprana de incendios. Ya están preparados los prototipos finales desarrollados en el marco del proyecto **SenForFire**. Se han desarrollado tres tipos de dispositivos, cada uno orientado a un indicador clave de la combustión: sensores de gases que detectan cambios en la composición del aire (como compuestos orgánicos volátiles), sensores electroquímicos capaces de medir monóxido de carbono –uno de los principales gases generados en procesos de combustión– y sensores ópticos que identifican partículas en suspensión asociadas al humo.

Los tres prototipos son un diseño propio de la **Universidad de Extremadura** e integran componentes de alta eficiencia energética y sistemas de alimentación autónoma mediante energía solar, lo que permite su funcionamiento en entornos forestales remotos. Además, incorporan comunicaciones inalámbricas de largo alcance (LoRaWAN), facilitando la transmisión de datos en tiempo real sin necesidad de infraestructuras complejas. Se han fabricado e instalado más de sesenta dispositivos para la campaña de verano en diferentes zonas piloto.

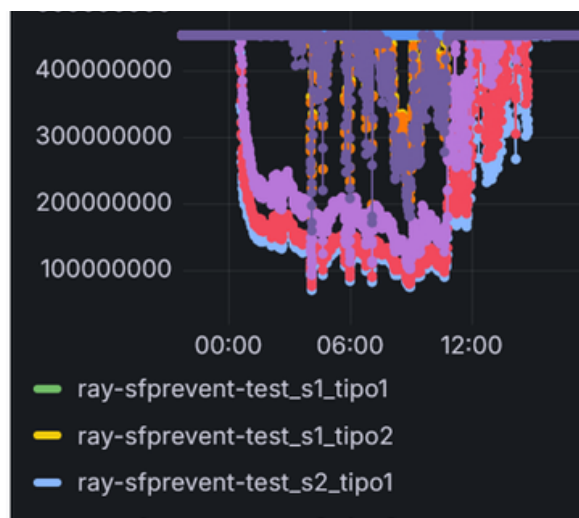


JULIO - AGOSTO

Primeras pruebas de campo del nodo sensor con capas de $\text{TiO}_2\text{:Nb}$. Los microsensors con capas sensibles de $\text{TiO}_2\text{:Nb}$ desarrollados por el **CNRS-LAAS** y el **CNRS-CIRIMAT** se han integrado con éxito en el prototipo diseñado por **Ray-IE**. El nodo sensor se instaló en exteriores durante varias semanas para evaluar su rendimiento en condiciones reales. Las medidas de resistencia obtenidas a través de Grafana confirmaron la viabilidad operativa del sistema y, al mismo tiempo, pusieron de relieve un siguiente paso clave: optimizar el circuito de lectura para garantizar que las medidas se mantengan dentro del rango óptimo.



Coordinación: Lionel Presmanes (B11)
lionel.presmanes@univ-tlse3.fr



En la página anterior: Placas electrónicas con los dos tipos de microsensores de $\text{TiO}_2\text{:Nb}$ (tipo 1 y tipo 2) integrados en la carcasa del prototipo de Ray-IE.

A la izquierda: Nodo sensor instalado en exteriores para evaluar su funcionamiento en condiciones reales.

A la derecha: Medidas de resistencia de los microsensores registradas en Grafana a lo largo de un día. Los valores que se mantienen planos en el máximo de la escala muestran la necesidad de optimizar el circuito de lectura.

A 2.3

JULIO
16-30

Coordinación para integrar los modelos inteligentes en la plataforma. Reuniones entre la **Universidad de Coimbra** y la **Universidad de Évora** para definir la forma final de integración de los modelos inteligentes en la plataforma.

A 2.5

Seminario sobre sensores e IA para la gestión de incendios forestales. El **IMB-CSIC** organizó una doble sesión sobre investigación aplicada a la detección y prevención de incendios forestales en el marco de **SenForFire**, conducida por la investigadora **Stella Vallejos**. **Javier Madrigal** (INIA-CSIC) presentó la ponencia «Nuevos retos en nanosensores e IA para la gestión integrada de incendios», y **Fabián Guerrero** (Universidad Técnica Federico Santa María, Chile) expuso el proyecto **AIRIS**, un sistema de alerta temprana basado en la monitorización de la calidad del aire. La grabación se estrenó en YouTube.

[Puede verse aquí](#)

JULIO
16

Retos en tecnología de sensores para la monitorización de incendios forestales



Javier Madrigal
INIA-CSIC

Nuevos retos en nanosensores e IA para la gestión integrada de incendios



Fabián Guerrero
Univ. Téc. Federico Santa María (Chile)

AIRIS: Sistema de detección temprana de incendios forestales mediante la monitorización de la calidad del aire

Coordinación: Lionel Presmanes (B11)
lionel.presmanes@univ-tlse3.fr

SEPTIEMBRE

Difusión de los microsensores del IMB-CSIC en congresos y actividades divulgativas. Se llevaron a cabo actividades de diseminación y divulgación de los resultados obtenidos con los microsensores desarrollados por el IMB-CSIC. Entre ellas, la **18th International Conference on Optical and Electronic Sensors (COE)**, donde se presentó el trabajo «Heterostructured Metal Oxide Microsensors for Environmental Gas Sensing» y **La Noche de la Ciencia** en el **Museo de la Ciencia CosmoCaixa**, donde se explicaron los objetivos y actividades del proyecto en la charla «Microxips contra incendios: David contra Goliat».



A la izquierda: Presentación del trabajo «Heterostructured Metal Oxide Microsensors for Environmental Gas Sensing» en la *18th International Conference on Optical and Electronic Sensors (COE 2026)*.

A la derecha: Charla «Microxips contra incendios: David contra Goliat» en *La Nit de la Recerca*, en el Museo de la Ciencia CosmoCaixa (Barcelona).

SEPTIEMBRE
24

Presentación del proyecto SenForFire en el workshop DiCo-CHE 2026 de Madrid. Participación en el **DiCo-CHE 2026 (International Workshop on Strategic Technologies for Diagnostics and Control in Cultural Heritage and Environmental Applications)**, celebrado en Madrid (España) el 24 de septiembre de 2026, con la ponencia «From sensors to decisions: data-driven intelligence for environmental monitoring and management» («De los sensores a las decisiones: inteligencia basada en datos para la monitorización y gestión ambiental»), centrada en el proyecto **SenForFire**.



A la izquierda: Ponencia «From sensors to decisions: data-driven intelligence for environmental monitoring and management» en el *workshop DiCo-CHE 2026* (Madrid, 24 de septiembre).

A la derecha: Foto de grupo de los participantes en el *workshop DiCo-CHE 2026* en Madrid.

Coordinación: Lionel Presmanes (B11)
lionel.presmanes@univ-tlse3.fr

R 2.1

JULIO
28

Preparación del recurso a la resolución del Erasmus Mundus MIDA-ESN. Reunión con los socios para preparar y presentar la solicitud de revisión (procedimiento de *redress*) de la resolución del Erasmus Mundus MIDA-ESN.

SEPTIEMBRE

Aprobación del MOOC SenForFire. El MOOC ha sido aprobado por el **Vicerrectorado de Universidad Digital de la Universidad de Extremadura** y está previsto su lanzamiento a mediados de octubre de 2026.

Jesús Lozano (Universidad de Extremadura), coordinador del GT3, en uno de los vídeos del MOOC SenForFire.



Coordinación: Jesús Lozano Rogado (B6)
jesuslozano@unex.es

A 3.2

JULIO - SEPTIEMBRE

Nuevos nodos atmosféricos en las zonas piloto. Instalación de nuevos prototipos de nodos atmosféricos (gases, VOC y/o PM) en zonas piloto de **Fundão, Mirabel (Cáceres) y Andorra**.

Mantenimiento de la red de sensores. Seguimiento continuado del funcionamiento de la red de sensores y mantenimiento de los nodos atmosféricos y de suelo. Sustitución de baterías agotadas y sustitución de nodos de suelo por nuevos prototipos de prestaciones mejoradas (alimentación y comunicación).

Pruebas de firmware en la Escuela de Ingenierías Industriales. Instalación de seis nodos de sensores MOX en la **Escuela de Ingenierías Industriales** para la realización de pruebas del firmware (página siguiente, a la izquierda).

Despliegue de nodos en Las Vaguadas (Badajoz). Instalación de varios nodos de sensores MOX, EC y PM junto con un router LoRa en las inmediaciones del barrio de **Las Vaguadas** en **Badajoz** (página siguiente, a la derecha).

Coordinación: Jesús Lozano Rogado (B6)
jesuslozano@unex.es



Nodos de sensores MOX instalados en la Escuela de Ingenierías Industriales para las pruebas de *firmware*.



Nodos de sensores MOX, EC y PM y router LoRa desplegados junto al barrio de Las Vaguadas (Badajoz).

JULIO

Formación en el seguimiento de la humedad de la vegetación en Fundão. El INIA-CSIC impartió formación en el muestreo y procesado de la vegetación para el seguimiento de la humedad de las especies relevantes a las entidades encargadas de llevar a cabo este seguimiento en el Municipio de **Fundão**, en el que se eligieron tres zonas: **Zona 1: Carvalhal** (sin cubierta arbórea), **Zona 2: Carvalhal** (con cubierta arbórea) y **Zona 3: Alcongosta**. Las especies seleccionadas como relevantes fueron, en la Zona 1, herbáceas; en la Zona 2, helecho y *Castanea sativa*, y en la Zona 3, helecho, *Castanea sativa*, *Pinus pinaster* y *Quercus pyrenaica*.



A la izquierda: Muestreo de helecho para el seguimiento de la humedad de la vegetación en la zona piloto de Fundão.

A la derecha: Sesión de formación del INIA-CSIC sobre muestreo de vegetación en Fundão.

JULIO
20

Despliegue de la red de sensores en Mirabel (Cáceres). Instalación de *router* LoRa y once nodos de red inalámbrica de sensores para la alerta temprana de incendios en Mirabel (Cáceres). Se puede observar el despliegue realizado en las fotografías de la siguiente página.

Coordinación: Jesús Lozano Rogado (B6)
jesuslozano@unex.es

A la izquierda: Router LoRa con alimentación solar instalado en Mirabel (Cáceres).

A la derecha: Nodo de la red inalámbrica de sensores instalado en un pino en Mirabel (Cáceres).



A 3.3

JULIO - SEPTIEMBRE

Seguimiento de la humedad del combustible y del suelo. Se mantiene el monitoreo semanal de la humedad del combustible vivo (HCV) y del suelo en la finca del **INIA (Madrid)**, y se ha continuado con la monitorización de la humedad del combustible forestal en los sitios experimentales de **Guadarrama**, dentro del marco de colaboración con el **Área de Incendios Forestales del Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid** y de la provincia de **Cáceres**, con apoyo del **Equipo de Planificación y Análisis de Incendios Forestales (EPAIF)** de **Cáceres**. Se han mantenido varias reuniones telemáticas con el EPAIF de Cáceres y el **ITEFI-CSIC** para valorar la evolución de los datos recogidos relativos a la humedad de la vegetación y la del suelo.

Análisis de los datos meteorológicos y del suelo. Análisis e interpretación de los datos meteorológicos y del suelo (temperatura, contenido volumétrico de agua y potencial de agua) adquiridos por los sensores en el último año. Comparación con datos de los reanálisis ERA5 y ERA5-Land (Copernicus) y con datos satelitales (SMOS). Correlación con medidas gravimétricas de la humedad de la vegetación de zonas piloto de **Cáceres, Madrid y Andorra**.

Actualización del firmware de los nodos de la UEx. Seguimiento de los nodos sensores desarrollados por la **Universidad de Extremadura** y actualización del *firmware* de los dispositivos desplegados en **Coria, Cañaveral y Mirabel** para evitar errores en la transmisión de datos. Fotografías a la derecha y en la página siguiente.



Nodo sensor de la Universidad de Extremadura instalado en un pino de una de las zonas piloto de Cáceres.

Coordinación: Jesús Lozano Rogado (B6)
jesuslozano@unex.es



Actualización *in situ* del *firmware* de un nodo sensor para evitar errores en la transmisión de datos.

A 3.4

JULIO
6-8

Ponencia en el congreso NOSE 2026. Difusión de los resultados del proyecto en el congreso **NOSE 2026 - 10th International Conference on Environmental Monitoring of Odours and VOCs**, celebrado en **Bolonia (Italia)** del 6 al 8 de julio de 2026. Se ha impartido una ponencia oral con el título «*Multisensor gas monitoring systems for early detection of forest fires*».

Jornada internacional Chile-España sobre incendios forestales. Continuando con la colaboración internacional establecida con la **Universidad Técnica Federico Santa María (Valparaíso, Chile)** en el marco de la cooperación entre los proyectos **SenForFire** y **AIRIS (Alerta Inteligente de Calidad del Aire por Incendios)**, el **INIA-CSIC** participó en la jornada internacional **Chile-España sobre incendios forestales Ciencia, Innovación y Gestión del Fuego** celebrada *on-line*, con la ponencia «*Sistema SenForFire y cooperación internacional*» impartida por **Mercedes Guijarro**. Esta jornada estaba dirigida a los gestores de incendios forestales de la **Corporación Forestal Nacional (CONAF)** de Chile. Contó también con las intervenciones de **Javier Madrigal** y **Cristina Carrillo** (**INIA-CSIC**).

AGOSTO
11



Presentación de ponencia «*Multisensor gas monitoring systems for early detection of forest fires*» en el congreso NOSE 2026, Bolonia (Italia).



Cartel de la jornada internacional Chile-España sobre incendios forestales «Ciencia, Innovación y Gestión del Fuego».