

ESTRATOS

**Nuevas
tecnologías**
*aliadas en la
gestión del agua*

Entrevista a
**María Teresa
Macías**
Presidenta de la SEPR

**Gestión
ambiental
en Enresa**



Adiós a las grandes edificaciones de Zorita

Cuando el lector tenga en sus manos este nuevo número de Estratos, la demolición del último de los grandes edificios de la central nuclear José Cabrera, en Guadalajara, ya está en marcha. El protagonista de este hito es el Edificio Auxiliar de Desmantelamiento, el denominado EAD, espacio que fue creado tras la reconversión total del antiguo Edificio de Turbina de la planta. Este edificio, durante los dos primeros años de desmantelamiento y dentro de la fase de actividades preparatorias, fue totalmente vaciado de sus equipos y componentes originales para ser transformado en un espacio de acondicionamiento de los residuos radiactivos procedentes del desmantelamiento de las partes activas de la central. El EAD se dotó, entre otras dependencias, de talleres de descontaminación, de equipos de ventilación, así como de instalaciones para la transferencia de residuos y zonas de almacenamiento temporal para contenedores hasta su envío al Centro de Almacenamiento de El Cabril (Córdoba).

Ahora, las máquinas se encuentran en plena demolición de este edificio. Y es en este punto cuando más evidente se hace que el objetivo final está más cerca que nunca. Cuando el Edificio Auxiliar de Desmantelamiento de Zorita haya desaparecido, se darán por concluidas las demoliciones de los grandes edificios de la instalación y se dará paso a una fase de restauración y vigilancia radiológica final del emplazamiento.

La demolición de las torres de refrigeración de la planta, la extracción y segmentación bajo agua de los componentes internos del reactor y de la propia vasija, la descontaminación y desclasificación de edificios, la gestión de materiales, el desmontaje de la icónica cúpula anaranjada o la demolición del edificio de contención son algunos de los grandes momentos que nos deja el desmantelamiento de la central nuclear

José Cabrera. Un proyecto que consolida la experiencia de Enresa en el campo del desmantelamiento de instalaciones nucleares.

Por tanto, está próximo el fin del desmantelamiento de esta instalación nuclear, un proyecto que en sus inicios puso a prueba las capacidades de esta empresa pública para afrontar una tarea de la cual no había muchos precedentes en los países con instalaciones nucleares. Enresa, sus técnicos, asumieron un reto que está a punto de finalizar y en el que ha quedado demostrada su solvencia técnica y su facultad para llevar a cabo la misión que tiene encomendada en su decreto fundacional.

Prueba de ello es que este primer desmantelamiento completo de una instalación nuclear en España atrajo, desde sus inicios, la atención internacional al tratarse de una de las primeras experiencias de este tipo en el mundo. Su seguimiento por agencias, ingenierías y empresas internacionales se tradujo en una continuada atención a visitas técnicas internacionales que acudían a esta central alcarreña en busca del conocimiento y las nuevas técnicas que se desarrollaron en torno a este proyecto. Un proyecto que ha podido ser financiado a través del Fondo para la financiación de las actividades del Plan General de Residuos Radiactivos, una herramienta financiera diseñada al tiempo que nacía Enresa, a mediados de los años ochenta del pasado siglo. Este fondo, pionero en los países desarrollados, ha permitido que se puedan afrontar estas actividades.

Enresa finaliza en la central nuclear José Cabrera un proyecto que consolida su experiencia en el campo del desmantelamiento de este tipo de instalaciones. Llegados a este punto, y en el momento en que el inicio del desmantelamiento de la central nuclear Santa María de Garoña está a la vuelta de la esquina, esta experiencia permite a la empresa y a su equipo afrontar una nueva etapa con ilusión y plenas garantías de éxito.

30 ANIVERSARIO El Cabril

EL CABRIL ES LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS DE MUY BAJA, BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD EN ESPAÑA



ESTRATOS

Comité Editorial:
José Luis Navarro Ribera, presidente de Enresa.
María Pérez Fernández, directora de Desarrollo Corporativo.
Álvaro Rodríguez Beceiro, director Técnico.
Mariano Navarro Santos, director de Ingeniería.
Eva M^a Noguero Cubero, directora del Centro de Almacenamiento de El Cabril.
Manuel Rodríguez Silva, director de Operaciones.

Directora:
María Pérez Fernández.

Subdirectora:
Teresa Palacio.

Redactor Jefe:
Jorge Fernández.

Secretarías de redacción:
Yolanda Gil López, Mercedes Martí Izic.

Redactores y Colaboradores:
María Arroyo, Deborah García Bello, Eva González Herrero, José María Montero, Teresa Palacio, María Teresa Peinador, Ignacio Ripoll, Ainara de la Rúa, Álvaro Rojo, Nuria Prieto, Alba Zafra.

Fotografía e Infografía:
Rober Amado, APPFI, Archivo Enresa, Mikel Agirregabiria, CHE, FCQ, Javier

Gil Vaquero, Ana Martín Aguado, Conrad Miquel, MITECO, NAGRA, J. F. Narcea, OIEA, Museo del Prado, Álvaro Rojo, José Sánchez, Shutterstock, Alba Zafra.

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

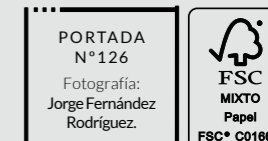
Correo:
registro@enresa.es

Diseño y Maquetación:
Ana Arrojo Rubio.

Fotomecánica e Impresión:
Egesa, Estudios Gráficos Europeos, S.A.

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.





CONTENIDOS

22

FOTORREPORTAJE

Transporte de residuos radiactivos: la seguridad está en el embalaje

Uno de los retos técnicos de Enresa es desarrollar los embalajes para el acondicionamiento y transporte de los residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad.



5

ACTUALIDAD

Noticias Enresa

La Central Nuclear José Cabrera afronta el inicio de la demolición de su antiguo edificio de turbina. Vuelve a Córdoba el Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente, etc.

27

RSC

Trenes históricos. El turismo que viene desde el pasado

Municipios como Ascó o Móra la Nova, poblaciones tarraconenses de la Ribera del Ebro, trabajan para rehabilitar y poner en valor su patrimonio ferroviario.

44

TECNOLOGÍA

Las nuevas tecnologías aliadas en la gestión del agua

España es el cuarto Estado de la UE con mayor fuerza laboral en el sector de la agricultura y el regadío sigue siendo uno de los pilares para su desarrollo.

10

INVESTIGACIÓN

Hormigón sostenible

El hormigón es uno de los materiales de construcción por excelencia. Hoy, esta mezcla de áridos ha evolucionado y el desarrollo de versiones sostenibles son objeto de proyectos I+D.

33

MEDIO AMBIENTE

La infancia intoxicada

La vida en las grandes ciudades puede provocar importantes alteraciones en la salud física y emocional. La contaminación, el ruido, la escasez de zonas verdes afectan especialmente a los niños.

50

CALIDAD

Sistemas de gestión ambiental

Los sistemas de gestión ambiental son un elemento que forma parte de las prioridades estratégicas de la mayoría de los organismos, independientemente de su tamaño o actividad.

16

ENTREVISTA

María Teresa Macías, presidenta de la SEPR

El pasado diciembre asumió la presidencia de la Sociedad y repasa con Estratos los retos que tiene por delante en esta nueva etapa.

38

ENTORNO

Almacenamiento Geológico Profundo en Suiza

Este 2022, Suiza puede extender una propuesta de emplazamiento para albergar de manera definitiva sus residuos radiactivos.

56

BIODIVERSIDAD

El Quebrantahuesos

Desde su casi absoluta extinción en España, el quebrantahuesos busca recuperar todas sus montañas en esta década.

ACTUALIDAD

ENRESA

En curso la demolición del antiguo Edificio de Turbina de Zorita

El desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera (Almonacid de Zorita, Guadalajara) ha alcanzado recientemente uno de sus hitos finales: el inicio de la demolición del último de los grandes edificios de la instalación, el antiguo Edificio de Turbina, reconvertido para poder acometer la obra en Edificio Auxiliar de Desmantelamiento (EAD). Con esta actuación, la fisonomía externa del emplazamiento evidencia ya el final de la retirada de las grandes estructuras existentes en la central.

Para la ejecución de estos trabajos se emplea maquinaria de gran

tonelaje, plataformas elevadoras y equipos de picado y corte, entre otros. El edificio, que tiene dimensiones de 32x22x21 metros, está construido, principalmente, con estructuras de hormigón armado en las que estuvieron apoyadas las turbinas de alta y de baja, el alternador y el condensador.

Se estima que, en la demolición total de este edificio se generarán, aproximadamente, 4.500 toneladas de materiales.

El EAD de la central nuclear José Cabrera se acondicionó durante

los primeros años del proyecto, dentro de la etapa de actividades preparatorias del mismo. Para ello, se reconvirtió el antiguo Edificio de Turbina de la planta para ser el lugar en el que acondicionar los residuos radiactivos procedentes del desmantelamiento de las partes activas de la central. Este edificio se dotó, entre otras dependencias, de talleres de descontaminación, equipos de ventilación, instalaciones para la transferencia de residuos y zonas de almacenamiento temporal para contenedores hasta su envío a El Cabril (Córdoba).



Instante en el que dio comienzo la demolición del Edificio Auxiliar de Desmantelamiento de Zorita y evolución de los trabajos.

Vuelven las visitas internacionales a José Cabrera

Dos años después del parón debido a la pandemia, un grupo de japoneses visitó en marzo los trabajos de desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera (Almonacid de Zorita, Guadalajara). Los técnicos nipones, pertenecientes a la compañía eléctrica Kansai, se mostraron interesados por el modelo de gestión de residuos radiactivos español, así como por los detalles del proyecto de desmantelamiento que Enresa desarrolla en Zorita. Kansai es una de las mayores eléctricas de Japón cuyo parque

nuclear se compone actualmente de once reactores, de los cuales cuatro

se encuentran en proceso de desmantelamiento.



Técnicos de la compañía eléctrica japonesa Kansai durante su visita a la central nuclear José Cabrera.

El Cabril recibió 2.388,99 m³ de residuos radiactivos en 2021 y está al 81,38% de su capacidad de baja y media actividad

El Centro de Almacenamiento de El Cabril, Hornachuelos (Córdoba) recibió en el año 2021 un total de 2.388,99 m³ de residuos radiactivos de los cuales 2.368,63 m³ procedían de instalaciones nucleares, 12,20 m³ de instalaciones radiactivas y 8,16 m³ de incidentes en instalaciones no reglamentadas.

Según los datos operativos de la instalación cordobesa a 31 de diciembre de 2021, estos residuos llegaron al centro en 275 expediciones: 231 de instalaciones nucleares, 43 de instalaciones radiactivas y uno del citado incidente.

Respecto a la clasificación por tipo de residuo, el 78% (1.847,85 m³) de los residuos recibidos en 2021 fueron residuos de muy baja actividad (RBBA) y el 22% restante (541,14 m³) residuos de baja y media actividad (RBMA).

El volumen total almacenado a 31 de diciembre de 2021 ascendía a 56.977,83 m³ de residuos. De ellos, 35.524,85 m³ están depositados en las plataformas para residuos de baja y media actividad (RBMA) y 21.452,98 m³ en las celdas para residuos de muy baja actividad (RBBA).

Ocupación y retos de futuro

Con estos datos, las plataformas de almacenamiento para RBMA se encuentran al 81,38% de su capacidad. De las 28 estructuras construidas hay ya 22 celdas cerradas y 2 en operación. Siempre ha estado previsto que la actividad de El Cabril dure hasta que finalice la recepción de los residuos procedentes del desmantelamiento de todas las centrales nucleares. Así se recoge en el vigésimo 6º

Vista aérea de la plataforma sur y la nave de fabricación de contenedores.



Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR), aprobado en 2006. Por eso, y cumpliendo las previsiones, Enresa está trabajando en el diseño de una nueva plataforma con 12 celdas de almacenamiento de RBMA, en una primera fase, cuya entrada en operación se prevé en torno a 2028, estando prevista la construcción de otras 15, hasta un total de 27 celdas en una segunda fase.

Por otro lado, en la instalación complementaria para RBBA hay construidas dos celdas de almacenamiento, las cuales se encuentran al 25,09% y 21,50% de sus respectivas capacidades. Además, hay autorizadas otras dos estructuras que se irán construyendo a medida que sean necesarias. En este sentido, durante 2022 se trabaja ya en el Plan de Construcción de la que será la tercera celda para este tipo de residuos, la celda 31.

Enresa participa en diferentes reuniones internacionales de la Agencia Europa de la Energía (NEA) y de la plataforma IGD-TP

Durante la última quincena de marzo, técnicos de Enresa participaron activamente en diferentes reuniones de trabajo de varios comités de cabecera de la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE (NEA), así como en la reunión del Grupo Ejecutivo de la plataforma europea de almacenamiento geológico profundo (IGD-TP)

El 22 y 23 de marzo tuvo lugar la 55 Reunión Plenaria del Comité sobre la Gestión de Residuos Radiactivos (RWNC) de la NEA. El RWNC, creado en 1975, es un comité internacional formado por altos representantes de las autoridades reguladoras, organizaciones responsables de la gestión de residuos radiactivos y el desmantelamiento de instalaciones y organismos normativos e instituciones de I+D de los países de la NEA y la Comisión Europea. Entre sus funciones está la de apoyar a los miembros en el desarrollo de una gestión segura y económicamente eficiente de todos los tipos de residuos radiactivos, sobre la base de los últimos conocimientos científicos y tecnológicos; además de proporcionar un foro neutral de debate sobre temas de interés común para desarrollar prácticas y soluciones que satisfagan las necesidades de sus participantes.

Sesión plenaria del CDLM

Por otra parte, Enresa participó también en la 4ª Sesión Plenaria

del Comité de Clausura de Instalaciones Nucleares y Gestión del Legado (CDLM) de la NEA, que se celebró los días 16 y 17 de marzo. Este comité de cabecera de la NEA se creó en 2018, a raíz de la solicitud de los países miembros de la NEA para mejorar la visibilidad de esta organización en el ámbito del desmantelamiento nuclear. Aunque los primeros programas de la NEA sobre desmantelamiento datan de 1978, la creación del CDLM recoge los objetivos de la NEA para proporcionar a los gobiernos y otras partes interesadas, información sólida sobre aspectos políticos, estratégicos y normativos del desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas. Este comité también tiene como objetivo ofrecer un escenario de colaboración para el avance en aspectos técnicos, ambientales, políticos, financieros y sociales.

Finalmente, el Grupo Ejecutivo de la Plataforma tecnológica para la implementación de la disposición final geológica de desechos radiactivos (IGD-TP) se reunió el 24 de marzo en Praga. Esta plataforma se dedica a iniciar y llevar a cabo iniciativas estratégicas europeas para facilitar la implementación gradual del almacenamiento geológico profundo como solución final y segura para el combustible gastado, los residuos radiactivos de actividad alta y otros desechos radiactivos de vida larga. Su objetivo es abordar los desafíos científicos, tecnológicos y sociales, además de dar apoyo a los programas de gestión de residuos europeos. El IGD-TP se creó en noviembre de 2009 de la mano de la Comisión Europea y las organizaciones y agencias responsables de la gestión de residuos radiactivos.

Enresa explica su experiencia en cooperación local en un workshop organizado por la Oficina Federal de Energía Suiza

La directora de Desarrollo Corporativo, María Pérez y la técnico de Relaciones Internacionales de Enresa, Nuria Prieto, participaron los días 24 y 25 de marzo de 2022 en Zürich (Suiza) en un grupo de trabajo sobre "Mejores prácticas: infraestructuras nucleares y desarrollo regional" organizado por la Oficina Federal de Energía Suiza y enmarcado dentro del Forum on Stakeholder Confidence (FSC) de la Agencia de Energía Nuclear Europea.

La presentación española versó sobre proyectos de cofinanciación para la creación de empleo y la protección ambiental en España. En concreto, expusieron los sistemas de cooperación local que funcionan en España a través de proyectos de cofinanciación o basados en las asignaciones a municipios con cargo al Fondo y regulados por la Orden Ministerial de 11 de marzo de 2015. Los asistentes a la conferencia provenían de diferentes cantones, incluidos algunos municipios fronterizos de Alemania, y de organismos federales de cooperación regional

y valoraron muy positivamente la vía de la cofinanciación española porque "cuando un ayuntamiento invierte en un proyecto, se hace más responsable de él".

Dentro del Plan sectorial suizo de selección de emplazamiento para el Almacenamiento Geológico Profundo (AGP), esta conferencia ha proporcionado ejemplos de colaboración entre las comunidades locales y los promotores de grandes proyectos, principalmente en el ámbito nuclear (CC.NN., Almacén Centralizado ZWILAG), pero también fuera de él (túnel de ferrocarril en los Alpes).

El debate sirvió para mostrar las preocupaciones y expectativas en relación con la generación de empleo y la necesidad de que las comunidades retengan el valor de esa inyección económica a medio y largo plazo.

También se expuso la necesidad de la existencia de una normativa que regule desde el principio una hoja de ruta que especifique las actuaciones locales en detalle, tanto lo que se va a hacer, como la forma de desarrollarlo.

Los alumnos del XXXI Curso de Gestión de Residuos Radiactivos del Ciemat visitan El Cabril

Los alumnos del curso organizado por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), con la colaboración de Enresa, e integrado en el Máster en Ciencia y Tecnología Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid, visitaron el 25 de marzo el centro de almacenamiento. Los participantes en la XXXI edición de este curso tuvieron ocasión de recorrer esta instalación de almacenamiento y de conocer el

sistema de gestión de los residuos radiactivos de baja y media actividad que se realiza en España.



Vuelve a Córdoba el Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente que tendrá lugar los días 15 y 16 de septiembre

Córdoba volverá a acoger una nueva edición del Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente (SIPMA), un encuentro que congrega a periodistas, técnicos de medioambiente, estudiantes universitarios de Periodismo, Ciencias Ambientales y otras carreras científicas, en torno al debate, análisis y disección de temas y actividades relacionadas con la actualidad ambiental y periodística.

Enresa y la Asociación de Periodistas de Información Ambiental (APIA) han preparado un completo programa para la XVIII edición del Seminario Internacional de Periodismo y Medio Ambiente, que tendrá lugar los días 15 y 16 de septiembre en la Diputación de Córdoba y en el Centro de Almacenamiento de El Cabril.

El seminario, decano de la información ambiental en España, abordará temas de actualidad ambiental además de incluir talleres prácticos, mesas redondas y una visita a El Cabril. La conferencia inaugural, el día 15 de septiembre, correrá a cargo de Juan Luis Arsuaga, paleoantropólogo y codirector de los yacimientos de Atapuerca y del periodista y escritor Juan José Millás y versará sobre el "Medio Ambiente, entre sapiens y neandertales" a lo largo de la Historia.

A continuación, se analizará un caso práctico de comunicación ambiental "La Palma. Una erupción en directo". Para ello, representantes de la televisión canaria, del Instituto Geográfico Nacional y del Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo volcánico (PEVOLCA) del Gobierno de Canarias expondrán su experiencia directa durante esta erupción.

"La radiactividad cotidiana, desde el arte hasta la agricultura" será el eje de una mesa redonda en la que desde el Museo de Prado, una empresa de control de plagas y la Sociedad Española de Protección Radiológica compartirán los usos menos conocidos pero habituales de los radioisótopos.

La primera jornada concluirá con talleres prácticos. *Fakenews*, *podcast* y comunicar en positi-

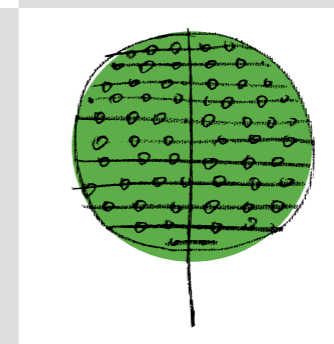
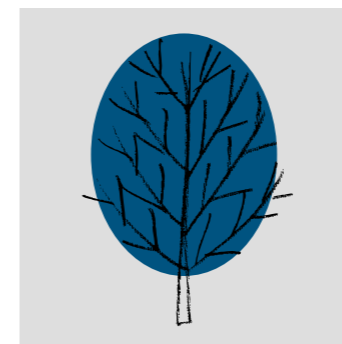
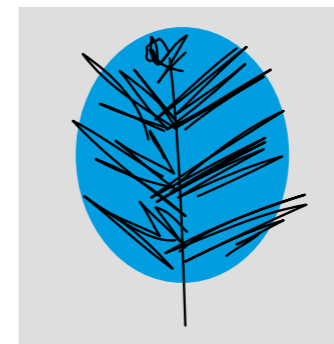
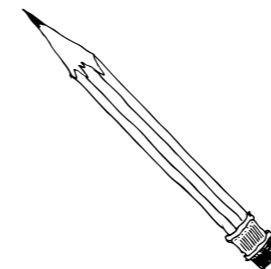


vo serán los grandes temas que permitirán el aprendizaje de la mano de expertos del sector.

El segundo día del evento, transcurrirá en el Centro de Almacenamiento de El Cabril, en Hornachuelos. Los asistentes podrán conocer la instalación, realizar un taller sobre el uso de drones para la comunicación ambiental y descubrir el entorno natural de la Sierra Albarrana cordobesa.

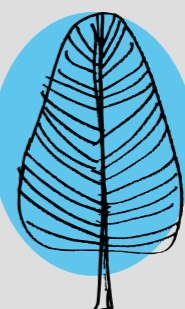


XVIII SEMINARIO INTERNACIONAL DE PERIODISMO Y MEDIO AMBIENTE



16 DE SEPTIEMBRE EL CABRIL. HORNACHUELOS

- 08:30 Salida en autobús hacia El Cabril
- 10:15 Llegada
- 10:30 Visita a las instalaciones
- 12:30 Actualidad y uso de drones para la Comunicación Ambiental
Diego Lobato, Fotógrafo, piloto y operador de drones.
- 14:00 Comida en el poblado minero de Santa Bárbara
- 15:30 Salida del autobús hacia Córdoba
- 17:30 Fin del seminario



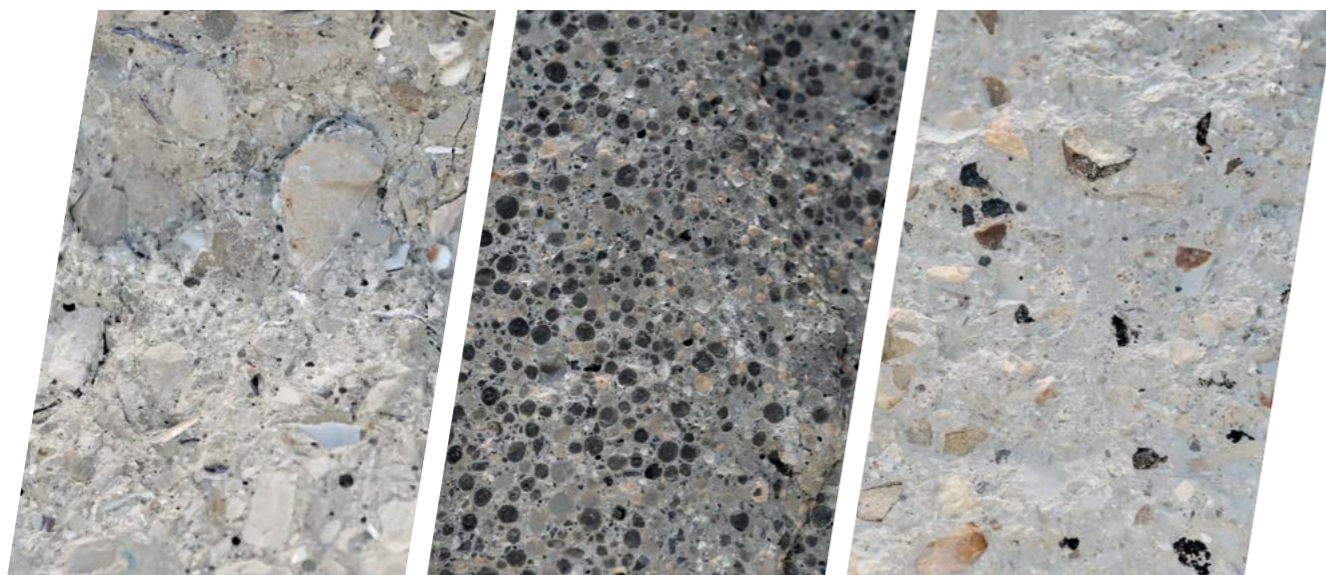
15 DE SEPTIEMBRE DIPUTACIÓN DE CÓRDOBA

- 10:00 Inauguración oficial
- 10:30 El Medio Ambiente, entre sapiens y neandertales
Juan Luis Arsuaga, escritor y catedrático de Paleontología.
Juan José Millás, escritor y periodista español.
- 12:00 La Palma. Una erupción en directo
Raúl Pérez López, científico titular del IGME-CSIC.
Francisco Moreno García, administrador único de Radio Televisión Canaria (RTVC).
Iago Otero, responsable del gabinete de comunicación del Plan PEVOLCA del Gobierno de Canarias.
- 14:00 Almuerzo
- 16:00 Mesa redonda. La radiactividad cotidiana: desde el arte hasta la agricultura
Laura Alba. Departamento de Restauración del Museo del Prado.
María Teresa Macías, presidenta de la Sociedad Española de Protección Radiológica.
- 17:30 Talleres
 1. Aprende a crear tu propio *podcast* desde cero.
María José Montesinos, directora y presentadora del programa y *podcast* de medio ambiente de RNE Aragón 'Por Naturaleza'.
 2. Periodismo en positivo.
Alfredo Casares, fundador y director del Instituto de Periodismo Constructivo.
 3. Fake news en el sector ambiental.
Asela Pintado, directora del Observatorio Europeo de análisis y prevención de la Desinformación.
- 20:30 Cóctel. Ayuntamiento de Córdoba
Jardines del Alcázar de los Reyes Cristianos de Córdoba.

EL HORMIGÓN *más sostenible* SERÁ DE PLÁSTICO, ESCOMBRO Y CENIZA

TEXTO: DEBORAH GARCÍA BELLO

FOTOS: ROBER AMADO



Detalle de pruebas de hormigón. Laboratorio de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña.

El hormigón es uno de los materiales de construcción por excelencia. Esta mezcla de arena, piedra, cemento y agua la podemos encontrar en todo el mundo y es la base sobre la que se ha levantado nuestra sociedad. Este material, que tiene la propiedad de endurecerse con el tiempo, se cree que nació en la antigua Babilonia, hace más de 7.000 años, pero fueron los romanos los que idearon nuevas técnicas constructivas y perfeccionaron los morteros y argamasas. Hoy, esta mezcla de áridos ha evolucionado y el desarrollo de hormigones sostenibles son objeto de proyectos I+D en instituciones como el *Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil (CITEEC)* de la *Universidad da A Coruña*.

«Hay quien cree que hacer hormigón no tiene tanta ciencia, que total solo son “tres palas de arena, una de cemento y agua la que pida”. Para que sea así de sencillo, antes alguien tuvo que investigarlo y desarrollarlo. A eso me dedico yo». **Gemma Rojo López** (O Saviñao, Lugo, 1989) es ingeniera técnica de obras públicas e ingeniera de caminos, canales y puertos. Me cité con ella en el *Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil (CITEEC)* de la Universidad de La Coruña, donde forma parte del grupo de investigación de construcción gCons, especializado en el ámbito del hormigón estructural. Gemma se dedica a desarrollar hormigones más sostenibles, y para ello incorpora residuos de todo tipo que sustituyen parte de los componentes del hormigón.

«El cemento y el hormigón no son lo mismo». Esto es algo que mucha gente desconoce, por eso Gemma comienza así cualquier conversación sobre su trabajo. El hormigón está formado por tres componentes: cemento, áridos y agua. El cemento es el pegamento del hormigón. Si además el hormigón lleva por dentro un esqueleto metálico, se le llama hormigón armado. A veces también contiene aditivos para controlar la viscosidad o el fraguado, que son las reacciones químicas que culminan en el endurecimiento del hormigón.

El hormigón es piedra artificial, piedra creada a escala humana. Su tiempo geológico se condensa en días en

lugar de en millones de años. No ha sido sometida a un largo proceso de formación natural, no ha soportado larguísimos vaivenes termodinámicos para convertirse en quien es, sino que en cuestión de días ha pasado de ser polvo a ser piedra. Por eso, además de posicionarse como el material fundamental de la construcción, el hormigón se ha empleado en arte para referirse a esa frontera impostada entre lo natural y lo humano.

«Después del agua, el hormigón es el material más empleado del mundo». Gemma pronuncia esta frase, se para un segundo, y la repite. Es imprescindible evaluar su impacto ambiental y reducirlo todo lo posible.

Hormigón sostenible

«Todos los componentes del hormigón son materiales de origen natural que tienden a agotarse más de lo que se regeneran». Transformarlos en hormigón tiene un coste ecológico elevado. El cemento se obtiene tras calentar piedra caliza y arcilla por encima de los 1400 °C. El gasto energético es muy alto y las materias primas son recursos naturales que se extraen de canteras. Además, en este proceso industrial se produce una cantidad ingente de dióxido de carbono CO₂, aproximadamente una tonelada por cada tonelada de cemento.

Por otro lado, los áridos son arena y grava, también son materiales naturales que provienen de canteras.

La investigadora del CITEEC, Gemma Rojo López, trabaja en el desarrollo de hormigones sostenibles.

Deborah García Bello, divulgadora científica y autora del reportaje.



Hay que lavarlos y triturarlos hasta que tengan la forma y el tamaño deseados, lo que también consume mucha energía.

El agua no se puede sustituir, pero los áridos y los cementos sí, al menos parcialmente. «Buscamos sustituir total o parcialmente el cemento o los áridos, sin que ello comprometa la seguridad del hormigón. Probamos varias proporciones de diferentes materiales, algunos son residuos procedentes de otros sectores. Buscamos aumentar la sostenibilidad del hormigón por partida doble: reducir el impacto medioambiental



Detalle de vigas y piezas de hormigón de grandes dimensiones "monitorizadas". Sala de pruebas del CITEEC. A Coruña.

sustituyendo componentes, y además convertir residuos en recursos para la construcción».

Constantemente, hay empresas que se ponen en contacto con el grupo de investigación del que Gemma forma parte porque no saben qué hacer con sus residuos. «Muchos de esos residuos acaban en vertederos, porque no se conoce una forma mejor de gestionarlos. O la única forma de valorizarlos energéticamente consiste en quemarlos. Nosotros estudiamos si es posible darles uso integrándolos en el hormigón».

Incorporación de residuos

El residuo sobre el que más se ha investigado, y que ya está contemplado en la normativa de construcción con hormigón, es el de construcción y demolición, es decir, los escombros. «Sustituimos parte del árido del hormigón por escombros. Sin embargo, los escombros pueden ser muy heterogéneos. Cuando demueles una vivienda, si va todo junto, estás mezclando vidrios, con cerámicas, ladrillos, hormigones, maderas, metales... Lo ideal sería que se dismantelara material por material: primero las ventanas, separando el vidrio de la madera o el aluminio, luego los alicatados, tabiquería, maderas... Y cuando solo quede hormigón armado, con imanes muy potentes se puede separar el acero».

Actualmente, la normativa contempla que entre el 20-30% del árido sea material reciclado. El problema, apunta Gemma, es que es una recomendación, no una obligación. «La arena es tan barata que a veces no compensa económicamente sustituirla por otros materiales, aunque sean más sostenibles. Eso provoca que en construcción se siga optando por materiales convencionales. Sabemos cómo construir reduciendo el impacto medioambiental, sin embargo, los hormigones sostenibles no se están usando ni para obra pública, cosa que no logro entender».

Antiguamente, el hormigón se fabricaba con cantos rodados procedentes de los lechos de los ríos. Resultaba muy económico y además, los cantos se deslizan muy bien entre sí, facilitando la puesta en obra del hormigón. Aun así, la huella ecológica era inadmisibles y hoy en día es una práctica prohibida. Algo similar ocurrió con los hormigones que se fabricaban con arena de playa. En zonas costeras aún se pueden encontrar edificios de los años sesenta y anteriores con trozos de conchas en su composición. El problema de la arena de playa es que contiene cloruros y sulfatos que oxidan la armadura de acero del hormigón.



Proyecto del CITEEC construido con hormigón hecho con áridos de mejillón, en los exteriores del campus universitario de A Coruña.

PROYECTO BIOVALVO

Las conchas de algunos bivalvos son un residuo fácilmente aprovechable. Con ellas se fabrican desde fertilizantes a cascarilla, que es un suplemento alimentario para las aves. «En Currelos usábamos la cascarilla para alimentar a las gallinas. La cascarilla no es más que concha picada. Las gallinas la metabolizan produciendo huevos con cáscaras más resistentes. El problema es que la cascarilla, si proviene del mejillón, forma esquirlas que pueden dañar la garganta de las aves. Por eso en la industria aviar ya no se usa el mejillón, sino cascarilla de berberechos, zamburiñas o almejas, que no tienen ese problema. Entonces pensamos, ¿y si usamos la concha del mejillón como árido del hormigón?». Así nació el proyecto Biovalvo. Para eliminar los sulfatos y los cloruros, las conchas se someten a un tratamiento con calor y luego se trituran. Para probar que es seguro y que funciona, hay que ensayarlos. Para eso, en el CITEEC se desarrolló el módulo biovalvo en el que todos los materiales incorporan mejillón, desde la cimentación hasta la cubierta. Está todo instrumentado para medir temperatura, humedad... «El mejillón ha dado muy buenos resultados en cuanto a aislamiento térmico y acústico. Incluso colocando concha entera entre pared y pared, mejora el aislamiento».

De momento, la norma no contempla la incorporación de concha de mejillón en el hormigón. «Ahora mismo



Detalle de áridos para hormigón hecho con concha de mejillón. Laboratorio de la ETS de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña.

si quieres usarlo, tienes que justificarlo. Esto se hace aportando las investigaciones que avalan que su uso es seguro y dando una justificación estética o de intención. Así es como se utilizó para la plaza de Os Mariñeiros en A Coruña». Pero no todo se reduce a construir casas. «La concha de mejillón también ha servido para hacer desde piletas a encimeras de cocina de alta resistencia, y esto ya se está comercializando».

Hormigón autorreparable

Otro residuo que se ha comenzado a emplear como árido de sustitución es el poliestireno expandido (EPS), más conocido como *poliexpán*. El EPS es un plástico termoestable, no se derrite con calor, lo que implica que no se puede reciclar mediante el reciclado mecánico tradicional. «El EPS es el material con el que se hacen las cajas de pescado. Al integrarlo en el hormigón, esa bolita que iba a estar ocupada por arena pasa a estar ocupada por aire. Se reduce el peso y, además, aporta un aislamiento térmico y acústico que lo hace más sostenible». Aunque el hormigón con EPS reciclado no está en la norma, «ya hay empresas que lo están empleando en sus obras y hay alguna casa piloto con tabiques prefabricados con este material».

También se están usando, como sustitutos de áridos, otros materiales como son los residuos de centrales térmicas y de biomasa. La ventaja de estos materiales es que son muy porosos y pueden servir como reserva de agua en los hormigones autorreparables. Estos hormigones contienen dos tipos de cápsulas, unas con bacterias (*Bacillus pseudofirmus* y *Sporosarcina pasteurii*) y otras con su alimento, el lactato de calcio. Cuando el hormigón se agrieta, el agua disuelve las cápsulas despertando a las bacterias, que comienzan a alimentarse del lactato de calcio y lo secretan como caliza que sella la fisura. Una vez sellada, las bacterias recuperan su estado de letargo. En tres semanas el hormigón se autorrepara.

Otros materiales, como el polietileno de las bolsas del supermercado, también se están incorporando al hormigón como fibras no estructurales. Lo mismo se está haciendo con los neumáticos residuales, que se trocean enteros, sin separar el caucho de los cables de acero, y se incorporan como fibras. Las fibras no estructurales se agregan al hormigón una vez hecho para darle un acabado más fino y para evitar el agrietado superficial. «En la superficie del hormigón pueden aparecer pequeñas grietas debidas a tensiones internas. Este fenómeno se llama retracción. Al secar pueden aparecer pequeñas lesiones, como cuando la piel se cuartea. Al incorporar fibras es como si esas fisuras se mantuviesen cosidas».

También se usa fibra de vidrio, fibra de carbono, o mallas con plásticos residuales para reparar y prevenir grietas, sobre todo en construcciones en contacto con agua. Estos materiales se adhieren al hormigón como si fuese un vendaje.



Polietileno expandido usado en las muestras de hormigón. Sala de pruebas del CITEEC.

Muestra de las pruebas de hormigón con polietileno expandido incorporado. CITEEC.

Frascos con materiales usados en las pruebas de hormigón. Laboratorio de la ETS de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña.

Además de sustituir áridos, el cemento también se puede sustituir parcialmente. Para eso se emplean residuos pulverulentos. «En la fabricación de asfalto se genera un residuo pulverulento que se llama *filler* de rechazo. Para estos fabricantes este residuo es un problema porque no se puede incorporar a la mezcla bituminosa. Pero nosotros podemos sustituir parte del cemento con él». La Fundación Renault premió recientemente a la empresa Extraco por su proyecto *Alfiller*, que consiste precisamente en valorizar el *filler* de rechazo incorporándolo a eco-productos de base cemento.

Otro residuo pulverulento son las cenizas que salen de las calderas de biomasa de la industria maderera. «Usan los troncos limpios, y todo el sobrante del árbol lo reaprovechan como combustible para sus calderas o para cocer la madera con la que se fabrican los tablonos de aglomerado. En ese proceso se forman cenizas que podemos incorporar al hormigón sustituyendo parte del cemento».



Bloque de hormigón fabricado para su uso en costas. ETS de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña.

« La eficiencia energética de las viviendas puede ser la puerta de entrada a los nuevos **hormigones sostenibles**, no solo porque incorporan materiales reciclados, sino porque son **mejores aislantes térmicos** »

También se está incorporando al cemento otro residuo de estas características que proviene de la industria del granito. «Después del empleo de explosivos en la cantera para extraer el bloque grande, hay que cortar y pulir el granito hasta convertirlo, por ejemplo, en encimeras de granito Rosa Porriño. El polvo que se genera en este proceso, nosotros lo incorporamos al hormigón sustituyendo parte del cemento».

Al incorporar estos residuos, en lugar de tener mezclas con 300 o 400 kg de cemento por metro cúbico de hormigón, se puede bajar a 250 kg. «Según la literatura científica, una reducción por debajo de 250 kg de cemento ya se considera "ecológico". No es que haya una norma sobre esta denominación, pero es lo que usamos como baremo».

Actualmente, Gemma está investigando mezclas ternarias y cuaternarias de cemento. Mezcla entre tres y cuatro materiales finos para hacer un solo polvo: cemento, ceniza de biomasa, *filler* de granito y metacaco-

lín. Este último se obtiene de la calcinación del caolín, pero tiene la ventaja de que se necesitan temperaturas mucho más bajas que para fabricar cemento (en torno a 550°C), con lo que se ahorra energía.

Cada vez se le da más importancia a la eficiencia energética de las viviendas. Hay gente dispuesta a invertir más para tener casas pasivas o con una marca de eficiencia energética mejor. «Es un mayor gasto inicial, pero, a la larga lo recuperan porque eso se nota en la factura de la luz. Puede que esa sea la puerta de entrada a los nuevos hormigones sostenibles, no solo porque incorporan materiales reciclados, sino porque son mejores aislantes térmicos. En invierno estás caliente y en verano fresco, sin tanta dependencia de calefacción y aire acondicionado. No obstante, no habría que esperar a que la gente demande estas cosas y se vayan incorporando a la construcción de manera orgánica. Creo que se debería agilizar este proceso, y eso pasa por cambiar normativas».

PRESIDENTA DE LA
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

TEXTO: TERESA PALACIO FOTOS: J.F. NARCEA

Aunque su vida profesional siempre ha estado vinculada a la protección radiológica, ha sido el pasado mes de diciembre cuando ha dado un paso más en su implicación con esta disciplina asumiendo, con entusiasmo, la presidencia de la Sociedad Española de Protección Radiológica. No es algo nuevo para ella, pertenece a esta Sociedad desde 1990. En lo profesional, desde el año 2001 es jefa del Servicio de Protección Radiológica del Instituto de Investigaciones Biomédicas CSIC-UAM y tiene amplia experiencia tanto en protección radiológica, como en gestión de residuos radiactivos. María Teresa Macías analiza para Estratos los retos de esta nueva etapa de la SEPR, así como la estrecha relación de Enresa con esta asociación profesional.

En primer lugar, enhorabuena por su elección como presidenta de la SEPR. ¿Cómo afronta este nuevo reto?

Muchas gracias por su felicitación y por darme la oportunidad de dar a conocer el proyecto de la nueva junta directiva a la que represento. He asumido la presidencia de la SEPR con mucha ilusión y ganas de trabajar. Lo primero que quiero es agradecer a los socios la confianza que me han dado para llevar a cabo esta tarea, siento la responsabilidad de responder a ella y de continuar el notable legado que han dejado mis antecesores. Para ello, cuento con un equipo extraordinario, no solo en la junta directiva, en la que están representados todos los sectores profesionales de la protección radiológica, sino en las diferentes comisiones, grupos de trabajo y medios que integran nuestro colectivo.

La SEPR es una institución sólida y bien consolidada, por lo que parto de una situación muy ventajosa. En nuestro recorrido podremos tener aciertos y errores, pero mantendremos nuestro propósito de contribuir a su progreso y al avance de la protección radiológica en nuestro país.

¿Cómo ha evolucionado la SEPR en los últimos años?

La SEPR siempre ha sido una sociedad dinámica, pero la pandemia COVID-19 sacó a relucir todo su potencial y capacidad de adaptación. La Sociedad ha realizado un proceso de transformación en tiempo récord para incorporar el uso de las tecnologías, adecuando sus recursos técnicos y humanos a la situación sanitaria derivada de la pandemia, dando como resultado una organización fortalecida y aún más cohesionada. Este

proceso de transformación nos permitió mantener la comunicación con los socios y partes interesadas, celebrar reuniones y mantener muchas de las actividades previstas en eventos *online*. Esto facilitó la participación de socios de diferentes zonas geográficas incrementando de manera significativa el número de asistentes y favoreciendo una mayor implicación de éstos en los grupos y comisiones de la Sociedad.

¿Qué proyectos tiene ahora mismo en marcha en la SEPR?

En general, los proyectos de la SEPR están definidos en su Plan Estratégico 2019-2023 (PE-19-23), que nos determina la hoja de ruta para caminar hacia nuestro objetivo fundamental: la promoción científica y la divulgación de la protección de las personas y del medio ambiente frente a los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes y no ionizantes.

En estos momentos, uno de los temas prioritarios para la SEPR es dar respuesta a las necesidades de sus socios, ya que ellos constituyen la principal fortaleza de la Sociedad. En esta línea, estamos diversificando las actividades planificadas con el objetivo de llegar a los profesionales de los diferentes sectores implicados en la protección radiológica (PR). Asimismo, tenemos especial interés en nuestros socios colaboradores. Queremos impulsar su participación e intentar que su cooperación con la SEPR sea un valor añadido a su actividad.

Otro de nuestros proyectos en curso está relacionado con la comunicación. Queremos transmitir información objetiva y veraz en temas relativos al uso de las radiaciones ionizantes y no ionizantes, utilizando para ello los recursos que tiene la Unidad de Comu-

María Teresa Macías

“Queremos consolidar la SEPR como referencia en la información sobre el uso de las radiaciones y la Protección Radiológica”

“EL OBJETIVO DE LA SEPR ES LA PROMOCIÓN CIENTÍFICA Y LA DIVULGACIÓN DE LA PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS Y DEL MEDIO AMBIENTE FRENTE A LAS RADIACIONES.”

nicación: la revista *Radioprotección*, que se publica trimestralmente; la página web, que está en continua actualización; así como la elaboración y publicación en redes sociales de infografías e hilos divulgativos relativos tanto a las actividades de la SEPR como a temas de interés y actualidad en el marco de la PR. Estas acciones permitirán consolidar la marca SEPR como referencia en el campo de la información sobre el uso de las radiaciones y la Protección Radiológica.

Por otra parte, la SEPR considera de enorme importancia la formación en PR, dirigida no solo a los socios sino a todos aquellos profesionales cuya actividad influye en la protección radiológica de los pacientes, del público y del medio ambiente. Conviene señalar que el objetivo fundamental de las diversas actividades que desarrolla la SEPR es implementar la formación en diferentes materias relativas a la protección radiológica, actualizando conocimientos, presentando temáticas nuevas, etc.

Con este espíritu, la SEPR contempla en sus planes anuales de actividades científicas cursos con objetivos temáticos dirigidos específicamente a cada sector, así como cursos transversales en los que participan profesionales de todos los sectores de la Sociedad. Un ejemplo es el Curso Práctico de Calibración de Equipos de Protección Radiológica, que ha celebrado su 5ª edición y tiene ya una larga lista de espera de participantes para la próxima edición.

Otro de los objetivos de atención prioritaria son los socios más jóvenes. Ellos constituyen el recambio generacional en nuestra organización y, desde la junta directiva, creemos firmemente en el beneficio de integrarles en todos los estamentos y actividades, no solo para asegurar un intercambio gradual de conocimiento y funciones, sino también porque su empuje y creatividad contagia entusiasmo y ganas de emprender iniciativas. En este contexto, hemos realizado la primera edición de los Premios SEPR para los mejores Trabajos Fin de Grado (TFG) y de Máster (TFM) en el campo de la protección radiológica, al que se han presentado numerosos trabajos con elevado nivel científico.

La SEPR es un colectivo multidisciplinar, al que pertenecen profesionales procedentes de diferentes sectores, pero con un nexo en común. Supongo que esta diversidad enriquece mucho...

Efectivamente, una de nuestras características más distintivas es el alto componente multidisciplinar de los asociados. Desde su constitución, la SEPR siempre ha estado integrada por profesionales de diferentes sectores de actividades donde se producen y/o utilizan radiaciones ionizantes y no ionizantes. Entre sus socios hay biólogos, físicos, ingenieros, médicos, químicos y profesionales de otras muchas disciplinas. Esto hace posible establecer sinergias, de manera que las aportaciones de unos socios se complementan con las de otros. Con ello, se facilita la toma de decisiones desde una perspectiva integral y permite a la SEPR ocupar un espacio de diálogo, información y participación entre sus asociados, la sociedad en su conjunto y las empresas e instituciones, públicas y privadas, con el objetivo común de contribuir a la aplicación y desarrollo de la PR.

En este punto, podríamos preguntarnos ¿qué puede aprender un técnico de radiodiagnóstico de otro que trabaja en una central nuclear?

Los riesgos radiológicos a los que está expuesto un técnico de radiodiagnóstico son diferentes a los de un trabajador de una central nuclear. Sin embargo, los Principios Fundamentales de Justificación, Optimización y Limitación de Dosis, así como las medidas básicas de la protección radiológica (distancia, tiempo y blindajes) son las mismas en ambos casos. Ambos profesionales tienen un objetivo común: su protección personal y la de su entorno de trabajo. Lo que puede ser muy diferente son las condiciones en que dicho trabajo se desarrolla; los problemas y situaciones a los que se tiene que hacer frente y las soluciones que se encuentran. La experiencia operativa compartida entre sectores es un tremendo valor añadido de esta disciplina, ya que se pueden establecer sinergias que facilitan el intercambio de conocimiento relativo a diferentes áreas de la protección radiológica operacional, tales como procedimientos de medidas de radiación, dosimetría, normativa, etc., así como extrapolar procedimientos de trabajo para una misma tarea de un escenario a otro diferente.

En el ámbito internacional, ¿qué acuerdos mantiene la SEPR y en qué foros participa?

Las relaciones institucionales, y no solo las internacionales, ocupan un espacio muy importante en nuestra Sociedad, constituyendo una de las palancas



de nuestro plan estratégico. Este posicionamiento se ve reforzado con la firma de acuerdos de colaboración con organismos de PR tanto de ámbito nacional como internacional.

Las extraordinarias relaciones que la SEPR mantiene con el *Organismo Internacional de Energía Atómica* (OIEA) se plasmaron con la firma, a principios de 2021, del Acuerdo de Cooperación sobre PR con este organismo, un documento que establece un marco de cooperación entre ambas instituciones. Ese mismo año, la Sociedad firmó un convenio marco de colaboración con el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), muestra de la estrecha colaboración entre ambas instituciones, cuyo objetivo es seguir cooperando en el intercambio de información y la participación y colaboración en actividades en el ámbito de la protección radiológica. Aquí, quiero señalar también la importante colaboración que la SEPR mantiene con el Ciemat en numerosas áreas.

Nuestros socios colaboran en instituciones de ámbito nacional, por ejemplo, en la Comisión Nacional de Radiofísica Hospitalaria, en proyectos del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, etc. Es importante mencionar nuestra contribución en la elaboración y recopilación de comentarios a dife-

rentes documentos técnicos y normativos del OIEA, del CSN, de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) u otras instituciones relacionadas con la protección radiológica.

Teniendo en cuenta este carácter multidisciplinar, ¿qué relaciones mantienen con otras sociedades científicas?

La SEPR colabora con diversas sociedades científicas de ámbito nacional e internacional. En el caso de las sociedades científicas nacionales, quiero indicar la buena sintonía de colaboración que existe con la Sociedad Española de Física Médica (SEFM), con la que mantenemos una estrecha implicación para desarrollar temas de interés común que redundarán en la protección de los profesionales, pacientes y el público en general.

En relación con las sociedades europeas de PR, es preciso indicar que la SEPR está muy bien posicionada en la *International Radiation Protection Association* (IRPA). Muestra de ello es que la candidatura liderada por la SEPR para organizar en Valencia el 17º Congreso Internacional IRPA de 2028, ha sido ganadora en la primera ronda de votaciones y tendrá que ser refrendada en 2024, durante el 16º Congreso Internacional IRPA. Nuestros socios colaboran en comités organizadores y científicos de los diferentes congresos regionales e internacionales de IRPA y participan en dichos eventos.

Por otra parte, la SEPR mantiene fuertes vínculos con las sociedades de PR de Hispanoamérica. Tenemos un acuerdo de colaboración con la Federación de Radioprotección de América Latina y el Caribe (FRALC) firmado en 2010 y que, en la actualidad, está en proceso de revisión. En este contexto de colaboración

“LA SEPR IMPULSA, DE MANERA CONTINUA, LA PARTICIPACIÓN DE SUS SOCIOS EN INSTITUCIONES INTERNACIONALES Y EN GRUPOS DE TRABAJO EUROPEOS”

con América Latina, la Sociedad firmó el pasado año un memorando de cooperación con la *Red Latinoamericana de PR en Medicina* (LAPRAM) para llevar a cabo actividades conjuntas, habiendo realizado, hasta el momento, cuatro seminarios *online* sobre diferentes temáticas de interés común.

La SEPR promovió la constitución de la Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica (PEPRI) en 2014. ¿Qué aporta PEPRI a la SEPR?

La Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica (PEPRI) constituye un foro de encuentro de diversas entidades, en el que participan universidades, centros tecnológicos y de investigación, instalaciones sanitarias, industrias, etc. implicadas en la I+D+i relacionada con la protección radiológica en España, destacando entre sus objetivos impulsar el crecimiento de la base científica y tecnológica de la PR.

Participamos de manera muy activa en esta plataforma. La SEPR ostenta su secretaría general y tiene un representante en su consejo gestor. PEPRI, por su parte, ofrece a la Sociedad una visión no solo de las novedades y desarrollos que van surgiendo como consecuencia de la investigación, sino también de dónde se encuentran los retos a los que se tendrá que ir haciendo frente en el medio plazo. Resulta crucial que el resultado de la investigación pueda incorporarse a la práctica de los profesionales y en eso creo personalmente que la relación PEPRI-SEPR juega un papel fundamental.

Quiero señalar que la implicación de la SEPR con la I+D+i no se limita a su participación en PEPRI, sino que va más allá, avalando solicitudes de proyectos de investigación presentados por sus socios y concediendo soporte científico a propuestas de ellos.

La Directiva Europea sobre protección radiológica 2013/59/Euratom, debería haber finalizado su transposición en febrero de 2018. Cuatro años después, y con una larga pandemia de por medio, ¿en qué grado está transpuesta en España?

La transposición de una directiva al ordenamiento jurídico español es un proceso laborioso y en el caso concreto de la Directiva 2013/59/Euratom ha resultado más complicado, habida cuenta que refunde cinco directivas en un único documento e implica a numerosas autoridades competentes.

Hasta el momento se han publicado diferentes documentos que transponen en parte la directiva. El pro-



yecto de Real Decreto, por el que se aprueba el «Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes» está próximo a su aprobación y posterior publicación.

En relación con el Reglamento de instalaciones nucleares y radiactivas, el ámbito de aplicación de la Directiva 2013/59/Euratom excede a dicho reglamento, dado que esta directiva incluye también otras actividades que conllevan la presencia de fuentes naturales de radiación que ocasionen un incremento significativo de la exposición de los trabajadores o de los miembros del público, por lo que se ha considerado necesario modificar el título del anterior Reglamento dándole la denominación de «Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ioni-

zantes». Se dispone de un borrador del texto en el que trabajan el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y el CSN y será sometido a información al público a lo largo del año en curso.

La gestión de los residuos radiactivos está estrechamente ligada a la protección radiológica. ¿Cómo valora el papel que desarrolla Enresa en España?

Sin duda, la gestión de residuos radiactivos que se realiza en España es modélica. El trabajo profesional de Enresa sigue unos procedimientos muy rigurosos que garantizan la total seguridad de las operaciones que llevan a cabo. Contar con una empresa pública como Enresa es un acierto y permite asegurarnos esta gestión en el futuro. Y podemos estar muy tranquilos porque la labor de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, como no podía ser de otra manera, tiene la protección radiológica como elemento esencial y cuenta con profesionales altamente cualificados en la materia.

Desde el punto de vista de la SEPR ¿Cómo se observa el proceso de desmantelamiento de una central nuclear?

El desmantelamiento de una central nuclear es un proceso industrial que, lógicamente, tiene el componente añadido de trabajar en zonas con implicaciones radiológicas. Para ello, son fundamentales las caracterizaciones exhaustivas de estas áreas y seguir en todo momento con rigor los fundamentos de la protección radiológica de distancia, tiempo y blindaje, como así me consta que se hace. Procedimientos ALARA para minimizar los impactos de dosis a los trabajadores, así como el riguroso control del organismo regulador español, el Consejo de Seguridad Nuclear, hacen que un desmantelamiento, desde el punto de vista de la protección radiológica, se pueda ejecutar con las mayores garantías de seguridad.

¿Ha tenido oportunidad de visitar alguna instalación de Enresa?

He tenido numerosas oportunidades de visitar El Cabril, situado en Hornachuelos, en Córdoba. Recuerdo que en mi primera visita el viaje hasta Córdoba lo hicimos en autobús, no existía el AVE. He podido ver

la evolución del Centro de Almacenamiento prácticamente desde sus inicios, por una parte, como responsable de una instalación productora de residuos radiactivos y, por otra, como representante de la SEPR.

El Cabril es una referencia en la gestión de residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad. Además, se encuentra en un entorno natural de una gran belleza. Y, precisamente, cuando uno llega allí, se da cuenta de que las actividades y procedimientos de PR garantizan esa perfecta conjunción entre el respeto por el medio ambiente y el uso médico e industrial de la energía nuclear. Efectivamente, estas actividades generan residuos radiactivos, pero existen soluciones de gestión, eficaces, fiables y seguras. Y El Cabril es una buena muestra de ello.

La colaboración entre Enresa y la SEPR se inició unos años después de la constitución de dicha empresa. ¿Qué aporta esta colaboración a la SEPR?

La colaboración entre Enresa y la SEPR se inició unos años después de la creación de esta empresa pública, y, desde entonces, continúa siendo muy estrecha. Es una relación que se desarrolla en dos vertientes. Por una parte, con la contribución personal de sus técnicos. Desde 1992,

las sucesivas juntas directivas de la Sociedad han contado con un representante de Enresa. Prueba de ello es que nuestra actual vicepresidenta es Cristina Correa, técnico de Enresa y una persona que conoce bien la SEPR, ya que fue su tesorera de 2004 a 2008 y, posteriormente, ejerció de directora de nuestra revista *Radioprotección*. Además, otros profesionales de esta empresa participan en grupos de trabajo y contribuyen en la organización de nuestros cursos y actividades. Un ejemplo de ello es el “Curso de toma de muestras para la determinación de la radiactividad ambiental” que se celebrará este mes de mayo.

Por otra parte, institucionalmente, la colaboración entre ambas entidades sigue siendo muy estrecha. Por eso, como representante de la SEPR, quiero aprovechar esta ocasión para agradecer a Enresa su confianza en nuestra Sociedad y su contribución personal e institucional para llevar adelante parte de nuestras actividades. ■ ■ ■

“...PODEMOS ESTAR MUY TRANQUILOS PORQUE LA LABOR DE ENRESA TIENE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA COMO ELEMENTO ESENCIAL, CON PROFESIONALES ALTAMENTE CUALIFICADOS...”

Transporte de residuos radiactivos: la seguridad está en el embalaje

La gestión de residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad en España es actualmente una práctica habitual, que se realiza de manera contrastada y con todas las garantías de seguridad técnica y protección frente a las radiaciones. Para ello, desde la creación de Enresa a mediados de los años ochenta, se ha recorrido un largo camino de aprendizaje, investigación, capacidad de adaptación y agilidad técnica para dar solución a los sucesivos retos que han ido apareciendo a lo largo del camino. Uno de estos retos técnicos fue desarrollar los embalajes para el transporte de los residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad adaptados a sus diversas tipologías, en cuanto a volumen, masa y características radiológicas.

TEXTO: MARÍA TERESA PEINADOR NUÑO FOTOS: ARCHIVO ENRESA

Los transportes de materiales radiactivos están sometidos a la normativa europea aplicable para el transporte de mercancías peligrosas. En particular, los materiales radiactivos son una de las nueve clases de mercancías peligrosas que considera la citada reglamentación. En ella, entre otras cosas, se recogen disposiciones sobre el diseño y ensayo de los embalajes, su marcado, los contenidos autorizados y la documentación

para el transporte. Una normativa que, en el caso del transporte por carretera, se actualiza cada dos años recogiendo los últimos cambios técnicos aplicables.

En España, según el acuerdo europeo para el transporte seguro de mercancías peligrosas por carretera (ADR) y otras normativas aplicables, los bultos de materiales radiactivos -entendiendo por bulto el conjunto del embalaje más el contenido radiactivo- en función

del riesgo radiológico asociado a cada uno de ellos, pueden necesitar de una aprobación previa a su uso que será emitida por la Dirección General de Política Energética y Minas, previo informe preceptivo y vinculante del Consejo de Seguridad Nuclear.

Cuando en 1985 Enresa comenzó su andadura, hubo que trabajar duramente en el desarrollo de capacidades que no existían hasta ese momento: adquirir conocimientos;

definir un sistema de gestión de residuos; y establecer un sistema logístico para la retirada y acondicionamiento de los residuos radiactivos que se generaban en el país. Entre ellos estaba el de implementar un sistema de transporte, dentro del cual el diseño de embalajes específicos adaptados a las diferentes tipologías de residuos radiactivos que se iban teniendo que retirar fue una faceta importante. Este ha sido un trabajo de adaptación continua, expresión de ingenio

y aprovechamiento de oportunidades.

Como resultado de esta actividad, Enresa actualmente dispone de un catálogo con 26 modelos de diferentes embalajes, que abarcan la totalidad de los tipos recogidos en la reglamentación: exceptuados, industriales, tipo A y tipo B. De ellos, algunos han nacido del propio desarrollo técnico de Enresa, otros se han adaptado para dar el servicio al que se destinan, y otros

Retirada de residuos de baja y media actividad en una instalación radiactiva.



son estándares ya utilizados comercialmente

Los diseños de estos embalajes de transporte son muy diversos, incluyendo desde simples bolsas textiles, como el embalaje Enresa tipo XV, que tienen un coste asociado de decenas de euros y se puede comprar en cualquier ferretería industrial; hasta sofisticados embalajes tipo B, como el embalaje Enresa tipo XXII, que han conllevado un diseño, ensayos y fabricación valorados en centenares de miles de euros, y cuyo proceso de desarrollo solo se encuentra al alcance de expertos en la materia.

Con el actual catálogo de embalajes, Enresa da servicio a cerca de un millar de instalaciones radiactivas y nucleares, hospitales, centros de investigación, industrias, centrales nucleares, etc. Con ello, podemos decir que esta empresa pública dispone de un catálogo de elementos destinados a la logística del transporte, de un modo seguro, de los más amplios de los países desarrollados y que han permitido que, en España, el transporte de residuos de muy baja y media actividad se realice con las más altas cotas de seguridad; lo que viene demostrado por los casi cinco millones de kilómetros realizados para el transporte de estos residuos a El Cabril, sin incidente alguno que comprometiera la seguridad física o radiológica de la carga.

En este dilatado catálogo presentamos algunos de los embalajes y contenedores más destacados.

ENRESA TIPO III

Embalaje homologado como tipo A, utilizado para el transporte de residuos sólidos, mixtos y fuentes encapsuladas.



ENRESA TIPO V-C

Embalaje homologado como IP-1, para el transporte de residuos líquidos y mixtos.



ENRESA TIPO XXI

Embalaje homologado como tipo A, utilizado para el transporte de cámaras de fisión.

ENRESA TIPO XV

Embalaje homologado como IP-1 o IP-2 (dependiendo del marcado del mismo) para el transporte de residuos sólidos.

ENRESA TIPO IV-3

Embalaje homologado como IP-1, utilizado para el transporte de residuos sólidos biológicos.



ENRESA TIPO X

Embalaje homologado como tipo B(U), para el transporte de materiales y fuentes encapsuladas con actividad alfa.





ENRESA TIPO XXVI
Embalaje homologado como IP-2, utilizado para el transporte de residuos sólidos.



ENRESA TIPO XXVII
Embalaje homologado como IP-2, utilizado para el transporte de residuos líquidos.

OBJETIVOS DE LOS REQUISITOS PARA EL TRANSPORTE DE MATERIAL RADIATIVO

| OBJETIVO A CUMPLIR | CÓMO CUMPLIRLO |
|---|--|
| La contención de los materiales radiactivos dentro de los embalajes, para impedir su dispersión y posible contaminación de las personas y el medio ambiente. | A través de la resistencia mecánica del embalaje, que será más o menos exigente según el riesgo del contenido (enfoque graduado). |
| El control de la radiación externa en el exterior de los bultos para prevenir el riesgo de las radiaciones emitidas por los materiales radiactivos. | Utilizando materiales de blindaje en los bultos y advirtiendo de los niveles de radiación en su exterior mediante señalizaciones. |
| Evitar los daños derivados del calor que emiten ciertos bultos de transporte. | A través del diseño de los embalajes y de las condiciones de estiba de los bultos durante el transporte. |
| Evitar la posibilidad de una reacción en cadena (criticidad) cuando se transportan materiales fisiónables. | Mediante un adecuado diseño de los embalajes y limitando el contenido de material fisiónable en cada bulto y número de bultos en cada envío. |



Trenes históricos

El turismo que viene desde el pasado



Locomotora La Bonita junto a la torre del enclave de la estación de Móra la Nova.

Hubo un tiempo en el que el tren era un cordón umbilical que conectaba los pueblos, un factor de desarrollo económico para las comarcas, un punto de encuentro de vecinos y viajeros, un viaje para disfrutar el paisaje. Aquel tren de antaño vuelve a tener latido gracias al trabajo voluntario de verdaderos artesanos y a la iniciativa de municipios como Ascó o Móra la Nova, poblaciones tarraconenses de la Ribera del Ebro que trabajan para rehabilitar y poner en valor su patrimonio ferroviario. Y, acompañando y apoyando estas iniciativas de recuperación y puesta en valor de este acervo cultural, está Enresa a través de los fondos para la cofinanciación de actividades de desarrollo local dirigidas a la generación de actividad económica en las zonas nucleares.

TEXTO: JORGE FERNÁNDEZ

FOTOS: APPFI

Móra la Nova es un municipio tarraconense cuya historia está unida al ferrocarril desde hace más de cien años. Con la entrada en funcionamiento de su estación en 1891, la localidad inició un período de desarrollo y crecimiento como resultado de su conversión en un núcleo ferroviario importante, al tratarse de uno

de los cuatro puntos intermedios que se establecieron en la línea de directos que unía Barcelona y Madrid. En aquellos tiempos, las locomotoras de vapor necesitaban hacer paradas para repostar agua y carbón en diferentes puntos del camino. Además, precisaban de un mantenimiento continuo y ser sustituidas periódicamente para garantizar su funcionamiento con buenas prestaciones. Por ello, la vía de más de 600 kilómetros que conectaba las dos grandes capi-

tales españolas se dividió en cuatro tramos. Móra la Nova fue el lugar perfecto para establecer uno de esos puntos de avituallamiento y de mantenimiento de equipos ferroviarios. Geográficamente está a medio camino de Barcelona y Zaragoza, en un terreno llano y con el suficiente espacio para que se construyeran edificios de servicio, talleres de reparación y mantenimiento, una gran playa de vías y equipos para girar locomotoras y clasificar trenes.



Complejo ferroviario

“Móra la Nova fue un punto importante en el transporte ferroviario”, nos cuenta Francesc Xavier Moliné, alcalde de la localidad. “En los años cincuenta, en el momento de máximo esplendor, la estación acogía hasta un centenar de locomotoras y en sus talleres, almacenes y servicios llegaron a trabajar más de un millar de personas”. Una de las principales funciones que tuvo la estación fue clasificar los trenes de mercancías, organizando convoyes con los vagones destinados a un mismo lugar.

“Todo esto se fue perdiendo a medida que se fueron sustituyendo las máquinas de vapor por las de fuel y, posteriormente, por las eléctricas”, comenta Moliné, “con este cambio, se produjo el aban-

dono de aquellas infraestructuras. ADIF entonces tampoco tuvo la mentalidad de mantener unas instalaciones de más de un siglo que, finalmente, se fueron desmoronando y cayendo a pedazos.”

“Tuvo que llegar una asociación de entusiastas del ferrocarril con la voluntad y el deseo de mantener la chispa viva, para animarnos a creer y trabajar en un proyecto de recuperación y conservación del patrimonio ferroviario. Un plan que es muy ambicioso y que nos desborda, ya que somos un pueblo de tres mil habitantes”, - afirma Moliné - “pero creímos en él y, desde entonces, llevamos veinte años trabajando en la recuperación de todo ese patrimonio olvidado y creo que hemos avanzado muchísimo”.



Interior de un vagón comedor de 1950 restaurado por APPFI.



Francesc Xavier Moliné, alcalde de Móra la Nova y Jordi Sasplugas, director del Museo del Ferrocarril, junto a La Cuco

Locomotora de Renfe fabricada por Macosa en 1956. Vehículos ferroviarios para rehabilitar en los talleres de Móra la Nova.



Amigos del ferrocarril

La aparición de la Asociación para la Preservación del Patrimonio Industrial y Ferroviario (APPFI), integrada por un grupo de aficionados al tren, consiguió el compromiso de las instituciones para trabajar en favor de ese objetivo. La creación del Museo del Ferrocarril de Móra la Nova fue la culminación de un largo proceso de revalorización y restauración del rico complejo ferroviario de esta localidad. Hoy, este centro de interpretación del ferrocarril forma parte de la Red Estatal de centros de Puesta en Valor del Patrimonio Ferroviario y está integrado en la Red de Museos de la Ciencia y la Técnica de Cataluña.

Arquitecto, ingeniero técnico de obras públicas y profundo amante de los trenes, Jordi Sasplugas vive por y para la recuperación de esta herencia ferroviaria, algo en lo que lleva veinte años trabajando, ahora desde la dirección de este museo

“El museo cuenta actualmente con una colección de 35 piezas, aunque recientemente firmamos con el presidente de Renfe la cesión de 8 vagones tolva que llevaban carbón a la central térmica de Andorra (Teruel). Estos son los últimos vagones que quedan en España y se van a preservar aquí, en estado de funcionar”.

Para Sasplugas “la principal característica que nos diferencia de otros museos con un gran volumen de vehículos ferroviarios es que las suyas son colecciones estáticas que podemos admirar y conocer su historia, pero nada más. Nuestra meta es hacer lo que lleva a cabo en Europa desde hace 50 años: poner ese patrimonio restaurado en funcionamiento, que esté operativo. De esta manera, es capaz de generar mucho más retorno y se justifica la inversión que se hace para su rehabilitación. En España somos, junto con el Museo del Fe-

rocarril Vasco, prácticamente los únicos en hacerlo así”

El museo es en una fuente de demanda de servicios y dinamiza con sus necesidades la economía local, favoreciendo a empresas y proveedores del entorno. “A través de él se da trabajo directo a mucha gente de la zona, asegura Moliné, tapiceros, latonistas y otras necesidades artesanales que surgen en el proceso de restauración de las piezas se cubren con gente de la comarca. Está claro que el museo irradia una economía indirecta que favorece a la zona.”

El museo de Móra cuenta con piezas que abarcan los siglos XIX y XX de la historia del ferrocarril. “De esta colección, -nos cuenta su director - seis son en propiedad. El resto pertenecen a la Fundación de Ferrocarriles Españoles, que gestiona todo el antiguo material de Renfe, y a la Generalitat de Cataluña. Son piezas que nos ceden

por un periodo de tiempo, unos veinte años, con el compromiso de que las restauremos y pongamos en funcionamiento”.

De todas ellas, Sasplugas destaca, por su valor histórico y por su vínculo con esta población, a La Bonita. “Así la llamaban todos los ferroviarios a esta locomotora de vapor de más de 220 toneladas de peso y que es realmente una pieza imponente”. Esta máquina se fabricó en 1951 en Barcelona, en la Maquinista Terrestre y Marítima, para remolcar los trenes de más prestigio de la época, los Express. De este modelo se construyeron 57 ejemplares, de los que hoy solo se conserva ésta. Por tanto, es única en el mundo. “A La Bonita de momento le hemos hecho una restauración cosmética, pero evidentemente nuestra ilusión y nuestro leit motiv es trabajar para volver a ponerla en funcionamiento un día”.



La Cuco

En la labor de recuperación del material histórico, “cualquier pieza que recibimos es para nosotros un reto, afirma Jordi Sasplugas, porque si se tratara de maquillarla, con poca de formación lo podríamos hacer. Pero cuando tratamos de poner en marcha una pieza, como es el caso de La Cuco -una pequeña locomotora de vapor construida en Bélgica el año 1885 por Macinell Couillet-, que nos llegó sin información, sin documentación técnica y de la que nosotros no teníamos los conocimientos necesarios restaurarla con garantías de funcionar, lo que ocurre es que buscamos la forma de abordar ese trabajo y, gracias al esfuerzo de cada día, al cabo de cinco años de comenzar con las restauraciones serias de vehículos, llegamos a obtener una homologación para estos empeños de la Agencia de Seguridad Ferroviaria Española. Por tanto, hoy estamos reconocidos como taller de reparación de trenes antiguos que pueden circular por la red de ADIF una vez reparados”.

En la recuperación de La Cuco, locomotora histórica de la que tan solo se fabricaron diez unidades, ha colaborado Enresa a través de los fondos para la cofinanciación de actividades de desarrollo local con cargo al Fondo para la gestión de los Residuos Radiactivos, que entran dentro del objeto de la Orden IET/458/2015 y están destinadas al fomento y creación de alternativas económicas en el entorno. En base a esta orden, Enresa cofinanció, en una primera fase, la restauración del bastidor, eje y cilindros de la máquina y, en una segunda, la restauración de la caldera y de la caja de humos. Hoy La Cuco es la 2ª locomotora de vapor en funcionamiento más antigua de España y la 1ª de Cataluña.

La voluntad y empeño de un grupo de gente con inquietudes y ganas

de recuperar un patrimonio ferroviario ha logrado forjar un lugar en el que hoy, además, se restauran locomotoras para terceros. “Ahora mismo estamos trabajando en tres piezas para ferrocarriles de la Generalitat y hay más en cartera -nos cuenta Sasplugas-. Hemos sido capaces de ir creando escuela y nos hemos convertido en el segundo taller de España en el que se puede reconstruir una pieza ferroviaria antigua para que tenga una segunda vida que sirva tanto para explicar su propia historia, como para generar riqueza en el territorio donde pueda admirarse o volver a transportar personas, dando lugar a la generación de ofertas turísticas ligadas a estos ferrocarriles históricos”.

Para el director del museo ser una entidad homologada para estos trabajos, “nos da mucha perspectiva de futuro” y su idea es seguir los pasos de los países que en Europa ya tienen un volumen importante de patrimonio histórico puesto en servicio. “Solo con que en España consiguiéramos la décima parte de lo que se hace en Europa tendríamos trabajo asegurado para más de diez años”.

El hecho de estar capacitados para dar un servicio externo, y facturar a terceros, supone una importante fuente de ingresos para esta asociación que se nutre de las aportaciones de sus socios y de las subvenciones que consiguen atraer periódicamente. Pero también conlleva el reto de la profesionalización. “Actualmente damos empleo a siete personas a través de los planes de ocupación de la Generalitat, a los que estamos dando formación en un tipo de tareas que no son convencionales y que no figuran en ningún plan de formación”.

La formación de profesionales en este campo es fundamental, pero



Locomotora La Cuco fabricada en Bélgica en 1885 y rehabilitada por la Asociación para la Preservación del Patrimonio Industrial y Ferroviario con la colaboración de Enresa.

en España no hay una formación o un grado específico. “Hemos solicitado al Departamento de Educación de la Generalitat la creación de un grado de formación -afirma Francesc Xavier Moliné- porque el aprendizaje del mantenimiento ferroviario no está reglado y nos cuesta mucho encontrar oficios relacionados con este tipo de tareas”.

Desde su creación hace trece años, el Museo del Ferrocarril de Móra la Nova ha recibido una media de 4.500 visitantes anuales. Tras el parón impuesto por el Covid-19, el pasado año ya se experimentó un incremento en el número de visitantes lo que augura el buen futuro de esta propuesta histórico-turística.

La estación de Ascó

El ayuntamiento de Ascó, dentro de esa filosofía de dinamización turística y económica en torno al ferrocarril, está trabajando en la rehabilitación integral y el acondicionamiento de edificio de la estación del tren del municipio para uso turístico.

El objetivo es convertirla en el centro turístico de una oferta vertebrada en torno al ferrocarril, albergando la Oficina de Turismo municipal, salas destinadas a exposiciones, actividades turísticas, culturales y museizando parte del edificio de la estación: “desde la llegada del tren en 1891, la estación se convirtió en un elemento dinamizador de la localidad. Esa situación llegó a su fin en torno al año 2000 en que, con la digitalización del servicio y la bajada de viajeros a causa de la despoblación, Renfe cerró la estación”. En ese momento -nos cuenta Miquel Àngel Ribes, alcalde de Ascó- “el ayuntamiento firmó un convenio con ellos

para que pudiera quedar abierta como zona de espera para la gente que iba a coger el tren”.

El objetivo que ahora se ha marcado el equipo de gobierno municipal es museizar la planta baja del edificio como si fuera una antigua estación, e instalar en el piso superior la Oficina de Turismo. Y, lo más importante, convertirla en el centro de emisión y recepción de viajeros del tren histórico-turístico El Caspolino.

Para Carolina Baiges, regidora de Promoción Económica del Ayuntamiento de Ascó “rehabilitar este edificio es recuperar patrimonio histórico del municipio con el fin de convertirlo en el epicentro de la oferta turística del municipio”. Baiges destaca que “si somos capaces de vertebrar una oferta turística de la zona con El Caspolino crece y somos capaces de vertebrar una oferta sólida en la comarca alrededor del tren, es importante contar con otras propuestas para el viajero que llega. Estamos en un margen del río Ebro, y queremos estructurar ofertas de turísticas alternativas en su entorno. También queremos promocionar el patrimonio cultural de Ascó, y la estación es un punto de partida para recorrer su casco viejo. Por eso, no queremos que sea una Oficina de Turismo sin más, debe ser un laboratorio de ideas para llegar a la diversificación económica del municipio a través del turismo”.

Estación de Ascó y trabajos en las vías de acceso a la estación.





El Caspolino

La apuesta por el ferrocarril de la Ribera del Ebro como factor de atracción turística está clara y, por eso, municipios como Ascó o Móra la Nova están trabajando en un nuevo proyecto nacido a partir del análisis de su oferta turística local y comarcal, en donde se detecta que la principal motivación de las visitas al entorno viene de la mano del ferrocarril, el museo y el río Ebro.

El tren turístico El Caspolino, en recuerdo del tren que unía la localidad Zaragoza de Caspe con Tarragona, es una propuesta que camina de la mano del Museo del Ferrocarril de Móra la Nova. Se centra en la puesta en marcha de un tren histórico que realice un recorrido diario entre la Costa Dorada y el Bajo Aragón atravesando las comarcas del Baix Camp, Priorato, Ribera del Ebro y Tierra Alta. Colaboran en el proyecto unos 25 ayuntamientos situados en torno a la línea ferroviaria R-15, que va de Tarragona a Caspe. "Cada municipio aporta lo que puede en la medida de sus posibilidades", destaca el alcalde de Móra, Francesc Xavier Moliné. "Para su puesta en marcha - continúa Moliné- contamos también con ayudas de la Generalitat, la Diputación, la Unión Europea, y de entidades como Enresa, a través de la cofinanciación. Son pequeñas aportaciones, pero todas ayudan porque este proyecto es muy caro. Solo para la rehabilitación de la máquina de vapor, La Bonita, que sería la encargada de arrastrar los vagones a lo largo de la ruta, el presupuesto es de unos 500.000 euros".

En la Semana Santa de 2023, está previsto hacer un ensayo en el que los pasajeros podrán disfrutar de los vagones históricos restaurados en Móra. "La idea, afirma Francesc Xavier Moliné, es empezar con una máquina de diésel,

Miquel Àngel Ribes Jornet, alcalde de Ascó.



Carolina Baiges, regidora de Promoción Económica del Ayuntamiento de Ascó.



Restauración operacional de la locomotora 141F-2316 Mikado.



© Conrad Miquel.

que no tendrá el glamour de la de vapor pero que es también una máquina histórica. Será una prueba en la que se podrá disfrutar de los vagones y las máquinas históricas que se han rehabilitado y en la que podrán participar unos 400 turistas que podrán hacer la ruta del antiguo Caspolino". Aún que-

da tarea por hacer, pero el tesón y la voluntad de poner en marcha un proyecto en el que se han volcado tantas administraciones está ahí y la ruta para el visitante viene cargada emociones y de enclaves históricos, culturales y paisajísticos que seguro harán triunfar la propuesta. ■ ■ ■



Muchachos cogiendo fruta, de Goya.

La infancia intoxicada

TEXTO: JOSÉ MARÍA MONTERO

FOTOS: MUSEO DEL PRADO Y SHUTTERSTOCK

Lejos de las promesas de bonanza con las que han ido atrayendo a las poblaciones rurales, las grandes ciudades se han convertido en un medio hostil, escenarios donde la contaminación, el ruido, la escasez de zonas verdes o el individualismo erosionan nuestro bienestar. En el caso de los niños, la vida en estos territorios, alejados de la naturaleza, puede terminar provocando importantes alteraciones en su salud física y emocional. Cada vez se suman más evidencias en torno al trastorno por déficit de naturaleza y al carácter reparador que la simple contemplación de un espacio silvestre tiene en los humanos.

Se conserva en el Museo del Prado y, aunque no es de las obras más famosas de su autor, el óleo "Muchachos trepando a un árbol", de Goya, tiene el delicado encanto de las escenas que él mismo denominaba "asuntos de cosas campestres y jocosas". Es una variación de otra obra, "Muchachos cogiendo fruta", que pintó algunos años antes.

En ambos casos, un grupo de niños se ayudan para encaramarse a un árbol, acción que entonces debía ser tan cotidiana como lo ha sido hasta hace muy poco tiempo. Ahora, hoy, que los niños se suban a un árbol es una rareza, sobre todo en entornos urbanos, donde incluso esta práctica se llega a sancionar con severas multas.



La biofilia habla de esta tendencia innata a sentirnos en comunión con la naturaleza.

El entomólogo E. O. Wilson autor de la hipótesis sobre la biofilia.



La nuestra es una especie acostumbrada a subirse a los árboles, donde siempre hemos encontrado alimento y refugio, frutos para sortear el hambre y altura suficiente para escapar de algunos depredadores. Existe, pues, una íntima relación biológica, que con el tiempo ha derivado en un poderoso vínculo emocional, entre humanos y árboles, hasta el punto de añorar esas acciones primarias que nos devuelven a la vida en la naturaleza. ¿Quién no ha fantaseado con una cabaña en la copa de un árbol?

La hipótesis de la biofilia, expuesta por el entomólogo Edward O. Wilson en 1984, habla precisamente de esta tendencia innata a sentirnos en comunión con la naturaleza y a tener incluso marcado en nuestros genes el aprecio por un ambiente natural semejante al de las sabanas, el ecosistema en donde habitaron los primates de los que procedemos, espacios salpicados de árboles, elementos vivos indispensables para procurarnos sustento y otear, de manera segura, el entorno y sus amenazas.

La vida en la ciudad ha ido deteriorando este vínculo, ocultando que es una necesidad y no un capricho, y llegando, incluso, a generar falsos miedos con los que justificarnos. En cualquier servicio de urgencia saben que



son más frecuentes en niños las lesiones provocadas al caerse de una cama que las que tienen su origen en la caída de un árbol, por no hablar de otros accidentes domésticos que lideran las más sombrías estadísticas (intoxicaciones con productos químicos, quemaduras en la cocina, descargas eléctricas, etc.). El psicopedagogo italiano, famoso por sus tiras cómicas dedicadas a la infancia, Francesco Tonucci, lo explica de manera contundente: "el lugar más peligroso para un niño es su casa y el coche de sus padres". Y por eso mismo llega a invertir el argumento más convencional en donde se apoyan los miedos injustificados: "dejar a los niños salir de casa es una forma de cuidarlos".

Sin aire libre

Diferentes grupos de trabajo, compuestos por especialistas en variadas disciplinas científicas, llevan años estudiando los riesgos que plantean determinadas sustancias químicas en la salud infantil. Entre otras preocupan las dioxinas, los bifenilos policlorados (PCB), los metales pesados y los disruptores endocrinos. Estos últimos, presentes en multitud de elementos de uso cotidiano, actúan como falsas hormonas alterando el correcto funcionamiento del organismo.

Pero la amenaza de estas y otras sustancias nocivas no sólo está presente en el aire contaminado de las grandes ciudades o en espacios abiertos sometidos a un intenso deterioro atmosférico. El interior de los edificios y viviendas también acumula concentraciones notables de agentes tóxicos. Los europeos pasamos entre un 85% y un 90% de nuestro tiempo en espacios cerrados y, aunque en ellos se crea la falsa sensación de estar a salvo de las agresiones ambientales, varios estudios amparados por las autoridades de Bruselas revelan cómo los niveles de contaminación en el interior de inmuebles pueden llegar a duplicar las cantidades medidas en el exterior. Primera evidencia importante: nuestras casas, como asegura Tonucci, no siempre son más seguras que el ambiente exterior.

Hace algunos años, Josep Ferrís, coordinador de la Unidad de Salud Ambiental Pediátrica del Hospital Materno-Infantil Universitario La Fe (Valencia), me aportaba, a propósito de esta preocupación, un dato incontestable: "menos del 10% de las más de 100.000 sustancias químicas que contaminan el medio ambiente han sido valoradas en función de sus efectos en la salud infantil y juvenil". En definitiva, argumentaba con sincera contundencia este pediatra, "si a finales del siglo XIX los mineros utilizaban canarios para detectar la peligrosidad ambiental de los fondos de las

galerías subterráneas, actualmente nuestros niños son los canarios de la irresponsabilidad, el egoísmo, la avaricia y la falta de respeto al medio ambiente".

Pero, ¿por qué los niños son particularmente vulnerables a las alteraciones ambientales y a las agresiones de algunas sustancias químicas? En ningún caso, para empezar, los menores pueden ser considerados como "adultos en miniatura", uno de los principios sobre los que suelen insistir los pediatras, ya que su organismo presenta unas características peculiares que nada tienen que ver con las que se van a manifestar en la edad adulta.

Tanto en la etapa fetal como en los primeros años de vida hay una evidente inmadurez anatómica y funcional, de manera que tanto los órganos vitales como las funciones que estos desempeñan pueden verse alteradas por determinados agentes químicos y por la ausencia de ejercicio físico al aire libre, circunstancias capaces de provocar efectos adversos a corto, medio y largo plazo. Especialmente graves son las alteraciones que, por esta causa, pueden originarse en el desarrollo neurológico o en la eficaz puesta a punto del sistema inmunológico.



Francesco Tonucci, psicopedagogo italiano.

Determinados agentes químicos y la ausencia de ejercicio físico al aire libre son capaces de provocar efectos adversos en los niños a corto, medio y largo plazo.

© Mikel Agirregabiria



Déficit de naturaleza

Todas estas amenazas, estos riesgos que se multiplican en los espacios cerrados, podrían minimizarse reduciendo lo que Richard Louv describió en 2008 como “trastorno por déficit de naturaleza”, una consecuencia de ese progresivo alejamiento de lo natural hasta el punto de llegar a provocar un “uso disminuido de los sentidos, dificultades de atención e índices más elevados de enfermedades físicas y emocionales”.

Las evidencias en torno a este trastorno no dejan de multiplicarse en diferentes escenarios. En España, por ejemplo, han resultado reveladores los estudios del Instituto de Salud Global (ISGlobal) que han demostrado cómo los niños que tienen una exposición continuada a espacios verdes cerca de sus viviendas presentan mejores resultados en pruebas que miden su capacidad de atención. “Los espacios verdes en las ciudades”, concluyen los especialistas de este centro de investigación con sede en Barcelona, “promueven vínculos sociales y actividad física, así como también disminuyen la exposición a la contaminación del aire y el ruido. Por tanto, son imprescindibles para el desarrollo de los cerebros de las nuevas generaciones”.

Pero, ¿puede evaluarse ese impacto beneficioso en la propia anatomía del cerebro infantil? El ISGlobal quiso profundizar en ese elemento, de manera que volvió a embarcarse en una nueva investigación, en la que también colaboraron el Hospital del Mar y la UCLA Fielding School de Salud Pública. De forma resumida, la principal conclusión de este nuevo estudio es que “los niños que se han criado en hogares rodeados de más espacios verdes tienden a presentar mayores volúmenes de materia blanca y gris en ciertas áreas de su cerebro”. Esas diferencias anatómicas están a su vez “asociadas con efectos beneficiosos sobre la función cognitiva”.

En este último trabajo participaron 253 escolares de Barcelona. La exposición a lo largo de la vida a espacios verdes en la zona residencial se estimó utilizando imágenes vía satélite de todas las direcciones de los participantes desde su nacimiento hasta el momento del estudio, y la anatomía del cerebro se examinó por medio de imágenes por resonancia magnética tridimensional (IRM) de alta resolución. “Este es el primer estudio que evalúa la asociación entre la exposición a largo plazo a los espacios verdes y la estructura del cerebro”, afirma Payam Dadvand, investigador de ISGlobal y autor principal del estudio. “Nuestros hallazgos sugieren que la exposición a espacios verdes de manera temprana en la vida podría resultar en cambios estructurales beneficiosos en el cerebro”, concluye.

Adonina Tardón, directora del Área de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Universidad de Oviedo, tampoco tiene muchas dudas con respecto a esta relación entre salud y espacios verdes en el caso de los más pequeños, algo que han corroborado realizando el seguimiento de casi 500 madres y sus nacidos, hasta los 14 años, en una zona industrializada de Asturias. En este caso la investigación reveló que “a los cuatro años, ya existe en los niños una alta prevalencia de metales pesados en la orina, y un importante déficit de vitamina D en sangre, lo que afecta al sistema inmunitario”. Y el motivo de este déficit “podría ser la falta de paseos o juegos al aire libre” entre otros factores. La doctora Tardón expone en sus conclusiones que “es altamente recomendable que los niños paseen al aire libre lo máximo posible, y que se haga una ventilación forzada de los hogares”.



Quizá, el especialista que lleva más años involucrado en esta defensa de la vida al aire libre, basada en evidencias científicas, sea José Antonio Corraliza, catedrático de Psicología Ambiental en la Universidad Autónoma de Madrid. Sus trabajos demuestran que “la naturaleza cercana incrementa los recursos con los que somos capaces de enfrentarnos a eventuales situaciones estresantes, que los niños y niñas que asisten a clase en colegios cuyos patios tienen mayor cantidad de naturaleza son capaces de sobrellevar mejor el estrés y que la exposición y el contacto con elementos naturales o naturalizados está en relación directa con las actitudes y el comportamiento a favor del medio ambiente que manifiestan los niños”. Explicado de otra manera y, recurriendo al concepto acuñado por Louv, el trastorno por déficit de naturaleza, sostiene Corraliza después de una extensa revisión de estudios reali-

zados en diferentes ciudades, se manifiesta “en un déficit de atención e hiperactividad, obesidad, ausencia de creatividad y curiosidad, analfabetismo natural, falta de conexión e identidad con el entorno, individualismo y escaso sentido de comunidad”.

Para escapar de esta trampa de asfalto y hormigón, Corraliza sugiere que se abra un triple debate, en el que se revise la agenda infantil de vida diaria, donde hay que reducir el uso de tecnología y la vida sedentaria en espacios cerrados; se repiensen los centros escolares, apostando por una naturalización de estos espacios, y, finalmente, se diseñen las ciudades mejorando la calidad de los espacios públicos y la naturaleza urbana. “El contacto con lo natural”, concluye este psicólogo, “no es un entretenimiento, sino algo crucial para nuestro equilibrio psicológico y nuestra salud”.



El trastorno por déficit de naturaleza provoca déficit de atención e hiperactividad, obesidad, ausencia de creatividad y curiosidad, analfabetismo natural, falta de conexión e identidad con el entorno, individualismo y escaso sentido de comunidad.

Hay que reducir el uso de tecnología y la vida sedentaria en espacios cerrados.

EL PLAN SECTORIAL DE SELECCIÓN DE EMPLAZAMIENTO PARA UN AGP EN SUIZA

TEXTO: NURIA PRIETO SERRANO

FOTOS: NAGRA; OIEA

En abril de 2008 se aprobaba en Suiza el llamado Plan sectorial para los almacenes geológicos profundos. Este plan se halla en un avanzado estado de implementación y se espera que, para este año 2022, pueda extenderse una propuesta de emplazamiento para albergar de manera definitiva los residuos radiactivos generados en Suiza, tanto de baja y media, como de alta actividad -encontrándose aún pendiente la decisión de si se optará por un solo emplazamiento con partes diferenciadas o por dos emplazamientos distintos-. Tras el anuncio de la propuesta, este año comenzará el proceso de licenciamiento, con fechas de comienzo de operación previstas para 2050, por lo que se refiere al almacenamiento de baja y media actividad, y 2060 para los residuos de alta. El cierre del o de los repositorios se produciría en 2125.

El Plan Sectorial ha sido clave para que haya podido iniciarse, hasta el momento exitosamente, un proceso de selección de emplazamiento para un almacenamiento geológico profundo en Suiza. La legislación de este país requiere que se adopten planes sectoriales como estrategia para llevar a cabo proyectos federales de afectación general con la participación de los cantones. El Plan Sectorial relativo a la gestión final de residuos radiactivos no es, por lo tanto, el único en marcha en este país, aunque quizá sí sea uno de los que ha acaparado mayor atención mediática en los últimos años.

Antecedentes

La generación eléctrica nuclear en Suiza comienza con la operación de la central nuclear de Beznau en 1969 y se extiende en las siguientes décadas hasta completar un parque de cinco reactores nucleares en cuatro emplazamientos. La primera central nuclear en cesar su operación, en diciembre de 2019, fue la de Mühleberg, que actualmente trabaja en su desmantelamiento. La estrategia energética apro-

bada por el Parlamento suizo en 2016, que establece un horizonte hasta 2050, determina que no se licenciarán nuevas centrales y que la generación nuclear sea sustituida paulatinamente por energías renovables. Las centrales existentes pueden operar en tanto sean consideradas seguras, sin fecha de finalización fijada *a priori*. Por otra parte, se ha abandonado el reprocesado de combustible gastado. La legislación correspondiente entró en vigor el 1 de enero de 2018.

Como reflejo de la cultura política de este país, el desarrollo de la energía nuclear en Suiza ha venido determinado por referéndums: a favor hasta la década de 1980 y con una actitud más crítica a partir de entonces. En 1990, se decidió no construir más centrales nucleares, pero la iniciativa de cerrar anticipadamente las ya existentes no tuvo éxito. En 2016, una nueva iniciativa popular solicitaba que se impusiera un plazo máximo de operación de 45 años a dichas instalaciones, pero fue rechazada por decisión del consejo cantonal. Hoy alrededor del 35% de la producción eléctrica en este país es de origen nuclear.



Pozo profundo Stadel-3. Con esta perforación, Nagra completa el estado de investigación y conocimiento en la región de Nördlich Lägern (cantones de Zúrich y Aargau). Las investigaciones en este punto se centran en las propiedades del subsuelo, en particular las de la arcilla Opalinus en la que se ubicará el depósito.

Reunión técnica en el interior del laboratorio de Mont-Terri.

Vista de los dos reactores de la central nuclear de Beznau.



Gestión de residuos radiactivos

Los residuos radiactivos se encuentran almacenados de forma temporal, bien en las instalaciones en que se generan, bien en el almacén centralizado de Zwilag, en la localidad de Würenlingen -el nombre proviene de su empresa gestora *Zwischenlagerung Würenlingen AG*, creada en 1990 y en la que participan los operadores nucleares-. En Zwilag se almacenan separadamente los residuos de baja y media actividad de vida corta y los de vida larga y, desde 2001, el combustible gastado, que incluye los vitrificados devueltos a Suiza, procedentes del reproceso en Sellafield (Reino Unido) y La Hague (Francia). Esta instalación está concebida como un paso intermedio hasta que se encuentren disponibles los centros de almacenamiento definitivo. Por otra parte, los operadores nucleares constituyeron en 1972 Nagra, la agencia encargada de la gestión definitiva de los residuos radiactivos, bajo la forma de una cooperativa privada.

La estrategia energética se asienta en un marco nacional basado en la Ley de Energía Nuclear de 2003. Esta ley introdujo importantes enmiendas en la Ley de gestión de residuos radiactivos que había sido adoptada cuatro años antes. Desde el año 2003 está recogida la exigencia de que se elabore un programa nacional de gestión de residuos, programa cuya naturaleza y contenidos coincide más o menos con el Plan General de Residuos Radiactivos español o con el concepto de "programa nacional" que recoge para la Unión Europea la Directiva 2011/70/Euratom. El programa actual, que incluye el Plan de I+D+i, se envió al gobierno en 2016 y fue aprobado a finales de noviembre de 2018. El borrador del programa suizo lo tienen que preparar los productores de residuos; es supervisado por la Oficina Federal de Energía (FOE) y la Inspección de Seguridad Nuclear Federal (ENSI); aprobado por el Consejo Federal, y debe ser revisado y actualizado cada cinco años.



Almacén centralizado de Zwilag, paso intermedio hasta contar con los centros de almacenamiento definitivo.

La legislación y el programa suizo se basan en principios claros: prohibición de la exportación de residuos radiactivos, búsqueda de un AGP para todos los tipos de residuos -tanto de baja y media como de alta actividad, lo que puede materializarse bien en dos AGP o bien en uno solo que albergue a todos-, recuperabilidad en la futura instalación y aplicación del principio de *quién contamina, paga*. El sistema de financiación está basado en dos

fondos separados, uno para la financiación de gestión de residuos y otro para la clausura de las instalaciones nucleares. A este respecto, los operadores de las centrales nucleares están obligados a pagar sus cuotas por desmantelamiento y por gestión de residuos hasta el almacenamiento final de los mismos y la declaración de cierre del o de los correspondientes AGP. Según datos consultados de noviembre de 2021, los costes totales del programa ascienden a 23.856 millones de francos suizos (unos 22.804 millones de euros), de los cuales el desmantelamiento representa aproximadamente un 16% y el resto son costes de gestión de residuos, tanto temporal como final. Otra particularidad del sistema suizo es la imposibilidad del veto municipal en el proceso de selección de emplazamiento para el AGP: solo el veto federal, no el cantonal, está contemplado, lo que se justifica por la necesidad de que el criterio preponderante para decidir la ubicación sea técnico y no político o social.



Laboratorios subterráneos de Grimsel (izquierda) y Mont Terri (arriba), donde se investiga el comportamiento del combustible gastado en formaciones de roca granítica y suelo arcilloso, respectivamente.

En una descripción sucinta, no podemos dejar de mencionar la existencia de dos laboratorios subterráneos, Grimsel y Mont Terri, establecidos para investigar el comportamiento del combustible gastado bajo determinadas condiciones geológicas. El laboratorio de Grimsel, situado en las montañas del centro del país, a una altitud de 1.750 metros en roca granítica, comenzó a operar en 1984. En las actividades que se realizan en él colaboran agencias e instituciones de investigación de doce países, incluyendo a España. Mont Terri, establecido sobre suelo arcilloso a unos 300 metros de profundidad, ha celebrado recientemente su 25 aniversario. Hoy en día, participan en sus actividades veintidós socios de nueve países. Los cantones donde se ubican Grimsel y Mont Terri acogieron estas instalaciones con la condición de que no acabarían convirtiéndose en los emplazamientos definitivos para el AGP.

CALENDARIO PARA EL CONJUNTO DEL AGP



Contenido y situación actual del plan sectorial

El plan sectorial de 2008 fue diseñado por el Gobierno Federal; lo dirige la FOE y Nagra ejecuta sus pasos. Tres etapas aparecen definidas en él. La primera de ellas es la selección de áreas geológicas que podrían ser adecuadas para albergar la instalación o instalaciones. Cuando estas áreas hayan sido determinadas, se pone en marcha la segunda etapa, que es la selección de al menos dos emplazamientos. La tercera etapa conducirá a la selección final y el comienzo del proceso de licenciamiento.

La primera etapa tuvo lugar entre los años 2008 y 2011. Para una primera selección de áreas se partió de un mapa en blanco de Suiza, teniendo en cuenta el inventario de residuos y un diseño provisional de las barreras de ingeniería. Sobre ese mapa se aplicaron trece criterios técnicos y de seguridad agrupados en cuatro categorías: propiedades de la roca hospedante y la zona de contención definitiva; estabilidad a largo plazo del efecto barrera; fiabilidad de los datos para la predicción de condiciones geológicas; e idoneidad para los trabajos de ingeniería y acceso subterráneo.



Asamblea plenaria de la Conferencia Regional de Nordlich-Laegern, una de las zonas sujetas a estudio.

Por mucho que el proceso de selección de emplazamientos esté dirigido por criterios técnicos, el Plan Sectorial ha potenciado los aspectos sociales y de participación pública en el entendimiento de que solo puede progresar con el apoyo de las comunidades locales y el público general. En esta primera etapa, en tanto Nagra preparaba e iba remitiendo la documentación técnica preceptiva, FOE contactaba con los cantones y preparaba campañas de información, involucrando también a las comunidades vecinas de países limítrofes. Constituyó, además, una comisión cantonal compuesta por representantes de los cantones de las zonas seleccionadas, así como con sus comunidades vecinas dentro y fuera del país. Esta comisión actúa como canal de comunicación entre los cantones y el gobierno federal y subsistirá hasta la concesión de la licencia general del AGP, variando su composición a lo

largo de las etapas del proceso para que de voz a los cantones que van quedando seleccionados.

Durante la primera etapa debía aclararse qué cantones se incluían en el proceso participativo por recaer en el perímetro de las áreas seleccionadas. Fuera de ese perímetro, aquellos que se vieran afectados de forma particular también fueron invitados a los debates regionales. Se decidió, asimismo, proveer de apoyo económico a los cantones para que pudieran contratar a expertos técnicos independientes si lo consideraban oportuno, siendo cubiertos sus costes administrativos y de apoyo técnico por los operadores eléctricos.

En 2011, el Consejo Federal ratificaba las propuestas de Nagra y con ello quedaba concluida la primera etapa del Plan Sectorial. Nagra había identificado seis regiones.

En 2011, el Consejo Federal ratificaba las propuestas de Nagra y con ello quedaba concluida la primera etapa del Plan Sectorial. Nagra había identificado seis regiones.

“ El plan sectorial ha potenciado los aspectos sociales y de participación pública en el entendimiento de que solo puede progresar con el apoyo de las comunidades locales ”

SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DEL “PLAN SECTORIAL”



La segunda etapa tuvo lugar entre los años 2011 y 2018. En ella, y en colaboración con los cantones involucrados, Nagra identificó al menos un área de ubicación para cada una de esas seis regiones. Las investigaciones geológicas continuaron aplicando nuevas técnicas, entre ellas mediciones sísmicas. En noviembre de 2018, esta segunda etapa finalizaba con la decisión del Consejo Federal de continuar explorando las tres regiones de Jura Ost, Nördlich Lägern y Zürich Nordost.

Con esta decisión ha comenzado la tercera y última etapa, que se espera que concluya en 2030. Las labores técnicas se han centrado ya en numerosos sondeos en profundidad y en el análisis de los resultados obtenidos. Ahora, Nagra debe evaluar qué es más ventajoso, si un almacén geológico combinado o dos ubicaciones diferentes para cada tipo de residuos. Entre los aspectos a discutir también se halla la posible ubicación de una planta de encapsulamiento, así como el lugar concreto de esta instalación con sus pozos de acceso y ventilación y otras instalaciones auxiliares. En la toma de estas decisiones son determinantes las

consultas públicas y las recomendaciones formuladas en los debates regionales.

Aunque en 2022 se espera alcanzar el hito del anuncio de una propuesta de emplazamiento, este año no determina el final de la tercera etapa del plan. Después de anunciar el emplazamiento seleccionado, el plan sectorial aún contempla los trabajos preparatorios para que Nagra pueda presentar su solicitud de licencia de emplazamiento en 2024 al tiempo que se tramita la evaluación ambiental estratégica. A partir de ahí y hasta 2029, comenzará un intenso trabajo de consultas públicas y de evaluación en el que actuarán, a distintos niveles, el regulador nuclear ENSI, las autoridades ambientales y los responsables de la planificación urbanística. También los próximos años serán clave en la determinación de posibles asignaciones económicas a los cantones próximos del emplazamiento elegido. Asumiendo que los resultados de las consultas públicas y las evaluaciones de seguridad, así como de los requisitos ambientales, sean positivos, el Consejo Federal suizo vendrá a ratificar la decisión final en 2030, poniendo fin al plan sectorial.



Las nuevas tecnologías, aliadas en la gestión del AGUA

Sistema de riego.

TEXTO: ALBA ZAFRA

FOTOS: SHUTTERSTOCK; JOSÉ SÁNCHEZ; ALBA ZAFRA; MITECO; CHE

España es el cuarto estado de la Unión Europea con mayor fuerza laboral en el sector de la agricultura y el regadío sigue siendo uno de los pilares para su desarrollo. La superficie regada en España, unas 3.829.000 hectáreas, supone aproximadamente un 15% de la superficie agraria útil, pero, pese a ese pequeño porcentaje, contribuye en algo más del 50% a la producción vegetal final y en un 2,4% al Producto Interior Bruto, empleando a un 4% de su población ocupada.

José Sánchez tiene 65 años y prácticamente todos los ha pasado en el campo. Desde que era muy joven, José trabaja 20 hectáreas de viñedo de regadío en el municipio manchego de Socuéllamos. No recuer-

da mucho de su infancia, salvo los trayectos en mula para arar las tierras, acompañando de su abuelo, hace ya más de medio siglo. "Entonces, el campo era algo totalmente diferente", relata.

José es uno de los más de 900.000 agricultores que hay en España. Su viñedo forma parte de las 385.372 hectáreas de Castilla-La Mancha dedicadas a este tipo de cultivo, que va ganando peso en gran parte de nuestro país.

España es el cuarto estado de la Unión Europea con mayor fuerza laboral en el sector de la agricultura. Y el regadío sigue siendo uno de los pilares para su desarrollo. La superficie regada en España, unas 3.829.000 hectáreas, supone aproximadamente un 15% de la superficie agraria útil pero, pese a ese pequeño porcentaje, contribuye en algo más del 50% a la producción vegetal final y en un 2,4% al Producto Interior Bruto, empleando a un 4% de su población ocupada.

Regadíos

Sin embargo, el potencial productivo que supone nuestra superficie regada tiene como contrapartida

siempre debe haber alguien detrás controlando que funcionan bien", concluye.

En el uso de nuevas tecnologías en el regadío, como bien explica José, se ha vuelto necesario obtener el mayor rendimiento a cada gota. En la actualidad, según datos de la Federación Nacional de Comunidades de Regantes (Fenacore), el 76% de la superficie de riego de nuestro país, casi 3 millones de hectáreas, se encuentra modernizada. En concreto, el 53% de la superficie regada está dotada con sistemas de riego localizado -como el riego por goteo-, considerado el más eficiente. Este porcentaje multiplica por nueve al que se registra a nivel mundial, donde apenas un 6% de los cultivos se riegan con estas tecnologías.

Aun así, Fenacore sigue reclamando medidas para impulsar de manera decidida la modernización del casi millón de hectáreas aún pendientes. "La modernización mejora la calidad del agua, reduce el uso de



José Sánchez y su cuadrilla trabajando en sus viñedos.

un importante volumen de agua. En España, con una demanda estimada de 32.000 hectómetros cúbicos al año, aproximadamente el 80% va destinado al regadío y usos agrarios, seguido del abastecimiento urbano, que representa alrededor del 15,5%.

"Antes las cosas eran diferentes, regábamos como buenamente podíamos. Ahora está bastante más controlado", destaca José. "Hace ya años que la Comunidad de Castilla-La Mancha nos obligó a poner contadores y sistemas de goteo en nuestras tierras. Desde entonces, consumimos menos agua, aunque

abonos y herbicidas, y eleva el nivel socioeconómico de los regantes al aumentar la productividad de la tierra", ha subrayado la federación en numerosas ocasiones.

Esta modernización de regadíos se engloba dentro de una tendencia cada vez más común y necesaria en la gobernanza del agua: la transformación digital. La digitalización del sector del agua se basa en el uso de las nuevas tecnologías para optimizar la gestión del recurso, desde su captación hasta los servicios ofrecidos al ciudadano.

Niveles bajos de agua en el pantano de Iznájar (Córdoba).

“El agua y el cambio climático están intrínsecamente vinculados”

La digitalización, clave en un contexto de cambio climático

Las masas de agua en nuestro país son sistemas con equilibrios muy frágiles que conjugan los recursos disponibles, las demandas de los usuarios y los requerimientos ambientales para asegurar su sostenibilidad y la de sus ecosistemas. Esta fragilidad, a su vez, se ha visto aumentada por los efectos del cambio climático. El último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), reafirma algo que, aunque ya lo sabíamos, nunca antes había sido tan explícito: el agua y el cambio climático están intrínsecamente vinculados. Y las pruebas son cada vez más evidentes.

El cambio climático está transformando el ciclo del agua en todo el planeta, lo que se traduce en una alteración del patrón de precipitaciones y una mayor intensidad, frecuencia e impacto de las inundaciones, las sequías, el deshielo o la subida del nivel del mar. En España, en concreto, el escenario es preocupante. En los próximos años viviremos disminuciones de hasta el 25% del recurso en todo el país y de alrededor del 40% en el sureste peninsular para finales de siglo.

Las cada vez mayores variaciones atmosféricas y climáticas supondrán una mayor incertidumbre en la disponibilidad del agua, por lo que conocer con exactitud las reservas, suministros, consumos actuales y demandas futuras resulta fundamental para mejorar su gestión.

En este sentido, el uso de las nuevas tecnologías para conseguir una información precisa y actualizada en

sectores como el ciclo urbano del agua permite una mayor capacidad en el control del recurso. “En los últimos años, el uso de la tecnología en el ciclo urbano del agua se ha acelerado muchísimo: se ha simplificado y abaratado y cada vez ofrece mayores garantías de seguridad y cobertura”, explica Fernando Morcillo, presidente de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS).

España ha sido un país pionero en el uso de muchas de estas herramientas digitales. Según el decimosexto *Estudio Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España 2020*, presentado por AEAS y la Asociación Española de Empresas Gestoras de los Servicios de Agua Urbana (AGA), aproximadamente las tres cuartas partes del volumen de agua que se suministra a las redes públicas de abastecimiento urbano se registra, quedando un cuarto de este volumen sin registrar.

“Desde los 90 hasta ahora, hemos conseguido reducir la cantidad de agua no registrada en las ciudades de un 33% a un 23%”, detalla Fernando. Para ello, han sido fundamentales los avances en tecnologías como las de reconocimiento de redes no visitables, sobre todo de alcantarillado, que despuntaron a principios de este siglo; o las tecnologías de detección de fugas, que permitieron localizar fácilmente las averías en las redes de abastecimiento e invertir de forma más eficiente en la reparación de infraestructuras. “No podemos olvidar que el agua pesa, y que, aunque las tecnologías nos ayuden a mejorar su control y gestión, el agua no viaja por Internet”, bromea, “debemos seguir invirtiendo en renovar y fortalecer las infraestructuras por las que se trans-

porta”. “Ahora es el momento de la telelectura”, asegura Morcillo. En España hay 21,6 millones de contadores de agua, el 26% de ellos son digitales. La telelectura es una tendencia en auge, utilizándose como media en el 16,4% de los contadores y alcanzando, en las áreas metropolitanas, al 19,2%. “Su desarrollo e implantación a nivel nacional nos ayudará a mejorar el ciclo urbano del agua.

Hasta hace poco solo se hacía un seguimiento mensual de los contadores para pagar las facturas. Ahora, gestores y ciudadanos pueden saber con mucha más precisión cómo es su consumo de agua”, señala. “Y esto nos lleva a otro gran beneficio de la digitalización: la transparencia. Acercar toda esta información al ciudadano servirá para hacer un mejor uso del recurso”.

El papel de la administración pública

Aumentar la transparencia del sector es uno de los principales objetivos del proyecto para la digitalización de los usos del agua en España, -tanto para el ciclo urbano como para el riego y los usos industriales- en el que trabaja el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). “Con este proyecto queremos que todo el mundo conozca, a nivel global y local, cuánto recurso hay, cuánto se consume, cuánto se depura, cuánto se reutiliza y qué efecto tiene sobre esa cantidad de agua la gestión que se hace desde la administración hídrica”, explica Javier Sánchez, subdirector general de Protección de las Aguas y Gestión de Riesgos del MITECO y uno de los responsables del proyecto.

La puesta en marcha de este programa, que cuenta con una inversión estimada de 3.000 millones de euros entre fondos públicos y privados, tie-

ne como objetivo transformar y modernizar los sistemas de gestión a nivel nacional. “De esta forma, se dota de un marco jurídico que permite impulsar esta digitalización”, detalla.

“La transición digital ha sido siempre un desafío para las administraciones públicas. La falta de medios humanos, la complejidad en la contratación y la escasez presupuestaria en determinados casos hacía complicado dar ese salto”, reconoce el subdirector. “Sin embargo, la pandemia ha hecho evidente la necesidad de hacer ese esfuerzo, por lo que debemos aprovechar la oportunidad que nos

brindan los fondos europeos para lanzarnos”.

A través de este programa, se invertirá en procesos de mejora de la gestión del agua, incluyendo la digitalización y la facilitación al acceso a la información que los ciudadanos y administraciones tienen sobre el abastecimiento, la depuración de aguas y el regadío. En este sentido, los asuntos más importantes sobre los que se centra el proyecto son la eficiencia y la transparencia en la gestión, los usos y la adaptación al cambio climático.

Porque además de ser esenciales para mejorar la gestión del agua en función de las demandas, las nuevas tecnologías se han convertido en auténticas aliadas para la adaptación a los efectos del calentamiento global y la protección ante los cada vez más frecuentes fenómenos meteorológicos extremos.



Javier Sánchez, subdirector general de Protección de las Aguas y Gestión de Riesgos del MITECO.

Tecnologías que salvan vidas

El pasado mes de diciembre, gran parte de la cuenca del Ebro quedó anegada tras un fuerte episodio de inundaciones. Las intensas lluvias registradas en el norte del país durante la primera mitad del mes causaron una serie de avenidas en las cuencas vertientes del río Ebro en las provincias de Burgos, Álava, el oeste de Huesca y la Comunidad Foral de Navarra, llegando a considerarse como una crecida histórica en determinadas zonas.

Pese a la importancia del evento, que dejó miles de hectáreas de cultivos inundadas, los núcleos urbanos se mantuvieron a salvo y el balance de daños, económicos y personales, resultó inferior a lo que correspondería por su magnitud natural.

“Lo que llevamos de siglo está siendo mucho más copioso en episodios extraordinarios de inundación que en épocas anteriores”, destaca María Luisa Moreno, jefa de Hidrología de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE). En los últimos 20 años, se han registrado al menos seis grandes inundaciones en la cuenca: la del 2003, el 2007, 2013, 2015, 2018 y esta última, la de diciembre de 2021. “La hidrología, como derivada de la meteorología, es aleatoria, pero está claro que estamos en un ciclo con tendencia al alza, es decir, las inundaciones son cada vez más frecuentes e intensas”, explica.

Frente a esto, la CHE lleva años preparándose. Drones para reconocer el terreno cuando los accesos están cortados, imágenes satélite para calcular la superficie inundada, sensores automatizados para medir los caudales, etc. “Las nuevas tecnologías nos ayudan a conocer con más detalle los ríos y sus alrededores antes, durante y después de los episodios de crecida”, señala María Luisa, “y esto tiene dos grandes ventajas: aumenta la seguridad y ahorra tiempo, factores muy importantes a tener en cuenta ante una emergencia”.

Para este episodio, han sido especialmente relevantes los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación, una herramienta digital esencial para conocer el nivel de exposición a la inundación en zonas próximas al río. Estos mapas cruzan variables muy diferentes: desde datos históricos de riadas anteriores hasta informaciones de catastro y carreteras. “Gracias a ellos, pudimos mostrar a Protección Civil cómo y dónde se preveían los escenarios de las inundaciones en el territorio, algo muy útil para activar sus planes de emergencia”, explica. “Pero sin duda, ha sido el Sistema de Ayuda a la Decisión, basado en las mediciones



Sala de control del Sistema de Ayuda a la Decisión de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Página siguiente: sensor de medición del caudal y un técnico de la confederación supervisando un caudal con un dron.

continuas del Sistema Automático de Información Hidrológica de la Confederación, el que nos ha ayudado a hacer una correcta gestión de los embalses y dar los avisos a las autoridades pertinentes”, detalla María Luisa.

“Anticipación”, esa ha sido la clave para la correcta gestión en este episodio de inundaciones. Una anticipación que no hubiera sido posible sin el uso de las nuevas tecnologías, siempre bajo la luz de la experiencia, el análisis y una mirada experta. “Los datos se obtienen a través de modelos matemáticos, pero es responsabilidad nuestra encontrar las causas y estudiar las consecuencias. La tecnología es nuestra aliada, pero no se puede usar a ciegas”, concluye.



“Las nuevas tecnologías nos ayudan a conocer con más detalle los ríos durante los episodios de crecida”



© Ana Martín Aguado.



El impacto de los sistemas de gestión ambiental en las organizaciones, la sociedad y el medio ambiente

Los sistemas de gestión ambiental son, desde hace ya algunos años, un elemento que forma parte de las prioridades estratégicas de la mayoría de los organismos, independientemente de su tamaño, actividad o número de empleados. España ocupa posiciones de liderazgo en Europa y en el mundo en materia de implantación de Sistemas de Gestión Ambiental. Enresa, por su parte, tiene certificados dos sistemas de gestión ambiental: uno en El Cabril (Córdoba) y otro en la Instalación Nuclear Vandellós I (Tarragona).

Página anterior. Edificio de protección del cajón del reactor de Vandellós I; Trabajos de inspección de las estructuras internas del cajón del reactor de Vandellós I; Celda de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril.

Plataformas de almacenamiento de residuos de El Cabril.

TEXTO: IGNACIO RIPOLL Y AINARA DE LA RUA

FOTOS: ARCHIVO ENRESA



Es indudable que toda actividad humana tiene un impacto en el medio ambiente que nos rodea. Que ese impacto sea mayor o menor, o incluso positivo, depende de nosotros. Ocurre lo mismo en todas las organizaciones, aunque con distinto grado de impacto, puesto que dependerá de cada actividad. Obviamente, una entidad que preste servicios de consultoría o ingeniería en una oficina tendrá un impacto menor que otra cuyo negocio sea la fabricación de papel o de fertilizantes. Sin embargo, deben prestar atención, en mayor o menor medida, a aspectos como la contaminación ambiental consecuente de su actividad, evitar el uso ineficiente de recursos, cumplir con la legislación en materia ambiental, gestionar sus residuos, evitar la degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad, atender a sus grupos de presión y ser transparentes, ambientalmente, de cara a la sociedad.

Generalmente, cada organización aborda estos asuntos bien desde la indiferencia, considerando que los factores ambientales no son relevantes y aplicando el mínimo esfuerzo en controlar el impacto; bien

desde una posición defensiva, en la que los factores ambientales suponen una amenaza de cara al negocio y por tanto se toman las medidas oportunas para reducir dicha amenaza; o bien desde una perspectiva estratégica, abordando no solo las medidas necesarias para reducir el impacto, sino que minimizarlas al máximo se considera una oportunidad de negocio.

Desde hace unos años, todos oí-

• • •

Sostenibilidad es el equilibrio necesario entre el medio ambiente, la sociedad y la economía

Venado en la finca de El Cabril.



Sostenibilidad

mos hablar de la "sostenibilidad", pero ¿sabemos en qué consiste?, ¿somos sostenibles?, ¿nuestra empresa es sostenible? Básicamente, la sostenibilidad es el equilibrio necesario entre el medio ambiente, la sociedad y la economía.

En base al modelo económico tradicional, la sociedad necesita estar en continuo crecimiento económico para mantenerse, pero al mismo tiempo debemos controlar y minimizar el impacto que tiene esta actividad en el medio ambiente, porque de lo contrario, ese modelo económico no se podrá sostener. Con esta premisa, las diferentes organizaciones han ido adoptando e implantando Sistemas de Gestión Ambiental con el objetivo de "sostener" el medio ambiente al reducir el

impacto que generamos en él.

Afortunadamente, cada vez es mayor el número de organizaciones que deciden implantar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), mejorando con ello el desempeño ambiental, garantizando el cumplimiento de los requisitos legales ambientales y alcanzando los objetivos ambientales propuestos.

Todo SGA se basa en normas de referencia que, como es lógico, han ido evolucionado con el tiempo. Desde el Reglamento CEE nº 1836/93, aprobado en 1993, en el que se permitía que las empresas del sector industrial se adhiciesen, con carácter voluntario, a un sistema comunitario de gestión y auditoría ambientales; hasta la primera norma ISO 14001, de 1996, sobre sistemas de gestión ambiental, pasando por diversas versiones, hasta llegar a la actualmente vigente UNE-EN ISO 14001 de 2015, y el reglamento 2017/1505 de 2017, relativo a la participación voluntaria de organizaciones en un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS).

Podríamos resumir que esta norma incluye una serie de requisitos para que las organizaciones puedan mejorar su desempeño ambiental, es decir, identifiquen, evalúen y reduzcan su impacto. Como toda norma, su cumplimiento es voluntario, pero desde Enresa se ha apostado clara y directamente por ella.

POLÍTICA AMBIENTAL DE ENRESA

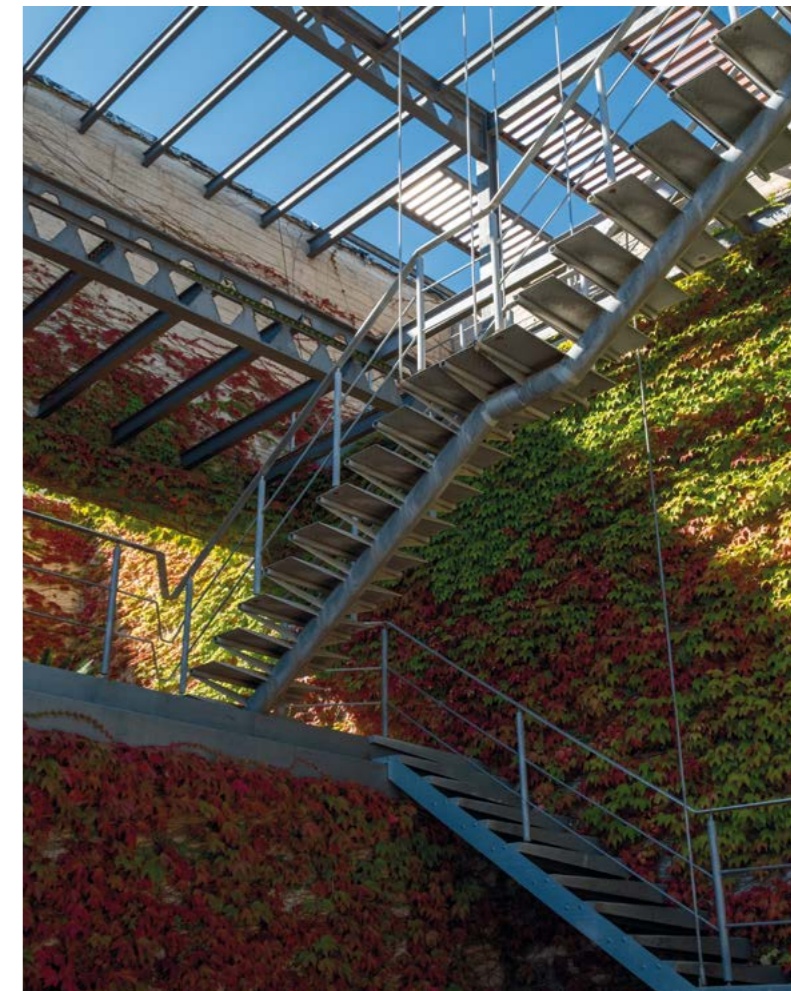
Enresa también busca reducir el impacto de nuestra organización y, para ello se dispone actualmente de varios Sistemas de Gestión Ambiental, establecidos de acuerdo con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14001 en su actual versión 2015, uno en el Centro de Almacenamiento El Cabril (Córdoba) y otro en la Instalación Nuclear Vandellós I (Tarragona).

Respecto al primero, en el Centro de Almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril, desde que en 1986 la titularidad de este espacio pasara a Enresa, se lleva a cabo en el emplazamiento una política de conservación, restauración y mejora de su entorno natural. A partir del año 1997, la instalación certificó el sistema de gestión ambiental que aplica a las actividades de tratamiento, y almacenamiento de residuos de media, baja y muy baja actividad procedentes de instalaciones radiactivas y nucleares. Las directrices fundamentales y los principales objetivos a cumplir están recogidos en el documento *Política Ambiental de El Cabril* sobre el que, para facilitar su cumplimiento, se ha elaborado un *Manual de Gestión Ambiental*, así como los procedimientos necesarios para su desarrollo. Al frente de este sistema además de la dirección de la instalación, se encuentra el Servicio de Protección Radiológica y Medio Ambiente.

La Instalación Nuclear Vandellós I es titularidad de Enresa desde 1998, año en el que comenzó su desmantelamiento a Nivel 2. Desde 2003, la instalación se encuentra en periodo de latencia. En 2006, se certificó su Sistema de Gestión Ambiental, que aplica a las actividades de vigilancia, supervisión y mantenimiento del emplazamiento. El documento fundamental que describe las directrices y principales objetivos a cumplir por este SGA es la *Política Ambiental de Vandellós I* que, como no podía ser de otra manera, dispone de un *Manual de Gestión Ambiental* propio y de unos procedimientos específicos para su desarrollo. La implementación de los procesos necesarios para mantener los requisitos del sistema se realiza desde la propia instalación, mientras que la gestión de la información documentada se realiza con el apoyo del Departamento de Gestión de Calidad.

Ante la cercana transferencia de titularidad de la central nuclear Santa María de Garoña (Burgos), que cuenta hoy en día con su propio certificado de gestión ambiental, Enresa se ha planteado un proyecto de unificación de estos sistemas de gestión ambiental en uno único en el que se incorporen los del resto de centros de trabajo de Enresa.

Vandellós I certificó su sistema de gestión ambiental en 2006.



© Ana Martín Aguado.

ISO 14001

La norma ISO 14001 es un estándar internacionalmente aceptado que indica como implantar un sistema de gestión ambiental efectivo. Su estructura y contenido permite que cualquier empresa, independientemente de su tamaño, negocio o actividad, pueda aplicarla.

Aunque una organización podría aplicar parte de los requisitos descritos en esta norma, para que una entidad externa pueda verificar la conformidad en su cumplimiento -en otras palabras, certifique-, deben cumplirse todos y cada uno de los requisitos sin excepción.



Trabajos de soldadura del armazón de un contenedor de almacenamiento de residuos radiactivos de baja actividad en El Cabril. Descarga de un transporte de residuos en esta misma instalación.



tales propuestos. El segundo capítulo -Referencias normativas- no es aplicable en esta norma y, por tanto, no se incluyen referencias normativas.

El tercer capítulo -Términos y definiciones- ayuda a comprender el resto de la norma, porque define los diferentes conceptos que se citan a lo largo de los restantes capítulos.

ANÁLISIS DE CONTEXTO

El cuarto capítulo -Contexto de la organización- constituye la base del resto de requisitos recogidos en la norma. Para la planificación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es necesario conocer y comprender la organización y su contexto interno y externo. Por tanto, se deben determinar todas las cuestiones que puedan afectar al propósito de la mejora continua y a la prevención de la contaminación.

Dentro de estas cuestiones han de incluirse las condiciones ambientales capaces de afectar o de verse afectadas por la organización.

Además, es necesario analizar las necesidades y expectativas de las partes interesadas, es decir, de las personas u organizaciones que pueden afectar, y verse afectadas, por el sistema de gestión, ya sea de una forma positiva o negativa. Ejemplo de estas partes son los clientes, proveedores, accionistas, comunidades, etc. Una vez determinadas, se identificarán las necesidades y expectativas, que formarán parte igualmente del contexto.

Una vez conocidas las particularidades de la organización y su contexto, debe establecerse el alcance del sistema, es decir definir los límites de la aplicación del sistema de gestión ambiental. Estos tendrán que estar referidos a los productos o servicios ofrecidos y a los emplazamientos de la organización.

Según se recoge en el capítulo cinco, relativo al Liderazgo, este define como un requisito fundamental que la dirección ejerza el liderazgo en el desempeño del sistema de gestión ambiental. Las principales tareas que, en este punto, debe realizar la dirección de una entidad son establecer la política ambiental y designar las responsabilidades.

PLANIFICACIÓN

La planificación del Sistema de Gestión Ambiental viene recogida en el capítulo seis, y establece que ésta ha de realizarse teniendo en cuenta los aspectos ambientales, los requisitos legales aplicables y las posibles situaciones de emergencia. La organización emprenderá acciones para atender a los riesgos y oportunidades derivados de estos factores. Por último, recoge que es necesario establecer objetivos de mejora coherentes con la política ambiental que han de ser medibles y ser seguidos y controlados periódicamente.

En el séptimo capítulo, relativo al Apoyo, se presenta la necesidad de que la dirección ejecutiva asegure que se aporten los recursos necesarios para la implantación y desempeño del sistema de gestión ambiental. Igualmente, se deberá determinar la competencia de las personas que realizan trabajos que afecten al desempeño ambiental, facilitando la formación y la toma de conciencia acorde a las necesidades del sistema. Se incluyen en este apartado los requisitos para la documentación y registros generados del SGA, así como la comunicación interna y externa relevante para el sistema.

El octavo capítulo, Operación, describe los requisitos que debe cumplir la organización respecto al mantenimiento de los procesos necesarios para satisfacer los

requisitos del sistema. Por ejemplo, es preciso determinar los controles y pautas para asegurar una correcta gestión de los residuos, las emisiones, vertidos, etc. En este apartado se contemplan también la gestión de las situaciones de emergencia y la necesidad de determinar planes de respuesta y planificación de simulacros.

EVALUACIÓN

Los requisitos para llevar a cabo la verificación de los resultados del desempeño del sistema de gestión ambiental se describen en el capítulo noveno, relativo a la Evaluación del desempeño, y en el que se dispone que la verificación se realizará por tres vías: mediante una evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de los voluntarios suscritos por la organización; a través de una auditoría interna; o con la revisión periódica del sistema por la dirección.

El último capítulo está relacionado con la mejora continua del propio sistema y del desempeño ambiental. En base a los resultados de verificación y al desempeño de los procesos se deberán emprender las no conformidades y acciones correctivas oportunas, que tendrán que quedar debidamente documentadas.

Como se puede apreciar, el contenido y nivel de requisitos de la norma de referencia es muy ambicioso y todo ello, con el objetivo último de reducir nuestro impacto en el medio ambiente.



Contenedores de almacenamiento en la nave de acondicionamiento de residuos de El Cabril.

*Ejemplar adulto
volando en los Pirineos.*

TEXTO: EVA GONZÁLEZ HERRERO

FOTOS: FUNDACIÓN PARA LA
CONSERVACIÓN DEL QUEBRANTAHUESOS (FCQ)

Desde su casi absoluta extinción en España, provocada por la acción humana durante más de un siglo, con la pasión por la biodiversidad y la suma de esfuerzos personales y administrativos, el quebrantahuesos busca recuperar todas sus montañas en esta década. Tras consolidarse en Pirineos y extenderse a Picos de Europa, gracias a un proyecto LIFE, la Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos y la Junta de Castilla y León han lanzado en el mes de marzo el programa de reintroducción en la Sierra de Gredos para conectar las poblaciones con las de Andalucía, donde también ha vuelto a empezar de cero.

Apenas cuarenta ejemplares de quebrantahuesos quedaban vivos en los Pirineos al final de los años 80. El enclave en el que resistió era un pequeño reducto del territorio que había ocupado esta especie, que volaba por todas las montañas de la geografía española, de norte a sur, allí donde hubiera pastores con ovejas, hasta que en el siglo XX se extinguió 'gracias' a una suma de factores provocados, todos ellos, por la acción del hombre.

En la actualidad, surcan los cielos pirenaicos unos 1.100 ejemplares. El director de la Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos (FCQ), Gerardo Báguena, un aragonés que ha empeñado su vida profesional y personal en salvar la especie de una extinción definitiva, que casi se daba por hecha. Cuando echa la vista atrás tiene una "sensación fantástica del progreso logrado". "Hemos conseguido recuperar la población de Pirineos de su dramático estado de hace unos 25 años. La especie se ha multiplicado y se aleja poco a poco de desaparecer", celebra Báguena, que atribuye este éxito al mérito de "toda la gente" que se ha dejado la piel y a los pro-

El quebrantahuesos reconquista las montañas ibéricas



yectos institucionales que, esta vez, “sí llegaron a tiempo para actuar sin complejos”.

El resultado es que esta especie icónica es de las pocas que repunta en el catálogo nacional y, poco a poco, se va colocando en una posición cómoda desde el punto de vista demográfico, pero Báguena advierte de que el quebrantahuesos sigue enfrentándose a dos amenazas: las electrocuciones y el veneno, así como al hecho de que el 95 por ciento de los ejemplares están localizados en Pirineos.

Cuando comenzaron a trabajar a principios de los años 90, empezaron por conocer las causas de su extinción: había pocos ejemplares, tenían una altísima mortalidad y la población no crecía. Hoy la realidad es muy diferente y el conocimiento de los factores que llevaron a su práctica extinción es elevado. Durante el siglo XX fue una especie cinegética de alto valor como trofeo, dado su carácter singular, exclusivo y al alcance de muy pocos: se tiroteó y envenenó.

A ello, se sumó la Guerra Civil, con una población que pasaba hambre y, al mismo tiempo, tenía acceso a las armas. “Hambre más armas es una combinación peligrosa para la fauna y se persiguió y tiroteó a todo para atender las necesidades de las familias. En aquellos años se mata de todo, se come todo. Muchas especies se extinguieron en la postguerra”, explica. Pero a este enorme declive que vivió la biodiversidad española en aquellos años contribuyó otro factor “mucho más devastador”, que fue el acceso a productos químicos como el veneno. Era barato, de fácil acceso y tremendamente eficaz, lo que conllevó una “catástrofe sin precedentes” para la biodiversidad entre los años 50 y los 80.

El lobo salvó al quebrantahuesos

Pero Pirineos resistió como un reservorio de biodiversidad gracias a la paradoja de que allí se había extinguido el lobo a finales del siglo XIX y eso “salvó al quebrantahuesos”, indica Báguena, que argumenta que como el principal azote del lobo en España fue a

La hembra Hanna entrando a un aporte en Pirineos.

Un macho y una hembra disputando comida.

Pareja de quebrantahuesos surcando los cielos del norte de la Península.



©Javier Gil Vaquero/F.C.Q.

través del veneno y en Pirineos no se vivía ese “problema”, el uso de químicos allí “no tenía sentido” y fue residual, a diferencia de otros territorios.

Con ese diagnóstico inicial, la FCQ comenzó a trabajar capturando quebrantahuesos para colocarles los primeros emisores satelitales que llegaron a España, con los que saber dónde estaba cada ejemplar y recuperar sus cuerpos cuando morían para estudiarlos con autopsias. En ese momento confirmaron la alta mortalidad “real” del quebrantahuesos, ya que ocho de cada diez ejemplares morían antes de llegar a adulto. Las electrocuciones, las colisiones con tendidos eléctricos y el veneno se constataron. “Todas estas causas armaron en los años 90 la estrategia de recuperación”, recuerda Báguena, que elogia el papel de los primeros jóvenes biólogos que se incorporaron a la administración y rompieron el criterio previo de no actuar sobre la naturaleza y optar por luchar para dar soluciones.

En sus primeros años, la fundación comenzó a identificar y a corregir tendidos eléctricos y consiguió la colaboración de la Guardia Civil en el seguimiento, hasta el punto de que “hoy la posibilidad de que un quebrantahuesos muera por disparos es remota” y es algo que no ocurre desde 1995.

Báguena se queja de otra disyuntiva y es que, en su opinión, por un lado, se venden las tecnologías limpias como un progreso para el medio ambiente mientras

sigue sin resolverse un problema “histórico” como es que trasladar energía desde los puntos de producción al consumo en las ciudades sigue provocando la mortalidad cada día de cientos de animales en España. “Prácticamente cada año aparece un quebrantahuesos marcado con emisor satélite muerto por electrocución o choque y esto solo es la punta del iceberg si se suma a buitres, águilas y otras especies no geolocalizadas”, relata.

El éxito del programa de recuperación en Pirineos obligaba a dar un salto para esquivar otra amenaza más: que un evento catastrófico masivo pudiera extinguir su único núcleo poblacional. Al tiempo que la especie crecía, aumentaba la capacidad para empezar a extenderse allí donde se había extinguido a mediados del siglo XX, establecer nuevos núcleos alejados a cientos de kilómetros unos de otros y para “colocar las piezas del puzzle de la biodiversidad en España”. “Queríamos llevar el quebrantahuesos a todas sus montañas y así empezamos”, recuerda el director de la FCQ, que eligió Picos de Europa porque hasta allí volaban los que salían de Pirineos.

Partieron de cero, con animales cedidos por el Gobierno de Aragón, recuperados por la FCQ, que extraía pollos o huevos de nidos para evitar su fracaso o bien porque estos se caían, y para evitar perder ejemplares dado el llamativo fenómeno de cainismo entre los pollos hermanos: en el cien por cien de los casos el

más fuerte mata al débil para que solo uno sobreviva.

Así, los expertos solicitaron a la administración que, antes de asumir la muerte de esos ejemplares viables, se les autorizara a bajar los nidos, recuperar huevos o pollos, criarlos y después soltarlos. Báguena defiende que esta técnica es el origen del éxito del programa. No obstante, advierte de que la especie aún no está salvada del riesgo de extinción y alerta de que el hecho de que el 95 por ciento de la población esté en Pirineos sigue representando una vulnerabilidad, de ahí la importancia de que colonicen otros territorios.

El proyecto de reintroducción en Picos de Europa comenzó hace nueve años con la suelta de dos pollos y desde entonces han ido aumentando a tres, cinco y hasta siete animales anuales. Para Báguena la meta sería contar con un núcleo fundador de unos 50 animales en libertad; ahora hay 35, a los que se incorporarán los que lleguen volando desde Pirineos y decidan quedarse. Es el caso de *Casanova*, que llegó a Picos y se emparejó con *Deva*, una de las primeras hembras liberadas en 2010 en la vertiente asturiana del Parque Nacional de Picos de Europa y que acababa de incubar un huevo que eclosionó a principios de marzo. Ya alumbraron otro pollo en 2020, el primero en 70 años desde la extinción en Picos de Europa. Otro caso es el de *Eva*, liberada en 2018 y que es la más viajera de la nueva colonia: llega a Galicia y a los montes vascos.

Aunque los quebrantahuesos son longevos, viven hasta los 30 años, tienen una estrategia de reproducción controlada y no comienzan a criar hasta los 7 u 8 años. “Confiamos en que nuevas parejas se vayan sumando progresivamente para conformar el núcleo atlántico de unos 50 animales y que al menos haya cinco nacimientos al año”, dice.



Señuelo con una cría de quebrantahuesos.

Gredos, siguiente paso

Para cerrar el círculo aún debe expandirse y lograr que los distintos núcleos interactúen. Es por ello que el siguiente objetivo está puesto en la Sierra de Gredos y en el Macizo Ibérico turolense. “Con ello terminaríamos el ciclo para recomponer el mapa de la extinción de la especie en el último siglo, logrando poblaciones en las montañas que habitó y donde desapareció”, afirma.

Tras el trabajo conjunto en Picos de Europa, con las administraciones del Principado de Asturias y de la Junta de Castilla y León en la gestión del Parque Nacional, observaron que Gredos, era un lugar “excelente” dada la elevada población de cabra montesa, pues no hay que olvidar que el quebrantahuesos se alimenta fundamentalmente de huesos. Uno de los propósitos del director de la FCQ es que los ecosistemas de montaña recuperen las especies que el siglo XX les robó, pero admite que es un trabajo “lento”. De ese modo, indica que crear la población de Gredos llevará al menos diez años, pero si se logra, la especie habrá vuelto a todo su territorio y aumentará la diversidad genética de la población reproductora.

La reintroducción en las montañas abulenses de Gredos es inminente, tanto que Báguena anuncia en Estratos que el proyecto, que cuenta con financiación europea, se presentó allí a mediados de marzo, con la intención de soltar los dos primeros ejemplares cedidos por Aragón durante la primavera, posiblemente en el mes de mayo y, al mismo tiempo, otros dos ejemplares en Teruel.

A todos ellos hay que añadir los quebrantahuesos que ya vuelan en Cazorla, donde la Junta de Andalucía los introdujo hace 15 años, aunque con otra metodología. Allí se llevan ejemplares criados en zoológicos europeos. En cualquier caso, también crece la población andaluza y Báguena confía en que una vez extendidos a Gredos y al sistema Ibérico, se alcanzará el objetivo.

Por otro lado, elogia la suma de esfuerzos e implicación de todos los actores en estos proyectos, que tienen un perfil “muy gubernamental” porque la competencia de especies es de las administraciones cuya autorización se requiere, así como la del Organismo Autónomo Parques Nacionales y del Gobierno.

Asimismo, la iniciativa no deja de lado a la población, con la que se acometen acciones específicas para demostrar que el quebrantahuesos lejos de ser un problema supone una oportunidad, sobre todo con el sector ganadero.

Beneficio para la población

Para ello, la FCQ ha lanzado la marca registrada ‘Pro-biodiversidad’, premiada en 2020 por la Red Natura 2000, para demostrar que “vivir con biodiversidad es una estupenda oportunidad para generar activos y que los ganaderos pueden ganar dinero”. Se trata de una plataforma de venta con cadenas de alimentación y distribución de Asturias y Cantabria, así como con la Red de Paradores Nacionales, para 15 ganaderos de ovino y caprino que representan el 60 por ciento de los que ejercen en Picos de Europa. La marca asegura la venta a un precio digno de sus reses, al tiempo que se benefician de la “bondad publicitaria” que supone ser ganadero en la Red Natura 2000.

Báguena valora que el medio rural debe tener un retorno de la biodiversidad que genera y que se consume en las ciudades. Así quiere demostrar que los proyectos de biodiversidad son “una alternativa real, rentable y digna para la población más allá de alternativas como los parques eólicos. “Vender naturaleza y convivir con fauna puede ser muy rentable e interesante. Es lo que pretendemos demostrar con la marca Pro-biodiversidad”, apuesta.

El beneficio es recíproco, la FCQ les ayuda con sus veterinarios, proporciona alimento a sus mastines para que se defiendan mejor de los lobos y una plataforma de venta mientras los ganaderos les dejan las reses que mueren en el Parque Nacional para alimento de las aves. “Es absurdo que subamos bidones con restos de huesos para los quebrantahuesos cuando ellos están ahí arriba y si se les muere un animal tienen que enterrarlo o tirarlo a una sima. El resultado ha sido magnífico”, comenta.

Muy “ilusionado” está el jefe del Servicio de Espacios Naturales, Flora y Fauna de la Junta de Castilla y León, David Cubero, que espera ver nacer los primeros pollos autóctonos de quebrantahuesos en la Sierra de Gredos en torno al año 2030, una vez que esta primavera se dé el pistoletazo de salida al proyecto en el Macizo Central. “El proyecto nace con apoyos sólidos, con visos de continuidad y después de años de trabajo”, defiende.

Cubero califica de “extraordinaria” la colaboración con la FCQ y subraya la estratégica posición geográfica de Castilla y León, con Picos de Europa en el norte, el Macizo Central en el sur y con el Macizo Ibérico al este, lo que la erige en un punto de conexión de todos los trabajos para recuperar la especie. “La justificación técnica es clara pero, además, la colaboración con la FCQ en Picos ha sido muy buena, por lo que se

Técnico de la fundación durante un seguimiento de individuos.



han aliado tanto las necesidades de la especie como los compañeros de viaje. A todos nos ilusiona”, elogia Cubero que añade que el reto exige estar a la altura de las circunstancias y remangarse ante los varios años de trabajo que quedan por delante.

El experto confía en que no habrá conflicto social y argumenta que este es un proyecto pensado “desde el territorio para el territorio” en el que ya trabaja un ganadero y espera que cree más puestos de trabajo directos e indirectos, por lo que vaticina una repercusión “positiva”.

Finalmente, apunta que el nivel de implicación de la Junta de Castilla y León es “capital” pues, además de los cerca de 100.000 euros de cofinanciación que recibe este proyecto LIFE, se suman otros recursos como son los agentes ambientales, personal técnico, infraestructuras y labor de divulgación, y no se olvida de agradecer al Gobierno de Aragón la cesión de los pollos que acogerá Gredos. ■ ■ ■



CONECTADOS

SIGUE A ENRESA EN REDES SOCIALES



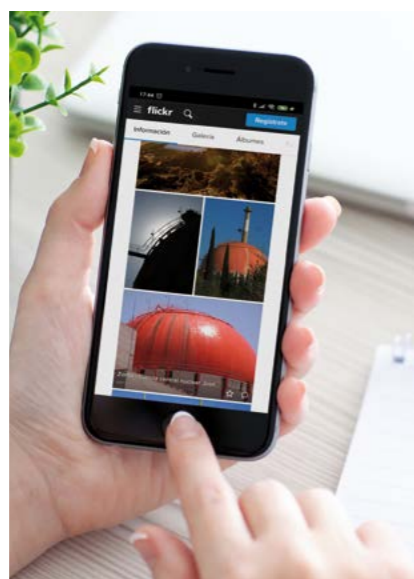
INSTAGRAM

ACTUALIDAD

@ENRESAOFICIAL

Imágenes, vídeos y textos sobre nuestra actividad en tan solo un clic

Actualidad y divulgación de las actividades que realizamos de una manera visual y dinámica. Trasladamos la realidad sobre la gestión sobre los residuos radiactivos y el desmantelamiento de centrales nucleares en España aunando imágenes, vídeos y textos en tan solo un clic.



LINKEDIN

PERFIL PROFESIONAL

ENRESA

Perfil corporativo en la comunidad profesional más conectada de la red

Centrada en contenidos laborales y profesionales. Al ser una red social con objetivos reputacionales, se trata de compartir las políticas, la misión, los valores, las políticas y la actualidad de los proyectos de la empresa.



FLIKR

FOTOGRAFÍAS

ENRESA

Una galería de fotos que ayuda a entender la actividad de Enresa

Podrás ver imágenes técnicas y representativas de lo que hacemos. Desde preciosas vistas de la naturaleza hasta procesos industriales que detallan, por ejemplo, el desmantelamiento de una central nuclear: para quienes quieren conocer, investigar y descubrir.



YOUTUBE

VÍDEOS CORPORATIVOS

ENRESA

Piezas audiovisuales para acercarte nuestros proyectos de la forma más cómoda y didáctica

Desarrollamos vídeos técnicos y divulgativos donde explicamos nuestros proyectos para que puedas conocernos y visualizar las soluciones que Enresa desarrolla.



TWITTER

NOTICIAS Y NOVEDADES

@ENRESA

El pulso a la actualidad de Enresa a golpe de 'tuit'

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 siguiendo nuestro perfil de Twitter. Te esperamos.

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

Si desea suscribirse gratuitamente a Estratos envíenos un e-mail a registro@enresa.es con los siguientes datos: nombre y apellidos, calle, domicilio, población, código postal, provincia, país y correo electrónico. Le enviaremos la revista a la dirección aportada. También puede consultar todos los números de Estratos en www.enresa.es

De conformidad con la normativa vigente en materia de protección de datos personales, consiento que mis datos sean incorporados a un fichero que será tratado por la 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, nº 7, 28043 Madrid, o bien mediante mensaje a la dirección de correo electrónico 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.aepd.es).

ESTRATOS



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



www.enresa.es