

# ESTRATOS

## 7° PGRR

una hoja de ruta  
para más de  
cien años

### Santa María de Garoña

fotoreportaje  
del inicio del  
desmantelamiento

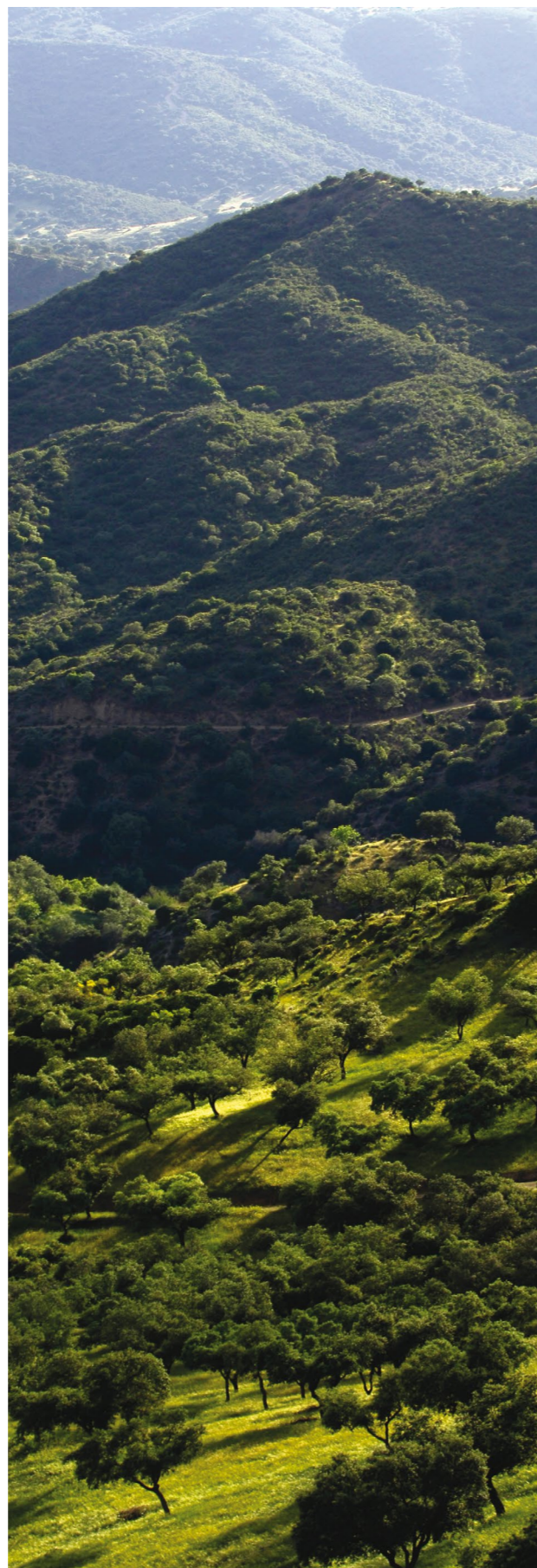
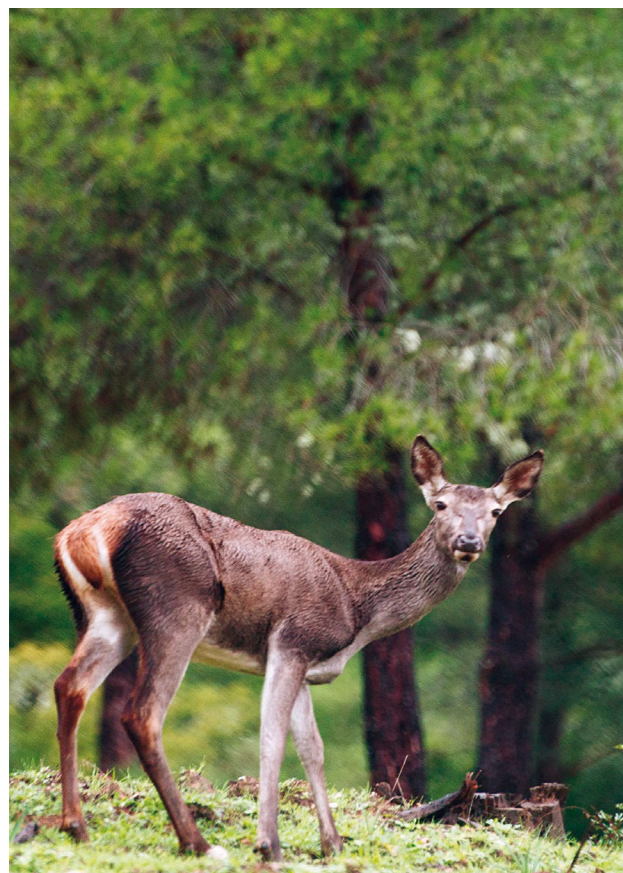
Entrevista a

### Ricardo Moure

biólogo, divulgador  
y ponente del  
XIX SIPMA

### Lana

la fibra mejor  
ecodiseñada



## Planificación y recursos para el futuro

El servicio público encomendado a Enresa tiene una gran relevancia tanto para la sociedad actual como para las futuras generaciones. El desmantelamiento de las centrales nucleares y la gestión de los residuos radiactivos son actividades que llevan intrínseco un compromiso de sostenibilidad, para que el desarrollo de actividades del presente no suponga un problema en el futuro. Trabajar con un horizonte temporal tan extremadamente amplio, hasta el año 2100, es un desafío que Enresa afronta con una exhaustiva planificación. Porque, sin duda, es un calendario muy diferente al común de las empresas.

Por ello, la aprobación del 7º Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR) por el Consejo de Ministros, el pasado mes de diciembre, es para Enresa la hoja de ruta que define las estrategias y las acciones necesarias, así como la programación temporal.

Y toda planificación también conlleva una previsión de costes futuros, que para el periodo 2024-2100 alcanzan los 20.220 millones de euros.

Por otra parte, en aplicación del principio de "quien contamina paga", Enresa financia todas las actividades previstas en el Plan con las prestaciones patrimoniales que ingresan los productores de los residuos radiactivos. Estas prestaciones conforman un Fondo que Enresa gestiona para poder hacer frente a las actividades y acciones planificadas en el PGRR.

Para asegurar la suficiencia de los ingresos, la normativa contempla que Enresa analice periódicamente la adecuación de los ingresos a la previsión actualizada de costes. Y en el análisis realizado, se puso de manifiesto la insuficiencia de los ingresos.

Por ello, el Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), aprobó recientemente el Real Decreto por el que se modifica la tarifa fija unitaria relativa a la prestación patrimonial mediante la que se financia el servicio de Enresa a las centrales nucleares en explotación.

La tarifa fija unitaria de la prestación, calculada a partir del valor del Fondo para la financiación de las actividades del Plan General de Residuos Radiactivos y la previsión de costes futuros, queda establecida a partir del 1 de julio en 10,36 €/MWh. El objetivo de la actualización aprobada es que se equilibren los ingresos y los costes soportados por esta prestación y, de esta manera, cubrir los costes del desmantelamiento de las centrales nucleares, una vez que se produzca su cese definitivo de actividad. También, por medio de esta tarifa, se atenderá la gestión de sus residuos y del combustible nuclear gastado, incluyendo su depósito definitivo en un Almacén Geológico Profundo.

Hay que recordar que existe un importante desfase temporal entre el momento en el que las centrales abonan la prestación –mientras se encuentran en explotación– y el periodo, mucho más extenso, en el que se materializan los costes, de modo que la prestación debe tener el valor necesario para evitar déficits posteriores.

Estamos, una vez más, ante un ejercicio de responsabilidad y compromiso con el futuro. A la planificación de las estrategias y las actividades, se añaden los recursos económicos necesarios para llevarlas a cabo. Un compromiso, de nuevo, con el servicio público esencial que presta Enresa y un compromiso, en definitiva, con la sociedad y con las generaciones futuras.

## ESTRATOS

### Comité Editorial:

José Luis Navarro Ribera, presidente de Enresa  
María Pérez Fernández, directora de Sostenibilidad y Comunicación  
Mariano Navarro Santos, director Técnico.  
Inmaculada López Díez, directora de Ingeniería  
Eva Mª Noguero Cubero, directora del Centro de Almacenamiento de El Cabril  
Manuel Rodríguez Silva, director de Operaciones

### Directora:

María Pérez Fernández

### Subdirectora:

Teresa Palacio

### Redactora jefe:

Ana Arrojo

### Secretarías de redacción:

Olga Cristóbal Lobo, Yolanda Gil López

### Redactores y colaboradores:

Caty Arévalo, Ana Arrojo, Javier Bollit, Alejandro Cabanillas, Carmen González Vicente, Luis Guijarro, Aranxa Herranz, Nuria Prieto, Alvaro Rojo

### Fotografía, infografía y vídeo:

Agencias, Andra, Archivo Enresa, Adrien Daste, Patricio Falguero; Raoul Ferrer, Freepik, Carmen González Vicente.

Roberto Hartasánchez; Ines Lange; Stéphane Lavoué; Sara Lechuga; Cristina López-Quero; Juan Martín; M.A. Martín; Wooldreamers

### Producción:

Departamento de Comunicación

### Edita:

Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. S.M.E

### Dirección postal:

Emilio Vargas, 7. Madrid

### Teléfono:

915668100

### Página web:

www.enresa.es

### Correo:

registro@enresa.es

### Diseño y Maquetación:

Ana Arrojo Rubio

### Versión digital interactiva:

Webpublication.

### Depósito Legal:

M-7-411-1986

*Esta publicación no comparte necesariamente la opinión de sus colaboradores y se limita a ofrecer sus páginas con respeto a la libertad de expresión.*

PORTADA  
Nº 130

Fotografía:

Piscina de combustible gastado de la C.N. Sta. Mª de Garoña  
Carmen González Vicente



# CONTENIDOS

## 20

FOTORREPORTAJE

### El principio del fin de la central nuclear Santa María de Garoña (Burgos)

Este reportaje fotográfico muestra la sala de control y la piscina de almacenamiento de combustible, zonas de difícil acceso con la central en operación.

## 44

AGP

### Del mapa en blanco a Cigéo, el proyecto de almacén geológico profundo de Francia

El segundo de los reportajes sobre AGP a escala internacional se centra en desgranar los criterios de selección del emplazamiento que ha seguido Francia.



## 50

RECURSOS

### Lana, la fibra mejor ecodiseñada

La lana de oveja no pasa por su mejor momento, pero nunca es tarde si se siguen las recomendaciones del Parlamento Europeo sobre ecodiseño y se consigue incorporar los vellones de lana de oveja a la agricultura.

## 56

TECNOLOGÍA

### Nuevas formas de leer

Los primeros libros se pueden rastrear hasta la civilización mesopotámica. Hoy, la lectura ha implementado notables variaciones, aunque la experiencia del lector es básicamente la misma.

## 27

ENTORNO

### Un viaje por las Tierras del Ebro

Enresa contribuye al desarrollo de los municipios del entorno de la central nuclear de Ascó. Este relato de viaje muestra algunos de sus muchos atractivos turísticos.

## 33

EMPRESA

### Sostenibilidad y startups

Desde que en 2015 la ONU estableciera los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como parte de la Agenda 2030, todo lo relacionado con la sostenibilidad ha ido ganando enteros y las startups son muy consientes.

## 38

INNOVACIÓN

### Restauración ambiental

Proyectos que devuelven la vida a espacios degradados como las marismas de Cádiz, los arrecifes coralinos de Indonesia o la vegetación de alta montaña en los Picos de Europa.

## 5

ACTUALIDAD

### Noticias Enresa

La celebración del XIX SIPMA, la visita de diputados del Congreso a Sta. M<sup>a</sup> de Garoña y El Cabril y la presentación de datos de 2023 del Centro de Almacenamiento centran la actualidad de Estados.

## 10

DIVULGACIÓN

### Claves del 7º PGRR

El Gobierno aprobó, en diciembre de 2023, el 7º Plan General de Residuos Radiactivos, que recoge el escenario de referencia, las estrategias y actividades a realizar por Enresa en el corto, medio y largo plazo.

## 15

ENTREVISTA

### Ricardo Moure

El Biólogo, doctor en Biotecnología y divulgador impartió la conferencia inaugural del último Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente, celebrado en Córdoba este mes de junio.

## ACTUALIDAD

### Se celebra con éxito el Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente

Córdoba acogió durante los días 20 y 21 de junio la XIX edición del Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente (SIPMA), una cita organizada por Enresa con la colaboración de la Asociación de Periodistas de Información Ambiental (Apia) y la Universidad de Córdoba.

El presidente de Enresa, José Luis Navarro, inauguró el Seminario, que celebró su primera jornada en el Rectorado de la Universidad de Córdoba (UCO). Durante su intervención, el presidente calificó SIPMA como "un evento pionero en el periodismo ambiental", y explicó que su celebración se remonta 30 años atrás, cuando el medio ambiente "no tenía ni el interés ni la especialización que existe en la actualidad". Navarro añadió que en Enresa, como empresa pública, "la transparencia es una obligación reforzada" y reconoció que "no es fácil comunicar la terminología compleja que se utiliza en este sector" por lo que los profesionales especializados son "imprescindibles" para que ese conocimiento "llegue de manera comprensible a los ciudadanos".

La inauguración también contó con la presidenta de la Asociación de Periodistas de Información Ambiental (Apia), María García, quien reivindicó la importancia de los periodistas en el mundo actual, el rector de la UCO, Manuel Torralbo, quien manifestó su satisfacción por abrir las puertas del Rectorado a una iniciativa como SIPMA y destacó la "larga colaboración con Enresa desde hace más de 20 años", y el teniente de alcalde y delegado de Turismo, Sostenibilidad y Me-



José Luis Navarro, María García, Manuel Torralbo y Daniel García-Ibarrola en la inauguración de la décimovena edición de SIPMA.

dio Ambiente del Ayuntamiento de Córdoba, Daniel García-Ibarrola, quien expresó su satisfacción por que el Seminario continúe celebrándose en Córdoba, ya que para el Ayuntamiento desarrollar modelos y políticas sostenibles es "fundamental", aseguró el edil.

SIPMA continuó con la conferencia inaugural "Más allá del CO<sub>2</sub> y los osos tristes", que corrió a cargo del biólogo, doctor en Biotecnología y divulgador Ricardo Moure. Durante su charla, Moure explicó las consecuencias del cambio climático más allá de clichés que vemos con frecuencia ya que "estamos ante un problema que no solo afecta a los osos polares, nos afecta aquí, a nuestra sociedad", destacó.

Los asistentes, más de un centenar de profesionales y estudiantes interesados por la divulgación y el medio ambiente, también pudieron disfrutar de dos mesas redondas, la primera sobre verdades y mitos sobre meteorología, así como la influencia de las redes sociales en los divulgadores, y la segunda sobre la evolución de la información ambiental en los medios de comunicación, desde sus comienzos en la televisión hasta las oportunidades

que brindan las nuevas tecnologías. La jornada cerró con la celebración de dos talleres destinados a profundizar en herramientas de Inteligencia Artificial aplicadas a la comunicación, por un lado, y a conocer cómo funciona el "fact-check", con claves para poder comprobar informaciones que no sean veraces, por otro lado.

La segunda jornada de SIPMA se desarrolló en el Centro de Almacenamiento de El Cabril, donde los asistentes fueron recibidos por la directora de la instalación, Eva Noguero, para después recorrer sus principales puntos de interés guiados por profesionales de Enresa y conocer el proceso que siguen estos materiales desde su llegada hasta su almacenamiento seguro.

El seminario puso su punto final con la celebración de la acción transmedia "Be a Tree Now!", una obra movilizadora y abierta en la que se utiliza el baile para que las personas se vean y representen como un árbol. Fue desarrollada por el reconocido artista Eugenio Ampudia y presentada por Elena Lázaro, coordinadora de la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación de la Universidad de Córdoba.

## La Ponencia encargada de las relaciones con el Consejo de Seguridad Nuclear visitó Garoña y El Cabril



Los diputados de la ponencia en la C.N. Santa Mª de Garoña.

Diputados y diputadas pertenecientes a la Ponencia encargada de las relaciones con el Consejo de Seguridad Nuclear visitaron durante el pasado mes de mayo los trabajos de desmantelamiento de la central nuclear Santa María de Garoña y el Centro de Almacenamiento que Enresa opera en El Cabril (Hornachuelos, Córdoba).

En Garoña, un total de ocho diputados conocieron con detalle los trabajos planificados por Enresa durante la primera fase del Proyecto de desmantelamiento y clausura de la central. Tras una presentación informativa en la que los delegados fueron recibidos tanto por técnicos de Enresa como por su presidente, José Luis Nava-

rro, los asistentes recorrieron las áreas esenciales de la instalación tales como la sala de control, el edificio del reactor o la piscina de combustible gastado, entre otras dependencias.

Tras la visita, el diputado Guillermo Mariscal, quien ejerce las funciones de coordinador de la Ponencia encargada de las relaciones con el Consejo de Seguridad Nuclear, calificaba como "conveniente y necesario" el proceso de desmantelamiento que Enresa está llevando a cabo en la planta burgalesa para el correcto tratamiento de aquellos equipos que "vayan acabando su vida útil".

### Visita a El Cabril

El Cabril fue visitado por un grupo de once diputadas y diputados del Congreso, en su mayoría miembros de esta Ponencia, en una visita que calificaron como "necesaria" porque permite conocer el servicio público que allí se realiza.

Los parlamentarios estuvieron acompañados por la letrada de la Ponencia, por diputados de la provincia de Córdoba, por el presidente de Enresa, José Luis Navarro y por la directora del Centro de Almacenamiento, Eva Noguero, entre otros representantes de Enresa.

Los asistentes conocieron distintos puntos de interés del almacén cordobés como la sala de control, las plataformas de almacenamiento, la red de control de infiltraciones y la celda 29 para residuos de muy baja actividad.



Los parlamentarios en la celda 29 para residuos de muy baja actividad de El Cabril.

## El Cabril recibió 2.623 m³ de residuos radiactivos durante 2023

El Centro de Almacenamiento que Enresa opera en El Cabril (Hornachuelos, Córdoba) siguió trabajando con normalidad y absoluta seguridad durante el pasado año 2023. Así, en el pasado ejercicio, se recibieron en el Cabril un total de 2.623 m³ de residuos radiactivos, de los cuales 291 m³ eran residuos de baja y media actividad (RBMA) y 2.332 m³ de muy baja actividad (RBBA). Estos residuos llegaron en un total de 276 expediciones.

A 31 de diciembre de 2023, el volumen total almacenado en El Cabril ascendía a 61.827,24 m³ de residuos. Las plataformas de almacenamiento para RBMA se encontraban al 82,95% de su capacidad. Por lo que respecta a la instalación complementaria para RBBA, donde hay construidas dos celdas de almacenamiento de las cuatro autorizadas, su grado de ocupación alcanzaba a esa fecha el 26,70% y un 28,93%, respectivamente.



La directora de Sostenibilidad y Comunicación, María Pérez y la directora del C.A. El Cabril, Eva Noguero, en la presentación de datos de la instalación.

La directora del Centro de Almacenamiento de El Cabril, Eva Noguero, presentaba en abril estos datos en una rueda de prensa celebrada en la sede la Asociación de la Prensa de Córdoba. La direc-

tora de El Cabril aseguró que "la seguridad en la gestión" ha vuelto a marcar el ejercicio y Enresa ha cumplido con su servicio público esencial "con rigor y profesionalidad".

## La plataforma sureste de El Cabril recibe la Declaración de Impacto Ambiental

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) emitió el pasado mes de febrero la Declaración de Impacto Ambiental positiva del proyecto para la construcción de la plataforma sureste para el almacenamiento definitivo de residuos de baja y media actividad en el Centro de Almacenamiento de El Cabril.

Enresa, cumpliendo con lo establecido desde el 6º Plan General de Residuos Radiactivos, presentó

en junio de 2022 al Ministerio y al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) la documentación para iniciar los trámites para la solicitud de construcción de nuevas celdas de almacenamiento en su centro situado en Hornachuelos.

De este modo, el proyecto, tras someterse a información pública, conseguía la Declaración de Impacto Ambiental. Este es un paso previo a la construcción, para la que todavía es necesario el dictamen favorable del Consejo de Seguridad Nuclear y la autorización

de construcción por parte de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

La construcción de la plataforma sureste de El Cabril prevé, en una primera fase, 12 nuevas celdas para residuos de baja y media actividad, y otras 15 celdas en una segunda fase que dotarán a la instalación cordobesa de capacidad suficiente para gestionar la totalidad de residuos de esta tipología según el inventario previsto en el 7º Plan General de Residuos Radiactivos.

### Enresa participa en la *International Conference on Geological Repositories*

Del 27 a 31 de mayo tuvo lugar en Corea la séptima edición de la conferencia sobre repositorios geológicos ICGR, organizada por la OCDE-NEA en colaboración con el Ministerio coreano de Comercio, Industria y Energía y la agencia de gestión de residuos KORAD. El lugar elegido ha sido la ciudad de Busan, al sur del país. Es la primera vez que un país asiático hospeda una ICGR.

Bajo el lema "Empowering Progress in Developing Deep Geological Repositories", la conferencia ha convocado a ministerios, organismos reguladores, agencias de gestión de residuos, instituciones de I+D, así como estudiantes y jóvenes profesionales. El propósito ha sido favorecer el diálogo entre países con experiencia en el desarrollo de AGPs con otros que aún no han iniciado la selección de emplazamiento.

El formato ha combinado presentaciones y discusiones en paneles, enfoques generales sobre las hojas de ruta seguidas en los países exitosos y consideraciones particulares sobre temas como la colaboración en I+D o cuestiones transversales sociales o jurídicas. Algunos de los temas que han suscitado debate se referían al impacto de los nuevos tipos de reactores en la planificación de AGPs o al posible desarrollo de repositorios multinacionales.

Enresa ha participado en una sesión dedicada a los enfoques para la selección de emplazamiento.



Vista del Almacén Temporal Individualizado de la central con los 5 contenedores.

### Enresa carga y traslada cuatro contenedores de combustible gastado al ATI de Garoña

Los cinco primeros contenedores con combustible gastado procedentes de la piscina de la central nuclear de Santa María de Garoña (Burgos), uno cargado por Nuclenor y otros cuatro por Enresa, ya se encuentran ubicados en el Almacén Temporal Individualizado (ATI) de la instalación. Se trata de las cinco primeras unidades de los 49 contenedores totales que está previsto almacenar en el ATI de Garoña, dentro de la primera fase del desmantelamiento de la central que acomete Enresa.

Las operaciones, iniciadas a finales del pasado mes de enero y finalizadas durante el pasado mes de marzo, fueron supervisadas por el Consejo de Seguridad Nuclear, y se realizaron de acuerdo con la programación establecida. La secuencia de trabajos contempla, entre otras, actividades como la preparación del contenedor, su traslado a la piscina, la carga bajo agua de los elementos de combustible gastado, su acondicionamiento y, finalmente, su traslado al Almacén Temporal Individualizado.

Estos contenedores, fabricados por la compañía española Ensa y con capacidad para 52 elementos combustibles cada uno, tienen una altura de 4,85 metros, un diámetro de 2,1 metros y un peso de 71 toneladas, una vez cargados.

#### Autorizada la contratación de la carga del resto de contenedores

Para poder continuar con estos trabajos, el Consejo de Ministros, en su reunión del pasado 28 de mayo, autorizaba a Enresa la contratación del servicio de carga de los 44 contenedores de combustible gastado de Garoña que aún permanecen en la piscina del edificio del reactor de la central. Estos contenedores se sumarán a los cinco que ya están cargados y almacenados en el Almacén Temporal Individualizado de la central nuclear.

Está previsto que el inicio de la carga de estos contenedores, una vez se completen las actividades previas necesarias, sea en el segundo trimestre de 2025 y finalice en los primeros meses de 2027.

### Enresa informa sobre los avances del desmantelamiento de Garoña en el Comité de Información de la central



Enresa acude por primera vez como titular de la instalación al Comité de Información para exponer los avances en el desmantelamiento de la central.

El pasado 12 de junio, Enresa participó en el vigésimo Comité de Información de la central nuclear de Santa María de Garoña (Burgos), que actualmente se encuentra en la

traslado de contenedores de combustible gastado desde la piscina ubicada en el Edificio de Contención al Almacén Temporal Individualizado (ATI) de la instalación.

Fase 1 de su desmantelamiento.

Durante la reunión, el director de la instalación, Manuel Ondaro, informó a los asistentes sobre los avances que se han realizado a lo largo del inicio de esta primera fase del proceso. Entre las actividades desarrolladas en Garoña, Ondaro destacó el proceso de carga y

Asimismo, el director de la central informó sobre las ocho expediciones de residuos radiactivos de la etapa de operación de la planta que se han realizado hasta el Centro de Almacenamiento de El Cabril, en la localidad de Hornachuelos (Córdoba), así como de otras actividades en curso.

Se trata de la primera ocasión en la que Enresa participa en este Comité de Información Local ya como titular de la central nuclear de Santa María de Garoña. Estas reuniones, de carácter anual, tienen como objetivo transmitir a los vecinos de localidades con centrales nucleares, asociaciones, empresarios y demás colectivos de su ámbito de influencia, toda la información relativa a las tareas que se realizan en las instalaciones de su entorno.

### Enresa presenta su 9º Plan de I+D 2024-2028 al Consejo de Administración

El pasado 18 de diciembre de 2023 se presentó al Consejo de Administración de Enresa el 9º Plan de I+D, que cubre un periodo quinquenal y se enmarca en el 7º PGRR.

El 9º Plan de I+D cuenta con un presupuesto estimado de 34M€ y da soporte a retos tecnológicos de Enresa como la adecuación de la capacidad radiológica y de almacenamiento del C.A. El Cabril; dotar a las instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos de alta actividad de

capacidad de recuperación a nivel de contenedor y de elemento combustible y facilitar el cumplimiento de la hoja de ruta para poder disponer de un AGP en 2073. En el área de desmantelamiento, el Plan apoyará el cumplimiento del Protocolo de cierre ordenado de las centrales nucleares.

Cabe destacar también la elevada participación de Enresa en proyectos internacionales, tanto de la Agencia de Energía Nuclear, como de proyectos de EURATOM destacando los relativos al EURAD (European Joint Program on Radioactive Waste Management), programa colaborativo de intercambio entre los Estados miembros, que busca la excelencia en gestión de residuos radiactivos.

La estructura del 9º Plan de I+D es continuista y se concreta en cinco áreas de investigación que cuentan, a su vez, con diferentes líneas de investigación: 1. Tecnología del residuo; 2. Tecnología y procesos de tratamiento y acondicionamiento, y desmantelamiento; 3. Materiales y sistemas de confinamiento; 4. Evaluación del comportamiento, de la seguridad, protección radiológica, modelación asociada y biosfera y 5. Infraestructura y coordinación.

La elaboración del Plan ha contado con aportaciones de toda la organización de Enresa y ha tenido en cuenta asimismo a otros agentes de I+D (universidades, centros de investigación, plataformas, empresas, Comisión Europea, etc.).

# 7º PGRR

## UNA PLANIFICACIÓN A 100 AÑOS

TEXTO Y FOTOS: ENRESA



Versión editada del 7º PGRR.

El **7º Plan General de Residuos Radiactivos (7º PGRR)** recoge las estrategias y actividades a realizar por Enresa en el corto, medio y largo plazo. Entre sus hitos destacados, el 7º Plan establece el inicio del desmantelamiento de las centrales nucleares a los tres años de su cese de operación y la continuidad del Centro de Almacenamiento de El Cabril. Por su parte, el combustible gastado y los residuos de alta actividad permanecerán en siete Almacenes Temporales Descentralizados (ATD) en los emplazamientos de las centrales nucleares hasta su traslado definitivo a un Almacén Geológico Profundo (AGP), que es la solución técnica elegida por los países más avanzados.

El Consejo de Ministros aprobaba, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, el 7º Plan General de Residuos Radiactivos justo antes de finalizar el año, el pasado 27 de diciembre de 2023. Este Plan constituye el documento oficial que contempla las estrategias, actuaciones necesarias y soluciones técnicas a desarrollar en los próximos 100 años, encaminadas a la adecuada gestión de los residuos radiactivos, al desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares y radiactivas y al resto de actividades relacionadas con éstas, incluyendo las previsiones económicas y financieras para realizarlas.

La gestión de los residuos radiactivos, el desmantelamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas españolas en desuso, así como la restauración ambiental de las minas de uranio está encomendada por ley a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa). La compañía pública, creada en el año 1984, nació para cumplir con ese servicio público esencial: recoger, tratar, acondicionar y almacenar los residuos radiactivos que se generan en cualquier punto del país. Todo ello con un objetivo muy claro: proteger a las personas y al medio ambiente de los efectos de los residuos radiactivos.

Desde la creación de Enresa, se han aprobado un total de siete planes generales. El hasta ahora vigente 6º Plan General de Residuos Radiactivos databa del año 2006, por lo que la reciente aprobación de su séptima revisión ofrece certidumbre a la labor que debe acometer Enresa durante los próximos años. La tramitación de este nuevo 7º Plan General de Residuos Radiactivos comenzaba en marzo de 2020 y cumple con los requerimientos establecidos en las normativas europea y española, que

dispone, entre otras cuestiones, que los Estados miembros establecerán un programa nacional para la aplicación de la política de gestión de combustible gastado y de los residuos radiactivos.

Ha sido el primero en ser sometido a evaluación ambiental estratégica, que también incluye una fase de consultas e información pública y al informe del Consejo de Seguridad Nuclear y a las comunidades autónomas. Todo ello con el objetivo de garantizar una amplia participación, consenso y respaldo social. Por otro lado, esta séptima edición del documento es consecuente y está coordinada con lo establecido en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC), que fija el camino a seguir para que España cumpla los objetivos europeos de clima y energía, y con el Protocolo de cese ordenado de explotación de las centrales nucleares, firmado en marzo de 2019 entre Enresa y sus propietarios. Una evidencia clara del rigor y del compromiso que tiene este documento.

### Líneas estratégicas del 7º PGRR

Las cinco grandes líneas estratégicas en las que se dividen las actividades que abarcan este Plan son las siguientes:

- Gestión de los residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad.
- Gestión del combustible gastado, de los residuos de alta actividad y de los residuos especiales.
- Desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares y radiactivas.
- Investigación y desarrollo.
- Otras actuaciones.

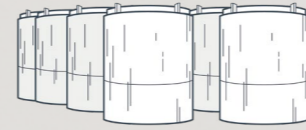
## ESCENARIO DE REFERENCIA DEL 7º PGRR

**1** Inicio del desmantelamiento de las centrales nucleares a los tres años de su cese de operación definitivo.

Excepto Vandellós I, cuya última fase se ejecutará a partir de 2030.



**3** Continuidad de las actuaciones para ampliar la capacidad de los Almacenes Temporales Individualizados (ATI) para el combustible gastado en las centrales nucleares.



**2** Continuidad de la operación del Centro de Almacenamiento de El Cabril (Córdoba) para residuos de media, baja y muy baja actividad, hasta completar el desmantelamiento de las centrales.

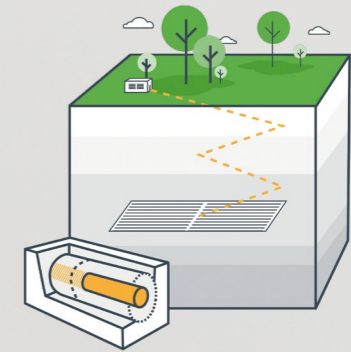


Centro de Almacenamiento de El Cabril



**4** Puesta en marcha de siete Almacenes Temporales Descentralizados (ATD) en los emplazamientos de las centrales nucleares, para el combustible gastado y los residuos de alta actividad, hasta su traslado al almacenamiento definitivo.

**5** Almacenamiento definitivo del combustible gastado y los residuos de alta actividad en un Almacén Geológico Profundo (AGP), que es la solución técnica elegida por los países más avanzados en esta materia, como Finlandia, Suecia, Suiza, Francia y Alemania.



Para poder planificar cómo se van a desarrollar las actividades de gestión de residuos radiactivos establecidas en el Plan, el documento establece un escenario de referencia:

Contempla el cese de explotación de las centrales nucleares españolas en coherencia con el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC), con la revisión de éste que está en curso y con el Protocolo de cese ordenado de explotación de las centrales firmado entre Enresa y los propietarios en marzo de 2019. En este acuerdo, se establece que el cese comenzará con la central de Almaraz I, en el año 2027, y finalizará con las centrales nucleares de Vandellós II y Trillo, en el año 2035.

Recoge de manera clara la puesta en marcha de un Almacén Geológico Profundo (AGP) para albergar el combustible gastado, los residuos de alta actividad y los residuos especiales de las centrales nucleares españolas en el año 2073. El Plan establece una programación dividida en un total de 8 etapas, que recogen actividades relacionadas, entre otras, con la adopción del marco legislativo y procedimental, el proceso de

selección del emplazamiento, el licenciamiento, la construcción y operación del AGP.

Establece el desmantelamiento total inmediato de las centrales nucleares. Las labores previas se iniciarán entre tres y, preferentemente, cinco años antes de la fecha de cese definitivo, de modo que la transferencia de titularidad e inicio de las obras de desmantelamiento pueda llevarse a cabo en un plazo no superior a tres años después del cese definitivo. El documento señala que en estos años se llevarán a cabo las actividades de vaciado de piscinas, las tareas preparatorias del desmantelamiento y la obtención de la autorización de desmantelamiento y transferencia de titularidad a Enresa. Una vez obtenida esta autorización, se iniciarán las obras de desmantelamiento con una duración estimada de diez años. Por lo que respecta a la central nuclear de Vandellós I, el Plan prevé que se ejecutará la última fase de su desmantelamiento a partir de 2030, con una duración estimada de quince años. El periodo de vigilancia, una vez finalizadas las obras, se estima en un máximo de diez años, previo a la declaración de clausura.

Mantiene el escenario de ciclo abierto del combustible, es decir, no se contempla la opción del reprocesado del combustible gastado de las centrales nucleares.

Por lo que respecta a la gestión de los residuos de muy baja, baja y media actividad, establece la continuidad de la operación del Centro de Almacenamiento de El Cabril para residuos de media, baja y muy baja actividad. Para el almacenamiento de la totalidad de los residuos de baja y media actividad se requiere la construcción de nuevas celdas, celdas que ya estaban previstas en el 6º PGRR y que son necesarias en cualquier escenario de operación de las centrales nucleares españolas. Así, el nuevo Plan plantea que la construcción de las nuevas celdas se acometerá por fases, contemplándose en la primera de ellas la construcción de 12 celdas y, con posterioridad, celdas adicionales (en principio, 15) que se irán construyendo conforme se vayan necesitando, acorde al desarrollo de los desmantelamientos de las centrales nucleares. También se construirán dos nuevas celdas para residuos de muy baja actividad que ya están autorizadas.

Además, se conserva el mantenimiento de la capacidad de gestión de combustible gastado, residuos de alta actividad y residuos especiales en las propias centrales nucleares mediante Almacenes Temporales Individualizados (ATI).

Otra de las novedades que incorpora este Plan es la puesta en marcha de un Almacén Temporal Descentralizado (ATD) para combustible gastado, residuos de alta actividad y residuos especiales en cada central nuclear con combustible gastado (Almaraz, Ascó, Cofrentes, Santa María de Garoña, José Cabrera, Trillo y Vandellós II). Según se indica en el Plan, el ATD de cada central estará formado por su ATI o, en su caso, sus ATI, más una nueva instalación complementaria o medidas adicionales, que permitan realizar las operaciones de mantenimiento y reparación de sus contenedores, para garantizar la función de recuperabilidad a nivel de contenedor. El Plan refleja que los ATD, incluyendo sus instalaciones complementarias, estarán operativos antes de iniciar el desmantelamiento de la piscina de combustible de la central y contarán con todos los sistemas de seguridad y auxiliares para poder operar como instalación nuclear

independiente, una vez se haya declarado la clausura de la central. El Plan concluye que estos Almacenes Temporales Descentralizados permanecerán operativos hasta el traslado de todo el combustible gastado, los residuos de alta actividad (RAA) y los residuos especiales a un Almacenamiento Geológico Profundo, un AGP.

Además, este 7º Plan señala que, en 2031, se dispondrá en el emplazamiento de una de las centrales nucleares españolas de los medios que permitan garantizar la recuperabilidad de elementos combustibles durante todo el periodo de vida de los Almacenes Temporales Descentralizados, hasta que se produzca todo el traslado de los residuos de alta actividad, del combustible gastado y de los residuos especiales al Almacenamiento Geológico Profundo. Esta instalación dispondrá de una celda caliente de manipulación para el combustible gastado y los residuos radiactivos, y de capacidad de almacenamiento para contenedores que permita atender las potenciales contingencias en los ATD durante toda su vida operativa, así como de un laboratorio equipado con los medios necesarios para, en su caso, poder verificar e inspeccionar el estado del combustible y los residuos.

Por último, el Plan destaca la puesta en marcha en 2027 de un almacén temporal en el emplazamiento de la central nuclear de Vandellós I para alojar los residuos radiactivos procedentes del reproceso del combustible gastado y, en su caso, los residuos especiales procedentes del desmantelamiento de la central. Este almacén, señala el Plan, permanecerá operativo hasta el traslado de todos los residuos radiactivos de Vandellós I al AGP.



Detalle de achada de la sede social de Enresa, en Madrid.

### Planificación de recursos

Todas las actividades y actuaciones programadas en este 7º Plan General de Residuos Radiactivos necesitan de los recursos necesarios para poder salir adelante. Recursos, tanto humanos como financieros, con los que cuenta Enresa: un equipo humano cualificado, la experiencia contrastada y, por supuesto, la financiación necesaria para desarrollarla.

El nuevo Plan prevé unos costes de gestión, desde el año 2024 al 2100, de 20.220 millones de euros de 2023 que se sufragarán con el Fondo para la financiación de las actividades del Plan General de Residuos Radiactivos, dotado con las aportaciones económicas de los titulares de las instalaciones nucleares. Un fondo que es gestionado por Enresa de forma eficaz, eficiente, transparente y responsable.

La búsqueda de la mejora continua y de la excelencia en el desarrollo de los trabajos que Enresa realiza es la base de la importancia que otorga el 7º Plan a las actividades de investigación y desarrollo (I+D). Porque son claves para el futuro. Esta actitud proactiva de mejora, de contraste de modelos y experiencias es muy importante, más aún si cabe, a la hora de planificar líneas de actuación en un marco temporal tan amplio como es el de la gestión de los residuos radiactivos. Unas labores en las que impera, entre otros valores, el sentido de la responsabilidad y el compromiso entre

generaciones. En este sentido, la Responsabilidad Social Corporativa de Enresa tiene en cuenta, entre otros aspectos, los impactos que su actividad genera sobre la sociedad en general y su entorno. Porque ese compromiso está en la misma razón de ser de Enresa, como empresa que presta un servicio público esencial. Las personas, para Enresa, siempre son lo primero.

# Ricardo Moure

BIÓLOGO Y DIVULGADOR CIENTÍFICO

*“En divulgación, sin empatía, no se va a ningún sitio”*

Acaba de finalizar la sesión de mañana del XIX Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente, SIPMA, que Enresa organiza en Córdoba. Uno de los ponentes ha sido Ricardo Moure, conocido y televisivo divulgador científico. Entre sonrisas, atiende a Estratos en el escenario del rectorado de la Universidad de Córdoba.

TEXTO Y FOTOS: ENRESA

### ¿Qué te ha parecido el Seminario?

No había venido nunca y me ha parecido muy interesante, especialmente el debate que se ha generado entre ponentes y público sobre cómo es divulgar sobre cambio climático y los retos a los que se enfrenta la gente que se dedica a ello. El mundo de las *fake news* o la lucha actual que hay en redes sociales son retos a los que nos enfrentamos. También me ha resultado

interesante encontrarnos con preguntas para las que no teníamos respuesta. Plantearnos cómo solucionamos estos problemas que tenemos ahora mismo, ya sea sobre cambio climático en sí, sobre cómo adaptarse y revertirlo o sobre cómo informar acerca de este problema, nos ayuda a sentar las bases de los nuevos retos a los que nos estamos enfrentando.



**Usted se presenta en su web como “millennial”, cántabro de “currículum muy raro”, biólogo molecular, doctor en Biotecnología Biomédica, divulgador científico, pero también como “monologuista, showman, guionista y farandulero en general”. ¿Con qué definición se queda?**

Tengo que actualizar la web, que hace mucho tiempo que la hice, como ocho años o así [risas]. Yo creo que me quedaría con lo de biólogo, que me gusta mucho y es una carrera muy vocacional. Es un poco una forma



de ver el mundo, una forma de vida. Me quedo con lo de biólogo.

**¿Cómo un biólogo molecular termina en el mundo del espectáculo?**

Yo había hecho durante la carrera y parte de mi vida mucho teatro *amateur*. Cuando llegué a hacer el doctorado, me puse a hacer más teatro y, a la vez, un amigo me habló de que estaban haciendo un concurso de monólogos científicos. Me apunté, participé y gané, y eso fue lo que me llevó a meterme en el mundo de la divulgación, pero con un poco de *show*. Luego me llamaron de radios, me llamaron de *La Sexta* para estar en el programa de Buenafuente y, como que una cosa fue llevando a la otra, pues me fui haciendo un huequito en el mundo del del *show business*.

**¿Qué prefieres, la tranquilidad del laboratorio o el bullicio de los escenarios?**

Cada uno tiene sus cosas. El bullicio del escenario o de los medios de comunicación o el *show* lo bueno que tiene es que tienes recompensas a corto plazo, es decir, ves el reconocimiento del público a la labor que haces y lo que aprenden y lo bien que se lo pasan. Y eso, en cambio, en el laboratorio, te cuesta más tenerlo, porque en el laboratorio estás trabajando con objetivos muy a largo plazo.

**¿Qué es lo más gratificante de tu trabajo?**

Lo más gratificante es el reconocimiento, cuando ves que la gente aprende y valora tu trabajo porque está aprendiendo. Sobre todo, cuando se trata de niños o de gente muy joven.

**En tu opinión, ¿qué cualidades debe de tener un buen divulgador?, ¿quién es el mejor divulgador de todos los tiempos?**

Lo más importante es que tenga empatía porque, sin empatía, no te das cuenta de si la gente entiende las cosas y es muy difícil, en ese sentido, mejorar como divulgador. Siempre hay que buscar el mejorar o, al menos, no empeorar. Sin empatía yo creo que no se va a ningún sitio.

Sobre quién es el mejor divulgador, no sabría decirte, ha habido desde grandes comunicadores que han sido referentes en el mundo como los típicos Carl Sagan, Felix Rodríguez de la Fuente o Cousteau, hasta gente que investiga y tiene una labor de divulgación que no es tan grande, que no solo se dedica a

eso, pero que ha hecho muy buena divulgación. En la charla [de SIPMA] he puesto el ejemplo de Rachel Carson, ella divulgaba a la vez que hacía Ciencia, o de Jane Goodall que le dices a la gente y todo el mundo sabe quién es, pero nadie ha leído divulgación suya, pero siempre está ahí como referente de alguien que habla del mundo animal y de lo que es el ser humano. Arsuaga que también siempre ha estado ahí como una persona que hace Ciencia y divulgación. Es que no me podría quedar con nadie, porque luego también hay divulgadores de base que son buenísimos y buenísimas y que no son muy conocidos pero son gente muy espectacular con muy buen futuro.

**La Ciencia es un mundo muy amplio. ¿Es todo tan complejo como creemos?**

Obviamente es muy complejo. La Ciencia es muy compleja y nosotros en divulgación tratamos de simplificar un poco para que la gente pueda aprender ciertos conceptos complejos, que pueda tener cierta idea de ellos o de cómo aplicarlos.

**¿Son adecuados los métodos de enseñanza actuales para que los más jóvenes se entusiasmen con la Ciencia?**

Los métodos son los que se pueden, quiero decir, si hablamos sobre la Ciencia que se trabaja en los institutos o en los coles, hay mucha gente que lo critica y que me dice: “Ojalá hubiera tenido yo un profesor de Ciencias como tú”. Y yo, que he trabajado un poco como profesor, veo que no es cuestión de que el profesor o la profesora lo haga mejor o peor, aunque obviamente los hay más o menos motivados, sino también de los medios que tienen. Si tienes 55 minutos para dar unos conceptos con unos chavales que están en plena adolescencia y que, además, tienen que llegar a unos objetivos mínimos, al final la gente de la docencia está muy atrapada entre los medios y los objetivos que tiene que cumplir. Es muy difícil buscar formas originales de enseñanza y, además, cumplir con las obligaciones que tienes.

**¿Le hace falta más humor a la vida?, ¿y a los ambientes científicos?**

El humor es una herramienta, pero cada uno tiene su herramienta. Yo, por ejemplo, divulgo mediante el humor, pero yo no lo busco, lo que pasa que yo hablo como soy, muy dicharachero y teatrero. Pero si otra gente tiene otras formas de hacerlo y consigue enganchar al público sin tener que recurrir a ningún tipo de humor, eso funciona también. O la gente que

“ **Cómo se combate la desinformación es la gran pregunta, tanto en redes como en medios generalistas** ”

lo hace con simpatía, o la gente que lo hace haciendo animaciones, porque hace las animaciones estupendas... cada persona tiene su método. Hay diferentes formas de llegar al público y yo creo que cada persona, lo que tiene que hacer, es usar la suya.

**Según la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT), más del 60% de los españoles se informa sobre temas de Ciencia y tecnología y lo hace, a través de Internet. Parece que los contenidos basados en materias científicas se han hecho un hueco en plataformas digitales como YouTube o TikTok, pero no suelen protagonizar programas en los medios generalistas... ¿Por qué?**

Yo creo que en medios generalistas hay mucho miedo a meter contenido científico, piensan que no va a funcionar, y al final funcionan. Los datos de TikTok, Instagram o YouTube dicen que la gente, sobre todo gente joven, sí que consume Ciencia, y también la gente no tan joven, consume Ciencia *online*. Yo creo que en medios generalistas siempre está este miedo a la audiencia. Yo creo que, quienes se arriesguen y consigan hacer un buen formato, seguramente encontrarían resultados.

**La FECYT también apunta a las redes sociales como el canal más señalado a la hora de propagar información falsa. ¿Cómo podemos combatir la desinformación en el ámbito de la Ciencia?**

Cómo se combate la desinformación es la gran pregunta, tanto en redes como en medios generalistas. Porque, al final, sí que se habla mucho de la desinformación en redes, porque realmente el volumen de datos es muy grande, pero en los medios tradicionales también siempre hemos tenido desinformación. No sabría decirte porque que creo que es uno de los grandes problemas de nuestra época.

**¿Cuántas veces hemos oído afirmaciones avaladas por estudios científicos que se contradicen categóricamente?, ¿se trata de fake news o se pueden interpretar las evidencias científicas?**

La Ciencia se va actualizando, puede haber cuestiones contradictorias porque hay nuevos resultados o porque unos resultados no se interpretaron bien. También hay Ciencia de distintas calidades, es decir, hay veces que se da un poco de pábulo a titulares científicos que son muy “resultones”, pero que la calidad científica que tiene no es muy buena. En otras ocasiones, hay contradicción porque avanza la Ciencia y, a veces, simplemente hay contradicción porque se está interpretando en algunos medios las cosas de una forma que no son o porque a veces hay estudios que son un poco “chusquis” [risas].

**Hablando de mitos.... Al fenómeno de la radiactividad se asocian múltiples falsas creencias... ¿Gana la ciencia ficción a la Ciencia en este campo? ¿debemos echarle la culpa a los Simpsons?**

Al final es una tecnología tan poderosa que, obviamente, da miedo. Hay gente de la divulgación que se mete un poco con la gente que es contraria al uso de la nuclear y creo que sí que es una labor que hay que hacer, tanto por la propia industria como por parte de los divulgadores, para tranquilizar, hablar y explicar porque, obviamente, es una tecnología muy muy potente, y es legítimo que las personas quieran sentirse seguras. Si hay que explicarlo 200.000 veces, hay que contar cómo funciona 200.000 veces y habrá que seguir haciéndolo. Porque como decía Spiderman: “Un gran poder conlleva una gran responsabilidad” [risas]. Y hay ciertos temas que tenemos que explicarlos mucho.

**¿La radiactividad sigue siendo muy desconocida?**

Sí, claro. Yo creo que está ahí, genera mucho debate, pero una parte de la población no entiende del todo cómo funciona, incluso dentro de la comunidad científica, que obviamente nos hemos formado, estudiamos por nuestra cuenta, nos lo leemos, también nos queda mucho por saber sobre la radiactividad. Es un tema muy complejo.

**¿Qué técnicas utiliza para explicar aquello que no es posible ver con los ojos o tocar con las manos?**

Se pueden usar, por ejemplo, que es muy guay, las analogías visuales, utilizar objetos, incluso aquellos



cotidianos que tienes por casa con los que puedes hacer grande lo pequeño. También se puede hacer con la realidad aumentada, que es maravillosa para explicar estas cosas, aunque requiere de un desembolso de dinero y de medios que, muchas veces, no se tienen.

Si, por ejemplo, te llaman como divulgador para que hables de temas de salud, anticuerpos, células, etc. yo no me puedo poner a hacer animaciones ni realidades aumentadas. Entonces, a veces tiro de imaginación y utilizo objetos que tenga: una pelota, pinzas, plastilina y pones que cada cosa haga un “papel”. A veces, utilizar objetos y manejarlos de la forma adecuada puede ayudar a la gente a entender las cosas que, a simple vista, no se verían.

**¿Cuál es el mejor truco para enfrentarse a la explicación de un tema complejo?**

Lo primero es entenderlo tú y, muchas veces, nos cuesta mucho. En ocasiones, los medios y la gente no se dan cuenta del trabajo que tenemos que hacer quienes nos dedicamos a la divulgación para adaptar un contenido a una forma comprensible. Hay mucho trabajo detrás, de estudiar mucho ese tema porque, obviamente, no sabemos de todo. Y tenemos que estudiarlo, entenderlo bien y en su totalidad. Y luego viene el esfuerzo de pensar cómo me enfrente yo a explicarle esto al público, y tienes que buscar muchas maneras distintas.



**CUESTIONARIO EXPRESS**

**En una escala del 1 al 10, ¿cómo te consideras de “peculiar”?**

Me pondría un 7-8 porque ya no es tan raro esto de divulgar de forma diferente. A ver, ninguno se disfrazaba de mazorca en *La 2*. Venga, un 8 por disfrazarme de mazorca y de oso hormiguero [risas].

**¿En qué piensas cuando estás solo en un vehículo?**

Nunca estoy solo porque no tengo carnet de conducir.

**¿Qué cosa te gusta que a nadie más parece gustarle?**

Ahora me has pillado [risas], pues creo que los guisantes me gustan mucho. Y me gusta mucho dormir en medios de transporte. Como no conduzco, me duermo mucho en medios de transporte

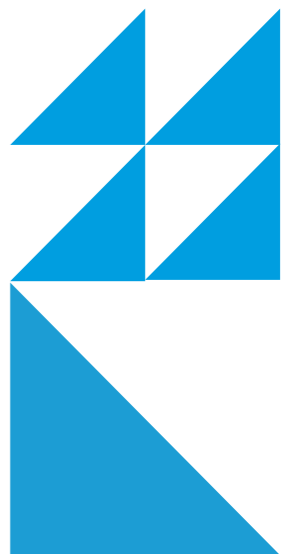
y lo considero un privilegio y una maravilla.

**Algo de lo que nunca hablarías en un monólogo**

Es que últimamente hago pocos monólogos, pero nunca me reiría de la gente que sabe menos que yo, es decir, nunca haría humor de que la gente no sabe algo y les tenemos que explicar cosas. Tristemente, hoy en día, todavía existe gente que lo hace y a mí no me gusta nada.

**El mejor consejo que te han dado**

Mira, me dijo una vez Luis Piedrahita, el monologuista: “no te preocupes tanto de ser gracioso, se interesante”, o algo así. Lo de “se interesante” es el mensaje. Y dije, mira, me lo guardo.



# EL PRINCIPIO DEL FIN DE LA CENTRAL NUCLEAR Santa María de Garoña

TEXTO Y FOTO: CARMEN GONZÁLEZ VICENTE

**El final de una central nuclear comienza cuando se inicia su desmantelamiento. Es en ese momento cuando, con los permisos necesarios y no pocas medidas de seguridad, accedo a la central nuclear con la intención de hacer estas fotografías.**

Este reportaje fotográfico tiene como objetivo mostrar dos zonas de la central nuclear a las que era muy difícil acceder

cuando estaba en funcionamiento: la sala de control y la piscina de almacenamiento del combustible gastado.

Vista de la central nuclear Santa María de Garoña.



Comienza un día de trabajo en la instalación.

Oficinas centrales y de acceso a la sala de control.



01

# SALA DE CONTROL Y ZONA RADIOLÓGICA

En la sala de control se supervisaba el funcionamiento de la central. Hoy encontramos algunos sistemas de control fuera de uso, desconectados, preparados ya para el desmantelamiento.



Detalle de un panel inferior de la sala de control.

Detalle de la sala de control.



Al acceder a zona radiológica nos encontramos con algunos sistemas ya desconectados.

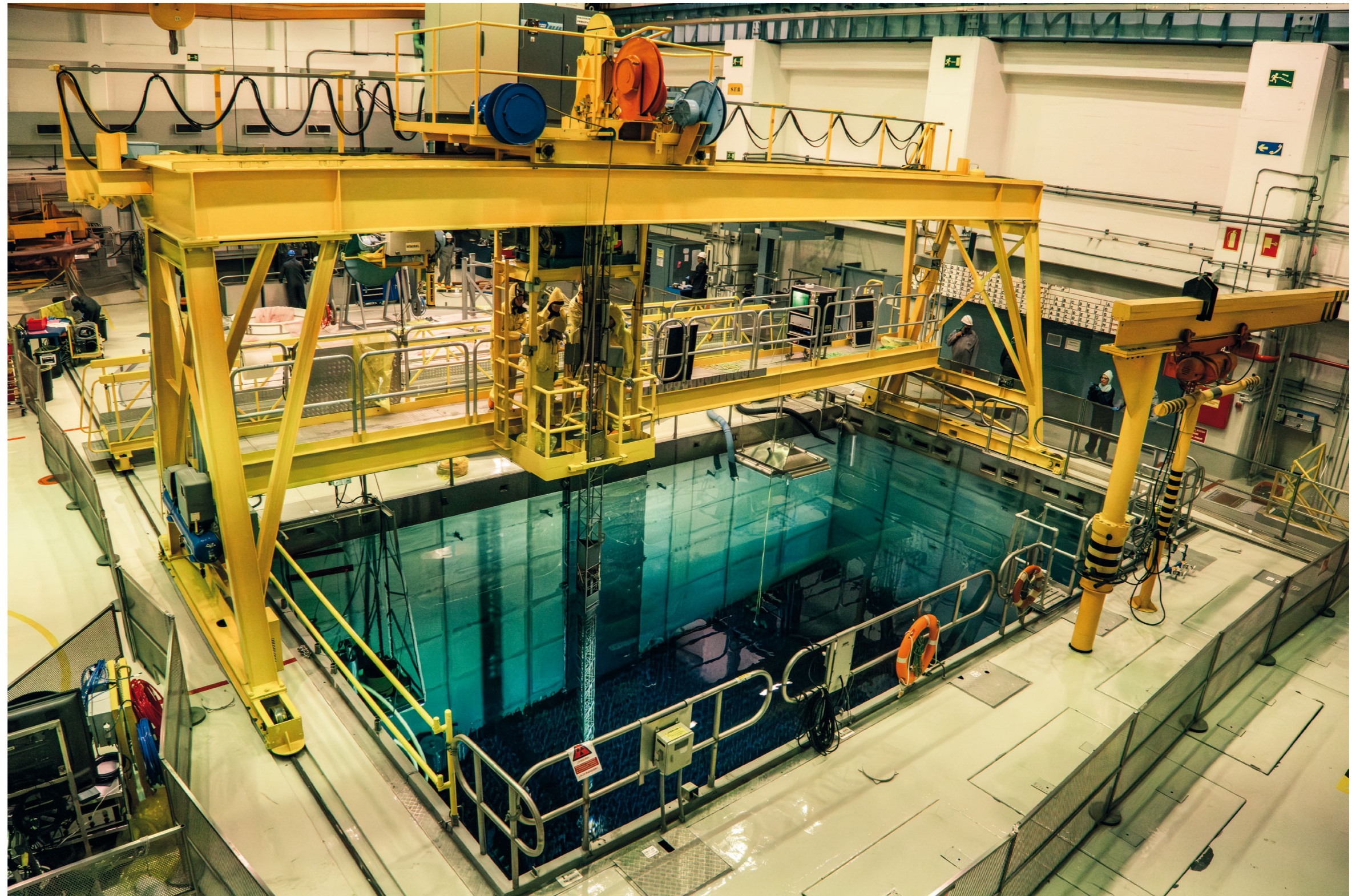


02

## PISCINA DE COMBUSTIBLE GASTADO

En la piscina permanecen almacenados los elementos combustibles gastados del reactor. Con el llenado de los contenedores se inicia la primera fase del desmantelamiento de la central nuclear Santa María de Garoña (Burgos).

Hasta la fecha ya se han completado y trasladado al Almacén Temporal Individualizado de la central los primeros 5 contenedores.



Vista general de la piscina de almacenamiento de combustible gastado.



Calzas utilizadas para acceder al área de trabajo de la piscina de combustible gastado.



SOSTENIBILIDAD ENRESA

ENTORNO

## Un viaje por las Tierras del Ebro



El río Ebro a su paso por Mora d'Ebre.

TEXTO Y FOTO: ENRESA

Os proponemos una ruta fluvial por el Ebro a su paso por Tarragona en la que recorreremos algunos de los enclaves naturales de esta ribera y descubriremos, a través de su valioso legado histórico, los rasgos distintivos de la comarca. La oferta es variada y abarca desde el remoto pasado íbero del yacimiento de Flix a los orígenes moriscos y templarios del castillo de Ascó. Podremos también visitar la restaurada opulencia del palacete renacentista de Vinebre, hoy con-

vertido en revulsivo cultural de la localidad, y conocer enclaves estratégicos de la Guerra Civil española como el de La Pontona, el puente flotante de Móra d'Ebre que permitió el movimiento de tropas y vehículos pesados durante la Batalla del Ebro. Otro canal fundamental para el desarrollo de esta tierra es el ferrocarril que, junto al río, impulsó el comercio y la industria de la comarca y volverá ahora a incentivar su economía como atractivo turístico.



A lo largo de este viaje recalaremos en cinco de las poblaciones de la zona de influencia de la central nuclear de Ascó en las que Enresa ha cofinanciado proyectos de desarrollo local relacionados con el turismo. La inversión acumulada en esta zona superó, a finales de 2023, el millón de euros. Con ella, Enresa ha apoyado el desarrollo de 27 proyectos impulsados por las entidades locales, 24 de ellos finalizados y otros 3 en ejecución. Proyectos que han

generado 65 puestos de trabajo y han beneficiado potencialmente a los 17.250 habitantes que residen en estos municipios.

Nuestra ruta comienza en Móra d'Ebre y Móra la Nova, dos localidades que se miran frente a frente separadas por el cauce del río. Móra d'Ebre, capital de la comarca, es un enclave conocido -y reconocido a escala nacional- por su importancia estratégica durante la Guerra Civil (1936 - 1939).

### La Pontona, un paso clave en la Batalla del Ebro

Allí se exhibe restaurada una de las embarcaciones de metal que formaban el puente flotante que permitió al ejército republicano el paso de suministros, tropas y vehículos y la evacuación de los heridos durante la Batalla del Ebro. Se trataba de una instalación fija formada por la unión de estas embarcaciones de hierro, las pontonas, con tabloncillos de madera entre ellas y que se instaló meses después de la destrucción del puente metálico de la localidad ante la ofensiva del bando nacional, al dar comienzo la Batalla del Ebro.

Junto a la embarcación, el proyecto cofinanciado por Enresa ha restaurado uno de los refugios, excavados en un talud, en el que se guarecían los pontoneros durante los ataques aéreos. El Batallón de Pontoneros se encargaba de reparar el puente tras los bombardeos e inundaciones controladas con las que el ejército nacional trataba de destruir los pasos. La cueva está realizada mediante excavación directa en una roca metamórfica con poca cohesión. Sin mantenimiento y abierta durante años, se hizo necesaria la retirada de escombros y la instalación de una estructura metálica de protección e iluminación interior para hacerla parcialmente visitable. El proyecto se completa con la instalación de paneles didácticos y de divulgación histórica.

Otra de las iniciativas de la localidad para el impulso del turismo es el acondicionamiento de un embarcadero situado en el mismo enclave histórico, con capacidad para 32 embarcaciones y donde se ofrecen actividades lúdicas y de descubrimiento del ecosistema fluvial. De cara al futuro, la corporación mu-



Arriba, el puente utilizado por el ejército republicano para el paso de tropas y maquinaria. Abajo, restaurada, una de las embarcaciones que formaban el puente.



Rubén Biarnés, alcalde de Móra d'Ebre.



Carlos Trinchan, alcalde de Móra la Nova.



Caseta de información turística de Móra la Nova.

nicipal centrará sus esfuerzos en adecuar el castillo de la localidad y hacerlo accesible, para lo que según explica Rubén Biarnés, alcalde de la localidad, también han solicitado ayuda a Enresa.

### Móra la Nova, recuperando el río

Con tan sólo cruzar el río llegamos a Móra la Nova que, tal y como relata su alcalde, Carlos Trinchan,

vivía "a espaldas del río" hasta que, en 2019, acondicionaron la fachada fluvial del municipio y abrieron los accesos a turistas y habitantes. El proyecto se centró en sanear la zona, adecuar dos accesos y crear un recorrido con carteles interpretativos que explican su relación con la historia social de la población, como la carrera de Muletas, unas embarcaciones tradicionales

de madera con cuatro remeros y un tripulante, que cada agosto se celebra en la localidad con motivo de la Fiesta Mayor.

Junto a los accesos y con una ubicación privilegiada, se encuentra la caseta de información turística aldeaña al [albergue de Mas de la Coixa](#) que es, con unas 1.000 visitas anuales, el segundo punto de



información más visitado de la comarca, tras el Castell de Miravet. Situada en un cruce de caminos, funciona como puerta de entrada a la comarca tanto desde Tarragona como desde el sur de las Terres del Ebre. Además, el espacio es también la sede de la Asociación L'Aube, de carácter ambientalista, que emplea a siete personas y trabaja para promover la conservación y la gestión responsable del territorio. Desde allí arrancan actividades como la Escola de Riu, un programa formativo para la difusión de los valores fluviales, o [La Ribera en flor](#), una serie de visitas guiadas que ofrecen entre marzo y abril durante la floración.

Móra la Nova cuenta con dos líneas de trabajo diferenciadas para abordar el cierre previsto de las centrales nucleares. Una tiene la mirada en el río y la otra en el ferrocarril.



La estación de Ascó alberga la nueva oficina de turismo.

### El ferrocarril, eje de crecimiento de la comarca

Móra la Nova se segregó de Móra d'Ebre en 1830 y aceleró su crecimiento a partir de la llegada del ferrocarril y la construcción de una estación en la localidad. Es allí donde se instala el [Museo del Ferrocarril](#), un proyecto mucho más ambicioso que el de servir de repositorio de trenes antiguos. Concebido para dar a conocer la cultura ferroviaria en un sentido amplio, se ha convertido en el único taller homologado de España para locomotoras antiguas de vapor, lo que ayuda a fijar población en el territorio y mano de obra muy especializada. Es también el lugar de España con más locomotoras a vapor funcionando a la vez, cuatro en total.

La Cuco, cuya restauración fue cofinanciada por Enresa, se pone en funcionamiento una vez al mes

y consigue multiplicar por 10 el número de visitantes habituales. La Bonita, otra de las locomotoras restauradas, data de 1951 y es de las mayores que se construyeron en España, lo que la convierte en una maquinaria óptima para formar parte de Lo Caspolino, un proyecto de ruta turística en un tren histórico. La joya de la corona, La Bonita, tiene caballos de vapor suficientes para transportar 14 vagones antiguos restaurados y hasta 600 personas por trayecto. Su meta es atraer turistas desde la Costa Dorada hacia el interior.

El tren histórico es uno de los proyectos estrella, no de Móra la Nova, sino de toda la comarca. Otra de las localidades en las que tendrá parada esta ruta es Ascó, que precisamente acaba de res-



Vista desde la torre del castillo de Ascó.

taurar el edificio de la estación para adaptarlo como oficina de turismo. El edificio ha sido rehabilitado de forma integral y conserva las bóvedas y las puertas interiores originales, así como muchos de sus rasgos característicos. Carolina Boix, concejal de turismo y promoción económica en el Ayuntamiento de Ascó, explica que la localización es ideal por varias razones: por su facilidad de acceso, zona de aparcamiento y punto de llegada al municipio del tren turístico a vapor. También por su situación, al lado del río, que facilita la promoción de actividades náuticas y el inicio de los recorridos por el casco antiguo: "Ascó tiene un patrimonio cultural muy rico, pero es necesario hacer algunas intervenciones para mejorar espacios, como las campañas arqueológicas

del castillo que recaban datos sobre la historia de nuestro pueblo". La torre del castillo de Ascó observa al visitante desde el punto más alto de un municipio caracterizado por sus empinadas cuestas. Fue precisamente la adecuación de los accesos a la torre-garita, uno de los proyectos en los que ha participado Enresa, junto con una primera excavación arqueológica que descubrió el perímetro de la construcción y empezó a proporcionar pistas sobre su historia, como su origen medieval, con un pasado morisco y después templario. La torre es accesible gracias a una pasarela ligera que transita encima de las excavaciones arqueológicas con la que se puede alcanzar la cima y admirar las espectaculares vistas sobre la ribera del Ebro.



Sala noble del palacete renacentista de Vinebre.

### Una finca noble para el disfrute del pueblo

Volvemos a saltar el río para conocer [Ca Don Joan](#), un palacete renacentista, con fachada barroca y patio interior porticado, que data del siglo XVI pero que es resultado de varias intervenciones en épocas diferentes. Actualmente, la construcción recibe al visitante y ameniza la vida cultural de Vinebre, acogiendo charlas, presentaciones de libros y certámenes poéticos y es, además, el hogar de decenas de golondrinas que anidan en sus salientes. Alberga también la oficina de turismo, cofinanciada por Enresa, donde se puede adquirir vino, cerveza y aceite de productores locales; se realizan visitas guiadas y se hacen proyecciones en su sala audiovisual.

Propiedad de la familia Martí Garcés y sometida a un paulatino abandono, el Ayuntamiento de Vinebre la ad-

quirió en 2001 y ha ido restaurándola poco a poco. Enresa ha participado, además de en la oficina de turismo, en la instalación de un ascensor para hacerla accesible y en la remodelación de una de las *salas nobles*, o salones de la vivienda. Poco a poco, se han restaurado los suelos hidráulicos, reparado la carpintería y el mobiliario e ido descubriendo las pinturas originales con frescos decorativos creados por José de Martí Garcés de Marcilla, uno de los hijos de la familia. Las paredes del inmueble conservan incluso retazos de la contabilidad familiar a lo largo de los años. Como curiosidad y como muchos otros edificios de la zona, durante la Guerra Civil sirvió como cuartel y el ayuntamiento ha querido también preservar una inscripción motivadora de aquella época: "Tu patria es el mundo; Tu familia, la humanidad".



Reconstrucción de una vivienda ibera en el yacimiento de Flix.

Terminamos este viaje remontándonos a la Edad del Hierro, época remota de la que data el yacimiento ibero de la cercana Flix. Así lo certifican las vasijas y restos hallados en los túmulos de la necrópolis del asentamiento que, por cierto, también cuenta con una trinchera de la

Guerra Civil. En excavaciones posteriores se han ido descubriendo otras áreas con más construcciones y también, a partir de la interpretación de los datos recabados, se ha edificado una vivienda utilizando los materiales disponibles en la época. Se trata de una de las

primeras actuaciones de este tipo en Cataluña.

Además de la campaña arqueológica de la necrópolis del yacimiento, Enresa ha cofinanciado el aparcamiento de autocaravanas del municipio, instalado junto al río al inicio de la [Reserva Natural de Sebes](#). Según María Pena, responsable de Comunicación y prensa del Ayuntamiento de Flix, el espacio "recibe muchas visitas y ha ayudado a incentivar el turismo en el pueblo y en el territorio". Su valoración general de la relación de Enresa con el entorno es, asimismo, "muy positiva, ya que nos permite realizar actividades muy beneficiosas para el municipio y, en este caso en concreto, para el turismo de la zona".

Los kilómetros recorridos muestran sólo algunos de los enclaves turísticos de estas tierras, que son muchos. Queda pendiente destacar los atractivos de otras localidades como García, Palma d'Ebre, Ribarroja d'Ebre o El Molar. Todas ellas cuentan con proyectos cofinanciados por Enresa que comparten un mismo objetivo: generar empleo, fijar población en los entornos rurales e impulsar economías alternativas a la industria nuclear.

## EL IMPULSO DE ENRESA AL DESARROLLO LOCAL

Además de las asignaciones directas establecidas por la [Orden Ministerial IET/458/2015](#), de 11 de marzo, modificada por la [Orden TED/295/2023](#), de 23 de marzo, Enresa impulsa el desarrollo de los municipios de las zonas de influencia de las instalaciones nucleares mediante la cofinanciación de proyectos de iniciativa municipal, entendiéndose por tales aquellos que contribuyan a la generación de economías alternativas a las relacionadas con las instalaciones nucleares y que favorezcan la creación de empleo.

De este modo, Enresa contribuye activamente al desarrollo de 170 municipios del entorno de las centrales nucleares e instalaciones de residuos radiactivos (El Cabril). En concreto, los municipios que pueden solicitar a Enresa la cofinanciación de proyectos de desarrollo local: 35 del entorno de Santa María de Garoña (Burgos); 35 del entorno de Ascó (Tarragona) -el municipio de Tivissa forma parte del entorno de Ascó y de Vandellós-; 28 del entorno de Trillo (Guadalajara); 26 del entorno de José Cabrera (Guadalajara); 19 del entorno de Almaraz (Cáceres); 13 del entorno de Vandellós I y II (Tarragona); 11 del entorno de Cofrentes (Valencia) y 4 del entorno de El Cabril (Córdoba).

En 2023, Enresa destinó más de 2,1 millones de euros a la cofinanciación de 46 proyectos en 36 municipios. Proyectos que favorecen la creación de más de 260 puestos de trabajo y benefician a una población cercana a 63.000 habitantes.

En 2023, Enresa destinó más de 2,1 millones de euros a la cofinanciación de 46 proyectos en 36 municipios. Proyectos que favorecen la creación de más de 260 puestos de trabajo y benefician a una población cercana a 63.000 habitantes.

# La SOSTENIBILIDAD: eje y base de cada vez más *STARTUPS*

Desde que en 2015 la ONU estableciera los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como parte de la Agenda 2030, todo lo relacionado con la sostenibilidad ha ido ganando enteros.

Algo a lo que no son ajenas las *startups*.

TEXTO Y FOTOS: ARANTXA HERRANZ

Casi diez años después, y aunque muchos países han reconocido su incapacidad para [cumplir con estos retos](#) y los han ido aplazando hasta, como mínimo, 2050, el reto de lograr un

mundo más duradero sigue ahí y cada vez son más los esfuerzos que se realizan para lograrlo. Algo que, indudablemente, también tiene su reflejo en el mundo del emprendimiento.

### La relevancia de los ODS

Los ODS son un plan de acción universal para construir un mundo donde se erradique la pobreza, se proteja el planeta y se asegure la prosperidad



para todos. Estos 17 objetivos interconectados abarcan desde la eliminación del hambre hasta la promoción de la paz y la justicia, y están diseñados para ser alcanzados para el año 2030.

La relevancia de los ODS radica en su capacidad para abordar las causas fundamentales de los problemas mundiales y en que están todos interconectados. Es decir, conseguir erradicar la pobreza no es algo que se consiga exclusivamente a través de la asistencia económica, sino también mediante la educación de calidad y el acceso a recursos sanitarios. Los ODS buscan un equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental del desarrollo sostenible, reconociendo que las acciones en un área pueden influir significativamente en los resultados de otra.

Como ha manifestado recientemente Carlos Cuerpo, ministro de Economía, Comercio y Empresa del Gobierno de España en el últi-

mo encuentro "[Líderes Responsables](#)" de la Fundación Seres fecha, "nos obsesionan los datos y cuando analizamos el crecimiento de las empresas lo hacemos de esta manera. Toda la normativa que está empujando a las empresas a ir más allá de su cuenta de resultados, incluyendo lo social, nos está llevando a una empresa más preocupada por su huella social".

Según el informe "[Contribución de las empresas españolas a la estrategia de desarrollo sostenible 2030](#)", el 83% de las pymes trabajan en alguno de los ámbitos de la Agenda 2030 pese a que este marco solo es conocido por el 36% de ellas. Tal y como vemos en el gráfico, trabajan especialmente los ODS 5 (Igualdad de género), ODS 3 (Salud y bienestar) y ODS 13 (Acción por el clima).

En el lado opuesto de la balanza, los ámbitos que menos trabajan las empresas consultadas son los relacionados con el ODS 14 (Vida

submarina), ODS 2 (Hambre cero) y ODS 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas).

Para que las empresas puedan adoptar estos ODS, muchas veces es necesario que se produzca un cambio cultural y que los profesionales sepan cómo abordar estos retos. En este sentido, Pablo Sánchez, fundador de Skills4Impact y emprendedor de impacto, afirma que "la formación en sostenibilidad es el primer paso para dotar a las personas y los equipos de los conocimientos necesarios para reorientar su negocio cumpliendo con las expectativas del mercado en este ámbito y, sobre todo, para generar soluciones que den respuesta a los desafíos que la sostenibilidad empresarial genera".

**Claves para alcanzar los ODS**

En el caso de las startups, hay muchas que ya han nacido con ese propósito en mente (buscando respuestas a diferentes retos)

mientras que otras han tenido que incorporar más tarde estos parámetros de sostenibilidad.

En cualquier caso, la información exacta sobre el número de startups en el mundo que están relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es difícil de determinar debido a la naturaleza dinámica y global del ecosistema de startups. Sin embargo, es evidente que el emprendimiento social se ha convertido en una herramienta clave para el cumplimiento de los ODS. Según el [Mapa del Emprendimiento 2023](#), elaborado por South Summit en colaboración con [IE University](#), el "Green Business" es la cuarta industria más popular en el ecosistema emprendedor global, con el 5% de todas las startups de nueva creación.

Es importante destacar que el número de startups relacionadas con los ODS puede variar en función de cómo se defina una "startup relacionada con los ODS". Algunas startups pueden tener un enfoque directo en resolver problemas específicos relacionados con los ODS, mientras que otras pueden contribuir indirectamente a los ODS a través de sus prácticas empresariales sostenibles.

En cualquier caso, "nuestro mundo necesita que las futuras generaciones estén lideradas por referentes de grandes valores, extraordinario espíritu social y gran humanidad", en palabras de Tomás Garnelo, fundador y CEO de Impact Social Cup, una competición innovadora que une a todo el ecosistema de pequeñas empresas de nueva creación orientadas hacia la sostenibilidad con la que se pretende impulsar el emprendimiento social y "caminar hacia un futuro sostenible, inspirador e ilusionante". Esta competición repartirá el próximo



mes de septiembre 100.000 euros en premios entre los mejores proyectos de innovación social.

Incorporar prácticas sostenibles puede ayudar a reducir costes, mejorar la eficiencia y contribuir a un impacto social y ambiental positivo. Por ejemplo, Bittor Oroz, viceconsejero de Agricultura, Pesca y Política Alimentaria del Gobierno Vasco, considera que las startups y la innovación tienen mucho que decir en un tema como la alimentación. "O aplicamos la tecnología o no vamos a ser capaces de afrontar asuntos como la descarbonización. También tenemos que apostar por un aumento de la producción de alimentos sostenibles y saludables en toda Europa y por conectar empresas con personas", aseguraba recientemente.

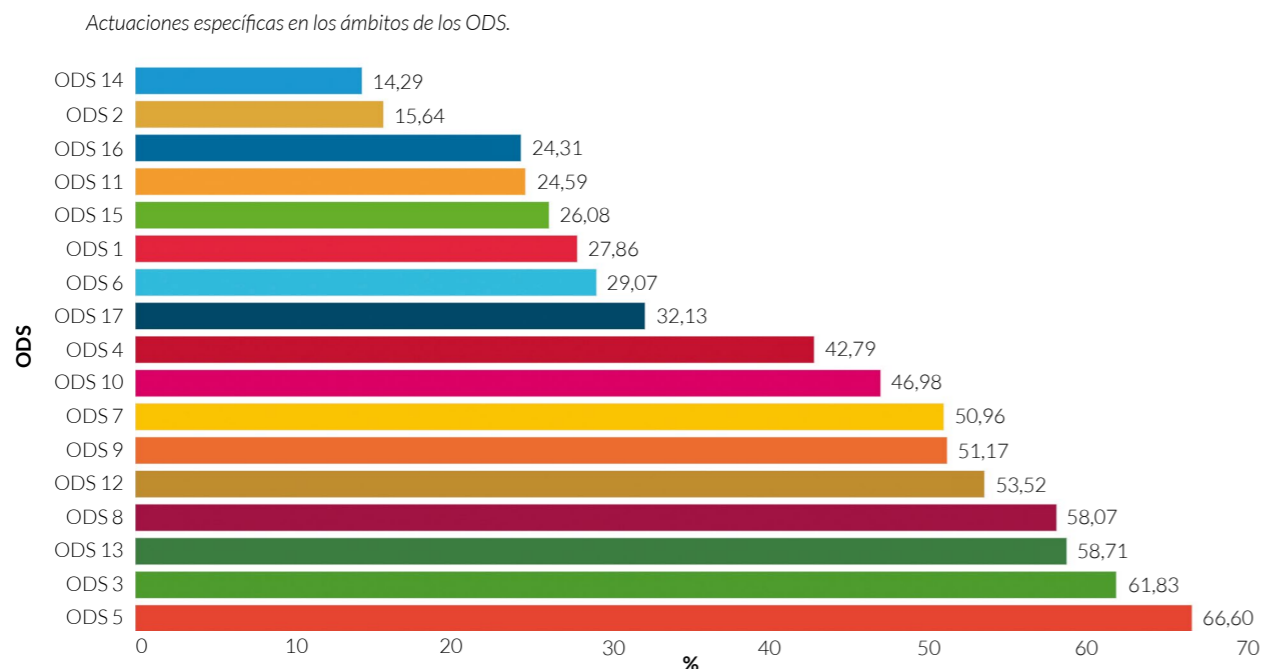
La importancia de la sostenibilidad es tal que las empresas cada vez más ofrecen tanto sus resultados económicos como sociales, poniendo

de manifiesto que generar valor social es posible y que estamos ante una oportunidad para generar resultados económicos, así como un impacto social positivo. "Adoptar un enfoque holístico implica reconocer la interconexión entre la salud humana, la salud animal y la salud del ecosistema. En este sentido, las organizaciones no solo asumen la responsabilidad ambiental, sino que también contribuyen a un equilibrio más amplio que beneficia a la sociedad en su conjunto", afirma Yolanda Erburu, Chief Sustainability & Corporate Affairs Office de Sanitas y Bupa ELA.

Algo que se refleja también en el mundo de las startups, donde las que están centradas en ámbitos de sostenibilidad siguen creciendo y atrayendo inversiones sustanciales para impulsar sus misiones.

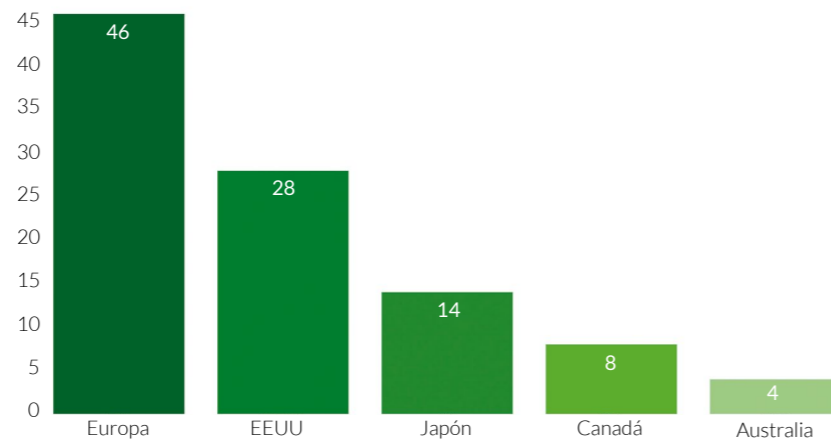
**Inversión acelerada**

Que se invierte cada vez más en



startups con la sostenibilidad de base lo demuestran varios estudios. Por un lado, la Alianza Mundial para la Inversión Sostenible (GSIA), una asociación internacional de organizaciones de inversión sostenible de todo el mundo, realiza cada año un informe sobre la inversión sostenible, responsable y de impacto. El último es el “[Global sustainable investment review 2022](#)”. Aunque en dicho informe ya se advierte de las dificultades de medir estos datos por las diferencias de criterio entre unos países y otros, concluye que, en todo el mundo se invierten 30,3 billones de dólares en activos sostenibles.

Proporción de activos mundiales de inversión sostenible por región



Europa, esta vez sí, encabeza este esfuerzo: la inversión sostenible pasó de 12 billones de dólares en 2020 a 14 billones en 2022. Sin embargo, el crecimiento de la inversión sostenible no pudo seguir el ritmo del crecimiento del mercado en general. Esta ha sido una tendencia a largo plazo en Europa, donde el porcentaje de activos definidos como sostenibles ha ido disminuyendo, en torno a un 5% cada año. Esto podría deberse en parte al aumento de los requisitos normativos en materia de divulgación y a un cambio hacia un enfoque de información más reactivo al riesgo, como parte de un panorama general de creciente madurez de las definiciones y enfoques de la inversión sostenible a medida que se desarrolla el sector.

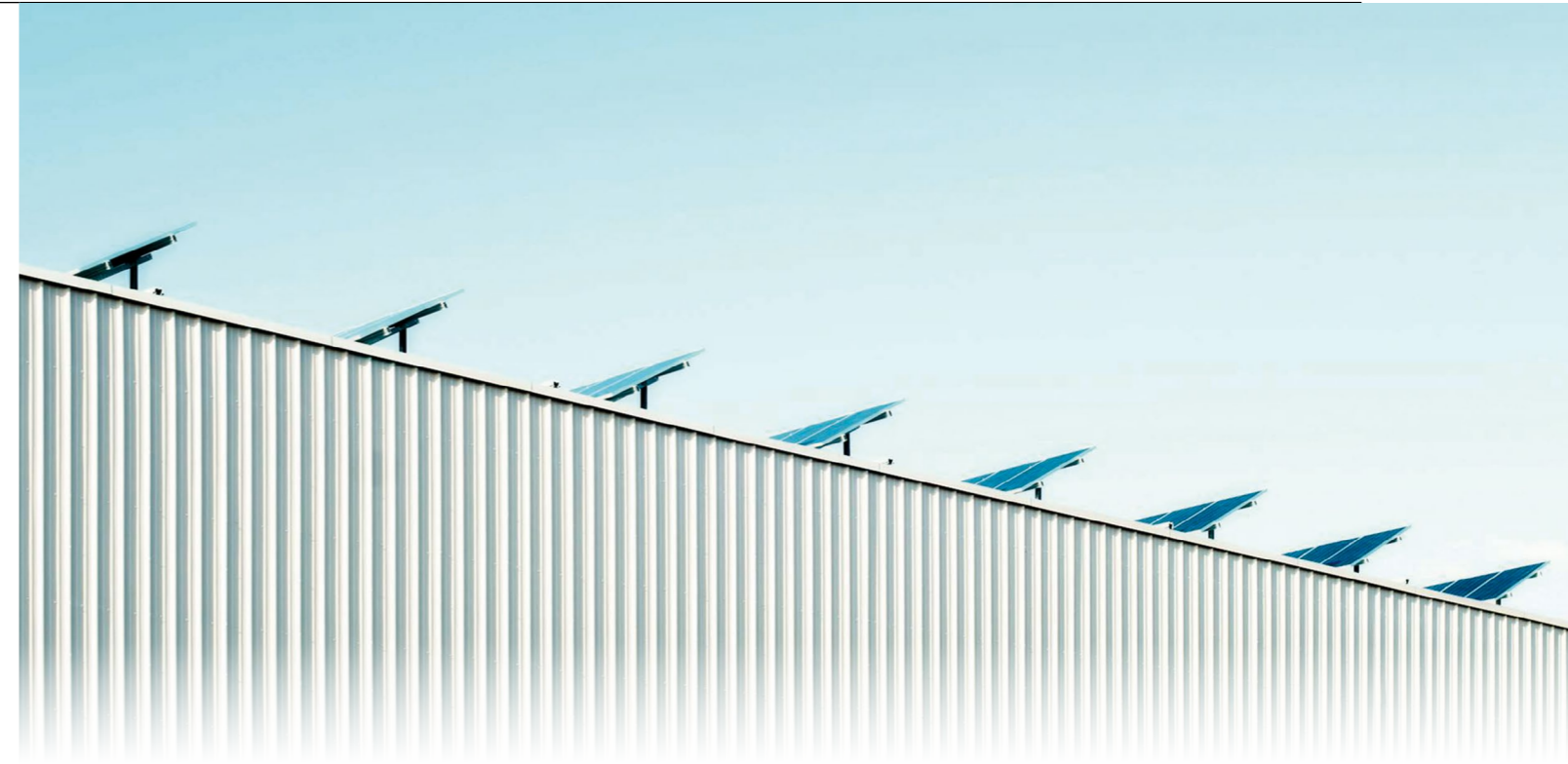
**Fondos sostenibles**

Estas inversiones se producen tanto desde fondos públicos (el Gobierno de Alemania ha anunciado ayudas por valor de 1.750 millones de euros para startups locales de, entre otros cometidos, la protección del medioambiente) como privados, especialmente en

fondos de capital riesgo destinados a las startups. Este reflejo se da en dos vertientes. Por un lado, aquellos fondos de capital riesgo que se centran en startups sostenibles. Por otro, los fondos que, sin tener como *leit motiv* estos parámetros ODS, sí que miran cada vez más estos indicadores a la hora de decidir en qué startups invertir.

En el primer apartado, podemos encontrar fondos como:

- [Breakthrough Energy Ventures \(BEV\)](#): fundado por Bill Gates y otros influyentes inversores, BEV se centra en empresas en fase inicial que impulsan avances en energía limpia, agricultura y transporte.
- [Khosla Ventures](#): liderado por Vinod Khosla, hace especial hincapié en las tecnologías limpias y ha respaldado a numerosas empresas dedicadas a las energías renovables, el almacenamiento de energía y los materiales sostenibles.
- [Nomura Green Tech Capital](#): grupo mundial de servicios financieros con una red integrada que abarca más de 30 países y regiones.
- [Energy Impact Partners \(EIP\)](#): colabora con las principales empresas de servicios energéticos para invertir y acelerar el crecimiento de nuevas empresas que trabajan en soluciones innovadoras para una energía más limpia y eficiente.
- [Nordea Global Climate](#): centrado en negocios relacionados con la eficiencia de recursos, la protección ambiental y las energías alternativas. Ha obtenido excelentes rentabilidades y está comprometido con la lucha contra el cambio climático.
- [Pictet Water](#): El primer fondo dedicado al seguimiento completo de la cadena del agua, desde su extracción hasta la distribución. Su rentabilidad acumulada ha sido impresio-



nante, y su enfoque es llevar agua potable a todo el mundo.

Sobre la rentabilidad de estos fondos sostenibles, basta mirar el índice [S&P 500 ESG](#), que muestra que invertir de forma sostenible puede ser rentable: en lo que va de año va creciendo más de un 20% con respecto al año anterior. Es más, incluso ha superado al S&P 500 en términos de rentabilidad acumulada, demostrando que la inversión sostenible puede ser beneficiosa para los inversores.

Como aseguraba recientemente Pau Gasol tras una de sus últimas inversiones en una startup sostenible, “siempre es un placer apoyar iniciativas que tengan un impacto positivo en la sociedad y el medioambiente. En mi interés por profesionalizar y mejorar el sector deportivo, no podemos perder de vista la sostenibilidad y el cuidado del medioambiente”.

**TECNOLOGÍA: EL CATALIZADOR PARA ALCANZAR LOS ODS**

Que el número de startups enfocadas a la sostenibilidad esté creciendo no es de extrañar, teniendo en cuenta que los emprendedores suelen buscar una solución a problemas no resueltos y a que lo hacen a través de la tecnología.

Por tanto, la tecnología puede jugar un papel crucial como catalizador para alcanzar los ODS. Su potencial para acelerar el progreso y reducir los costes de implementación es inmenso.

Por ejemplo:

- Acceso a la Información: la tecnología facilita el acceso a información de calidad, lo cual es vital para objetivos como el fin de la pobreza (ODS 1) y la educación de calidad (ODS 4).
- *Big Data* y análisis de datos: la recolección y análisis de grandes volúmenes de datos pueden mejorar la toma de decisiones estratégicas en sectores como la agricultura, impactando directamente en el hambre cero (ODS 2).
- Nuevos modelos de negocio: la democratización de las herramientas tecnológicas ha permitido la aparición de modelos empresariales sostenibles que contribuyen a la reducción de la pobreza y promueven el trabajo decente (ODS 1 y ODS 8)

# La fórmula para salvar el planeta se llama

# RESTAURACIÓN

TEXTO: CATY ARÉVALO

FOTOS: JUAN MARTÍN (FUNDACIÓN SALARTE); ROBERTO HARTASÁNCHEZ (FAPAS);  
INES LANGE (UNIVERSIDAD DE EXETER)

Cada mañana a las cocinas de **Aponiente**, el restaurante del chef Ángel León en el Puerto de Santa María, llega un ‘tesoro’ marino recién sacado de las marismas salineras de Cádiz.

Las lustrosas gambas, ostras, congrio, algas o cereal marino (*Zostera*), que hacen que el restaurante de León sea único y merecedor de tres estrellas Michelin, constituyen también la mejor prueba de que la restauración ambiental es la solución para devolver vida y rentabilidad a los ecosistemas degradados.

Las 5.300 hectáreas de **marismas salinas artesanales de la bahía de Cádiz**, el humedal artificial más grande de España, estaban “vergonzosamente abandonadas” hace apenas cinco años, recuerda Juan Martín, ambientólogo y presidente de la **Fundación Salarte**.

“La desvinculación del territorio con un ecosistema que se lo ha dado todo, y que levantaron los salineros a base de sudor y lágrimas desde la época fenicia, era total”, recuerda.



### TRES PROYECTOS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL

Arriba, las marismas salinas artesanales de la Bahía de Cádiz.

A la izquierda, un buceador observa los progresos en la restauración de un arrecife de coral.

Sobre estas líneas, un Apimovil, consistente en un remolque con que traslada colmenas para polinizar distintas áreas de alta montaña.

**El milagro de la sal y los peces**

La producción de sal, que hasta la existencia de los frigoríficos, era fundamental para la supervivencia humana, había dado identidad económica y cultural a la bahía gaditana y, al mismo tiempo, un ecosistema extraordinario para todo tipo de flora y fauna marina, una especie de ‘spa’ para especies permanentes y migratorias.

Restaurar es, según el científico experto en biodiversidad del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Fernando Valladares, “ayudar a la naturaleza a recuperar lo que por sí misma no puede, y ayudarnos con ello a nosotros mismos”.

Y eso fue lo que han hecho en colaboración diferentes organizaciones, Salarte, UICN, SEO/BirdLife, Fundación Mava o el equipo del propio Angel León, en unas 500 hectáreas de marisma salinera. Recuperaron estructuras antiguas, como compuertas o canales, para volver

a inundar y crear esa especie de ‘piscinas naturales’ que mantuviesen una lámina de agua permanente para las especies acuáticas.

El mejor ejemplo de que la ‘ayuda’ prestada a la marisma salinera ha funcionado es la materia prima que recibe cada día el restaurante de Ángel León, o las 127 especies que ha catalogado bajo el agua el investigador del CSIC Alberto Arias, o el festival de espátulas, águilas pescadoras, chorlitejos y hasta de (las casi extintas) cercetas pardillas que cada día pueden observarse en el humedal marino.

La restauración ambiental de las salinas gaditanas ha creado, entre otros, 60 empleos directos nuevos y otros tantos indirectos asociados al turismo, además de un sumidero de carbono de primer orden.

Naciones Unidas calcula que la recuperación de todos los



Angel León y Juan Martín con una muestra de arroz marino.

ecosistemas degradados permitiría la absorción de hasta un tercio de los gases de efecto invernadero que hay que reducir a nivel global en 2030 para evitar los peores efectos del calentamiento global.

“Restaurar ecosistemas es mitigar el cambio climático y hacernos más resilientes a sus impactos. Necesitamos restaurar urgentemente”, incide Fernando Valladares.

La restauración ambiental es una disciplina basada en ayudar a la naturaleza a recuperar lo que ha perdido por perturbaciones humanas. En el caso de las marismas salineras la causa del deterioro fue principalmente el abandono; en otras ocasiones los motivos pueden ser un incendio, explotación de recursos, fragmentación de hábitat por infraestructuras, contaminación o impactos del cambio climático, como la acidificación del mar.



Pescador local mostrando su captura en la marisma gaditana.

**Devolver ‘bosque’ al océano**

En el caso de los océanos, más allá del litoral, los ecosistemas más degradados son los arrecifes de coral. Restaurarlos es uno de los grandes desafíos de las ciencias del mar desde hace décadas y el pasado mes de marzo se produjo un gran hito. Un equipo internacional de investigadores logró, por primera vez, recuperar zonas totalmente destruidas de un arrecife de Indonesia en solo cuatro años.

Científicos de universidades de Reino Unido e Indonesia llevaron a cabo esta acción en Célebes, una isla al este de Borneo, donde la pesca con explosivos destruyó grandes áreas de arrecife de coral hace más de 30 años, sin que estas dieran ningún síntoma de recuperación natural desde entonces.

“Ideamos una red continua e interconectada de estructuras de acero recubiertas de arena que sirvieron de base para trasplantar fragmentos de coral sano en 12 zonas muy deterioradas del arrecife, donde no crecían larvas de nuevos corales”, explica la bióloga marina de la Universidad británica de Exeter, Ines Lange.

Tras plantar los corales, los investigadores hicieron seguimiento anual de las áreas restauradas para ver cómo crecían y cuánto tardaba el arrecife en recuperar las funciones propias de un ecosistema sano: captación de carbono, protección de la costa frente a las tormentas y la erosión, o proporcionar un hábitat a las especies marinas.

“La velocidad de regeneración observada fue increíble; en los años siguientes al trasplante se triplicó la extensión de la cobertura coralina y el tamaño de las colonias de coral. Al cabo de cuatro años, los lugares restaurados no se distinguían de los arrecifes sanos cercanos en ninguno de los parámetros investigados”, agrega.

El hallazgo, que apareció recogido en la prestigiosa revista científica Current Biology, enciende una llama de esperanza

en la conservación porque indica “que si mantenemos a raya el cambio climático es posible restaurar arrecifes muy dañados para que vuelvan a ser ecosistemas sanos y funcionales en poco tiempo”, subraya Lange.

La recuperación de los arrecifes de la isla Célebes es un buen ejemplo de la restauración bien entendida, sin necesidad de grandes presupuestos, donde la naturaleza es la protagonista y la acción humana simplemente “le echa una mano”.



Un buceador instala unas estructuras de acero denominadas ‘Reef Stars’ en áreas degradadas para estabilizar los escombros sueltos y acelerar el crecimiento de los corales.



Arrecife restaurado cuatro años después de instalar las estructuras metálicas.

Remolque en zona de alta montaña.



### Trashumancia de colmenas

De cómo se pueden lograr grandes resultados ecológicos con poco coste sabe mucho la ONG española Fondo para la Protección de los Animales Salvajes (FAPAS). En las últimas décadas, sus naturalistas han sabido identificar en qué flaqueaban los ecosistemas del Cantábrico para que sus especies emblemáticas estuvieran desapareciendo, y desarrollar proyectos de restauración para paliarlo.

“Hace más de diez años nos dimos cuenta de que tanto osos pardos como urogallos se estaban quedando sin alimento en zonas de alta montaña. Las grandes arandaneras por en-

cima de los 1.500 y los 2.000 metros no daban fruta y vimos que el motivo era la falta de polinización por la desaparición de las abejas silvestres”, detalla Roberto Hartasánchez, portavoz de FAPAS.

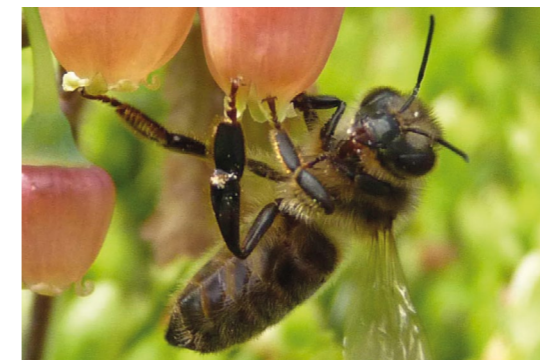
Las abejas recogen y dispersan el polen de forma involuntaria, convirtiéndose en un eslabón esencial de la producción de frutos, pero una enfermedad conocida como varroasis ha hecho que cada vez sea más raro encontrar enjambres en estado silvestre.

FAPAS trabajó con los apicultores de los pueblos del valle de Liébana, al suroeste de Canta-

bria, para diseñar unos remolques especiales (apimóviles) para subir las colmenas a la alta montaña y protegerlas para no ser devoradas por los osos. El beneficio de la acción es recíproco: los apicultores, que suelen recoger la miel en el valle en primavera, logran una segunda cosecha en la alta montaña entre junio y julio, donde la floración es más tardía. “Y el ecosistema recupera las poblaciones de abejas silvestres y la polinización de las arandaneras”, señala Hartasánchez.

El proyecto, que costó algo más de 150.000 euros durante sus dos años de implantación (2012/2013) ha sido copiado

Arriba, arandanera en flor.  
Abajo abeja polinizando flores de arándano



por otras organizaciones con la misma finalidad, como el Parque Nacional de Picos de Europa.

FAPAS atesora otros proyectos de restauración ambiental exitosos, como la recuperación de la marisma de Rubí, en San Vicente de la Barquera, secada en su momento para plantar eucalipto para fabricar celulosa; la regeneración del espacio de una antigua mina de carbón en Villablino (León), hábitat también del urogallo; o de las turberas del Llano de Roñanzas, en Llanes, que quedaron destrozadas y a merced de los incendios tras ser explotadas por una empresa para extraer musgo.

### MÁS QUE PLANTAR ÁRBOLES

A una escala mayor, las memorias de responsabilidad social corporativa de las grandes multinacionales presumen de grandes trabajos de restauración basados en la plantación de miles de árboles o la recuperación de manglares y arrecifes para mejorar su huella ambiental (y reputación).

Pero ¿cómo sabemos, por ejemplo, si esos árboles comprometidos han sobrevivido y han dado lugar a un ecosistema en buen estado que beneficie a las personas, la biodiversidad y el cambio climático? La universidad británica de Lancaster ha analizado recientemente las memorias de sostenibilidad de las diez mayores corporaciones a nivel global detectando una falta de transparencia generalizada en sus promesas de restauración. El 90% de las empresas estudiadas no dan cuenta del resultado de la labor de la restauración, y un tercio de las empresas ni siquiera detalla la superficie donde se ha llevado a cabo la actuación.

“Sin transparencia, muchas empresas mejoran su reputación, pero hay serias dudas de que estén contribuyendo a restaurar ecosistemas. Esto es especialmente grave ya que los compromisos del sector privado son parte del esfuerzo con el que cuenta la comunidad internacional para cumplir los objetivos globales de biodiversidad”, señala Tim Lamont, uno de los autores del citado análisis.

La contribución del sector privado a la recuperación de ecosistemas degradados es fundamental, por lo que la transparencia y evaluación de su labor es imprescindible.

Hoy, existe consenso científico entorno al papel clave de la conservación para garantizar la prosperidad y el bienestar de las personas. Los ecosistemas saludables brindan beneficios, desde los alimentos y el agua, hasta la salud y la seguridad que nuestra creciente población necesita hoy y necesitará en el futuro. ■

# Del mapa en BLANCO hasta CIGÉO

## CRITERIOS DE SELECCIÓN DE EMPLAZAMIENTO EN FRANCIA

Campana de investigación geotécnica en la zona del futuro descenso del Cigéo en 2015  
©Andra/ M.A. Martín

### Serie "Criterios de selección de emplazamiento para el AGP en Europa"

TEXTO: NURIA PRIETO SERRANO  
DEPARTAMENTO DE COORDINACIÓN INTERNACIONAL E I+D, DIRECCIÓN TÉCNICA, ENRESA

FOTOS: ANDRA; M.A. MARTÍN; STÉPHANE LAVOUÉ

Si bien el almacenamiento geológico profundo es la opción tecnológica mayoritaria como destino final del combustible gastado y los residuos de alta actividad a nivel internacional, existen grandes contrastes en el grado de avance de su construcción en cada país. De hecho, son pocos los que cuentan con un proyecto avanzado. Francia es uno de ellos. Han sido necesarios más 30 años de trabajo desde que el país adoptara la Ley Bataille en 1991 hasta hoy, en que Cigéo, el AGP francés, se encuentra en fase de revisión por las autoridades francesas. En 2027, Andra espera obtener la autorización a la licencia de construcción.

Este es el segundo de una serie de artículos que Estratos prevé publicar sobre el modo en que distintos países han definido y aplicado sus criterios de selección de emplazamiento para el AGP. La serie arrancó con Finlandia y continúa ahora con Francia.

El momento en que nos encontramos en este país es el de revisión por las autoridades francesas del proyecto de construcción de Cigéo, nombre dado al proyecto de AGP francés. En enero de 2023, Andra, la agencia francesa de gestión de residuos radiactivos, solicitó formalmente la licencia de construcción de Cigéo, para la que espera obtener la autorización en 2027. Estimándose un tiempo de construcción en unos diez o quince años, hacia 2040 la instalación podría empezar a operar. Desde el punto de vista institucional, la noticia más reciente será la posible fusión en 2025 del regulador nuclear francés ASN con la organización de apoyo técnico IRSN, constituyéndose un gran regulador en el ámbito nuclear y radiológico llamado ARSN.

Para llegar a la licencia de construcción de Cigéo han sido necesarios más de 30 años de trabajo continuado. La estrategia francesa de gestión de residuos de alta actividad se basa en la Ley Bataille adoptada en 1991, que, entre otros mandatos, encomendó a Andra la investigación de las opciones para desarrollar un AGP en granito y arcilla, concediéndole quince años para realizar estudios de viabilidad. La investigación de Andra llevó a anunciar el desarrollo de un laboratorio subterráneo en arcilla en la localidad de Bure, en

la región de Lorena, con preferencia a otros proyectos. En el año 2005, en cumplimiento de esta ley, Andra publicó dos informes sobre viabilidad del AGP en granito y arcilla: el informe sobre arcilla estaba basado en la experiencia adquirida en Bure, en tanto que el de granito se refería a datos obtenidos en proyectos internacionales y en el estudio de la roca granítica del país. El conocimiento adquirido en Bure ha sido decisivo para sacar adelante el proyecto de Cigéo.

#### Las condiciones definidas en 1991

Regresemos a 1991: en línea con la Ley Bataille, en junio de ese año se publicó la Regla Fundamental de Seguridad III.2.f desarrollada por ASN para definir los objetivos que debían guiar a Andra en esa investigación geológica. Esta norma establecía un objetivo fundamental de seguridad del futuro almacén, bases de concepción del almacenamiento ligadas a la seguridad y una metodología de demostración de la seguridad.

En ella se definió una situación de referencia en que los equivalentes de dosis individuales se debían limitar a 0,25 mSv anuales para exposiciones prolongadas ligadas a eventos ciertos o muy probables después de la clausura de Cigéo. El período mínimo tomado como referencia para los estudios era de 10.000 años. Se examinaban tres barreras de protección: las cápsulas; las barreras de ingeniería, es decir, materiales de sellado en el sistema de almacenamiento, accesos, galerías, etc.; y la barrera geológica, estableciendo para cada una de ellas una serie de requisitos de seguridad.

Por lo que respecta a la barrera geológica, la norma establecía los siguientes criterios (reproduciendo la terminología empleada):

1. Criterios “esenciales” sobre la estabilidad del emplazamiento y su hidrogeología.
2. Criterios “importantes”. Estos se refieren a propiedades mecánicas y térmicas y propiedades geoquímicas.

3. La profundidad debía ser suficiente para evitar que el confinamiento se viera afectado por la erosión, el efecto de un sismo o algún tipo de intrusión ordinaria, considerando un espesor de la zona superficial que puede ser perturbada por estos factores del orden de 150 a 200 metros.
4. Por otro lado, se determinó evitar zonas que disponen de otros recursos mineralógicos de carácter excepcional.

Verificación de un experimento científico en una galería del laboratorio subterráneo de Meuse / Haute Marne  
©Andra / Stéphane Lavoué



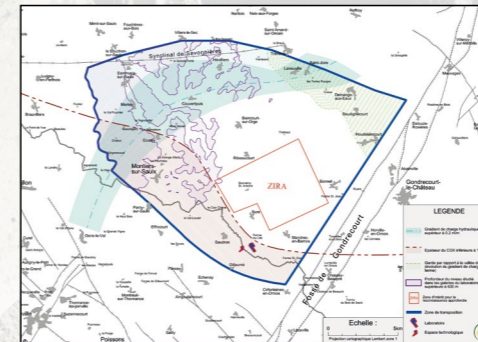
Además de estas, se establecieron otras condiciones: para rocas cristalinas, el repositorio debería ubicarse en una zona libre de grandes fallas, siendo estas susceptibles de constituir sectores de circulación hidráulica. Los módulos de almacenamiento debían construirse protegidos de la fracturación, aunque esta podía ser atravesada por las estructuras de acceso. En rocas sedimentarias, el emplazamiento debería hallarse dentro de un entorno libre de grandes heterogeneidades y a suficiente distancia de los acuíferos circundantes.

La carga térmica y materiales añadidos y de sellado no debían afectar significativamente a las propiedades de contención de las barreras, por lo que se estipuló que la determinación de los valores límite admisibles de las temperaturas y deformaciones debía ser objeto de especial atención.

**La revisión de estas condiciones en 2008**

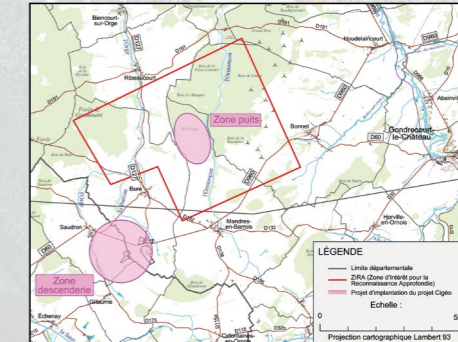
Con los criterios definidos en esta norma de 1991, Andra empezó a buscar emplazamientos para laboratorios subterráneos. Hasta el año 1996 se consideraron al menos dos laboratorios en arcilla y granito, pero se presentaron dificultades en los entornos de Vienne (granito), al Oeste de Francia, y Gard (arcilla), al Sur, de manera que, por mandato del gobierno, la agencia se centró en la llamada cuenca parisina cerca del emplazamiento de Meuse-Haute Marne, en el Este del país. Esta se encuentra en un entorno del Callovo-oxfordiano, formado hace 160 millones de años, de entre 130 y 170 m de espesor y entre 420 y 580 m de profundidad. La elección se justificó por tratarse de una formación continua y homogénea, de muy baja permeabilidad y con buena propiedad de contención, con baja sismicidad y ausencia de recursos naturales excepcionales. A la altura de 2005, Andra llegó a proponer en un informe de viabilidad una zona cercada a 250 km<sup>2</sup>, y en 2009 la reduciría a una zona de 30 km<sup>2</sup>. En primer lugar, se estudiaron las propiedades intrínsecas de la capa de arcilla, y a continuación las propiedades mecánicas, hidrológicas, térmicas y geoquímicas.

**UN PROCESO PROGRESIVO DE EMPLAZAMIENTO**



2005

Proposición de una zona de transposición de 250 km<sup>2</sup>



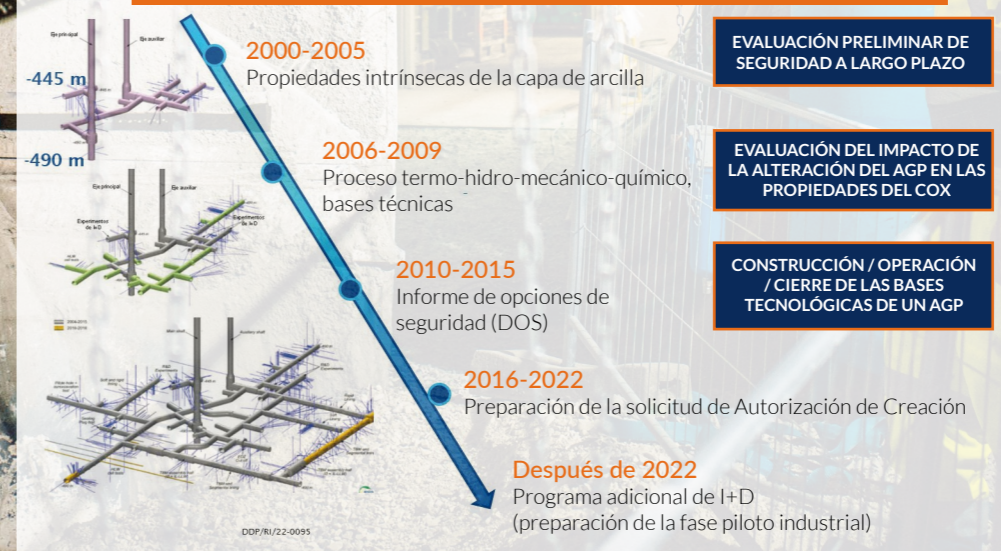
2009

Definición de una zona de 30 km<sup>2</sup> y de dos zonas para las instalaciones en superficie (zona de descenso y zona de obras)

FUENTE: Andra

Cabezal de perforación en una galería del laboratorio subterráneo de Meuse / Haute-Marne. ©Andra / Stéphane Lavoué.

**UN DESARROLLO PASO A PASO EN EL LABORATORIO SUBTERRÁNEO**



Fuente: Andra

En 2006 se produjo una importante reforma legislativa. Dos leyes fueron adoptadas después de 15 años de investigaciones a tenor de la Ley Bataille: la llamada "Ley TSN" sobre transparencia y seguridad nuclear y la Ley de 28 de junio de 2006 sobre gestión sostenible de materiales y residuos radiactivos, que desarrolla los tres ejes de la ley Bataille y que, por lo que respecta al AGP, introduce la condición de reversibilidad y determina que el emplazamiento ha de hallarse muy próximo al laboratorio de Bure.

Sobre la base de esta última, la norma sobre criterios de selección de emplazamiento que había sido emitida en 1991 fue objeto de mayor elaboración, entre otras cosas, introduciendo el requisito de reversibilidad. La nueva norma aplicable sería la Guía de seguridad relativa al almacenamiento definitivo de residuos radiactivos en AGP, adoptada en 2008 por ASN.

El marco de referencia esencialmente no cambia: dosis anuales máximas de 0,25 mSv anuales para exposiciones prolongadas ligadas a eventos ciertos o muy probables.

Por lo que respecta al medio geológico, los criterios ahora considerados esenciales son:

- 1. Estabilidad:** tal que cualquier cambio en las condiciones iniciales debido a glaciación, sismicidad y otros fenómenos naturales no comprometan la seguridad.
- 2. Hidrogeología:** muy baja permeabilidad de la formación hospedante y bajo gradiente de hidráulico. Las mediciones hidrogeológicas abarcarán zonas mucho mayores que las del emplazamiento para poder construir modelos de flujo que tengan en cuenta los flujos de las zonas de suministro a las salidas de agua. Estos modelos deberían permitir simular la velocidad y dirección de la circulación subterránea. Es necesario identificar las discontinuidades o heterogeneidades que afecten a la conducción de agua con un posible impacto en la seguridad del repositorio.
- 3. Los criterios de profundidad** mínima se precisan (200 metros en lugar de los 150-200 de la regla de 1991); así como el requisito de que no se encuentren minerales de interés excepcional.

También se consideran las propiedades mecánicas y térmicas de la roca, que han de ser compatibles, por un lado, con los objetivos de seguridad durante la operación y después del cierre del almacén, y por otro

lado con la reversibilidad. Se requiere a Andra que describa cuantitativamente las propiedades geoquímicas del sistema para el análisis de las condiciones de migración de radionucleidos.

Si bien los criterios hasta ahora enumerados pueden considerarse muy generales, la norma de 2008 establece con mayor grado de detalle los requisitos de demostración de seguridad después del cierre de la



instalación. En el anexo A1-2 establece los estudios geológicos que deben realizarse: fenómenos geológicos a largo plazo, mediciones geológicas, modelizaciones térmicas, hidrológicas y mecánicas y análisis de las propiedades geoquímicas. Asimismo, establece las investigaciones que deben llevarse a cabo en la superficie y en el laboratorio subterráneo.

Aunque a las alturas de 2008 parecía claro que el almacén se desarrollaría en arcilla y se había designado un



área, el anexo A1-3 de la norma establece recomendaciones particulares relativas a los distintos tipos de roca, incluyendo rocas de granito, sal y arcilla (págs. 26 a 28). El anexo 2 incluye consideraciones sobre posibles cambios en el emplazamiento, sea por fenómenos naturales (ciclos climáticos, actividad sísmica, etc.) o por situaciones de alteración producidas por los humanos.

#### Desarrollo a partir de 2008

Desde que se emitió esta normativa de 2008 el proceso de desarrollo de Cigéo ha evolucionado favorablemente: en 2009 se estrechó el cerco sobre la zona de viabilidad de 250 km<sup>2</sup> a 30 km<sup>2</sup>, y Andra publicó un primer borrador del proyecto y selección del emplazamiento. A este seguiría un informe de opciones de seguridad por Andra en 2016, completado en 2023 por un dossier de solicitud de autorización para crear el AGP.

Hoy Andra ofrece visitas gratuitas a Cigéo de una hora y media aproximada, incluyendo la zona de información y la sala tecnológica donde se exponen prototipos de contenedores de residuos y robots desarrollados para la instalación. Desde abril, Andra cuenta además con una nueva exposición en la que el público puede descubrir un modelo gigante de Cigéo. ■

Para más información:

- La Guía del año 1991 en francés puede descargarse aquí: <https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/rfs/rfs-relatifs-aux-inb-autres-que-rep/rfs-iii.2.fdu-01-06-1991>
- La Guía del año 2008 que enmienda a la anterior está disponible en este enlace: [https://www.asn.fr/Media/Files/guide\\_RFSIII\\_2\\_fv1\\_2\\_](https://www.asn.fr/Media/Files/guide_RFSIII_2_fv1_2_)

A la izquierda, prototipo del funicular que transportará de forma segura los bultos de residuos radiactivos desde la superficie hasta la instalación subterránea. A la derecha, imágenes de la nueva exposición de Andra sobre Cigéo. ©Andra



# LANA

## La fibra mejor ecodiseñada

TEXTO: LUIS GUIJARRO,

FOTOS: SARA LECHUGA; RAOUL FERRER; WOOLDREAMERS

La industria del sector textil lleva décadas buscando una fibra mágica con las mismas propiedades de la lana, pero no ha encontrado relevo. Es cierto que la lana de oveja no pasa por su mejor momento. Nostálgicamente se dice que cualquier tiempo pasado fue mejor y algo parecido está ocurriendo con este material natural que tuvo una rica y gloriosa historia. Pero nunca es tarde y si se siguen las recomendaciones recientemente aprobadas sobre ecodiseño del Parlamento Europeo y los excedentes de los vellones se logran incorporar a la agricultura, este material podría volver a recuperar la hegemonía perdida sin hacer daño al medio ambiente.

**D**e su memorable pasado hemos heredado las Vías Pecuarias, sin duda la mejor “autopista natural” creada por y para el ganado. Como recogen desde la Asociación [Trashumancia y Naturaleza](#), tienen una longitud de 125.000 kilómetros y una extensión de 420.000 hectáreas, y han sido reconocidas por la UNESCO como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad, porque gracias a que el ganado dispersa semillas y conecta ecosistemas, se consigue preservar la biodiversidad, mitigar el

cambio climático, fijar carbono en el suelo y prevenir los incendios forestales.

Lo que si es cierto es que trabajar con la lana de una oveja que ha caminado por una vía pecuaria o que procede de un rebaño en extensivo, genera sistemas de producción y consumo regenerativos que además mantienen viva la cultura tradicional y el conocimiento ancestral.

Hoy, sin embargo, las cañadas están en desuso porque cada vez hay menos ovejas, la lana

es de peor calidad y, como además se considera un residuo, suele terminar sus días en un contenedor antes de ser eliminada.

**Propiedades sostenibles**

Raoul Ferrer i Ferrandez, Ingeniero Técnico Agrícola y especialista en agricultura ecológica, comenta que “la lana es un material fibroso natural de origen animal que proviene de la oveja. Se obtiene a través del esquilado del ganado generalmente antes de iniciarse el verano. Siempre ha tenido un gran valor e importancia para el ser humano”; pero, como lamenta Ferrer, “todo cambió con la llegada de las fibras sintéticas”.

Gema Gómez, directora ejecutiva de la plataforma de moda sostenible Slow Fashion Next, comenta que “en el textil la lana de oveja no consigue entrar porque las fibras sintéticas son más controlables y optimizables. En el momento que incorporas un animal en la ecuación de la producción, todo se complica. Por eso la industria del fast fashion, aquella que fabrica ininterrumpidamente ropa que no necesitamos, que usamos brevemente y vertemos a terceros países, ni quiere ni incluye las beneficiosas fibras naturales”.

Afortunadamente todavía hay personas que siguen trabajando con este material y se esfuerzan por darle el valor que



El uso de la lana ha decaído en la industria textil sustituida por las fibras sintéticas.



se merece. Ferrer nos recuerda que la lana es “un material fibroso biodegradable, no presenta ninguna partícula contaminante y al descomponerse genera materia orgánica. También es aislante eléctrico, resistente a hongos y bacterias, tiene la capacidad de absorber la humedad del aire y del ambiente, es

ignífuga, podría usarse como corta fuegos en los incendios y supone un soporte proteínico que sirve de alimento para los insectos. Como además es impermeable y puede absorber hasta un 30% de su peso en agua, deberíamos fomentar su producción porque puede ahorrar agua, algo que en tiempos

de sequía nos viene muy bien”, comenta el experto en agricultura ecológica.

Históricamente su mejor aplicación se desarrolló cuando España la incluyó en la cadena de producción de la industria textil, llegando a encabezar el podium internacional como país productor. Si recuperásemos la oveja merina y las mencionadas vías pecuarias, nuestro país podría volver a tener la mejor lana del mundo, y a desarrollar su valorado hilo, 100% natural, sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

**El Decreto del residuo**

En enero de 2023, según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, había casi 15 millones de cabezas de ganado ovino en España que produjeron, con datos de 2021, 23.168 toneladas de lana, lo que representa aproximadamente 12,17 millones de ovejas esquiladas.

Es cierto que hoy es el material de origen animal más utilizado en el sector textil en el mundo, con más de un millón de toneladas; aunque, según Textile Exchange, esta cantidad sólo representa el 1% del total de las fibras textiles producidas en 2021. Su uso es minoritario si se compara con las fibras sintéticas que suponen el 68% del total de las producidas en 2021.

La lana española además tiene que competir en un mercado global dominado por la todopoderosa Australia, con alrededor del 25% del mercado según destaca el propio Gobierno Australiano, seguida de China y Nueva Zelanda con el 15,5% y el 9,1%, respecti-

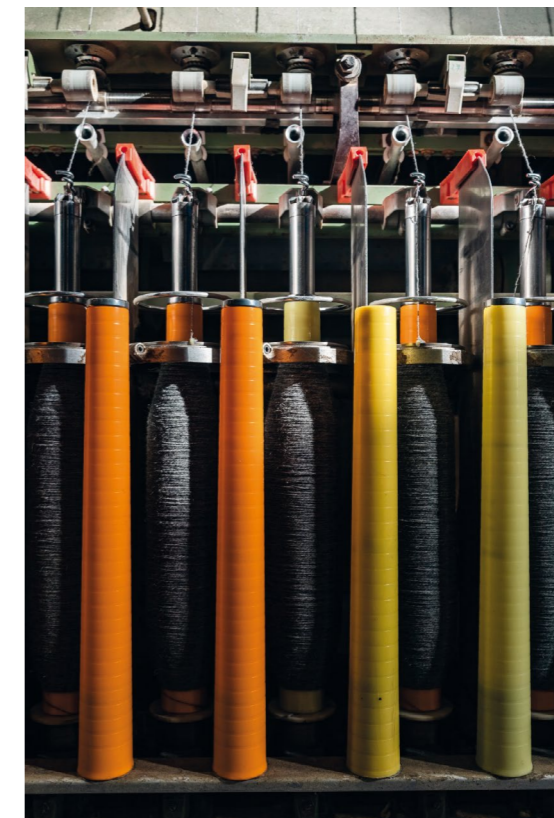
Valladolid y el nuestro”. A pesar de todo manifiesta que no está en contra de las fibras sintéticas, que a veces son necesarias para aquellos tejidos donde las fibras naturales no llegan, “pero no se puede dejar de lado un producto que te proporciona la naturaleza mientras se potencian sólo unas fibras que nunca serán como las naturales y además son más contaminantes”.

En 2024 hemos llegado a un punto en el que la lana se ha convertido en un problema más para los ganaderos porque según el Real Decreto 1528/2012, este material es un subproducto que, a pesar de sus múltiples utilidades, se cataloga como un residuo.

Así cada año, con el esquilado de las ovejas, los ganaderos de numerosos países europeos se enfrentan a un mismo problema: tener que guardar en sus almacenes toneladas de lana que, como residuo, deben eliminar y asumir su coste, mientras que la poca lana que se utiliza se importa de China y Australia.

No obstante Gómez no pierde la esperanza y recuerda que el pasado 23 de abril, “el Parlamento Europeo aprobó el Reglamento Europeo de Ecodiseño donde se dice que la lana es la fibra mejor ecodiseñada, con múltiples beneficios a nivel

Wooldreamers es un proyecto enfocado en la sostenibilidad que dota de valor añadido a la lana autóctona, en colaboración con los productores locales.



vamente. “Dentro de ese 1% España estaría en sexto lugar”, comenta Ramón Cobo, fundador de Wooldreamers. Cobo recuerda con tristeza que “en nuestro país llegaron a coexistir 70 lavaderos de lana, hoy sólo quedan tres, en Palencia,

ambiental y de salud para las personas". Parece que por fin se está abriendo la puerta de las oportunidades para que la lana tenga un futuro diferente.

**Encuentro en La Mancha**

El pasado mes de marzo, en el municipio manchego de la Mota del Cuervo (Cuenca), se celebró el encuentro europeo "Sueños de lana y caminos de realidad", organizado por la asociación Atelier en colaboración con el Ayuntamiento de la localidad, Wooldreamers y la empresa Mantexman.

En esta reunión se certificó que la lana esquilada se encuentra almacenada en numerosas explotaciones porque los ganaderos no la pueden vender. Se paga muy poco por ella y no se puede cubrir el esquilado del animal. Las grandes marcas de fabricantes de ropa prefieren surtirse de la escasa lana que utilizan de terceros países y no se incentiva el uso de las fibras naturales como proceso ele-



mental de la sostenibilidad y del respeto al medio ambiente. En la Mota también se pidió poder diversificar el uso de la lana como aislante para la construcción, como abono y como acolchado del suelo en la agricultura.

Todos los expertos reunidos coincidieron en que hay que apostar, apoyar y colaborar con sistemas de pastoreo que generen un impacto positivo en el medio ambiente y que la lana

puede ser una parte de la solución para el cambio climático. Los puntos limpios para depositar la lana como un residuo no arreglan el problema y las subvenciones deberían dirigirse a invertir en un producto que esté, como demanda el mercado, bien ecodiseñado, física y estéticamente, "debemos mirarla como si estuviésemos invirtiendo en la producción de un Rolex", comenta Gema Gómez.

**Usos agrarios**

Como confirma Sara Lechuga, técnica agrícola, impulsora de Fil de Bosc -empresa que desarrolla e implanta estrategias agroecológicas- y responsable del primer estudio realizado en Baleares en colaboración con la Universidad y el Instituto de Investigaciones Agrarias de Canarias sobre el compostaje con lana, "el vellón de la oveja alberga numerosos minerales y nutrientes y es excelente no sólo para el compostaje, sino para otros diferentes usos agrarios como el acolchado del suelo".

Lamentablemente hasta ahora, la ley que contempla la lana como un residuo, obligaba a que en las fincas sólo pudiese permanecer cuatro meses, después debía llevarse a un punto autorizado para eliminarse y sólo se permitía el compostaje, pero no otros usos agrarios, como sucede con el acolchado.

Pero todo está cambiando y desde la propia Conselleria de



El vellón de la oveja es excelente para el compostaje y el acolchado del suelo.

Agricultura ya se ha autorizado también el uso de la lana para el acolchado de árboles. De momento se puede hacer únicamente en las explotaciones de origen y sólo para usos agrícolas. "Para nosotros esta decisión proporciona cierta tranquilidad a la hora de seguir con los trabajos de investigación. Podemos llevar a cabo diferentes pruebas y además contamos con el amparo de la

Administración. Es muy gratificante cuando estás trabajando y ves que la lana tiene salida y además apoyados por la Administración. De momento estamos consiguiendo que los ganaderos, desde las propias fincas aprendan a autogestionarse y a ver las cualidades de un material que mejora la calidad del suelo, retiene el agua y además reduce la huella de carbono". ■





# Nuevas formas de LEER

Los primeros libros de la historia se pueden rastrear hasta una era tan antigua como la que contempló el ascenso de la civilización mesopotámica. El primer libro del que tenemos constancia, escrito en cuneiforme sobre tablillas de arcilla son las [Instrucciones de Shurupak](#) (datado entre 2600 a. C. y 2.500 a. C.) en el que el rey Shurupak ofrece consejos de vida a su hijo Ziusudra: “En aquellos tiempos, en aquellos lejanos tiempos remotos, en aquellas noches, en aquellas noches lejanas, en aquellos años, en aquellos lejanos años remotos...”

TEXTO Y FOTOS: ALEJANDRO CABANILLAS

Algo después, en Egipto, la antigua Grecia y Roma se desarrolló y consolidó el uso de la tinta y el papiro, que convivió con otros materiales como las tablillas de madera rehundida, que eran rellenas de cera o de pergamino, o la piel de animal. Pero fue en la Edad Media cuando la Iglesia se encargó de que el desarrollo de la escritura creciera de forma exponencial y propició el invento de la imprenta por parte de Johannes Gutenberg en 1440, fecha a partir de la cual hubo una expansión descontrolada por toda Europa en lo referente a la impresión de los libros.



Papiro egipcio.

En el enlace se puede acceder al texto completo de un ejemplar incunable de [Biblia de Gutenberg impresa en 1456](#), el primer libro que se produjo en una imprenta 'moderna'.

Desde entonces hasta nuestros días, el proceso de la lectura por parte del ser humano ha implementado notables variaciones, aunque el hecho de leer, la experiencia del lector es, siempre y básicamente, la misma: no importa el formato o el soporte, la inmersión en un libro que nos apasiona es satisfactoria y plena por igual tanto en papel como en piel de vaca.



Se cree que la Biblia de Gutenberg fue completada en el año 1455 y se convirtió en el primer gran libro impreso en Europa con una imprenta con tipos metálicos móviles. Arriba, recreación de una Biblia antigua. Abajo, vista de los fondos documentales de una biblioteca.



Eso sí, para acercarse a un libro, a veces, es bueno tener en cuenta algunos [consejos para leer correctamente](#) o, si se quiere, realizar un estudio más en profundidad acerca de [cómo leer un libro](#).

Desde la invención de Gutenberg, el principal soporte de la literatura y la información escrita en general, ha sido el papel, pero en los últimos años, el desarrollo de las nuevas tecnologías ha propiciado que los formatos de los libros se hayan diversificado y, en consecuencia, surgido nuevas maneras de acercarse a una obra literaria o una revista.

### Los audiolibros

Quizá el método alternativo para leer que más tradición tiene sean los audiolibros que, desarrollados en principio para personas invidentes, con el tiempo se han convertido en una vía de acercamiento a la lectura para muchas personas que se resisten a involucrarse en una manta en su sofá y disfrutar de un texto escrito.

En Inglaterra, en los años 20, el Real Instituto Nacional para Ciegos comenzó a probar diversas formas de producir libros hablados, pero fueron los norteamericanos una década más tarde quienes dieron forma definitiva a esa aspiración a través del proyecto Libros para Ciegos Adultos del que se beneficiaron muchos soldados que sufrieron lesiones en los ojos durante la Primera, y después, Segunda Guerra Mundial, además del resto de personas invidentes que se sumaron a las filas de los lectores de audiolibros.

El evidente problema de aquellos primeros audiolibros era el formato: de vuelta al Reino Unido, el [Real](#)



Aunque se inventaron al inicio del S.XX, los audiolibros se han popularizado recientemente, gracias a los sistemas modernos de compresión de sonidos.

[Instituto Nacional para Ciegos](#) entregó los primeros libros hablados a las personas ciegas o con discapacidad visual: los primeros títulos que sacaron fueron *El asesinato de Roger Ackroyd* de Agatha Christie y *Tifón* de Joseph Conrad, grabados en discos de vinilo de larga duración (los conocidos LP's) que podían recoger unos 25 minutos de contenido en cada cara; con lo cual cada uno de aquellos primeros audiolibros ocupaban la friolera de 10 discos LP's. Algo sumamente incómodo para los usuarios.

Ha sido recientemente, con los modernos sistemas de compresión de sonido, primero el CD y similares sistemas digitales físicos y ahora los formatos digitales virtuales, cuando el audiolibro se ha popularizado a través de numerosas webs y apps que ofrecen este tipo de contenido para todos los lectores que prefieran el audio a la palabra escrita. De hecho, el audiolibro está viviendo una especie de edad de oro con el surgimiento de apps como [Audiolibros](#) en la que se pueden disfrutar de más de 24.000 audiolibros gra-

tuitos en varios idiomas, [Audible](#) que ofrece la posibilidad de descargar los libros para escucharlos sin conexión o [El Libro Total](#) que se especializa en obras autorizadas para la difusión sin ánimo de lucro y está formada por más de 50.000 libros leídos por voces profesionales.

En cuanto al tema de las voces que leen esos audiolibros, hay que tener en cuenta que no es lo mismo escuchar una obra recitada por una única voz más o menos mecánica (aunque sea humana), como es el caso de esta impresionante recopilación de aventuras de [Sherlock Holmes](#), que una interpretación humana realizada por locutores profesionales o actores de doblaje que, como en este [El Quijote](#), pueden incluir efectos de sonido, música y varias voces diferentes diferenciadas por personajes, narrador, etc. Atrás quedaron los audiolibros que eran recitados por una voz robótica sin alma ni casi entonación y, por delante, los futuros avances que devendrán de la clonación de voz humana mediante inteligencia artificial.



El libro en formato electrónico va ganando adeptos día a día.

**Y ahora, ¿qué libro leo?**

Como vemos, ante nuestros voraces ojos de lectores empedernidos se abren numerosas posibilidades, tantas quizá que a veces resulta difícil decidirse por un libro en concreto. Pero eso tampoco es problema en nuestro mundo abierto al universo digital: existen infinidad de webs, blogs y cuentas de redes sociales que nos aconsejan y nos ayudan a disipar nuestras posibles dudas o indecisiones a la hora de escoger nuestra próxima lectura.

Por ejemplo, los blogs [Un Libro al Día](#) y [Entre Montones de Libros](#), son muy recomendables para explorar tanto novedades editoriales como obras de todas las épocas que los autores han ido incorporando a su conjunto de críticas.

Otro recurso interesante es el foro [¡Ábrete Libro!!](#), en el que sus participantes escriben acerca de sus libros y autores favoritos, organizados por géneros: clásicos, terror, novela negra, juvenil...

También en redes sociales es posible encontrar temáticas relacionadas con los libros, como la etiqueta de Instagram [#bookstagramespaña](#), que deriva de la tendencia mundial [#bookstagram](#) creando un fenómeno donde la lectura y la fotografía van de la mano.

Por último, querido lector, puede que, sin ser usuario de ninguna de estas nuevas formas de leer, le pique la curiosidad y desee escuchar, en vez de leer, este artículo: para ello no tiene más que seguir [este enlace](#). ■



**La tinta electrónica y los e-Books**

No es lo mismo una pantalla OLED o LCD LED que una de [tinta electrónica](#). Partamos de esa premisa. O sea: no es lo mismo la pantalla de un móvil o una tablet que la de un dispositivo para leer diseñado para soportar la tecnología de la tinta electrónica, más conocido como e-Book. Esta tecnología se basa en unas microcápsulas transparentes que actúan a modo de píxeles en cuyo interior se encuentran otras micropartículas de color blanco y negro con cargas positiva y negativa.

Debajo de cada una de las microcápsulas hay dos electrodos y, en función del tipo de carga que recibe cada cápsula, así reacciona-

rán las partículas de color negro o las de color blanco, dibujando los textos o dejando ver “el papel” en blanco como fondo.

La gran diferencia entre las pantallas tradicionales de nuestros dispositivos móviles habituales y las de los [e-Books](#) es el coste energético que necesitan para mantenerse encendidas, mucho menor en los segundos, que pueden resistir semanas con una carga y un uso de varias horas al día. Además, las pantallas de los libros electrónicos no están retroiluminadas, por lo que la vista no se cansa y se puede leer durante mucho tiempo sin molestias, se iluminan con unas pequeñas lámparas incorporadas que se pueden graduar en intensidad y tonalidad, creando una sen-

sación muy agradable, tanto a plena luz del sol como en la oscuridad.

Otra de las ventajas que presentan los e-Books es su ligero peso y volumen y la capacidad de almacenamiento que tienen: en 1 giga caben alrededor de 1.000 libros en formato electrónico; si tomamos como ejemplo el modelo más conocido y vendido de Kindle (la marca de Amazon, que, no lo olvidemos, empezó vendiendo libros *online*) que se comercializa con 16 gigas de almacenamiento interno, calculen ustedes la cantidad de libros que se pueden llevar a todas partes en un aparato que pesa poco más de 200 gramos.

Por otra parte, la inmersión en la lectura es tan satisfactoria en un

e-Book como en un libro tradicional en papel. Y, además, conocidas librerías ya comercializan por tiempo limitado ejemplares electrónicos firmados por los autores, como parte de su estrategia de ventas.

A todo ello hay que añadir la proliferación de bibliotecas online que ofrecen numerosos títulos de obras clásicas, prensa, revistas y audiolibros de manera gratuita, como el proyecto [eBiblio](#) del Gobierno de España o la [Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes](#).

No es de extrañar pues que cada vez más lectores se pasen al, por otra parte, más barato formato electrónico.



# CONECTADOS

SIGUE A ENRESA EN REDES SOCIALES



## INSTAGRAM

Vídeo e imagen sobre nuestra actividad

Conoce la actualidad y divulgación de las actividades que realizamos de una manera más visual y dinámica. Traslamos la realidad de los residuos radiactivos y el desmantelamiento de centrales nucleares en España.



## X

Sigue el pulso a la actualidad de Enresa

Divulgación relacionada con la gestión de residuos radiactivos y el desmantelamiento de centrales nucleares con total transparencia. Puedes resolver tus dudas sobre información institucional, organizativa, normativa o económica.



## LINKEDIN

Nuestro perfil para profesionales

Encontrarás contenidos relacionados con el ámbito laboral y profesional. Compartimos nuestro lado más corporativo, socialmente comprometido y de actualidad de los proyectos de la empresa.

## ACCEDE A NUESTRAS REDES SOCIALES



## FACEBOOK

Presentes en la red más multitudinaria

Te acercamos nuestra actualidad y contenidos divulgativos a través de la red social con más usuarios en el mundo. Una ventana para que puedas consultar nuestra actividad de primera mano.



## YOUTUBE

Nuestros proyectos de la forma más didáctica

Consulta nuestros vídeos técnicos y divulgativos sobre los proyectos de Enresa, para que conozcas en qué trabajamos y las soluciones que desarrollamos.



## FLICKR

Las mejores imágenes de la actividad de Enresa

Disfruta de imágenes técnicas y representativas de nuestra actividad. Desde preciosas vistas de la naturaleza hasta procesos industriales. Una red para quienes quieren conocer, investigar y descubrir.

# SUSCRIPCIÓN

Estratos lleva más de tres décadas ofreciendo información sobre la gestión de los residuos radiactivos, el desmantelamiento de instalaciones nucleares y otros temas de interés científico, técnico y ambiental...

Estratos abandona el papel para convertirse en una

# publicación digital interactiva



A partir de ahora, te ofrecemos los mismos contenidos de periodismo, ciencia e investigación con todo el valor añadido que aporta un entorno enriquecido como el electrónico. Escríbenos a [registro@enresa.es](mailto:registro@enresa.es) con los siguientes datos: nombre y apellidos, DNI, y correo electrónico para poder seguir en contacto contigo.

De conformidad con la normativa vigente en materia de protección de datos personales, le informamos que sus datos serán tratados por Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. S.M.E. (Enresa), con CIF A78056124, con la finalidad de gestionar la suscripción a la publicación Estratos. La base jurídica del tratamiento de los datos del interesado es el consentimiento prestado por Ud. al remitirnos sus datos en su solicitud de suscripción. Sus datos se conservarán mientras Ud. desee recibir nuestra publicación y no nos comunique lo contrario, y siempre durante los plazos de prescripción previstos para las medidas que resultasen de aplicación.

Le informamos de la posibilidad de ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión, portabilidad, limitación y oposición mediante solicitud dirigida a Enresa acompañada de copia de documento oficial que le identifique, bien por escrito en el domicilio calle Emilio Vargas, n.º 7, 28043 Madrid, o bien mediante mensaje a la dirección de correo electrónico [registro@enresa.es](mailto:registro@enresa.es).

Le informamos igualmente que en cualquier momento Ud. podrá retirar el consentimiento prestado por medio del procedimiento anteriormente especificado, así como ejercer su derecho a presentar una reclamación ante la Autoridad de Control, Agencia Española de Protección de Datos ([www.agpd.es](http://www.agpd.es)).

# ESTRAT:08



VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO  
MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



[www.enresa.es](http://www.enresa.es)