

Técnica Industrial 344

Construcción industrializada

DISEÑO DE UN VIOLÍN ELÉCTRICO ADAPTADO

Ergonomía, tecnología y educación musical

ALGO NO HACEMOS BIEN EN CULTURA PREVENTIVA

**USO DE LOS DENDOGRAMAS EN LAS
EVALUACIONES DE RIESGOS LABORALES**

como sistema para facilitar la colaboración
de las personas trabajadoras

**LAS PATENTES DE ALTO VALOR: ¿QUÉ
SON Y CÓMO IDENTIFICARLAS?**

REPORTAJE

Del ladrillo a la fábrica:
la industrialización cambia
la construcción

BARÓMETRO INDUSTRIAL

La situación de
la industria
en España

ENTREVISTA

Gema Travería,
directora
de REBUILD

EMAX 3 DE ABB. DISEÑADO PARA LA INDUSTRIA DEL FUTURO

Seguro y preparado para adaptarse a la
evolución de las infraestructuras



Descubre la última evolución en tecnología de
interruptores automáticos. SACE Emax 3 de ABB
está diseñado para que los sistemas de distribución
eléctrica sean más adaptables y seguras.

EN PORTADA Construcción industrializada**06 Del ladrillo a la fábrica: cómo la industrialización está cambiando la construcción.**

La edificación tradicional se encuentra en un punto de inflexión histórico. Presionado por la escasez de mano de obra, los plazos ajustados y las exigencias de sostenibilidad, el sector acelera su transición hacia un modelo híbrido basado en la fabricación automatizada y la digitalización integral.

Sara Portillo.

10 ENTREVISTA Gema Travería. Directora de REBUILD, la feria líder en Europa sobre construcción industrializada: "La industrialización deja de ser solo una opción y se convierte en una herramienta imprescindible". **Sara Portillo.**

14 ENTREVISTA José Manuel Garcilópez. Director de Construcción Industrializada de Saint-Gobain: "La ingeniería será determinante en el futuro de la construcción industrializada". **Mónica Ramírez.**

16 ENTREVISTA Rafael Rodríguez, CEO del Grupo ANRO, y **José Vicente Guerola,** presidente ejecutivo de GUEROLA. "El futuro pasa por empresas capaces de integrar ingeniería, fabricación y construcción". **Mónica Ramírez.**

20 IX Barómetro Industrial: la situación de la industria en España.

Foto de portada: Shutterstock.

ACTUALIDAD

04 Viviendas impresas en 3D: la ingeniería detrás de una nueva forma de edificar. La impresión 3D ha llegado al sector de la construcción. Este tipo de viviendas representa uno de los ejemplos más avanzados de industrialización aplicada a la edificación. Su desarrollo abre nuevas oportunidades, pero también plantea importantes desafíos técnicos, económicos y regulatorios.

Mónica Ramírez.

ARTÍCULOS

24 ORIGINAL

Design of a User-Adaptive Electric Violin: Ergonomics, Technology, and Education

Diseño de un violín eléctrico adaptado: ergonomía, tecnología y educación musical.

Isabel Prieto Rivero y Marian Simón Rodríguez

30 ORIGINAL

Algo no hacemos bien en cultura preventiva

We are doing something wrong in preventive culture.

Rafael Eugenio Romero García

34 ORIGINAL

Uso de los dendogramas en las evaluaciones de riesgos laborales como sistema para facilitar la colaboración de las personas trabajadoras

Use of dendrograms in occupational risk assessments as a System for worker collaboration. **Dr. Miguel Verdeguez Cuesta**

40 ORIGINAL

High-value patents: what are they and how to identify them?

Las patentes de gran valor: ¿qué son y cómo identificarlas?

Francisco Javier Moledo Frojan y Ane Moledo Uribe

INGENIERÍA Y HUMANIDADES

92 INGENIEROS EN LA HISTORIA Narciso Monturiol: el visionario ingeniero español que se adelantó al submarino moderno. **Mónica Ramírez**

96 Publicaciones

03 **Editorial** La mejor RED para el futuro de España.
José Antonio Galdón Ruiz

PROFESIÓN

50 **Presentado el IX Barómetro Industrial del COGITI- Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM).**

51 **El COGITI alerta a los estudiantes de Ingeniería del ámbito industrial sobre las cerca de 200 titulaciones de grado no habilitantes para ejercer la profesión.**

52 **El presidente de INGITE y COGITI, José Antonio Galdón, participa en la Asamblea General de ENGINEERS EUROPE.**

53 **El COGITI lanza el I Barómetro de la Mujer Ingeniera: talento, liderazgo y compromiso, la realidad de las mujeres ingenieras en España.**

60 **COGITI y AERRAAITI renuevan su convenio para continuar con su colaboración y perfilar nuevos proyectos.**

55 **Respaldo unánime a MUPITI en su Asamblea General 2026.**

56 **Los proyectos de energías renovables visados por ingenieros técnicos industriales se triplican en los últimos siete años.**

57 **Celebrada la XI edición del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica organizado por UAITIE.**

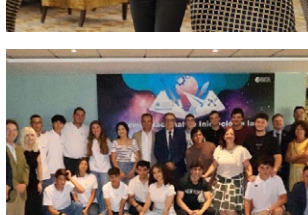
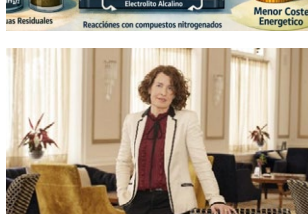
60 **ENTREVISTA Oliver Martín Dostert Pérez.** Presidente de AERRAAITI: "La futura Ley de Ingeniería es una oportunidad histórica para modernizar la profesión y la voz de los estudiantes ha de estar presente en ese debate".

64 **Artículos de los proyectos ganadores y finalistas del IV Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad de la Fundación Técnica Industrial y del I Premio MUPITI "Ingeniería para las personas".**

82 **Proyecto Nitro D-Cell: Una nueva vía para producir hidrógeno verde consumiendo menos energía y valorizando nitrocomponentes.**

86 **ENTREVISTA Beatriz Malagón Picón.** Directora de la Fábrica de Cementos Portland Valderrivas de Mataporquera (Cantabria): "Liderar no consiste en tener todas las respuestas, sino en crear las condiciones para que el equipo pueda encontrarlas y actuar con seguridad".

95 **El talento joven vuelve a situar a la ingeniería en el centro del futuro.**



Técnica Industrial Fundada en 1952 como órgano oficial de la Asociación Nacional de Peritos Industriales, es editada por la Fundación Técnica Industrial, vinculada al Consejo General de Colegios de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI).

Fundación Técnica Industrial Comisión Ejecutiva

Presidente José Antonio Galdón Ruiz

Vicepresidente Domingo Villero Carro

Secretario Jesús E. García Gutiérrez

Tesorero Alejandro Sotodosos Fernández

Interventor Antonio Ruiz Saiz

Vocales Diego Pérez Muñiz y Mar López Almagro

Gerente Miquel Darnés Cirera

Patronos

Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales de España (UAITIE), Cogiti y Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales, representados por sus decanos:

A Coruña Macario Yebra Lemos

Álava Alberto Martínez Martínez

Albacete Francisco Avellaneda Carpena

Alicante Antonio Martínez-Canales Murcia

Almería Francisco Lores Llamas

Aragón Enrique Zaro Giménez

Ávila Samuel Gavilán López

Badajoz Vicenta Gómez Garrido

Illes Balears Sebastián Frongia

Barcelona Ricard Nogués i Parra

Bizkaia Alberto García Lizaranzu

Burgos Antonio Ruiz Saiz

Cáceres Fernando Doncel Blázquez

Cádiz Domingo Villero Carro

Cantabria Raúl Huerta Fernández

Castellón José Luis Ginés Porcar

Ciudad Real José Carlos Pardo García

Córdoba Francisco López Castillo

Garraf i l'Alt Penedès Mar López Almagro

Gipuzkoa Valeriano Carballo Garrido

Girona Jordi Fabrellas Payret

Granada Fernando Terrón Bote

Guadalajara Juan José Cruz García

Huelva Manuel León Gómez

Jaén Rafael Fernández Mesa

La Rioja Jesús Vellilla García

Las Palmas José Antonio Marrero Nieto

León José Antonio Cuba Cal

Lleida Ramon Grau Lanau

Lugo Jorge Rivera Gómez

Madrid José Antonio Galdón Ruiz

Málaga José B. Zayas López

Manresa Jordi Valiente Prat

Región de Murcia Miguel Ángel Sola Navarro

Navarra Enrique Domínguez Peralta

Ourense Santiago Gómez-Randulfe Álvarez

Palencia Jesús de la Fuente Valtierra

Principado de Asturias Diego Pérez Muñiz

Salamanca José M^a Collantes Hidalgo

S. C. Tenerife Antonio M. Rodríguez Hernández

Segovia Gabriel Vallejo Álvarez

Sevilla José Joaquín Palma Chaves

Soria Levy Garijo Tarancón

Tarragona Joan Gabriel Talamí Maigí

Toledo Ángel Carrero Romero

Valencia Tomás Játiva Collados

Valladolid Rafael Álvarez Palla

Vigo Jorge Cerqueiro Pequeño

Zamora Jose Luis Hernández Merchán

La mejor RED para el futuro de España

Hay palabras que encierran mucho más significado del que aparentan.

Una red protege al funambulista cuando desafía el vacío. Una red permite al pescador recoger el fruto de su trabajo. Una red conecta a las personas, comparte conocimiento y hace posible alcanzar objetivos que, de forma individual, serían inalcanzables. Todas tienen algo en común: una red no suele ser lo más visible, pero siempre es lo que sostiene el éxito.

España necesita hoy, más que nunca, la mejor de las redes. Y me refiero, naturalmente, a la red eléctrica.

Nuestro país tiene ante sí una oportunidad histórica: convertir la transición energética en la mayor palanca de reindustrialización de las últimas décadas. La electrificación, la digitalización y la autonomía estratégica europea están configurando un nuevo modelo industrial en el que España cuenta con ventajas competitivas indudables gracias a sus recursos renovables, la capacidad de sus empresas y el extraordinario nivel técnico de sus profesionales.

Los datos demuestran que ese camino ya está en marcha. En 2025, los ingenieros técnicos industriales visaron 19.964 proyectos de energías renovables, frente a los 6.351 registrados en 2019, un incremento del 215 % en apenas siete años. Si ampliamos la mirada al conjunto del sector energético, los trabajos visados alcanzaron los 77.930 proyectos, un 60 % más que hace seis años. Son cifras que reflejan que la transición energética ya no es un objetivo de futuro, sino una realidad construida cada día por miles de profesionales.

Pero todo avance trae consigo un nuevo desafío. Durante años hemos medido el éxito de la transición energética por los megavatios renovables instalados. Ha llegado el momento de empezar a medirlo también por la capacidad de nuestro sistema eléctrico para integrarlos, transportarlos y ponerlos al servicio de la industria, de la economía y de los ciudadanos.

Porque la transición energética ya no depende únicamente de producir electricidad limpia. Depende, sobre todo, de contar con un sistema eléctrico flexible, robusto, resiliente e inteligente, capaz de responder a las necesidades de una economía cada vez más electrificada.

El apagón sufrido el pasado año debe servirnos, ante todo, como una oportunidad para aprender. Más allá de las causas que lo provocaron, lo verdaderamente importante es extraer las lecciones necesarias, reforzar el sistema y evitar que situaciones similares puedan repetirse. Las grandes transformaciones exigen ambición, pero también planificación, prudencia técnica y capacidad para aprender de la experiencia.

Precisamente esta visión aparece reflejada en el IX Barómetro Industrial del COGITI. Los ingenieros sitúan entre las principales prioridades para España el refuerzo de nuestra autonomía energética, el impulso a la industria y la modernización de las infraestructuras. No se trata de una reivindicación corporativa, sino del diagnóstico de quienes diseñan, ejecutan y mantienen las instalaciones industriales y energéticas de nuestro país.

El Barómetro lanza además un mensaje claro: la competitividad del futuro no dependerá únicamente de disponer de energía limpia, sino de contar con energía suficiente, accesible, segura y competitiva allí donde sea necesaria. Esa será una de las diferencias entre los países que lideren la nueva industriali-

zación y aquellos que se limiten a observarla.

Existe, además, una paradoja que no podemos permitirnos. Mientras España aspira a atraer nuevas inversiones industriales, cada vez son más los proyectos cuya principal dificultad no reside en la financiación, la tecnología o el suelo disponible, sino en la falta de capacidad de suministro eléctrico.

No puede ser que una inversión capaz de generar empleo, innovación y riqueza tenga que esperar años para disponer de la potencia necesaria para desarrollarse. Las inversiones no esperan indefinidamente. Cuando un territorio no puede ofrecer la energía que necesita una industria, esa industria termina buscando otro lugar donde instalarse.

Por eso, la planificación energética debe dejar de mirar únicamente a la demanda prevista para empezar a anticipar la demanda que queremos provocar. Si aspiramos a atraer nuevas fábricas, centros de datos, industrias electrointensivas, producción de hidrógeno renovable o proyectos vinculados a la inteligencia artificial, el sistema eléctrico no puede reaccionar cuando esas inversiones ya han llegado. Debe estar preparado antes de que llamen a nuestra puerta.

Planificar el sistema eléctrico ya no consiste solo en prever cuánta electricidad consumiremos. Consiste en decidir qué modelo de desarrollo económico queremos hacer posible.

Necesitamos acelerar las inversiones en transporte y distribución, reforzar las interconexiones, digitalizar las redes y desplegar soluciones de almacenamiento que aporten estabilidad y capacidad de gestión. En definitiva, necesitamos más y mejores redes.

Porque la red eléctrica ha dejado de ser una infraestructura técnica para convertirse en una infraestructura estratégica de país. Igual que las carreteras impulsaron la movilidad, los puertos el comercio o Internet la economía del conocimiento, la red eléctrica será la infraestructura sobre la que descansará buena parte del crecimiento económico de las próximas décadas.

La ingeniería ha demostrado sobradamente que sabe hacer posible la transición energética. Ahora corresponde acompañar ese esfuerzo con una planificación ambiciosa y con inversiones que estén a la altura del reto.

Porque invertir en redes no es solo invertir en energía. Es invertir en industria, en empleo, en innovación y, en definitiva, en el futuro de España.

Al comienzo de estas líneas hablaba de las distintas formas que puede adoptar una red. La red que protege, la red que conecta, la red que hace posible alcanzar objetivos que, de otro modo, serían imposibles. Hoy España necesita esa red.

Una red capaz de sostener la mayor transformación energética e industrial de las últimas décadas. Porque las grandes transformaciones no se recuerdan únicamente por las decisiones que se tomaron, sino por las infraestructuras que las hicieron posibles.

La transición energética ya está en marcha. Ahora debemos construir la RED que hará posible el futuro de España.

José Antonio Galdón Ruiz

Presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España y de la Fundación Técnica Industrial

Viviendas impresas en 3D: la ingeniería detrás de una nueva forma de edificar

La impresión 3D ha llegado al sector de la construcción. Este tipo de viviendas representa uno de los ejemplos más avanzados de industrialización aplicada a la edificación. Su desarrollo abre nuevas oportunidades, pero también plantea importantes desafíos técnicos, económicos y regulatorios.

Mónica Ramírez

La necesidad de reducir costes, acelerar los tiempos de obra y minimizar el impacto ambiental está impulsando el desarrollo de nuevas tecnologías constructivas. En este contexto, la impresión 3D aplicada a la construcción se presenta como una de las soluciones más prometedoras para responder a problemas cada vez más urgentes, como la escasez de vivienda, el elevado consumo de recursos o la falta de mano de obra especializada.

Aunque todavía se encuentra en una fase inicial de implantación, esta tecnología ha evolucionado notablemente en los últimos años y ya permite levantar viviendas completas mediante procesos automatizados capaces de transformar radicalmente la manera de construir. Sin embargo, el reto ahora es comprobar si esta tecnología puede consolidarse como una alternativa real a los métodos constructivos tradicionales.

Cómo se “imprime” una vivienda

El diseño digital de edificios mediante herramientas informáticas es hoy habitual en arquitectura e ingeniería. La diferencia es que, en una vivienda impresa en 3D, el modelo digital no solo sirve para planificar la obra, sino también para ejecutarla directamente.

El proceso utiliza impresoras 3D de gran tamaño equipadas con una boquilla que deposita capas sucesivas de hormigón u otros materiales especiales sobre una base previamente preparada. La máquina sigue las coordenadas del diseño digital y levanta, capa a capa, las paredes exteriores e interiores de la vivienda.

Gracias a este sistema, la impresora puede dejar previstos huecos para puertas, ventanas, enchufes, conducciones eléctricas o espacios destinados al aislamiento térmico. Todo ello se realiza con una elevada precisión y un importante grado de automatización.

Existen dos grandes variantes técnicas. En algunos sistemas, el cabezal de impresión gira alrededor de un eje central y genera estructuras de planta circular. Otros modelos utilizan sistemas de ejes móviles que permiten construir prácticamente cualquier geometría, incluyendo paredes curvas o diseños complejos imposibles de ejecutar fácilmente con métodos convencionales.

El proceso parte de un modelo digital tridimensional diseñado mediante software CAD y herramientas BIM. A partir de ese modelo, una impresora de gran formato —normalmente un brazo robotizado o un sistema de pórtico— deposita material capa a capa siguiendo trayectorias programadas con precisión milimétrica.

El resultado es la creación automatizada de muros y elementos estructurales sin necesidad de encofrados tradicionales. No obstante, cabe destacar que actualmente no se imprime una vivienda completa de principio a fin. Lo habitual es automatizar únicamente la envolvente estructural, mientras que otros elementos, como instalaciones eléctricas, carpinterías, cubiertas o acabados, siguen realizándose mediante procedimientos convencionales.

Aun así, el grado de automatización alcanzado ya resulta notable y permite reducir significativamente tiempos de ejecución y desperdicio de materiales.

El reto de los materiales

Aunque la imagen más visible del proceso es la impresora, muchos expertos coinciden en que el gran desafío tecnológico se encuentra en los materiales.

Los hormigones utilizados deben cumplir una serie de requisitos: ser suficientemente fluidos para poderse moldear y, al mismo tiempo, adquirir resistencia rápidamente para soportar las capas superiores sin deformarse.

Para ello, se emplean formulaciones específicas con aditivos de fraguado

rápido, fibras de refuerzo, componentes reciclados, cementos especiales, y mezclas geopoliméricas de baja huella de carbono.

La investigación en este ámbito avanza rápidamente. Universidades y centros tecnológicos trabajan ya en materiales más sostenibles capaces de reducir el elevado impacto ambiental asociado al cemento tradicional.

Construcción e industria 4.0

Uno de los aspectos más relevantes de esta tecnología es que introduce en la construcción dinámicas propias de la industria avanzada. La vivienda deja de concebirse exclusivamente como una obra construida “ladrillo a ladrillo”, para aproximarse a un modelo de fabricación digital donde intervienen innovaciones y ámbitos como la robótica, automatización, control de procesos, diseño paramétrico, simulación, sensorica, e inteligencia de datos.

La impresión 3D conecta así con conceptos como fabricación aditiva, gemelo digital o producción automatizada, ampliamente consolidados en sectores como la automoción o la aeronáutica.

En este nuevo escenario, el papel de los ingenieros cobra especial relevancia, ya que la automatización de la construcción requiere profesionales especializados en materiales, programación, robótica, instalaciones, control industrial, eficiencia energética, y digitalización de procesos.

La construcción industrializada deja así de ser exclusivamente un ámbito arquitectónico para convertirse en un entorno claramente multidisciplinar. Por tanto, la ingeniería será fundamental para integrar nuevas tecnologías, optimizar materiales y desarrollar soluciones constructivas más eficientes y sostenibles.

Reducción de tiempos y menos desperdicio



Vivienda impresa en 3D. Foto: Shutterstock.

La reducción de los tiempos de construcción constituye una de las principales ventajas de esta tecnología. Algunos proyectos experimentales han logrado imprimir la estructura principal de una vivienda en apenas unos días.

La automatización también permite optimizar el uso de materiales. A diferencia de los métodos tradicionales, donde gran parte del material termina convertido en residuo, la impresión 3D deposita únicamente la cantidad necesaria en cada punto de la estructura. Este uso más eficiente reduce desperdicios y mejora el balance medioambiental de la obra.

Asimismo, la automatización puede contribuir a disminuir tareas repetitivas o físicamente exigentes, mejorando potencialmente las condiciones de seguridad laboral en el sector de la construcción.

El desafío de la sostenibilidad

La primera casa de Europa construida en 3D fue un prototipo en Westerlo, Bélgica, impreso en 2020 por el centro de innovación Kamp C. Poco después, en 2021, la localidad de Beckum, Alemania, inauguró la primera vivienda unifamiliar europea habitada tras ser impresa en apenas cuatro días.

En España, las viviendas impresas en 3D también son ya una realidad. Destacan proyectos como la casa piloto de la startup Be More 3D en Valencia (la primera del país) y la promoción de Arinaga

en Agüimes (Canarias), con edificios levantados en un 60% mediante robótica e inteligencia artificial.

En el continente americano, la ONG New Story y la empresa ICON levantaron en México una comunidad de 50 viviendas en Tabasco, destinada a familias en situación de vulnerabilidad.

Por su parte, en Dubái se ha construido un edificio de oficinas de 640 metros cuadrados íntegramente con impresión 3D, lo que convierte a Emiratos Árabes en referente mundial de esta tecnología aplicada a gran escala.

Aunque las viviendas impresas en 3D se presentan habitualmente como una solución sostenible, el debate medioambiental sigue abierto.

La mayoría de los sistemas actuales emplean mezclas de hormigón que contienen cemento, uno de los materiales con mayor huella de carbono dentro de la industria de la construcción. Sin embargo, la reducción del consumo de material y la mejora en la eficiencia del proceso compensan parcialmente este impacto. Además, numerosas empresas y centros de investigación trabajan ya en el desarrollo de materiales alternativos más sostenibles.

La empresa italiana WASP ha desarrollado proyectos experimentales utilizando mezclas de tierra cruda, cal, paja y fibras vegetales. Su proyecto TECLA apuesta por viviendas elaboradas con materiales naturales y completamente

compostables. En 2026, ha finalizado la construcción de Ítaca, la primera estructura residencial certificada del país impresa en 3D, utilizando un sistema robótico de cuatro brazos en su laboratorio de Shamballa, en el norte de Italia. El proyecto destaca tanto por su ejecución tecnológica como por su enfoque en la autosuficiencia. Las paredes de 164,9 metros cuadrados fueron impresas usando una mezcla a base de cal (sin hormigón) y cascarilla de arroz reciclada para el aislamiento térmico pasivo.

El futuro de la construcción automatizada

La impresión 3D no transformará la construcción de la noche a la mañana, pero sí anticipa hacia dónde se dirige parte del sector: más digitalización, más automatización y más integración industrial.

En un contexto marcado por la necesidad de construir de forma más sostenible, rápida y eficiente, las tecnologías de fabricación automatizada ganan protagonismo como posibles herramientas para redefinir los procesos constructivos.

El verdadero impacto de esta revolución probablemente no dependerá únicamente de las impresoras, sino de la capacidad de integrar ingeniería, materiales avanzados, automatización y diseño digital en un nuevo modelo productivo para la construcción.

Del ladrillo a la fábrica: cómo la industrialización está cambiando la construcción

La edificación tradicional se encuentra en un punto de inflexión histórico. Presionado por la escasez de mano de obra, los plazos ajustados y las exigencias de sostenibilidad, el sector acelera su transición hacia un modelo híbrido basado en la fabricación automatizada y la digitalización integral. A través de iniciativas estratégicas como el PERTE y de herramientas como el entorno BIM, la ingeniería está redefiniendo su papel para transformar progresivamente la obra tradicional en un proceso constructivo más industrializado, preciso y coordinado.

Sara Portillo

Con procesos fragmentados, altamente dependientes de la mano de obra y expuestos a retrasos e imprevistos, la construcción ha sido uno de los sectores menos industrializados durante décadas. Sin embargo, el sector está comenzando a experimentar una reconfiguración profunda impulsada por la digitalización, la sostenibilidad y la necesidad de construir de forma más rápida y eficiente.

En este contexto surge la construcción industrializada, un modelo que traslada buena parte del trabajo desde la obra tradicional hacia entornos industriales controlados, donde los componentes se fabrican con precisión y posteriormente se ensamblan en destino. El Gobierno de España, a través del PERTE para la industrialización de la vivienda y de distintas iniciativas institucionales recientes (como se desprende de la Respuesta a la Pregunta Escrita 184/23472, junio 2025) considera esta transición una estrategia clave para modernizar el sector y responder a los desafíos actuales de vivienda, sostenibilidad y productividad. Lejos de ser una tendencia puntual, se trata de una evolución estructural que está redefiniendo el papel de la ingeniería en la edificación.

Qué es la construcción industrializada: niveles y sistemas

La construcción industrializada engloba un conjunto de metodologías en las que los elementos de un edificio se fabrican total o parcialmente en un entorno industrial, bajo condiciones controladas, para posteriormente ser transportados y ensamblados en obra. A diferencia del

modelo tradicional, donde la mayor parte de los trabajos se realizan "in situ" y de forma secuencial, este enfoque traslada gran parte del proceso a fábricas especializadas. Allí se producen módulos completos, componentes estructurales o sistemas constructivos que ya incorporan instalaciones, acabados y elementos técnicos.

Dentro de este modelo se incluyen diferentes niveles de industrialización, desde la prefabricación de elementos como fachadas o baños técnicos, hasta la construcción modular completa en 3D, donde los edificios se ensamblan a partir de unidades volumétricas completamente terminadas. El informe Impactos de la construcción industrializada de la UPF School of Management (2025), categoriza estos niveles técnicamente: desde componentes no estructurales (lavabos o cocinas) hasta paneles 2D de alta definición que incluyen ya aislamientos y cierres.

Se trata de un cambio que no solo afecta al proceso constructivo, sino también al diseño arquitectónico, la planificación y la gestión del proyecto, que pasan a estar altamente condicionados por la estandarización, la coordinación digital y la optimización industrial.

Atendiendo al Modular Building Institute (MBI), el proceso permite fabricar componentes bajo los mismos códigos que las instalaciones convencionales, pero con una previsibilidad sustancialmente mayor.

Diferentes factores explican el creciente interés por este segmento

El interés por la construcción industrializada responde a la convergencia de varios factores estructurales que

están presionando al sector de la edificación en todo el mundo. Uno de los principales motores de este cambio es la necesidad de reducir los plazos de ejecución. La industrialización permite solapar procesos (fabricación y preparación del terreno) y acortar significativamente los tiempos de entrega. Según el mencionado análisis de la UPF BSM (2025), la reducción del tiempo de ejecución permite ahorros potenciales de hasta el 32 % en los gastos indirectos de promoción.

A este factor se suma la escasez de mano de obra especializada, un problema especialmente visible en España y el resto de Europa. El Gobierno de España, en sus recientes análisis de 2025, destaca que la industrialización es una oportunidad estratégica para atraer talento joven y femenino, ofreciendo condiciones de seguridad y salud laboral superiores al entorno de obra tradicional.

Otro elemento clave es la sostenibilidad. La fabricación en entorno controlado permite optimizar materiales y reducir desperdicios. Datos del V Libro Blanco de la Edificación Industrializada (Avintia, 2025) reflejan que este modelo puede reducir la generación de residuos de obra entre un 25 % y un 44 %, además de disminuir el consumo de agua y energía durante el proceso de fabricación.

Cómo se construye hoy: modular, off-site y prefabricación

La construcción industrializada se materializa a través de un cambio profundo en la organización del proceso. En el modelo más extendido, conocido como construcción off-site, los componentes del edificio se fabrican en planta y posteriormente se transportan a la obra



Foto: Shutterstock.

para su ensamblaje. La obra pasa a funcionar cada vez más como un espacio de ensamblaje y menos como un lugar de producción artesanal.

Dentro de este enfoque, la construcción modular 3D representa uno de los niveles más avanzados de industrialización. En este caso, los edificios se componen de módulos volumétricos completos (habitaciones, baños o incluso viviendas enteras) que salen de fábrica con instalaciones, acabados e incluso equipamiento incorporado. Una vez en el emplazamiento, los módulos se ensamblan como piezas de un sistema mayor. Un ejemplo interesante dentro de este ámbito se encuentra en el Trabajo de Fin de Grado titulado Los procesos de industrialización de la construcción tradicional, desarrollado por Alberto Martín Ramón en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM, 2021). El análisis documenta casos de estudio emblemáticos como la Casa Garoza 10.1. En dicho proyecto, módulos fabricados íntegramente en taller fueron instalados en el emplazamiento en apenas una jornada, minimizando los ruidos y el impacto ambiental.

No todos los sistemas industrializados implican necesariamente módulos completos tridimensionales. En muchos proyectos se emplean soluciones híbri-

das, donde únicamente determinadas partes del edificio se fabrican en taller. Es habitual, por ejemplo, la utilización de fachadas prefabricadas, núcleos de baño industrializados o estructuras metálicas ensambladas posteriormente en obra.

Precisamente, este enfoque gradual permite a muchas promotoras y constructoras incorporar procesos industrializados sin transformar completamente su modelo productivo. Además, facilita la adaptación del sistema a proyectos arquitectónicos complejos o a entornos urbanos con limitaciones logísticas, donde el transporte de grandes módulos volumétricos puede resultar más complicado.

De forma paralela, algunos fabricantes están apostando por plataformas constructivas estandarizadas capaces de adaptarse a distintas tipologías edificatorias, desde vivienda colectiva hasta hoteles, residencias o equipamientos sanitarios. Una tendencia que busca combinar eficiencia industrial y flexibilidad arquitectónica dentro de un mismo sistema productivo. Cabe señalar que este nuevo modelo constructivo no sería viable sin una fuerte digitalización de los procesos, que actúa como el elemento vertebrador del nuevo paradigma constructivo.

Digitalización de la construcción: BIM y el gemelo digital

En los últimos años, herramientas como el modelado de información de construcción (BIM) han transformado la forma en la que se diseñan los proyectos. Más allá de funcionar como una mera herramienta de dibujo tridimensional, BIM opera como una gran base de datos compartida. En ella se vuelcan desde las propiedades térmicas de un panel hasta el calendario de mantenimiento.

Como señala buildingSMART International (la organización mundial que lidera el desarrollo de estándares abiertos para la interoperabilidad en el sector) a través del estándar openBIM, la coordinación digital previa es fundamental en la industrialización para evitar que errores de diseño se trasladen a la cadena de producción. En este escenario, el concepto de gemelo digital permite simular comportamientos y optimizar el activo a lo largo de toda su vida útil.

La implantación de BIM también está modificando la relación entre los distintos agentes que participan en un proyecto. En este sentido, arquitectos, ingenieros, fabricantes y constructoras trabajan cada vez más sobre modelos compartidos, reduciendo interferencias y mejorando la coordinación técnica desde las fases iniciales de diseño.



La construcción 'off-site' traslada los procesos artesanales a entornos fabriles controlados, donde la gestión de materiales y la fabricación en taller optimizan los tiempos y reducen drásticamente los residuos de obra. Foto: Pixabay.

En el contexto de la industrialización, esta interoperabilidad resulta especialmente relevante, ya que los componentes fabricados en planta requieren tolerancias mucho más precisas que en la construcción tradicional. Cualquier desviación en el diseño puede afectar directamente a la fabricación o al montaje posterior.

Del mismo modo, el gemelo digital abre nuevas posibilidades en la fase de operación y mantenimiento de los edificios. Gracias a la monitorización de datos en tiempo real, es posible anticipar incidencias, optimizar consumos energéticos y gestionar de forma más eficiente el ciclo de vida completo del activo construido.

La integración de modelos digitales también permite mantener una trazabilidad mucho más precisa de los componentes industrializados, desde su fabricación hasta su instalación y mantenimiento posterior. Así, cada elemento puede incorporar información técnica, certificaciones o datos de comportamiento, optimizando el control del edificio a lo largo del tiempo.

A la eficiencia productiva, hay que sumar otro elemento: la industrialización también está transformando el impacto ambiental de la edificación, además de la elección de los materiales.

Sostenibilidad y nuevos materiales

Esta transformación en la elección de los componentes y en su impacto ambiental se apoya en que la optimización en fábrica facilita el uso de materiales con menor huella de carbono, como la madera técnica (CLT), que permite construir edificios de varias alturas con recursos renovables. Proyectos recientes vinculados a vivienda industrializada están facilitando el acceso a certificaciones de sostenibilidad como BREEAM, integrando criterios ambientales desde las fases iniciales del proyecto.

Diversos análisis del sector señalan que la industrialización puede contribuir significativamente a los objetivos de descarbonización de la edificación al reducir los desplazamientos de materiales y optimizar los consumos energéticos en planta. Además, la fabricación en entornos controlados permite mejorar la precisión en los aislamientos y en la ejecución de envoltentes térmicas, reduciendo pérdidas energéticas y optimizando el comportamiento energético final de los edificios.

Por otro lado, la industrialización también está favoreciendo estrategias vinculadas a la economía circular. En este terreno, algunos sistemas constructivos permiten desmontar compo-

nentes y reutilizarlos posteriormente, algo mucho más complejo en la construcción convencional. Esta capacidad de desmontaje y trazabilidad está empezando a ganar relevancia en proyectos alineados con los objetivos europeos de sostenibilidad y reducción de emisiones.

Junto con lo anterior, la fabricación controlada facilita un seguimiento más preciso de los materiales empleados y de su comportamiento durante la vida útil del edificio, mejorando las labores de conservación y rehabilitación futura.

Automatización, robótica e impresión 3D

La industrialización avanza de la mano de la tecnología. Robots especializados ya se utilizan en el ensamblaje de elementos prefabricados, mejorando la productividad y reduciendo riesgos. Por su parte, la impresión 3D mediante fabricación aditiva permite construir elementos estructurales capa a capa, reduciendo de forma drástica el desperdicio de material.

Según el mencionado informe de la UPF BSM (2025), este nivel de automatización acerca progresivamente el sector de la construcción a modelos de eficiencia similares a los de la industria automotriz.

En esta misma línea, la incorporación de drones y sistemas de escaneo láser en obra está permitiendo verificar con mayor precisión que el montaje ejecutado coincide con los modelos digitales definidos previamente en fábrica. Estas herramientas facilitan además el seguimiento del avance de obra y la detección temprana de desviaciones.

Retos, inconvenientes e impulso institucional

A pesar de que sus ventajas son evidentes, el modelo enfrenta retos y limitaciones que condicionan su adopción masiva. Uno de los principales obstáculos es la elevada inversión inicial necesaria para poner en marcha infraestructuras fabriles y sistemas digitales complejos. Distintos análisis sectoriales señalan otras fricciones relevantes, como la necesidad de adaptar progresivamente las normativas urbanísticas y técnicas (que a menudo no contemplan estos sistemas), la dependencia logística del transporte de grandes módulos o la dificultad de estandarizar determinados diseños arquitectónicos de alta complejidad.

A ello se suma la resistencia al cambio existente en parte de un sector

tradicionalmente acostumbrado a modelos de trabajo fragmentados y con una fuerte dependencia de procesos ejecutados directamente en obra. Para abordar estos retos han surgido diferentes iniciativas. Desde el ámbito político, el Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana (MIVAU) ha articulado el PERTE de Industrialización de la Vivienda, un plan estratégico para modernizar el sector, mejorar el acceso a la vivienda asequible y fomentar la rehabilitación energética. Se trata de una herramienta concebida para facilitar la implantación de estos modelos constructivos y reducir las barreras económicas iniciales de las empresas que apuestan por este cambio.

Una nueva etapa para la ingeniería

La transformación hacia la construcción industrializada está cambiando el perfil de los técnicos. El ingeniero que se dedica a este ámbito ya no solo gestiona la obra, sino que coordina flujos industriales y digitales. De este modo, la integración de la ingeniería industrial con la arquitectura está configurando un entorno profesional más técnico, interdisciplinar y especializado.

A su vez, esta transición también está impulsando nuevas necesidades formativas dentro del sector. Perfiles vinculados al modelado BIM, la automatización industrial, la gestión de datos o la fabricación avanzada están adquiriendo cada vez mayor relevancia en empresa constructoras y estudios de ingeniería. Algunas universidades y escuelas técnicas ya están incorporando contenidos específicos relacionados con construcción off-site, digitalización y sostenibilidad, reflejando la progresiva convergencia entre la ingeniería industrial y la edificación.

El proceso apunta, en definitiva, hacia un escenario en el que construir se asemeja cada vez más a fabricar: un entorno donde la precisión y la digitalización sustituyen progresivamente a la improvisación. Aunque la construcción tradicional seguirá conviviendo durante años con estos nuevos modelos, el avance de la industrialización parece ya difícil de revertir. La convergencia entre automatización, digitalización y sostenibilidad está empujando al sector hacia una lógica de industria avanzada, consolidando una nueva etapa para la ingeniería.



La fase de montaje en la edificación off-site exige una planificación logística milimétrica, donde las grúas de gran tonelaje sustituyen la actividad artesanal por el ensamblaje de componentes de alta precisión. Foto: Shutterstock.

Gema Travería

Directora de REBUILD, la feria líder en Europa sobre construcción industrializada

“La industrialización deja de ser solo una opción y se convierte en una herramienta imprescindible”

Sara Portillo

“La industrialización no es solo cambiar cómo construimos; es cambiar cómo pensamos, cómo planificamos y cómo colaboramos”. Así de contundente se muestra Gema Travería, directora de REBUILD. Al frente del encuentro tecnológico de referencia en España, Travería analiza en esta entrevista los retos normativos, financieros, tecnológicos y de talento de un sector en plena metamorfosis estructural. Tras una histórica edición de REBUILD 2026 en IFEMA Madrid (que reunió a más de 32.000 profesionales, 758 firmas expositoras y 732 expertos internacionales), aborda las claves de una industria que empieza a sustituir de manera definitiva la obra tradicional por la precisión de la cadena de montaje.

Esta edición de Rebuild ha cerrado con cifras récords, ¿qué balance hace de REBUILD 2026 y qué conclusiones deja al sector?

Estamos muy satisfechos. El éxito de convocatoria y el impacto económico de 84 millones de euros demuestran que la construcción industrializada ha dejado de ser un tema de nicho para convertirse en un asunto central del sector.

Más allá de las cifras, lo que realmente se percibe es que el sector sabe hacia dónde debe avanzar. España necesita construir más viviendas, hacerlo más rápido, con mejor calidad, menos emisiones y procesos más eficientes. La industrialización deja de ser solo una opción y se convierte en una herramienta imprescindible para lograrlo. Esta edición ha puesto de manifiesto la importancia de normalizar este modelo constructivo, de facilitar su financiación y de ajustar los marcos administrativos y normativos para que pueda desplegarse de manera real y efectiva.



Gema Travería

“La ingeniería técnica industrial tiene una visión muy valiosa para este momento porque entiende los procesos, la fabricación, la eficiencia, la integración de sistemas y la mejora continua”

Durante años la construcción industrializada era una promesa de futuro. ¿Hemos entrado ya en una fase de transformación estructural? ¿En qué indicadores se percibe?

Sí, estamos entrando en una fase de transformación estructural, aunque todavía no se ha consolidado por completo. Durante muchos años hablábamos de industrialización como una promesa, y ahora ya vemos proyectos reales, fábricas en desarrollo, promotoras incorporando soluciones off-site, constructoras revisando sus procesos y administraciones situando este modelo en sus planes de vivienda.

Cada vez más actores de toda la cadena de valor muestran interés. Además, el propio producto ha evolucionado, pasando de centrarse únicamente en módulos completos a incluir baños, cocinas, fachadas, estructuras y soluciones híbridas que se integran en obra de manera mucho más eficiente. Asimismo, la aparición de políticas públicas como el PERTE de Industrialización de la Vivienda marca un punto de inflexión y reconoce que este modelo puede ayudar a abordar uno de los retos más urgentes del país: la falta de vivienda asequible.

Aunque gana protagonismo, representa un porcentaje reducido en España. ¿Qué barreras siguen frenando una implantación más acelerada?

La primera barrera es cultural. Venimos de un modelo constructivo muy tradicional, muy basado en la obra “in situ”, y cambiar eso exige transformar hábitos, procesos de decisión y formas de trabajar que llevan décadas asentadas. La industrialización requiere pensar el proyecto desde el inicio de otra manera, con más planificación, más coordinación entre agentes y menos improvisación en obra.

Después hay barreras administrativas y normativas. Los procesos de licencias, la homologación de soluciones o la dificultad para encajar sistemas innovadores en marcos tradicionales siguen ralentizando mucho la implantación. También hay una barrera financiera, ya que hacen falta inversiones previas, fábricas, tecnología y una demanda suficientemente estable. Y, por supuesto, una barrera de talento: necesitamos perfiles formados en procesos industrializados, digitalización, fabricación, montaje y gestión avanzada del proyecto.



La décima edición de la feria REBUILD se celebrará del 16 al 18 de marzo de 2027 en Madrid.

REBUILD integra ya industrialización, rehabilitación, sostenibilidad y digitalización. ¿Cómo ha cambiado el perfil de la feria en estos años?

R. Al principio, la conversación estaba muy centrada en explicar qué era la construcción industrializada y qué ventajas podía aportar. Hoy el debate está más maduro y podemos hablar de cómo impacta en la creación de vivienda asequible, rehabilitación, descarbonización, productividad, talento, inteligencia artificial, BIM o circularidad.

En 2026 dimos un paso muy importante con la hiperespecialización, organizando la zona expositiva en 11 áreas de innovación para que cada profesional pudiera encontrar soluciones concretas para su ámbito de actividad. Esto responde a una realidad del propio sector: ya no hay una única conversación sobre industrialización, sino muchas conversaciones especializadas que afectan a áreas clave como envolventes, robótica o nuevos materiales. REBUILD se ha convertido en una feria de ferias porque la transformación ya está llegando a todos los segmentos de la edificación.

La sostenibilidad ha sido un gran eje. Más allá del discurso, ¿qué avances reales estáis viendo en el sector?

El gran cambio es que la sostenibilidad ha pasado de ser un argumento reputacional para convertirse en una exigencia técnica, normativa y de mercado. Estamos viendo avances reales, en primer lugar, en materiales. La madera industrializada, los nuevos hormigones, la cerámica tecnológica, los materiales reciclables o las soluciones con menor huella ambiental están ganando protagonismo porque el sector ya entiende que la sostenibilidad no puede abordarse solo desde la fase de uso del edificio, sino desde todo su ciclo de vida.

También vemos avances en eficiencia energética y envolventes de altas prestaciones, en sistemas de climatización más eficientes, en autoconsumo y en diseño orientado al confort y al bienestar. Y, por supuesto, la industrialización ayuda de forma directa a reducir residuos, controlar mejor los procesos, minimizar errores y optimizar recursos.

Tecnologías como BIM, IA, robótica o gemelos digitales ganan pre-

sencia. ¿Cuáles tendrán un impacto más transformador?

Creo que el mayor impacto vendrá de la combinación de varias tecnologías, no de una sola. BIM ya se ha consolidado como una metodología fundamental para coordinar proyectos, reducir errores y

“La madera industrializada, los nuevos hormigones, la cerámica tecnológica, los materiales reciclables o las soluciones con menor huella ambiental están ganando protagonismo porque el sector ya entiende que la sostenibilidad no puede abordarse solo desde la fase de uso del edificio, sino desde todo su ciclo de vida”

mejorar la planificación. Sobre esa base, la inteligencia artificial permitirá optimizar decisiones estratégicas y de eficiencia desde fases muy tempranas.

Los gemelos digitales también van a ser clave porque conectan el proyecto con la vida real del edificio, permitiéndonos anticipar consumos, mejorar el mantenimiento y tomar decisiones basadas en datos. Y la robótica y la automatización tendrán un papel creciente en entornos de fabricación, montaje y tareas repetitivas o de mayor riesgo. En definitiva, la digitalización será la capa que haga posible una industrialización más precisa, más escalable y más eficiente.

Uno de los retos históricos es la productividad. ¿Puede la industrialización resolver los plazos, los sobrecostos y la falta de mano de obra?

Sí, precisamente uno de los grandes valores de la industrialización es su capacidad para mejorar la productividad. Cuando fabricamos parte del edificio en un entorno controlado, reducimos incertidumbres, mejoramos la calidad, acortamos plazos y disminuimos la dependencia de muchos factores que en la obra tradicional generan desviaciones, como la climatología, la falta de coordinación o los errores de ejecución.

También ayuda a responder a la falta de mano de obra cualificada. No significa que desaparezca la necesidad de profesionales, sino que cambia el tipo de perfiles que necesita el sector. Pasamos de un

“La aparición de políticas públicas como el PERTE de Industrialización de la Vivienda marca un punto de inflexión y reconoce que este modelo puede ayudar a abordar uno de los retos más urgentes del país: la falta de vivienda asequible”

modelo muy intensivo en mano de obra en obra a otro más apoyado en planificación, fabricación, logística, montaje, control de calidad y tecnología. Esto puede hacer la construcción más atractiva para nuevas generaciones y abrir la puerta a una mayor diversidad de talento.

¿Considera que el marco regulatorio actual está acompañando suficientemente la innovación en la construcción?

Se han dado pasos importantes, pero todavía no es suficiente. El reconocimiento de la industrialización dentro de las políticas públicas de vivienda, especialmente con el PERTE, es una señal muy positiva. También vemos administraciones que empiezan a explorar nuevas fórmulas de colaboración público-privada que pueden favorecer modelos más eficientes.

No obstante, el marco administrativo debe ganar agilidad. No podemos tener procesos urbanísticos y de licencias que se alargan durante años si queremos construir vivienda asequible. También necesitamos criterios homogéneos y una contratación pública que facilite la innovación y valore la calidad y el ciclo de vida por encima del precio, sin renunciar a la seguridad ni a las garantías técnicas.

El sector afronta el reto del relevo generacional y la definición de nuevos perfiles profesionales.

¿Cómo puede la industrialización contribuir a captar nuevo talento?

La industrialización ofrece un relato de tecnología, diseño, datos y robótica que conecta mucho mejor con las nuevas generaciones y atrae talento femenino a entornos más seguros y vinculados a la innovación. Espacios como el “Talent Marketplace” de REBUILD buscan precisamente formar a quienes liderarán esta transformación.

El perfil profesional será cada vez más híbrido, diluyendo la separación tradicional entre diseño, fabricación y ejecución. Vamos a necesitar arquitectos, ingenieros, constructores e instaladores con una visión mucho más integrada

“El perfil profesional será cada vez más híbrido, diluyendo la separación tradicional entre diseño, fabricación y ejecución. Vamos a necesitar arquitectos, ingenieros, constructores e instaladores con una visión mucho más integrada del proceso constructivo, porque la industrialización exige tomar decisiones coordinadas desde el inicio”

del proceso constructivo, porque la industrialización exige tomar decisiones coordinadas desde el inicio. Los perfiles técnicos y de ingeniería van a tener un papel esencial en una construcción que se parecerá cada vez más a una industria avanzada.

Desde el ámbito de la ingeniería técnica industrial existe un creciente interés por este modelo. ¿Qué oportunidades concretas se abren para ellos?

Abre muchísimas oportunidades. La ingeniería técnica industrial tiene una visión muy valiosa para este momento porque entiende los procesos, la fabricación, la eficiencia, la integración de sistemas y la mejora continua. En un modelo industrializado, el edificio deja de ser solo una obra y pasa a ser, en parte, un producto.

Esto genera oportunidades en diseño de procesos productivos, instalaciones industrializadas, eficiencia energética, automatización, control de calidad, digitalización, integración de sistemas, mantenimiento, seguridad y sostenibilidad. También en la conexión entre fábrica y obra, que es uno de los puntos críticos para que la industrialización funcione bien.

Muchos fabricantes apuestan por soluciones integrales en vez de productos sueltos. ¿Asistimos a un cambio profundo en la cadena de valor?

Sí, claramente. La cadena de valor está cambiando porque la industrialización obliga a colaborar antes y mejor. El fabricante ya no es solo un proveedor que llega al final del proceso para suministrar un producto concreto. Cada vez más, se convierte en un socio técnico que participa desde fases tempranas, aporta conocimiento, ayuda a optimizar el diseño y ofrece soluciones completas.

Esto está transformando la relación entre promotores, constructoras, arquitectos, ingenierías, fabricantes e instaladores. La lógica deja de ser lineal y pasa a ser más colaborativa. Y este cambio es muy relevante porque permite reducir errores, mejorar costes, controlar plazos y garantizar una mayor calidad. La construcción industrializada no puede funcionar con una cadena fragmentada; necesita una cadena de valor conectada.

¿Qué papel puede desempeñar la industrialización ante la urgente necesidad de construir vivienda asequible y rehabilitar el parque existente?

Puede desempeñar un papel muy importante, aunque no es la única solución. En vivienda nueva, la industrialización permite acelerar plazos, mejorar la calidad, reducir residuos y ofrecer una mayor previsibilidad en costes. Esto es especialmente relevante en vivienda asequible, donde necesitamos producir más y mejor, pero sin comprometer la calidad arquitectónica ni la sostenibilidad.

En rehabilitación también hay un campo enorme. La industrialización puede aplicarse a fachadas, envoltentes, cubiertas, instalaciones, baños, sistemas energéticos o soluciones modulares que permitan intervenir edificios existentes de forma más rápida y con menos molestias para los usuarios. España tiene un reto muy relevante de rehabilitación energética, y ahí la combinación de soluciones industrializadas, digitalización y finan-

ciación puede marcar la diferencia.

¿En qué punto se encuentra España respecto a otros países europeos en materia de construcción industrializada, digitalización y sostenibilidad?

España está avanzando, pero todavía tiene margen para acelerar. Países del norte y centro de Europa llevan más tiempo integrando sistemas industrializados, especialmente en madera, vivienda pública, rehabilitación y procesos de fabricación avanzada. Austria, países nórdicos, Alemania o Reino Unido tienen experiencias muy interesantes de las que podemos aprender.

Dicho esto, España tiene una gran oportunidad. Contamos con empresas muy innovadoras, una arquitectura de gran nivel, una industria de materiales potente, centros tecnológicos, clústeres y una necesidad clara de ampliar el parque residencial. Además, el impulso del PERTE y la creciente atención de las administraciones sitúan al país en un momento muy interesante. Si somos capaces de alinear normativa, financiación y suelo, España puede posicionarse como un referente europeo en construcción industrializada.

Tras el éxito de REBUILD 2026, ¿cuáles son los principales objetivos de cara a la próxima edición de 2027?

El principal objetivo es seguir acompañando al sector en esta transición, pero cada vez desde una perspectiva más práctica. REBUILD debe continuar siendo el lugar donde se presentan tendencias, pero también donde se activan proyectos, se generan alianzas y se toman decisiones que después se trasladan al mercado.

De cara a 2027, queremos reforzar aún más el papel de la feria como plataforma europea de referencia, profundizar en la internacionalización, seguir ampliando la presencia de soluciones industrializadas reales y dar más protagonismo a ámbitos como la rehabilitación, la vivienda asequible, la digitalización aplicada, la inteligencia artificial, la eficiencia energética y el talento.

“El impulso del PERTE y la creciente atención de las administraciones sitúan al país en un momento muy interesante. Si somos capaces de alinear normativa, financiación y suelo, España puede posicionarse como un referente europeo en construcción industrializada”

El reto no es solo crecer en cifras, sino crecer en impacto y contribuir a que la industrialización se implemente con más velocidad y más capilaridad en el sector.

Para finalizar, ¿hay alguna cuestión que considere importante destacar sobre el presente y el futuro del sector?

Me gustaría destacar la idea de que la transformación de la construcción no depende de una única solución ni de un único agente. Necesitamos industria, administraciones, promotores, constructoras, arquitectos, ingenierías, fabricantes, centros de formación e inversores trabajando de forma coordinada. La industrialización no es solo cambiar cómo construimos; es cambiar cómo pensamos, cómo planificamos y cómo colaboramos.

El sector tiene por delante un reto enorme, pero también una oportunidad histórica. Si hacemos bien esta transición, podremos construir más vivienda, rehabilitar mejor, reducir emisiones, atraer talento y aumentar la productividad. Y, sobre todo, podremos ofrecer edificios de mayor calidad, más eficientes y más alineados con las necesidades reales de las personas. Ese es el verdadero sentido de REBUILD, un evento donde se impulsa un modelo de edificación más competitivo, sostenible y preparado para el futuro.

José Manuel Garcilópez

Director de Construcción Industrializada de Saint-Gobain

“La ingeniería será determinante en el futuro de la construcción industrializada”

Mónica Ramírez

La industrialización se perfila como una de las grandes palancas para transformar el sector de la edificación hacia modelos más eficientes, sostenibles y tecnológicamente avanzados. En un contexto marcado por la necesidad de reducir plazos, optimizar recursos y responder a las crecientes exigencias medioambientales, empresas como Saint-Gobain están impulsando nuevas soluciones constructivas capaces de redefinir la forma de diseñar y ejecutar los proyectos. José Manuel Garcilópez, director de Construcción Industrializada de Saint-Gobain, analiza en esta entrevista los retos, oportunidades y perspectivas de una tendencia que gana peso en España y que ya representa el futuro de la construcción en buena parte de Europa.

Saint-Gobain, líder mundial en construcción ligera y sostenible, ha mostrado durante su participación en REBUILD 2026, el Congreso de referencia de innovación para la edificación, su visión sobre el futuro del sector y su apuesta por soluciones constructivas más innovadoras, sostenibles e industrializadas. ¿Cuáles son los principales mensajes que han querido transmitir?

En REBUILD 2026 quisimos trasladar una idea clave: la transformación del sector de la edificación es tanto necesaria como inevitable, y pasa indudablemente por un modelo constructivo más eficiente y sostenible. Más allá del mensaje general, lo relevante es cómo materializamos esta transformación.

Durante el Congreso, tuve la oportunidad de participar en la mesa “El futuro industrializado y sostenible del sector”, donde subrayamos que este modelo no implica una ruptura con la edificación actual, sino que es plenamente compatible con los sistemas y soluciones que ya funcionan.



José Manuel Garcilópez

“El contexto actual, marcado por la necesidad de construir más rápido, con menos mano de obra y cumpliendo objetivos ambientales cada vez más exigentes, está acelerando el cambio”

Además, insistimos en que este cambio no puede abordarse de forma aislada. La industrialización exige una visión integral del proceso constructivo, en la que materiales, sistemas y procesos estén alineados desde las fases iniciales del proyecto. Esto implica trabajar de forma más coordinada entre todos los agentes, administración, promotores, arquitectos, ingenieros, fabricantes... y apostar por modelos colaborativos.

En definitiva, el mensaje que trasladamos es que se trata de redefinir la forma en la que concebimos, diseñamos y ejecutamos los proyectos para poder responder a las exigencias actuales del sector.

¿La construcción industrializada es todavía una gran desconocida?

Aunque en los últimos años la construcción industrializada ha ganado visibilidad, todavía existe cierto desconocimiento en el mercado, especialmente fuera del ámbito técnico. Según el último “Barómetro Saint-Gobain sobre los Hogares”, tan solo un 6 % de la población conoce el concepto de Construcción Industrializada y, si sumamos a los que han oído hablar de ella, solo 1 de cada 5 tiene alguna referencia de este tipo de construcción.

El reto ahora es pedagógico: explicar mejor qué es realmente la construcción industrializada y demostrar su eficiencia a través de casos reales que evidencien su capacidad para adaptarse a distintas tipologías de edificación y cumplir con los requisitos técnicos, económicos y normativos del sector.

¿Qué oportunidades ofrece?

La industrialización ofrece oportunidades importantes en términos de eficiencia, sostenibilidad y calidad. Por un lado, permite reducir plazos de ejecución de forma significativa, gracias a la producción en entornos controlados y a la optimización de procesos. Esto se traduce en una mayor previsibilidad de los proyectos y una reducción del riesgo asociado a los plazos.

Desde el punto de vista ambiental, contribuye a minimizar residuos, optimizar el uso de recursos y reducir la huella de carbono, en línea con las exigencias actuales de sostenibilidad. Además, aporta una mejora sustancial en términos de calidad y seguridad: al trasladar gran parte del proceso a fábrica, se incrementa el control sobre los sistemas constructivos y se reducen los riesgos laborales propios de la obra tradicional.

¿En qué situación se encuentra este sector en el mercado actual? ¿Hay

diferencias considerables entre el mercado español y el europeo?

España se encuentra actualmente en una fase de desarrollo progresivo. Podemos ver un crecimiento constante pero todavía muy alejado de los niveles de implantación de otros países europeos, como por ejemplo los países nórdicos, donde ya se alcanzan cuotas de hasta el 80% en viviendas unifamiliares.

En España persisten ciertas barreras: culturales, por la inercia del modelo constructivo tradicional; regulatorias, vinculadas a la adaptación normativa, y de escala, relacionadas con la capacidad productiva y demanda. No obstante, el contexto actual, marcado por la necesidad de construir más rápido, con menos mano de obra y cumpliendo objetivos ambientales cada vez más exigentes, está acelerando el cambio.

En un contexto en el que la transformación de la edificación es clave para avanzar hacia un modelo más respetuoso con el medio ambiente, ¿qué soluciones e innovaciones se están impulsando en estos momentos?

Desde Saint-Gobain estamos fomentando soluciones constructivas ligeras con menor impacto ambiental, tanto en términos de reducción de huella de carbono como de aumento de contenido reciclado en su composición. En este sentido, trabajamos en el desarrollo de materiales y sistemas que mejoran la eficiencia energética de los edificios y facilitan su industrialización, desde la envolvente hasta los acabados interiores.

¿Cuál es su balance de lo realizado hasta ahora en la construcción modular?

El balance es claramente positivo. Hemos avanzado significativamente tanto en el desarrollo de soluciones como en su aplicación en proyectos reales. Cada vez hay más ejemplos que demuestran la viabilidad técnica y económica de la construcción industrializada.

Sin embargo, todavía queda recorrido. Es necesario seguir generando confianza en el mercado y, como comentaba al inicio, consolidar modelos colaborativos entre todos los agentes implicados.

¿Cuáles son los principales retos y necesidades que demanda el sector?

Uno de los principales retos es el cambio cultural dentro del propio sector. La industrialización no es únicamente una cuestión técnica, sino que implica transformar la forma en la que se conciben, diseñan y ejecutan los proyectos. Esto exige trabajar con mayor anticipación, integrar a todos los agentes desde fases muy tempranas y fomentar una colaboración mucho más estrecha entre arquitectura, ingeniería, industria y ejecución.

En paralelo, hay otros factores estructurales que condicionan su desarrollo. La adaptación normativa es clave para facilitar la implantación de sistemas industrializados, al igual que la estandarización de procesos y soluciones, que permite ganar eficiencia y replicabilidad. A esto se suma la necesidad de formar perfiles profesionales especializados, capaces de desenvolverse en entornos más industrializados y digitalizados.

¿Cómo cree que evolucionará la construcción industrializada en los próximos años?

La tendencia es claramente al alza y responde a necesidades muy concretas del sector. La presión en costes, la escasez de mano de obra cualificada y las exigencias medioambientales están actuando como palancas de cambio muy relevantes que favorecen la adopción de modelos industrializados.

Veremos un aumento en la integración de procesos, mayor digitalización y una profesionalización creciente del sector. No será un cambio inmediato, pero sí sostenido y estructural.

¿Cree que se desarrollarán nuevos sistemas constructivos avanzados?

Sin duda. La innovación es inherente a este proceso. De hecho, ya estamos empezando a ver avances significativos en este sentido. Una de las tendencias más claras es el desarrollo de sistemas híbridos, que combinan distintos materiales y tecnologías para optimizar prestaciones en función de las necesidades de cada proyecto.

Estos sistemas permiten adaptar las soluciones a distintos usos y tipologías de edificación, manteniendo siempre un equilibrio entre eficiencia, sostenibilidad y calidad. No se

trata de soluciones únicas, sino de configuraciones flexibles, capaces de responder a requisitos técnicos, normativos y de diseño cada vez más exigentes.

Además, el desarrollo de nuevos sistemas estará muy ligado también a la incorporación de criterios ambientales más estrictos, lo que permitirá avanzar hacia soluciones con menor impacto y mejor comportamiento en todo su ciclo de vida.

¿Qué papel desempeñará la ingeniería en ese proceso?

Determinante. La construcción industrializada requiere un alto nivel de definición previa, donde el diseño no solo responde a criterios arquitectónicos, sino también a condicionantes productivos y de montaje.

En este contexto, la capacidad de integrar arquitectura, ingeniería y proceso industrial en una fase temprana es clave para garantizar la viabilidad de los proyectos. Esto implica trabajar con mayor precisión, anticipar problemas y diseñar pensando en cómo se va a fabricar, transportar y ensamblar cada elemento.

Además, será la encargada de desarrollar nuevos sistemas, optimizar los existentes y validar su comportamiento, asegurando que cumplen con los requisitos técnicos, económicos y normativos.

“La industrialización no es únicamente una cuestión técnica, sino que implica transformar la forma en la que se conciben, diseñan y ejecutan los proyectos.

Esto exige trabajar con mayor anticipación, integrar a todos los agentes desde fases muy tempranas y fomentar una colaboración mucho más estrecha entre arquitectura, ingeniería, industria y ejecución”

Rafael Rodríguez y José Vicente Guerola

CEO del Grupo ANRO y presidente ejecutivo de GUEROLA, respectivamente.

“El futuro pasa por empresas capaces de integrar ingeniería, fabricación y construcción”

Mónica Ramírez

La construcción industrializada se perfila como una de las principales respuestas al déficit de vivienda, la escasez de mano de obra cualificada y la necesidad de reducir los plazos de ejecución. Rafael Rodríguez, CEO del Grupo ANRO, y José Vicente Guerola, presidente ejecutivo de GUEROLA, explican en esta entrevista las claves de la alianza entre ambas compañías, en forma de UTE, para integrar ingeniería, fabricación y ejecución de obra.

Esa apuesta conjunta se materializó el pasado mes de marzo con la inauguración en Alberic (Valencia) de una planta de construcción industrializada de 16.000 metros cuadrados, con capacidad inicial para producir alrededor de 300 módulos al año. Las instalaciones permitirán fabricar viviendas vinculadas al Plan VIVE DANA, destinado a responder a las necesidades habitacionales surgidas tras las inundaciones, y abordar también proyectos como hoteles, residencias de mayores o alojamientos para estudiantes. La complementariedad entre la experiencia de Grupo ANRO en ingeniería y estructuras metálicas y la capacidad de GUEROLA para la ejecución integral de obras permite ofrecer una solución que abarca desde el diseño y la fabricación hasta el montaje final.

¿Cómo nace la alianza entre GUEROLA y Grupo ANRO y qué capacidades aporta cada empresa a esta UTE?

La alianza entre Grupo ANRO y GUEROLA nace de una visión compartida: el futuro de la construcción pasa por modelos más industrializados, eficientes y colaborativos. Ambas compañías entendemos que los grandes retos del sector, como el déficit de vivienda, la necesidad de reducir plazos o la escasez de mano de



Rafael Rodríguez, CEO del Grupo ANRO

obra cualificada, requieren una forma diferente de construir.

Además de esa visión común, esta unión se apoya en la confianza entre Rafael Rodríguez y José Vicente Guerola, que comparten los valores propios de dos empresas familiares: cercanía, compromiso, visión a largo plazo y una apuesta constante por la innovación.

La fortaleza de esta UTE reside precisamente en la complementariedad de ambas compañías. Grupo ANRO aporta más de 65 años de experiencia en ingeniería y estructuras metálicas, con más de 1.350 proyectos internacionales y el desarrollo de sistemas patentados como ANROTECH y ANROBOX. Por su parte, GUEROLA suma más de 50 años de experiencia y más de 1.000 proyectos ejecutados, aportando una sólida capacidad constructora y un amplio conocimiento en la ejecución integral de obras.

En definitiva, combinamos la capacidad industrial de Grupo ANRO con la experiencia constructora de GUEROLA para ofrecer una solución integral, desde la ingeniería y la fabricación hasta la ejecución final del proyecto.



José Vicente Guerola, presidente ejecutivo de GUEROLA

¿Qué aporta en vivienda pública y emergencia habitacional tras la DANA?

La construcción industrializada demuestra todo su potencial cuando existe una necesidad urgente de ofrecer soluciones habitacionales. En situaciones como la reconstrucción tras la DANA, el tiempo deja de ser únicamente una variable económica para convertirse en una necesidad social.

Nuestro sistema permite reducir los plazos de ejecución alrededor de un 50 % al fabricar cerca del 70 % del edificio en la fábrica, mientras avanzan los trabajos en la parcela. Esto no solo acelera la entrega de las viviendas, sino que también aporta un mayor control sobre la calidad, los costes y la planificación durante todo el proceso.

Las promociones de 30 viviendas en Albal y otras 30 en Utiel, dentro del plan de reconstrucción tras la DANA, demuestran que ya es una solución eficaz para desarrollar vivienda pública con rapidez y garantías.

¿Cómo funciona la planta de Alberic y qué capacidad real puede alcanzar?

La planta de Alberic cuenta con 16.000 m² y una capacidad inicial de unos 300 módulos al año. El proceso es completamente industrial: el módulo permanece estático y son los equipos especializados quienes ejecutan cada fase.

Los módulos salen prácticamente terminados, con instalaciones, climatización, carpinterías, acabados, baños, cocinas, pintura y domótica, de modo que en obra solo se transportan, se izan, se unen y se realizan las conexiones finales, reduciendo significativamente los tiempos de ejecución.

Todo el proceso está apoyado en metodologías como BIM, Lean Manufacturing, automatización e inteligencia artificial, que permiten garantizar la trazabilidad, la calidad y una planificación mucho más precisa durante todas las fases del proyecto.

¿Qué diferencia su sistema respecto a otras soluciones prefabricadas o modulares existentes en el mercado?

No toda la construcción industrializada es igual. Nuestro sistema no se basa en edificios temporales ni en soluciones estandarizadas, sino en edificios permanentes contruidos con los mismos materiales que la construcción tradicional mediante un proceso industrializado.

“La ingeniería es la base del sistema. No solo diseña el edificio, sino también su fabricación, transporte, montaje y mantenimiento. La construcción industrializada exige la colaboración desde el inicio de arquitectos, arquitectos técnicos, ingenieros y especialistas en producción e instalaciones para optimizar cada fase del proyecto”

No estandarizamos los edificios, sino los procesos. Cada proyecto mantiene plena libertad arquitectónica y se adapta a las necesidades del cliente. Además, nuestra experiencia en ingeniería, industria y construcción nos permite desarrollar edificios en altura con un sistema patentado de uniones que posibilita ampliarlos, desmontarlos o reubicarlos, convirtiendo la economía circular en una realidad.

¿Dónde se reduce más el plazo frente a la construcción tradicional?

La principal diferencia es que la fabricación y la obra avanzan simultáneamente. Mientras se ejecutan las cimentaciones, los módulos ya se están produciendo en fábrica. La planificación mediante BIM y Lean Manufacturing permite eliminar gran parte de las incidencias habituales y optimizar todos los procesos. Además, la fabricación en un entorno industrial evita retrasos por climatología y mejora el control de calidad. El resultado es una reducción de plazos cercana al 50 %, con una mayor certidumbre en costes y fechas de entrega.

¿Qué papel tiene la ingeniería en el proceso de la construcción industrializada?

La ingeniería es la base del sistema. No solo diseña el edificio, sino también su fabricación, transporte, montaje y mantenimiento. La construcción industrializada exige la colaboración desde el inicio de arquitectos, arquitectos técnicos, ingenieros y especialistas en producción e instalaciones para optimizar cada fase del proyecto. Más que limitar la arquitectura, este modelo potencia el papel de los profesionales técnicos y convierte la planificación en uno de los principales factores para conseguir edificios de mayor calidad, eficiencia y durabilidad.

¿Qué retos técnicos presentan el transporte, montaje y unión de módulos?

El transporte y montaje requieren una planificación milimétrica desde la fase de diseño. Cada módulo sale de fábrica prácticamente terminado y se protege para garantizar que llegue a obra en perfectas condiciones. Una vez allí, se iza mediante grúas y se une a la estructura a través de nues-

“Los módulos salen prácticamente terminados, con instalaciones, climatización, carpinterías, acabados, baños, cocinas, pintura y domótica, de modo que en obra solo se transportan, se izan, se unen y se realizan las conexiones finales, reduciendo significativamente los tiempos de ejecución”

tro sistema patentado de conexiones, permitiendo que el edificio funcione como una única estructura.

Un buen ejemplo es el hotel de cuatro estrellas que hemos desarrollado en Tomelloso, donde las 24 habitaciones industrializadas fueron transportadas, izadas y montadas en tan solo 11 días. Un proyecto que demuestra que, con una correcta planificación, es posible ejecutar este tipo de soluciones con rapidez, precisión y todas las garantías.

¿Qué impacto tiene sobre sostenibilidad, residuos y seguridad laboral?

La construcción industrializada permite optimizar el uso de los materiales, reducir la generación de residuos, disminuir el consumo de agua y minimizar las afecciones al entorno durante la ejecución de la obra. Además, nuestros edificios se diseñan bajo criterios de economía circular, lo que permite ampliarlos, desmontarlos o reubicarlos cuando cambian las necesidades.

En materia de seguridad laboral, el impacto es especialmente relevante. Al trasladar gran parte del proceso constructivo a un entorno industrial, se reducen los trabajos en altura y la exposición a los riesgos propios de la obra. En un ámbito como la construcción, que sigue registrando el mayor índice de siniestralidad en España, con un incremento cercano al 22 % durante el último año, este modelo

contribuye a crear entornos de trabajo más seguros y controlados.

¿Es hoy día un sistema competitivo en coste?

Sí. La construcción industrializada minimiza desviaciones presupuestarias, plazos y costes indirectos gracias a una mayor planificación y control del proceso. Todo el sector de la construcción afronta una creciente escasez de mano de obra cualificada. En ese contexto, la industrialización aporta nuevas herramientas y procesos para mejorar la productividad y la eficiencia. Por eso, más que valorar únicamente el coste inicial, creemos que debe analizarse la eficiencia y el ahorro durante todo el ciclo de vida del edificio.

¿Qué papel juegan el BIM, la fabricación digital y la planificación 4D en el proceso?

Son herramientas esenciales para coordinar el proyecto desde el diseño hasta el montaje. BIM integra toda la información del edificio en un único modelo, la fabricación digital traslada esos datos directamente a producción y la planificación 4D coordina fabricación, transporte y montaje. El resultado es un proceso más preciso, eficiente y predecible.

¿Qué parte del sistema sigue siendo más vulnerable: transporte, montaje, coordinación de instalaciones, normativa, financiación o aceptación social?

El principal reto ya no es tecnológico, sino cultural. La tecnología ha demostrado su eficacia, pero parte de la normativa, los procedimientos administrativos y la percepción del mercado siguen respondiendo a modelos constructivos más convencionales.

Afortunadamente, esta situación está evolucionando. Cada vez más administraciones, promotores y entidades financieras apuestan por la industrialización, acelerando esta transformación.

¿Qué vida útil estiman para los módulos y qué mantenimiento específico requieren frente a una construcción convencional?

Nuestros edificios tienen la misma vida útil que cualquier edificio construido de forma tradicional y no requieren un mantenimiento diferente.

La principal ventaja es su flexibilidad. Gracias a nuestro sistema patentado, pueden ampliarse, adaptarse, desmontarse o reubicarse si cambian las necesidades, prolongando su utilidad y favoreciendo un modelo de economía circular.

¿Qué barreras encuentran en licitaciones públicas pensadas todavía para sistemas constructivos tradicionales?

Cada vez más administraciones incorporan la construcción industrializada en sus estrategias de vivienda y en sus licitaciones. Comunidades como la Valenciana, Madrid, Canarias, País Vasco, Castilla y León, Galicia o Ceuta ya impulsan este modelo.

Aunque algunos procedimientos todavía responden a sistemas tradicionales, creemos que la evolución será progresiva, impulsada por la necesidad de construir más viviendas en menos tiempo y con mayor sostenibilidad.

La construcción industrializada cambia el perfil profesional necesario. ¿Qué nuevos oficios o competencias están incorporando?

La industrialización está transformando el perfil de los profesionales del sector. Más que sustituir oficios, está impulsando una forma diferente de trabajar, donde la planificación, la digitalización y la coordinación entre disciplinas adquieren un papel protagonista.

Esto refuerza el papel de arquitectos, arquitectos técnicos e ingenieros, al tiempo que aumenta la demanda de especialistas en producción, logística, automatización, robótica, inteligencia artificial y control de calidad. En definitiva, la construcción evoluciona hacia un modelo más tecnológico, colaborativo y especializado.

¿Este modelo puede ayudar a atraer talento joven y perfiles técnicos al sector de la construcción?

Sin duda. La industrialización ofrece un entorno de trabajo más estable, seguro y organizado. En nuestra fábrica de Alberic trabajamos en jornada continua de 7:00 a 15:00 horas, favoreciendo la conciliación y eliminando muchos de los desplazamientos propios de la obra tradicional. Creemos que estas condiciones, junto con la incorporación de tecnología, harán el

sector mucho más atractivo para las nuevas generaciones.

¿Cómo ven el futuro de la construcción industrializada? ¿Qué debe ocurrir para que este modelo se genere en España?

Somos muy optimistas. Aunque la construcción industrializada representa actualmente alrededor del 2 % de la edificación en España, creemos que su crecimiento será muy importante en los próximos años. Países como Países Bajos ya alcanzan porcentajes cercanos al 50 %, demostrando el recorrido que todavía tenemos.

La colaboración entre administraciones, promotores, constructoras, industria y profesionales, junto con la formación y la adaptación de la normativa, será clave para acelerar esta transformación.

¿Veremos constructoras convertidas en fabricantes o fabricantes convertidos en constructoras?

Creemos que el futuro pasa por empresas capaces de integrar ambas capacidades. La construcción industrializada exige controlar toda la cadena de valor, desde la ingeniería y la fabricación hasta el montaje y la ejecución.

Ese es precisamente el objetivo de la alianza entre Grupo ANRO y GUEROLA: combinar la experiencia industrial de Grupo ANRO con la capacidad constructora de GUEROLA para ofrecer un modelo más eficiente, innovador y preparado para responder a los retos del futuro.

“El principal reto ya no es tecnológico, sino cultural. La tecnología ha demostrado su eficacia, pero parte de la normativa, los procedimientos administrativos y la percepción del mercado siguen respondiendo a modelos constructivos más convencionales. Afortunadamente, esta situación está evolucionando”

MÁSTER UNIVERSITARIO**PREVENCIÓN DE
RIESGOS LABORALES**

Inicia tu proceso de admisión
y revolucionas tu carrera en solo
10 meses con nuestro máster online.

**MODALIDAD**

Online

IDIOMA

Español

CRÉDITOS

60 ECTS

HORARIO

Flexible

PRÓXIMA EDICIÓN

29 Octubre 2026

1

Escanea el QR y
rellena el formulario
para que podamos
darte de alta en
nuestro portal del
candidato.

2

Una vez que recibas
el correo de alta en
el Portal del
Candidato, deberás
subir la
documentación
requerida para
avanzar en tu
proceso.

3

Una vez admitido,
deberás realizar el pago
de la Reserva de Plaza.
Los Colegiados de los
Colegios Oficiales de
Graduados e Ingenieros
Técnicos Industriales
cuentan con un **15% de
descuento** sobre los
derechos de matrícula.*

TASAS:

Para colegiados de los Colegios Oficiales de
Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales

Precio total del máster: ~~2.950€*~~

**Precio total del máster con descuento del 15%:
2.581€***

PLAN DE PAGOS:

- Reserva de plaza: 490€ (incluida en el precio total).
- Importe restante a pagar
 - 6 cuotas sin intereses de 349€
 - O un único pago de 2.039€

BECA DE ESPECIALIDAD

*Si cuentas con un título de especialidad como Técnico Superior en PRL, se aplicaría la beca de especialidad. En este caso el precio total del máster es de 1.870€.

**DR. EDUARDO
SIMAL CARRETERO**

Director del Máster
Universitario en PRL

Información de contacto:

+34 91 709 14 32 ext. 1898 +34 669 201 269
master.fdeg@ufv.es

Ctra: Pozuelo-Majadahonda, Km. 1,800 28223
Pozuelo de Alarcón (Madrid)

**SOLICITA TU
PLAZA**



IX Barómetro Industrial: la situación de la industria en España

La situación de la industria en España vuelve a ser analizada, por noveno año consecutivo, en una nueva edición del informe del Barómetro Industrial del COGITI – Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), correspondiente a 2026.

Mónica Ramírez

El Barómetro Industrial tiene como objetivo conocer la percepción del colectivo sobre el sector industrial. El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) puso en marcha esta iniciativa en 2017 y, poco después, decidía hacerlo en colaboración con el Consejo General de Economistas de España (CGE), cuyo Servicio de Estudios (Cátedra ECCGE) ha elaborado el informe “Una perspectiva económica de la situación de la industria en España (2025)”, incluida, como es habitual, en el informe nacional del Barómetro, que cuenta también con la colaboración de la Fundación Caja de Ingenieros.

Mediante este informe, se pretende ofrecer datos relevantes y que sean de interés en la toma de decisiones, tanto para los representantes del ámbito público como para el sector privado. La finalidad es realizar un estudio sociológico completamente independiente, elaborado por la citada institución, en colaboración con los 49 colegios profesionales distribuidos por toda la geografía española.

A través de las respuestas ofrecidas por los ingenieros técnicos industriales y graduados en Ingeniería de la rama industrial, que representan proporcionalmente a la práctica totalidad de los ámbitos productivos, se valora la situación sectorial en nuestro país, a nivel nacional, y se compara al mismo tiempo con la apreciación que estos profesionales tienen del contexto de su región.

También aportan su visión sobre la situación en la que se encuentran las empresas del ámbito industrial, así como de los profesionales que trabajan en ellas (trabajadores autónomos y por cuenta ajena), y las perspectivas que muestran ante la evolución de la economía, en general, y del sector industrial, en particular.

Las respuestas se obtienen mediante la realización de una encuesta por vía telemática, y los resultados del año en curso se comparan con los del año anterior. La

encuesta on line se realizó entre marzo y mayo de 2026, y a ella contestaron un total de 2.813 ingenieros de la rama industrial, con una media de edad mayoritaria entre 50 y 54 años (21%), de los cuales el 85% eran hombres, frente a un 15% de mujeres. Hay un alto porcentaje de empleabilidad (89%) y la gran mayoría son trabajadores por cuenta ajena (59%), seguidos de trabajadores por cuenta propia (28%) y funcionarios (13%). La mayor parte de los encuestados trabaja en el sector de servicios de Ingeniería (44%), seguido del sector industrial (29%).

Situación de la industria en España

En líneas generales, las respuestas de los ingenieros encuestados en el Barómetro Industrial sobre la situación del sector industrial no difieren sustancialmente de las obtenidas el año anterior.

Desde el punto de vista territorial, un 38% valora la situación del sector industrial en su provincia como intermedia, y aunque el 39% la considera buena o muy buena, persiste un 23% que mantiene una visión negativa. A nivel nacional, las valoraciones también son predominantemente intermedias (49%), pero se observa una ligera mejora en las respuestas positivas en comparación con el año anterior, ya que han subido del 22 % en 2024 al 28 % en 2026. El 25% tiene una visión negativa (2 puntos por debajo de 2024). Esta evolución apunta a una leve recuperación del optimismo colectivo, aunque las cifras reflejan aún un amplio margen de mejora.

La crítica a los incentivos públicos al sector industrial sigue siendo una constante. Casi la mitad de los ingenieros encuestados considera insuficientes las medidas adoptadas tanto a nivel autonómico como estatal. En el ámbito nacional, el 54% expresa su insatisfacción con las políticas de fomento industrial, mientras que en el plano regional esta percepción se sitúa en torno al 47%. Estos datos eviden-

cian una demanda persistente de políticas más eficaces, coherentes y ajustadas a la realidad del sector.

La valoración de las políticas públicas es uno de los aspectos más críticos. El 71% de los encuestados cree que la Administración central no está llevando a cabo las actuaciones necesarias para impulsar la economía, frente al 18% que opina que sí.

Situación laboral

El 74% de los trabajadores por cuenta ajena considera que su situación laboral en la empresa donde trabaja es buena o muy buena, frente al 7% que la considera mala o muy mala. Por su parte, el 79% ve bastante o muy probable la posibilidad de mantener su puesto de trabajo actual.

En el caso de los trabajadores por cuenta ajena, el 58% afirma que sí se ha implantado el teletrabajo, frente a un 40% que indica lo contrario. El dato confirma que el teletrabajo sigue siendo una realidad asentada para más de la mitad del colectivo. En el caso de los trabajadores por cuenta propia, un 46% de los encuestados indica que dentro de su empresa sí se ha incluido la modalidad del teletrabajo en un modelo mixto, combinándolo con la presencialidad. Por otro lado, un 37% afirma que no lo ha hecho, mientras que el 17% restante se posiciona en la opción “no sabe / no contesta”.

En el caso de los trabajadores por cuenta propia (empresario o autónomo), el 40 % de los participantes valoró la situación económica de su empresa en una escala intermedia, y tan solo el 9% tiene una percepción negativa. Un significativo 51% considera que la situación es buena o muy buena.

En cuanto a la evolución económica de su empresa en los próximos años, la visión es también optimista, ya que el 56% opina que será buena o muy buena, el 34% la sitúa en una escala intermedia, y el 10% considera que será mala o muy mala.

BARÓMETRO INDUSTRIAL 2026



Temas de actualidad

Por otra parte, cada año, en la encuesta del barómetro se cuestiona a los ingenieros acerca de una serie de temas de actualidad relacionados con la industria, la situación socioeconómica, o las nuevas tecnologías para que aporten su visión al respecto.

Actividad del sector industrial

El 40 % de los ingenieros de la rama industrial encuestados opina que la actividad del sector industrial en España se mantendrá estable en los próximos 12 meses, frente al 39 % que prevé que disminuirá, y en menor proporción, el 18% cree que aumentará. El 3% restante no sabe/no contesta.

En cuanto a la inversión de sector industrial, el 38 % indica que se mantendrá estable, el 33% piensa que disminuirá y el 25% prevé que aumentará. En lo referente a la evolución del empleo en el sector industrial, el 40 % cree que se mantendrá estable, el 39 % prevé que disminuirá, y el 18% opina que aumentará.

Comercio exterior

Sobre comercio exterior y acuerdos internacionales, en la encuesta se les preguntaba acerca de las negociaciones que han llevado a cabo la UE y la India

con relación a un acuerdo de libre comercio (ALC). Sin embargo, más de la mitad (51%) indica que la pregunta no aplica a su empresa, lo que sugiere que una gran parte del tejido empresarial no opera en mercados de exportación a este nivel y, por tanto, queda al margen de las oportunidades potenciales del acuerdo. A pesar de ello, el 34 % de los encuestados considera que sí se trata de una oportunidad estratégica, lo que refleja una visión claramente favorable hacia la colaboración en ámbitos como la sostenibilidad y la descarbonización. El 28% está de acuerdo con que la industria española participe activamente en proyectos de cooperación tecnológica para la transición verde en India, pero con cautela, y el 25% opina que se debería priorizar la industria nacional. El 13% restante no sabe/no contesta.

Con relación al acuerdo comercial entre la Unión Europea y Mercosur (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay), un 38 % de los encuestados considera que el impacto dependerá del contenido final del acuerdo, lo que refleja cautela y falta de certezas sobre sus efectos reales. Muy cerca se sitúa una visión negativa, con un 35 % que opina que el acuerdo puede suponer una competencia desigual para la industria nacional. Solo un

13 % lo valora de forma positiva, destacando oportunidades de internacionalización y crecimiento. El 15% no tiene una opinión formada.

Política arancelaria

En materia de comercio exterior, también se les preguntó cómo valoraban el efecto que tienen actualmente los aranceles — impuestos por terceros países— sobre la competitividad de la industria de la Unión Europea. Ocho de cada diez empresas (80 %) reconocen efectos perjudiciales, señalando que los aranceles encarecen los productos y reducen el acceso a mercados internacionales, lo que evidencia una preocupación muy extendida.

Un 68 % de los encuestados apoya algún tipo de refuerzo en la política arancelaria de la UE, lo que evidencia un amplio consenso en favor de una mayor intervención. Por su parte, un 13 % considera que la UE debería mantener una política comercial abierta (sin reforzar la política arancelaria), mientras que un 9 % advierte del riesgo de agravar tensiones comerciales. Por último, un 9 % no sabe o no contesta.

Reducir la dependencia energética

A los encuestados se les preguntó por la

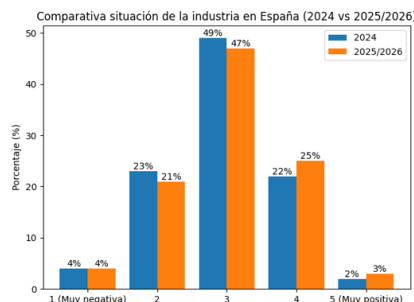


Figura 1. Cómo valora la situación de la industria en España.

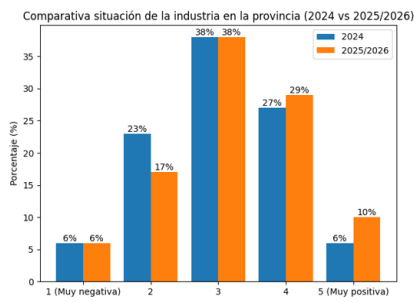


Figura 2. Cómo valora la situación de la industria en su provincia.

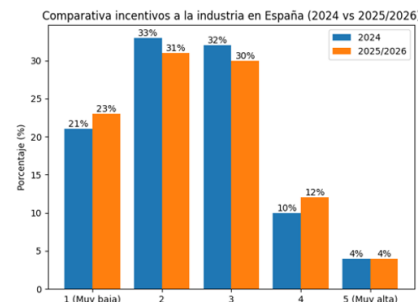


Figura 3. Cómo valora los incentivos a la industria promovidos por la Administración en España.

tensión militar en Oriente Medio, cuando estaba comenzando el conflicto bélico en Irán, y el 83 % de ellos ya previeron consecuencias negativas, lo que evidencia un consenso muy amplio sobre el impacto adverso de esta situación, con un fuerte incremento de los costes energéticos y pérdida de competitividad.

Como consecuencia de la pregunta anterior, el 87% considera que es muy importante y debería ser una prioridad estratégica reducir la dependencia energética ante la inestabilidad de los mercados energéticos y el contexto geopolítico actual.

En un contexto de transición energética y tecnológica, las prioridades del sector deben redefinirse. El 41% apuesta, en primer lugar, por reforzar el tejido industrial en el territorio y recuperar capacidad productiva como eje estratégico. En segundo lugar, un 25 % señala la reducción de costes energéticos; en tercer lugar, la formación de talento y las reformas fiscales, ambas con un 12 %. El apoyo a la digitalización obtiene un 6%. Finalmente, las reformas laborales apenas alcanzan un 3 %.

Principales retos del sector industrial

En cuanto a los principales retos a los

que se enfrenta actualmente el sector industrial en España, el principal reto identificado es la falta de personal cualificado, con un 16 % sobre el total de las opciones planteadas, lo que refleja un problema estructural relacionado con el talento y la capacitación. Le sigue el coste creciente de las materias primas, con un 14 %, evidenciando la presión de los costes sobre la competitividad empresarial. El exceso de burocracia y complejidad administrativa aparece con un 13 %, situándose también entre las preocupaciones más relevantes para las empresas. A continuación, varios factores comparten un peso similar, todos con un 12 %: el acceso a la energía, la fiscalidad y presión impositiva, y la incertidumbre geopolítica internacional.

Sectores industriales con mayor potencial

En la encuesta se les preguntaba también sobre los sectores industriales con mayor potencial de crecimiento y desarrollo estratégico en los próximos años en España. El ámbito de las energías renovables y el almacenamiento energético, con un 68 %, se posicionó como el principal motor de futuro, muy por encima

del resto. A continuación, la digitalización industrial, inteligencia artificial y automatización alcanza un 46 %, seguida de la industria de defensa y seguridad con un 44 %, lo que refleja el peso creciente tanto de la transformación tecnológica como del contexto geopolítico.

Falta de personal cualificado

La escasez de personal cualificado se valora como un problema relevante para la industria española. Un 37 % de los encuestados considera que es uno de los principales obstáculos del sector. A este grupo se suma un 33 % que también reconoce el problema, aunque señala que su impacto depende del subsector o de factores específicos. Las causas más señaladas son las condiciones laborales poco competitivas, con un 56 %, y el desajuste entre la formación académica y las necesidades de las empresas, con un 55 %.

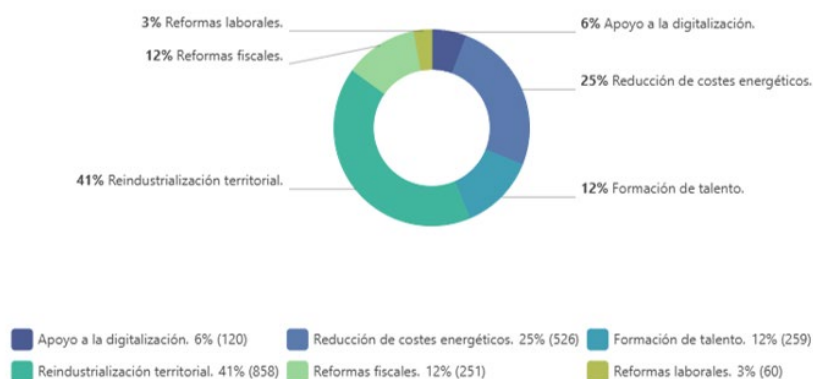
Estrategia de transición energética

Con relación a la estrategia de transición energética en España, un 40 %, señala que, aunque la transición es necesaria, no se está gestionando al ritmo ni con el equilibrio adecuado, lo que refleja una preocupación clara por su implementación. A esta visión se suma un 25 % que considera que el proceso está frenando inversiones y competitividad industrial. El 19 % la interpreta como una oportunidad de modernización e innovación, mientras que un 8 % considera que está generando nuevas oportunidades industriales.

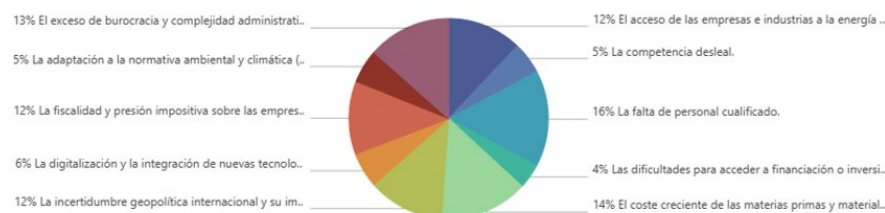
Formación en competencias digitales

El avance de la digitalización en todos los sectores industriales exige a los ingenieros y técnicos una formación continua en competencias como inteligencia artificial, automatización, análisis de datos o ciber-

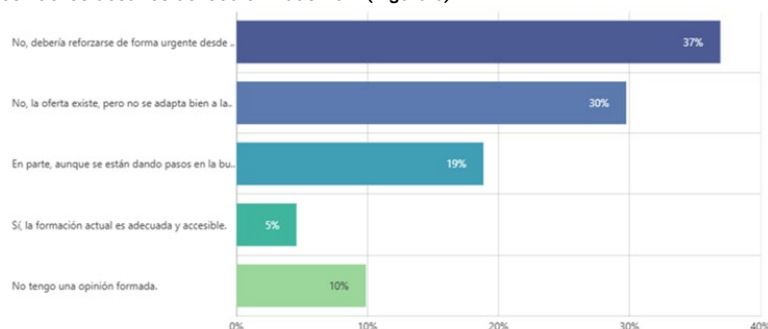
¿Cuál cree que debería ser la prioridad principal de la política industrial española? (Figura 4)



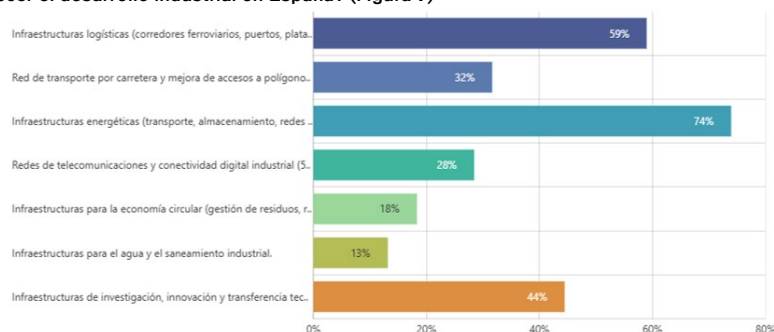
¿Cuáles considera que son los principales retos a los que se enfrenta actualmente el sector industrial en España? (Figura 5)



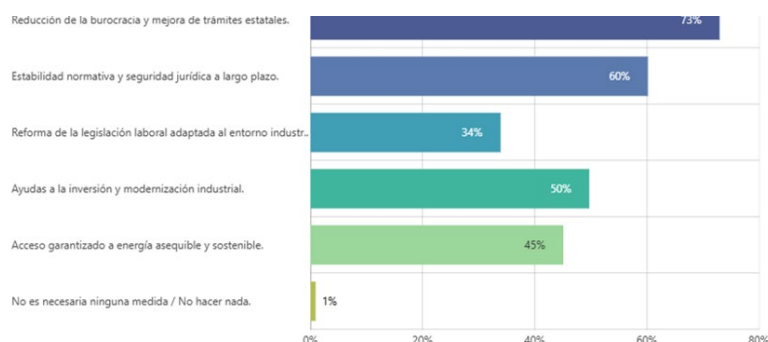
¿Cree que la formación actual en competencias digitales es suficiente para preparar a los ingenieros para los nuevos desafíos del sector industrial? (Figura 6)



¿Cuáles considera que deberían ser las prioridades en materia de inversión en infraestructuras para favorecer el desarrollo industrial en España? (Figura 7)



¿Qué medidas debería priorizar la administración central para impulsar el desarrollo industrial en España? (Figura 8)



seguridad. El 63 % de los encuestados considera que el reciclaje continuo en competencias digitales es indispensable para mantenerse actualizado y competitivo, aunque un 67 % percibe carencias importantes en el sistema formativo.

El 40 % apuesta por un modelo mixto

con la colaboración de todos los actores (universidades, empresas, colegios profesionales y la administración pública) para asumir un papel principal en el impulso y coordinación de la formación en competencias digitales para los ingenieros y técnicos del sector industrial.

Desarrollo industrial e infraestructuras

El 48% de los encuestados considera que las infraestructuras existentes en España no están adaptadas para acompañar los nuevos modelos de desarrollo industrial (basados en innovación, sostenibilidad, conectividad y resiliencia). Un 33 % adopta una postura intermedia, indicando que solo están parcialmente adaptadas.

Una gran mayoría, el 74%, opina que las infraestructuras energéticas (transporte, almacenamiento y redes) es la principal prioridad para favorecer el desarrollo industrial en España. Le siguen las infraestructuras logísticas (corredores ferroviarios, puertos, plataformas), con un 59 %, evidenciando la necesidad de mejorar la conectividad y la competitividad del sistema productivo.

Reducción de la burocracia

Con respecto a las medidas que debería priorizar la administración regional para fortalecer la industria en su comunidad autónoma, un 30 % ha marcado como primera opción la reducción de la burocracia y simplificación de trámites, seguido de un 20 % que señala la necesidad de una formación profesional adaptada al tejido industrial. Por otra parte, un 73 % señala la reducción de la burocracia y mejora de los trámites estatales como la principal medida que debería priorizar la administración central para impulsar el desarrollo industrial en España. Le sigue la estabilidad normativa y seguridad jurídica a largo plazo, con un 60 %, subrayando la necesidad de un marco regulatorio predecible que favorezca la inversión.

Inteligencia artificial en la industria

Por último, se les preguntaba sobre la implantación de la Inteligencia Artificial en la industria. La barrera más señalada es el desconocimiento o falta de información sobre las aplicaciones reales, con un 62 %, lo que indica que muchas empresas aún no identifican claramente cómo implementar la IA en sus procesos. Muy cerca, con un 60 %, aparece la falta de personal cualificado o experto en IA, evidenciando un déficit importante de talento especializado. En un segundo nivel se sitúa la escasa cultura digital en las organizaciones industriales, con un 38 %, lo que refleja dificultades internas para abordar procesos de transformación tecnológica.

Design of a User-Adaptive Electric Violin: Ergonomics, Technology, and Education

Diseño de un violín eléctrico adaptado: ergonomía, tecnología y educación musical

Isabel Prieto Rivero¹ y María Antonia Simón Rodríguez¹

Resumen

Este artículo presenta el desarrollo de un violín eléctrico con funciones didácticas y mejoras ergonómicas personalizadas dirigido a la enseñanza musical. El diseño combina tecnologías como escaneo 3D, impresión aditiva, CAD, circuitos amplificadores y Arduino para crear un instrumento adaptado al músico, con retroalimentación visual en tiempo real. Se detallan las etapas de diseño, fabricación e integración electrónica, así como sus limitaciones técnicas y resultados obtenidos.

Palabras clave

Violín eléctrico, diseño ergonómico, Arduino, escaneo 3D, retroalimentación en tiempo real y educación musical.

Abstract

This article presents the development of an electric violin with didactic functions and personalized ergonomic improvements aimed at music education. The design combines technologies such as 3D scanning, additive manufacturing, CAD, amplifier circuits, and Arduino to create an instrument tailored to the player, with real-time visual feedback. The stages of design, manufacturing, and electronic integration are detailed, along with technical limitations and obtained results.

Keywords

Electric violin, ergonomic design, Arduino, 3D scanning, real-time feedback, and music education.

Recibido/received: 05/11/2026 Aceptado/accepted: 12/02/2026

¹Universidad Francisco de Vitoria, Pozuelo de Alarcón, Madrid, España.

Corresponding authors: Isabel Prieto Rivero, e-mail: isaprietorivero@gmail.com; María Antonia Simón Rodríguez, e-mail: mariaantonia.simon@ufv.es.



Foto cedida por los autores del artículo

1. INTRODUCTION

This article presents the results of a research project that explores and materializes the intersection between traditional violin craftsmanship and the possibilities offered by modern technology. Focused on improving a classical instrument, the work seeks to optimize its ergonomics and integrate didactic functionalities that enrich both the performer's experience and the learning process.

For decades, violinists have faced ergonomic difficulties stemming from uncomfortable postures and forced grips that can lead to fatigue or long-term injuries. In the initial stages of learning, these physical limitations add to the technical complexity of the instrument, often resulting in demotivation or premature abandonment. This situation has prompted the search for solutions that respond both to the musician's physical needs and to the cognitive challenges inherent to early training stages.

A review of the literature and of the existing products revealed that, although there have been multiple attempts to address these issues, most offer only partial solutions. Among them there are commercial accessories designed to improve bow grip or help maintain correct left-hand wrist position. However, most are generic solutions, not adapted to the user's anatomy, and their corrective effect usually disappears once they are removed. Moreover, some studies have emphasized that

these aids tend to overlook key factors such as finger tension or overall body posture, decisive elements for fluid and healthy performance (Galamian, 1962; Allende Aguilera, 2016).

In response to these limitations, technologies such as 3D scanning have been explored, enabling the capture of the performer's hand morphology and the design of customized ergonomic accessories. This approach has proven effective in reducing muscle tension and improving technical accuracy, particularly among beginner students (Betancur Rodríguez, 2011; Pérez-Hernández *et al.*, 2022).

At the same time, progress has also been made in integrating digital technologies into music education. Some mobile applications, such as Tonestro or Trala, use the device's microphone to guide the user, but they imply constant dependence on the phone, which can alter posture and distract the student. Recent studies have proposed more immersive approaches, such as visual feedback systems integrated directly into the instrument itself, especially in the context of piano or guitar (Borja & Camargo, 2024). In this regard, Arduino technology emerges as an accessible and versatile tool for providing real-time information on tuning and performance, thus facilitating more autonomous and effective learning (Tejada Giménez, 2004).

The present article proposes a multidisciplinary approach that combines personalized ergonomics with mecha-

nical design, applied electronics, and music pedagogy. Through the combined use of tools such as SolidWorks, LTSpice, Arduino, and 3D printing, an electric violin adapted to the real needs of performers has been developed, incorporating real-time feedback and specific ergonomic improvements. This proposal not only aims to facilitate musical learning from the earliest stages, but also to offer a replicable and adaptable alternative for musicians with specific needs.

2. METHODOLOGY

2.1. General Methodology and Violin Redesign

This project is based on the redesign of a previously developed electric vio-

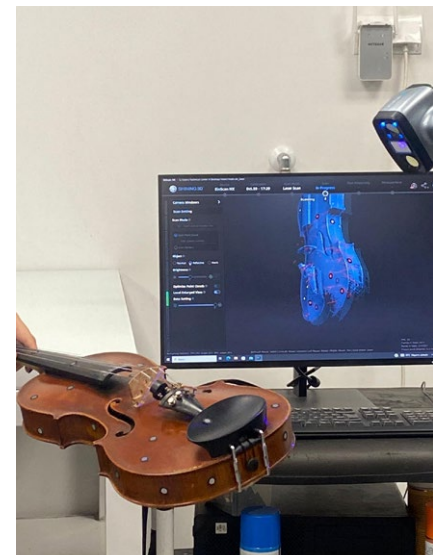


Figure 1. 3D Scan of acoustic violin.



Figure 2. Final 3D model of the electric violin.

lin, with the aim of improving both its functionality and ergonomics, adapting it to the musician's specific needs. The methodology employed is grounded in reverse engineering: starting from a 3D scan of a real acoustic violin (Figure 1), aesthetic and functional modifications were applied to adapt it to the particular characteristics of the electric violin, which lacks a resonance box and has a different weight distribution.

2.2. Violin manufacturing

The manufacturing process was entirely manual, using traditional wood-working techniques. Starting from a block of iroko wood, the plans designed in SolidWorks were followed to accurately cut the violin's silhouette. Subsequently, cavities for the electronics were created, details were filed, the wood was stained and varnished, and finally the instrument was assembled with its components (bridge, pegs, strings, etc.). This approach resulted in a robust, ergonomic, and visually appealing violin, meeting the standards of a functional instrument (Figure 3).

2.3. Design and Simulation of the Amplifier Circuit

A key part of the project was the development of an amplifier circuit that would allow the Arduino to correctly interpret the signal from the electric violin. Since the microcontroller requires a minimum signal of 2.5 V to detect a high value ("HIGH"), it was necessary to amplify the sinusoidal output signal from the piezoelectric sensor (which barely reached ± 0.06 V) and add an offset to centre it within the 0-5 V range.

To achieve this, a circuit was designed using an operational amplifier in a non-inverting configuration. The necessary resistors were calculated to obtain adequate gain, and a voltage divider was added to apply the offset. Additionally, a capacitor was incorporated as a high-pass filter to stabilize the signal and reduce noise.

The entire circuit was simulated in LTSpice (Figure 4), validating that the output signal properly crossed the Arduino threshold and remained within the desired range.

2.4. Integration of the Arduino System

The signal processed by the amplifier circuit is received by an Arduino Uno board, which calculates the frequency of the played note by measuring the signal period (HIGH and LOW times). Based on this measurement,



Figure 3. Process of manufacturing.

the program compares the detected frequency with notes from a predefined scale, displaying it on a screen and indicating via leds whether it is above or below the desired value.

During code development, the use of complex algorithms such as FFT was avoided, prioritizing simple timing-based methods. The system includes a 3% error margin to tolerate slight tuning deviations and microcontroller response times.

The program design is modular, allowing future modifications. Tests have confirmed that despite the limitations of the Arduino Uno, the system is functional, fast, and capable of correctly interpreting the violin's signals (Figure 5).

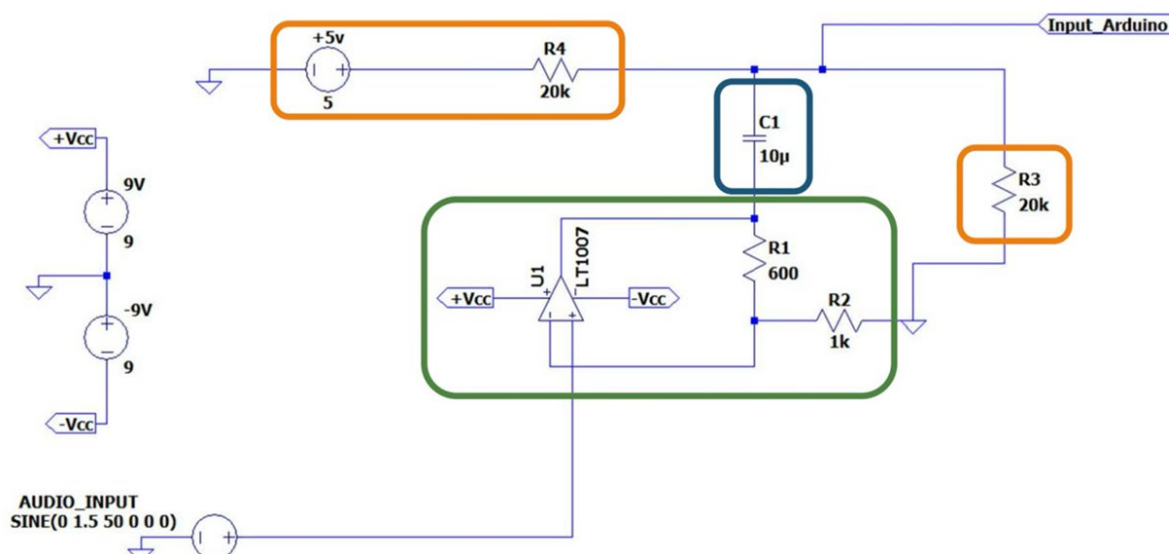


Figure 4. LTSpice simulation of the electric circuit.

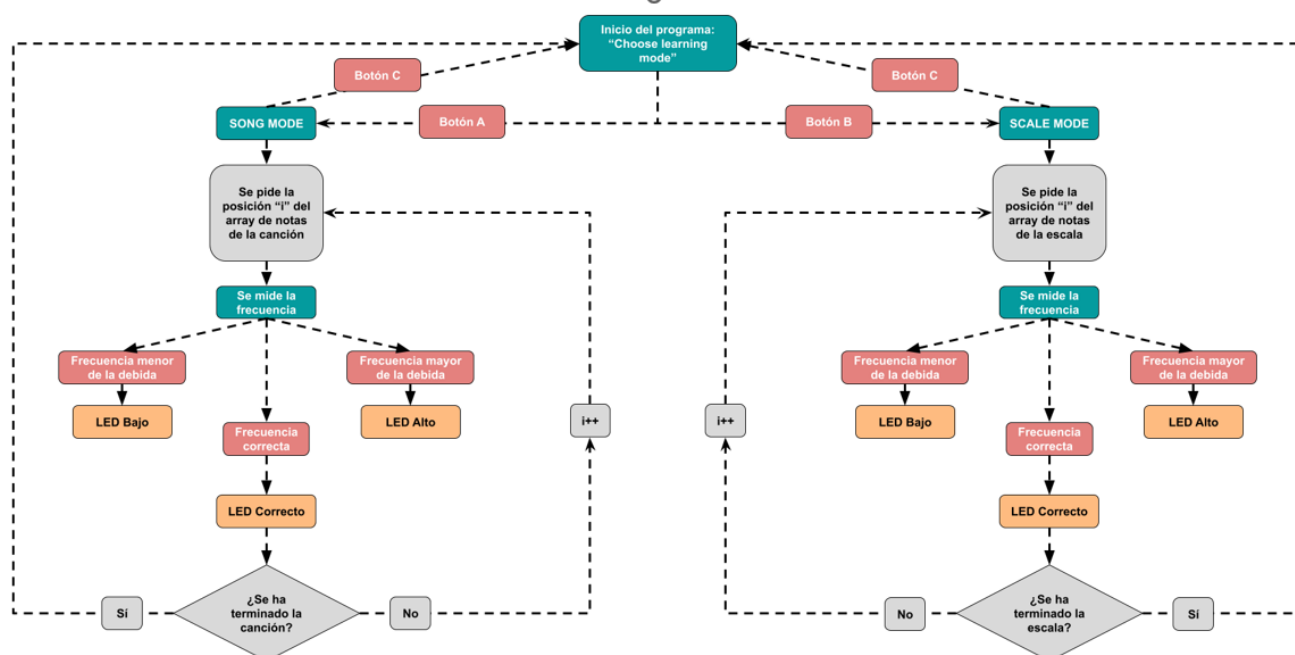


Figure 5. Schematics of the Arduino program.

2.5. Development of the customized ergonomic accessory

To improve the musician's comfort and technique, a customized ergonomic accessory was designed using reverse engineering techniques. Starting from a mold of the performer's hand in playing position, the model was scanned using 3D technology and processed in SolidWorks, converting the point cloud into a mesh and finally into an editable solid model (Figure 6).

This design was 3D-printed using flexible PLA filament, which provides a soft, silicone-like texture, improving grip on the neck and enhancing the user experience. Personalization ensures not only greater ergonomics, but also improved learning from the earliest stages of practice.

3. RESULTS

3.1. Overall project results



Figure 6. Mesh model of ergonomic accessory.

The main outcome of this project is a fully functional, ergonomic electric violin equipped with didactic capabilities, designed from scratch with a strong focus on personalization and the enhancement of musical learning. The combination of accessible technologies such as Arduino, 3D scanning and printing, CAD modeling, and manual manufacturing has resulted in a unique prototype that addresses real problems observed during the early years of violin training.

The structural redesign of the violin made it possible to integrate complete electronics within its body without compromising balance nor ergonomics. The developed amplifier system ensures a clean signal from the piezoelectric element, enabling precise detection of the note performed. Thanks to careful design, an aesthetic very close to that of a traditional violin has been maintained, using noble materials and an artisanal finish (Figure 7).

One of the most notable outcomes is the development of a visual feedback system that indicates in real time whether the played note is in tune. Based on Arduino, the program measures the fundamental frequency of the signal and compares it with the expected note, activating leds to guide the performer (Figure 8). This function has proven particularly use-

ful for beginner musicians, allowing them to tune without external assistance and correct errors instantly. The system has been successfully tested with the melody Twinkle, Twinkle, Little Star, following the Suzuki violin teaching method (Suzuki, 1978), but it can easily be expanded with other pieces or even automatic MIDI file reading.

Another major achievement is the fabrication of an ergonomic accessory adapted to the performer's hand, modeled from a 3D scan of the physical



Figure 7. Final result of the electric violin.

mold. Its design and manufacturing in flexible PLA help reduce unnecessary wrist tension and improve left-hand positioning, especially among beginner students (Figure 9). Initial tests have shown improvements in grip and comfort, as well as greater naturalness in technical execution.

3.2. Pedagogical impact and future outlook

The developed violin not only enhances the physical experience of playing the instrument, but also transforms the learning process. The direct interaction between musician and electronic system creates a more autonomous and dynamic study environment. Common tuning or fingering errors can be corrected in real time, accelerating technical progress and increasing student motivation.

Furthermore, the project's modular architecture allows for future expansions, such as the incorporation of additional melodies, practice modes, or even graphical visualization on external displays. This opens the door to a more immersive, personalized, and accessible approach to music education.

3.3. Additional considerations

Although this project is rooted in a strong artisanal tradition, it also raises valuable questions about the future of musical learning. Special care was taken to ensure that the instrument's design complements rather

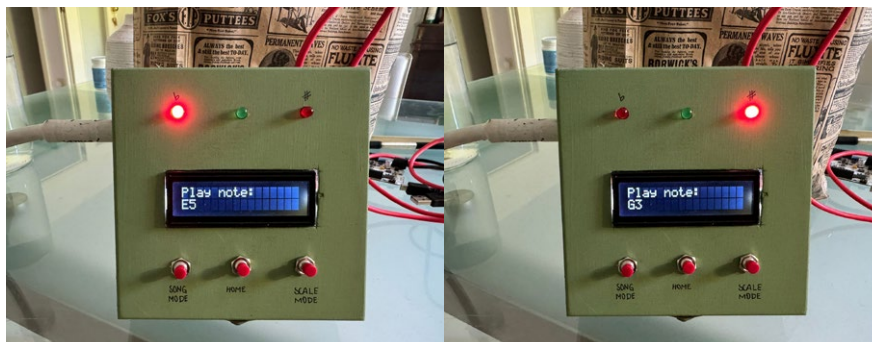


Figure 8. Final results of the electric part.

than replacing the classical violin, maintaining its aesthetics and proportions. The decision to reuse materials (such as already available iroko wood) and to apply sustainable techniques in woodworking and 3D printing helped reduce the environmental impact of the manufacturing process.

On a social level, this type of development promotes interdisciplinary collaboration among engineers, musicians, and educators, breaking with the traditional separation between technology and art. In this way, the foundations are laid for new models of educational instruments, designed by and for those who use them.

4. CONCLUSION

The project of designing and manufacturing an electric violin with real-time feedback and customized ergonomic accessories carries profound ethical, anthropological, social, and environmental implications. The preservation of musical traditions, the democratization of access to music education, and the promotion of innovation are positive and significant aspects. However, challenges also exist related to the digital divide, material sustainability, and waste management.

From an ethical perspective, it is essential to approach the project in a manner that respects and honours cultural traditions while exploring new technological possibilities. Anthropologically, the project can enrich the musical experience by offering personalized solutions that improve musicians' ergonomics and comfort. Socially, it holds the potential to foster inclusion and community participation, while also acknowledging challenges related to unequal access to technology. Envi-

ronmentally, the selection of sustainable materials, the implementation of responsible manufacturing practices, and the management of electronic waste are crucial to minimizing negative impact.

In summary, this project not only seeks to innovate in the field of musical instruments, but to do so in a conscious and responsible manner, taking into account the multiple dimensions that affect both individuals and the environment in which they develop.

REFERENCES

- Allende Aguilera, P. (2016). Consideraciones sobre la motricidad del violinista: efectos de su sobrecarga y propuestas para su tratamiento y evolución.
- Betancur Rodríguez, M. A. (2011). Ingeniería inversa aplicada: metodología y aplicaciones industriales.
- Borja, M. Á. & Camargo, J. E. (2024). Music software with a Machine Learning-based feedback system as an alternative for initial piano study in children. *Inteligencia artificial*, pp. 92–110.
- Galamian, I. (1962). *Principles of violin playing and teaching*.
- Pérez-Hernández, G., Ojeda-Rosas, J. E., González-Guevara, M., Gallegos-Ortega, O., López-Vázquez, P. G. & Capilla-González, G. (2022). Uso de escaneo 3D y manufactura aditiva para el prototipado de órtesis. *Jóvenes En La Ciencia*, pp. 1–9.
- Suzuki, S. (1978). *Suzuki violin school. Violin part (Vol. 1)*. Miami: Summy-Birchard.
- Tejada Giménez, J. (2004). *Música y mediación de la tecnología en sus procesos de aprendizaje*. *Educación XXI*, 15, pp. 26–36.



Figure 9. Final result of the ergonomic accessory.

Técnica Industrial, fundada en 1952 y editada por la Fundación Técnica Industrial, se define como una publicación técnica de periodicidad cuatrimestral en el ámbito de la ingeniería industrial. Publica tres números al año (marzo, julio y noviembre) y tiene una versión digital accesible en www.tecnicaindustrial.es. Los contenidos de la revista se estructuran en torno a un núcleo principal de artículos técnicos relacionados con la ingeniería, la industria y la innovación, que se complementa con información de la actualidad científica y tecnológica y otros contenidos de carácter profesional y humanístico.

Técnica Industrial. Revista de Ingeniería, Industria e Innovación pretende ser eco y proyección del progreso de la ingeniería industrial en España y Latinoamérica, y, para ello, impulsa la excelencia editorial tanto en su versión impresa como en la digital. Para garantizar la calidad de los artículos técnicos, su publicación está sometida a un riguroso sistema de revisión por pares (*peer review*). La revista asume las directrices para la edición de revistas científicas de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Fecyt) y las del International Council of Scientific Unions (ICSU), con el fin de facilitar su indización en las principales bases de datos y ofrecer así la máxima visibilidad y el mayor impacto científico de los artículos y sus autores.

Técnica Industrial considerará preferentemente para su publicación los trabajos más innovadores relacionados con la ingeniería industrial. Todos los artículos técnicos remitidos deben ser originales, inéditos y rigurosos, y no deben haber sido enviados simultáneamente a otras publicaciones. Sus autores son los únicos responsables de las afirmaciones vertidas en los artículos. Todos los originales aceptados quedan como propiedad permanente de *Técnica Industrial*, y no podrán ser reproducidos en parte o totalmente sin su permiso. El autor cede, en el supuesto de publicación de su trabajo, de forma exclusiva a la Fundación Técnica Industrial, los derechos de reproducción, distribución, traducción y comunicación pública (por cualquier medio o soporte sonoro, audiovisual o electrónico) de su trabajo.

Tipos de artículos La revista publica artículos originales (artículos de investigación que hagan alguna aportación teórica o práctica en el ámbito de la revista), de revisión (artículos que divulguen las principales aportaciones sobre un tema determinado), de innovación (artículos que expongan nuevos procesos, métodos o aplicaciones o bien aporten nuevos datos técnicos en el ámbito de la ingeniería industrial) y de opinión (comentarios e ideas sobre algún asunto relacionado con la ingeniería industrial). Además, publica un quinto tipo de artículos, el dossier, un trabajo de revisión sobre un tema de interés encargado por la revista a expertos en la materia.

Redacción y estilo El texto debe ser claro y ajustarse a las normas convencionales de redacción y estilo de textos técnicos y científicos. Se recomienda la redacción en impersonal. Los autores evitarán el abuso de expresiones matemáticas y el lenguaje muy especializado, para así facilitar la comprensión de los no expertos en la materia. Las mayúsculas, negritas, cursivas, comillas y demás recursos tipográficos se usarán con moderación, así como las siglas (para evitar la repetición excesiva de un término de varias palabras se podrá utilizar una sigla a modo de abreviatura, poniendo entre paréntesis la abreviatura la primera vez que aparezca en el texto). Las unidades de medida utilizadas y sus abreviaturas serán siempre las del sistema internacional (SI).

Estructura Los trabajos constarán de tres partes diferenciadas:

1. Presentación y datos de los autores. El envío de artículos debe hacerse con una carta (o correo electrónico) de presentación que contenga lo siguiente: 1.1 Título del artículo; 1.2 Tipo de artículo (original, revisión, innovación y opinión); 1.3 Breve explicación del interés del mismo; 1.4 Código Unesco de cuatro dígitos del área de conocimiento en la que se incluye el artículo para facilitar su revisión (en la página web de la revista figuran estos códigos); 1.5 Nombre completo, correo electrónico y breve perfil profesional de todos los autores (titulación y posición laboral actual, en una extensión máxima de 300 caracteres con espacios); 1.6 Datos de contacto del autor principal o de correspondencia (nombre completo, dirección postal, correo electrónico, teléfonos y otros datos que se consideren necesarios). 1.7 La cesión de los derechos al editor de la revista. 1.8 La aceptación de estas normas de publicación por parte de los autores.

2. Texto. En la primera página se incluirá el título (máximo 60 caracteres con espacios), resumen (máximo 250 palabras) y 4-8 palabras clave. Se recomienda que el título, el resumen y las palabras clave vayan también en inglés. Los artículos originales deberán ajustarse en lo posible a esta estructura: introducción, material y métodos, resultados, discusión y/o conclusiones,

que puede reproducirse también en el resumen. En los artículos de revisión, innovación y opinión se pueden definir los apartados como mejor convenga, procurando distribuir la información entre ellos de forma coherente y proporcionada. Se recomienda numerar los apartados y subapartados (máximo tres niveles: 1, 1.2, 1.2.3) y denominarlos de forma breve.

1.1 Introducción. No debe ser muy extensa pero debe proporcionar la información necesaria para que el lector pueda comprender el texto que sigue a continuación. En la introducción no son necesarias tablas ni figuras.

1.2 Métodos. Debe proporcionar los detalles suficientes para que una experiencia determinada pueda repetirse.

1.3 Resultados. Es el relato objetivo (no la interpretación) de las observaciones efectuadas con el método empleado. Estos datos se expondrán en el texto con el complemento de las tablas y las figuras.

1.4 Discusión y/o conclusiones. Los autores exponen aquí sus propias reflexiones sobre el tema y el trabajo, sus aplicaciones, limitaciones del estudio, líneas futuras de investigación, etcétera.

1.5 Agradecimientos. Cuando se considere necesario se citará a las personas o instituciones que hayan colaborado o apoyado la realización de este trabajo. Si existen implicaciones comerciales también deben figurar en este apartado.

1.6 Bibliografía. Las referencias bibliográficas deben comprobarse con los documentos originales, indicando siempre las páginas inicial y final. La exactitud de estas referencias es responsabilidad exclusiva de los autores. La revista adopta el sistema autor-año o estilo Harvard de citas para referenciar una fuente dentro del texto, indicando entre paréntesis el apellido del autor y el año (Apple, 2000); si se menciona más de una obra publicada en el mismo año por los mismos autores, se añade una letra minúscula al año como ordinal (2000a, 2000b, etcétera). La relación de todas las referencias bibliográficas se hará por orden alfabético al final del artículo de acuerdo con estas normas y ejemplos:

1.6.1 Artículo de revista: García Arenilla I, Aguayo González F, Lama Ruiz JR, Soltero Sánchez VM (2010). Diseño y desarrollo de interfaz multifuncional holónica para audioguía de ciudades. *Técnica Industrial* 289: 34-45.

1.6.2 Libro: Roldán Viloria J (2010). *Motores trifásicos. Características, cálculos y aplicaciones*. Paraninfo, Madrid. ISBN 978-84-283-3202-6.

1.6.3 Material electrónico: Anglia Ruskin University (2008). University Library. Guide to the Harvard Style of Referencing. Disponible en: http://libweb.anglia.ac.uk/referencing/files/Harvard_referencing.pdf. (Consultado el 1 de diciembre de 2010).

3. Tablas y figuras. Deben incluirse solo las tablas y figuras imprescindibles (se recomienda que no sean más de una docena). Las fotografías, gráficas e ilustraciones se consideran figuras y se referenciarán como tales. El autor garantiza, bajo su responsabilidad, que las tablas y figuras son originales y de su propiedad. Todas deben ir numeradas, referenciadas en el artículo (ejemplo: tabla 1, figura 1, etc.) y acompañadas de un título explicativo. Las figuras deben ser de alta resolución (300 ppp), y sus números y leyendas de un tamaño adecuado para su lectura e interpretación. Con independencia de que vayan insertas en el documento del texto, cada figura debe remitirse, además, en un fichero aparte con la figura en su formato original para que puedan ser editados los textos y otros elementos.

Extensión Para los artículos originales, de revisión y de innovación, se recomienda que la extensión del texto no exceda las 15 páginas de 30 líneas a doble espacio (letra Times de 12 puntos; unas 5.500 palabras, 32.000 caracteres con espacios). No se publicarán artículos por entregas.

Entrega Los autores remitirán sus artículos a través del enlace *Envío de artículos* de la página web de la revista (utilizando el formulario de envío de artículos técnicos), en el que figuran todos los requisitos y campos que se deben rellenar; de forma alternativa, se pueden enviar al correo electrónico cogiti@cogiti.es. Los autores deben conservar los originales de sus trabajos, pues el material remitido para su publicación no será devuelto. La revista acusará recibo de los trabajos remitidos e informará de su posterior aceptación o rechazo, y se reserva el derecho de acortar y editar los artículos.

Técnica Industrial no asume necesariamente las opiniones de los textos firmados y se reserva el derecho de publicar cualquiera de los trabajos y textos remitidos (informes técnicos, tribunas, información de colegios y cartas al director), así como el de resumirlos o extraerlos cuando lo considere oportuno. Los autores de las colaboraciones garantizan, bajo su responsabilidad, que las fotos, tablas y figuras son originales y de su propiedad.

Algo no hacemos bien en cultura preventiva

We are doing something wrong in preventive culture

Rafael Eugenio Romero García¹

Resumen

A pesar de todo lo que se dice y se hace, el número de accidentes que tenemos en nuestra sociedad es inasumible e inconcebible, y hablamos de todo tipo de accidentes, no solo de los laborales y los de tráfico que parecen los únicos que existen para los medios de comunicación, pero desgraciadamente nadie habla de ello, nadie habla de los miles de muertos y heridos por accidentes que sufrimos y de lo que no hay ni datos siquiera. En este artículo se dan esos datos de los que nadie habla y, además, se aportan algunas soluciones para intentar salvar algunas vidas y evitar también los daños físicos que, sin llegar a muerte, sufren miles de personas en España. Porque todo lo que no sea abordar el tema en su más amplio sentido, y dejar de hacerlo como hasta ahora que es mirarlo de forma sectorial y parcial, no llevará a lograr nuestros objetivos ni a mejorar nuestras cifras, y recordamos que estas cifras no son simples números, suponen vidas, y la pérdida de cada una de ellas suponen tragedias para todas las personas del entorno familiar, laboral y social.

Palabras clave

Accidente, incidente, tráfico, laboral, doméstico, prevención, seguridad, comportamiento.

Abstract

Despite all that is said and done, the number of accidents in our society is unacceptable and inconceivable. We are talking about all types of accidents, not just workplace and traffic accidents, which seem to be the only ones the media focuses on. Unfortunately, no one talks about them; no one talks about the thousands of deaths and injuries from accidents we suffer, for which there is not even any data. This article presents the data that no one talks about and also attempts to offer some solutions to try to save lives and prevent the physical harm that, while not resulting in death, affects thousands of people in Spain. Because anything other than addressing the issue in its broadest sense, and abandoning the current sectoral and partial approach, will not lead to achieving our goals or improving our statistics. And we must remember that these figures are not just numbers; they represent lives, and the loss of each one of them is a tragedy for everyone in the family, work, and social circles.

Keywords

Accident, incident, traffic, work, home, prevention, safety, behaviour.

Recibido/received: 30/12/2025

Aceptado/accepted: 27/05/2026

¹Ingeniero técnico industrial e ingeniero químico (sectores minero, químico/básico y energías renovables). Gerente de la Asociación de Industrias Químicas, Básicas y Energéticas de Huelva (AIQBE). Divulgador técnico/científico y ponente/colaborador/organizador en eventos y jornadas de diversas temáticas.

Autor para correspondencia: rafaromerogarcia@gmail.com



Foto: Shutterstock.

Más claro no puedo ser, algo no estamos haciendo bien en cultura preventiva cuando tenemos los accidentes que tenemos, y vamos a centrarnos solo en los mortales, que son como la parte visible del iceberg en comparación con el total de accidentes, es decir, muchos menos del total de incidentes, y de esos casi accidentes de los que nos libramos de milagro o de chiripa, near miss le dicen con un anglicismo.

Retornando a las muertes causadas por accidentes, veamos las cifras de 2023 según el INE, último año consolidado a la hora de escribir este artículo, aunque para cuando se publique ya serán accesibles los de 2024, pero cualquier año es válido para el espíritu de este artículo:

- Muertes por accidentes laborales de todo tipo: 619 personas fallecidas.
- Muertes por accidentes de tráfico: 1.785 personas fallecidas.

Esto es algo inconcebible en una sociedad del primer mundo como la española, pero que está en línea con lo que podemos ver en otros países.

Así tenemos que, en el mismo año, por accidentes laborales hubo 1.071 fallecidos en Italia, 721 en Francia, 371 en Alemania y 755 en Japón¹.

Si nos referimos a los fallecidos en accidentes de tráfico en el mismo año 2023, la cifra es de 3.167 fallecidos en la Francia continental, 3.039 en Italia, 2.839 en Alemania y 2.160 en Japón (año 2022).

Luego es evidente que en España no lo hacemos especialmente mal, pero tampoco especialmente bien, la verdad es que no se hace especialmente bien en ningún sitio, cuando seguimos teniendo esas cifras. Y eso que no estamos viendo cifras del segundo ni del tercer mundo, donde además de ser escalofriantes los datos que se ven, ni siquiera son datos contrastables, y así tenemos que se habla de cerca de 350.000 muertes por accidentes en el trabajo, más otros 3 millones de muertes por enfermedades laborales, y la Organización Mundial de la Salud calcula que en 2023 fallecieron casi 1,2 millones de personas en el mundo por accidentes de tráfico, es decir, la población de las Baleares. Sin comentarios.

Si queremos buscar los motivos para intentar atajar esta sangría, nos tenemos que ir, desde luego, al comportamiento humano. Veamos el ejemplo de los accidentes de tráfico. Sin duda, la clave está en el comportamiento humano no compatible con la seguridad ni con la vida, a veces por desconocimiento o falta de cultura, y otras por imprudencias ligadas a otras cuestiones (uso de alcohol y drogas, enfermedades, etc.).

Desarrollemos este aspecto con ejemplos concretos para verlo claramente.

El año 1982 fallecieron en las carreteras españolas 9.803 personas, muchas más de las que tenemos actualmente y con mucho menos tráfico que ahora. ¿Qué se ha hecho para conseguir este descenso tan importante? Por un lado, se han mejorado las infraestructuras con mejores carreteras y mejor señalización, también se ha mejorado la seguridad de los vehículos tanto pasiva como activa y, no lo olvidemos, la atención temprana de los servicios de emergencia que ha salvado muchas vidas que hace años no

1. Hablo de Japón por ser una cultura totalmente distinta a la europea y de la que tenemos datos exactos y fiables y, además, es un país con una gran población (124 millones de habitantes que son casi los mismos que suman España y Francia), con muchos vehículos y mucha actividad industrial y de todo tipo. Es absurdo buscarlos fiables de Nigeria, China o India.

habría sido posible. Pero todo ello no hubiera dado este fruto sin una clara modificación del comportamiento de los conductores y los peatones, unas veces mediante campañas de concienciación y otras mediante campañas de intimidación mediante multas y castigos (carné por puntos, por ejemplo), así la realidad es que hoy se corre menos, a pesar de tener mejores vehículos y mejores carreteras, casi nadie circula sin cinturón de seguridad ni con niños en brazos de los pasajeros, etc.; considero que todavía se mejoraría más si damos un paso más y el refuerzo, además de ser cierto e inmediato (como cuando te paraba la Guardia Civil tras pasar un radar en vez de recibir una carta ahora 2 meses después), fuera positivo en vez de negativo. Así, si cuando pasemos por un radar a la velocidad adecuada nos llegara un mensaje que nos felicitara y nos diera unos puntos acumulables para recuperar puntos perdidos o mejoras del bonus de los seguros todavía sería más efectivo el cambio en el comportamiento, y digo esto porque es importante recordar que el mayor refuerzo es el cierto, inmediato y positivo. Por eso, y me permito desviarme del tema principal, es tan difícil dejar de fumar (aparte de los condicionantes físicos), porque fumar te da un refuerzo inmediato, cierto y relativamente positivo porque da placer cierto e inmediato, como hemos dicho, pero el refuerzo para dejar de fumar es incierto, diferido en el tiempo y negativo porque el tabaco te puede producir cáncer o no, si ocurre será muy diferido en el tiempo y, además, es un tema negativo. Luego nos enfrentamos al refuerzo más fuerte para fumar frente al refuerzo más débil para dejar de fumar.

Volviendo al tema del descenso de la mortalidad de las carreteras, se ha dado una evidente modificación del

comportamiento, que a la vista está sigue sin ser suficiente.

Con los accidentes laborales pasa otro tanto, bien por formación o concienciación, o bien por miedo a las sanciones, tanto los empresarios como los empleados cumplen mucho más la normativa vigente que hace unos años, sin olvidar las evidentes mejoras que se han realizado en los equipos relacionados con la prevención de riesgos laborales y en la citada normativa vigente.

Mi experiencia particular me ha hecho ver que se llega a un punto en el cual por más que se haga, no se disminuyen los accidentes hasta que se aborda directamente el tema del comportamiento seguro, empleando para ello los modelos y programas existentes en el mercado².

Y esto es así porque el 95% de los accidentes e incidentes se deben directamente a factores relacionados con el comportamiento humano, y de ese 5% restante seguro que hay otro 95% debido a comportamientos humanos inadecuados, por ejemplo, un freno que falle en un coche (accidente atribuido, por tanto, a fallo mecánico), en el 95% de los casos se deberá a una falta de mantenimiento o a un error humano en dicho mantenimiento... Y así sucesivamente se puede llegar a decir que prácticamente la totalidad de los accidentes se deben a un comportamiento humano inadecuado.

ENTONCES, ¿QUÉ SE PUEDE HACER?

Aquí quiero incorporar el tema de la cultura preventiva, la cultura de la seguridad. Cuando hay accidentes laborales los sindicatos hablan y se manifiestan para pedir una mejora de la cultura preventiva laboral, y cuando se habla de accidentes de tráfico se oye hablar y hacer importantes cam-

pañías de gran repercusión mediática a favor de mejorar la cultura preventiva en la conducción y de educación vial.

Pero se nos escapa el elefante en el cuarto que nadie quiere ver, y para eso se inventó el método de Pareto³, y os aseguro que después de aplicar este principio durante muchos años en mi vida laboral, así como otros como la Matriz de Eisenhower⁴, la ley del Caballo Muerto⁵ y las clásicas 5S⁶, cada vez estoy más convencido de su utilidad para abordar inicialmente cualquier problema, y en este caso es que parece que nadie se ha parado en serio a aplicarlo y, si lo ha hecho, desgraciadamente, su repercusión ha sido mínima.

Aterrizando, el problema de la cultura preventiva es que no debe ser laboral o de la conducción, debe ser integral, sin apellidos, cultura preventiva y listos, y como base hago la siguiente pregunta:

¿Cuántos accidentes mortales se deben a accidentes domésticos? Pues para sorpresa de todos no hay datos fácilmente accesibles como sí los tenemos de los otros dos casos, y esto es descorazonador porque no se puede afrontar un problema cuando no se sabe su alcance, o cuando no se quiere ni ver. Según el INE, solo en caídas domésticas, en 2023, fallecieron 4.158 personas, casi el doble de los fallecidos en accidentes de tráfico y laborales juntos. Y eso solo de caídas; se desconoce el número total por todas las causas de accidentes domésticos (incendios, quemaduras, electrocuciones, ahogamientos, etc.) y las estadísticas más fiables que he encontrado hablan de 17.737 fallecimientos por causas externas, la mayoría accidentes, es decir, más de siete veces la suma de fallecidos en las carreteras y en el trabajo juntos.

¿Y esto cómo es posible? Pues

2. Por ejemplo, BBSM (siglas inglesas de *behaviour based safety management* que significa gestión de la seguridad basada en el comportamiento) o SBMC (seguridad basada en la modificación del comportamiento).

3. La ley de Pareto o ley del 80/20, es que se puede simplificar en decir que el 80% de los problemas vienen derivados del 20% las causas, o que el 80% de los problemas vecinales se tienen con el 20% de los vecinos, o siendo positivo, que el 80% del tiempo que pasamos con amistades lo hacemos con el 20% de nuestros amigos.

4. También llamada matriz de gestión de marrones y que consta de dos filas y columnas de importante/no importante y urgente/no urgente, con el siguiente resultado. Lo urgente e importante hay que hacerlo inmediatamente, lo urgente no importante se delega, lo no urgente e importante se planifica, y lo no urgente ni importante se abandona y no se pierde tiempo en ello.

5. La Ley o Teoría del Caballo Muerto consiste en que cuando te das cuenta de que algo, un proyecto, una idea o lo que sea, está muerto y sin futuro, lo mejor es abandonarlo, por mucha pena que dé en vez de seguir invirtiendo tiempo, dinero y esfuerzo.

6. Se trata de las 5 reglas básicas de organización empleadas por empresas como Toyota y nacidas en Japón. Son las iniciales de *Seiri* (clasificar), *Seiton* (ordenar), *Seiso* (limpiar), *Seiketsu* (estandarizar) y *Shitsuke* (disciplina).

simplemente porque no hay cultura preventiva, porque entendemos que el hogar es un lugar seguro y no es verdad, en el hogar tenemos los mismos riesgos que en el trabajo, aunque se presenten de forma diferente, pero la pérdida del sentido del peligro nos relaja y no tomamos conciencia de este, lo que nos lleva a no adoptar las medidas necesarias para evitar el accidente o el incidente que al final puede acabar en muerte. Recordemos el refrán que dice que el gato confiado es gato muerto.

PONGAMOS UNOS EJEMPLOS

Si vamos a hacer un trabajo en altura exigimos andamios certificados, formación adecuada, arnés, etc., y ese mismo día al llegar a casa nos subimos a un viejo taburete para acceder a un altillo para coger una manta, lo que nos lleva a caernos y a romper-nos la cadera, una pierna o a perder la vida incluso.

Con el coche ocurre lo mismo; la mayoría de los accidentes ocurren en trayectos cortos o llegando a casa si es largo porque nos sentimos seguros, nos relajamos y perdemos la capacidad de atención.

Y para terminar ponemos el ejemplo del jamón: la misma persona que ha empleado todo el día guantes de seguridad anticorte para manejar chapas o elementos cortantes, se pone a cortar jamón sin esa protección y acaba cortándose la mano. De hecho, se habla de más de 60.000 accidentes anuales en España causados por cortes de cuchillo mientras se cortaba jamón. A este paso no nos dejarán comprar jamón sin la formación previa en seguridad en corte de jamón. Yo lo compro loncheado, por cierto, porque ya tuve un accidente mientras cortaba jamón.

¿Qué hacemos entonces? Porque los ingenieros damos soluciones a los problemas detectados, como les decía a los miembros de mis equipos de trabajo: si no me traes una solución no me cuentes tus problemas. Así que intento traer soluciones cuando explico este problema y planteo unas propuestas para abrir el debate y empezar a mirar este tema que considero crucial.

PASOS QUE SEGUIR

En mi opinión hay que dar los si-

guientes pasos:

1. Documentar el alcance real del problema en los accidentes domésticos, hecho que hoy en día con los medios informáticos no debería ser un gran problema ni suponer un gran coste. Estos datos deben estar en el INE al alcance de todas las personas interesadas en estos temas. Si no se sabe el alcance del problema, no se puede abordar de la forma adecuada. Es indispensable conocer los accidentes domésticos más frecuentes.
2. Hacernos las preguntas adecuadas para conseguir las respuestas necesarias que nos permitan abordar este problema en respuesta al título de este artículo, es decir, saber qué no estamos haciendo o qué estamos haciendo mal, y cómo podemos darle la vuelta a la tortilla. Con estos dos puntos tendremos la dimensión del problema y un diagnóstico inicial.
3. De forma paralela, empezar campañas de cultura preventiva basadas en la modificación del comportamiento y, en eso, las administraciones deben poner en el asador toda la carne que haga falta.
4. Evaluar de forma continua y real la evolución de estos puntos antes de tomar otras decisiones.

En un proyecto de mejora de la seguridad laboral basado en la modificación del comportamiento en el que estuve implicado, se pasó de mejorar el comportamiento seguro en el trabajo a llevar esta filosofía a la familia y a la vida personal. Una persona que tenga cultura preventiva la aplicará siempre, en la vida cotidiana, cuando conduce y trabaja.

Así que resumiendo y aplicando mi experiencia, recomiendo centrarnos en ese 20% de comportamientos que originan el 80% de los accidentes mortales que es el sistema que se emplea en los modelos de seguridad basados en la modificación del comportamiento. Seguramente no saldrán más de cuatro, y en vez de intentar atajar todos los riesgos (caídas, incendios, ahogamientos, atrapamientos, quemaduras, asfixias, electrocución, etc.) con los pésimos resultados que vemos, al centrarnos solo en unos pocos notaremos inmediatamente la mejora, no tengo la menor duda. Después, conforme

se van controlando estos primeros riesgos elegidos, se vuelve a aplicar Pareto y así sucesivamente.

Todo lo que no sea abordar el tema en su más amplio sentido, y dejar de hacerlo como hasta ahora que es mirarlo de forma sectorial y parcial, no llevará a lograr nuestros objetivos ni a mejorar nuestras cifras, y recordamos que estas cifras no son simples números, suponen vidas, y la pérdida de cada una de ellas supone tragedias para todas las personas del entorno familiar, laboral y social.

O cogemos este elefante por la trompa y lo sacamos de la habitación, o la habitación llegará a hacerse inhabitable algún día de estos.

Y como despedida quiero firmar como firmo mis correos electrónicos desde hace algunos años:

“Recuerda que cuando te miras al espejo contemplas al primer responsable de tu seguridad, y que no hay mejor consejo que el ejemplo con un comportamiento seguro (Francisco Jiménez Cabello).

Recuerda también que la desconianza es la madre de la seguridad (Aristófanes), y que la única seguridad es que no hay nada seguro (Plinio el Viejo).

Ninguna filosofía hay más cierta que la prueba, porque ella es la que nos satisface y convence a nuestras opiniones (Jerónimo de Ayanz)”.

BIBLIOGRAFÍA

- Armas, Manuel (2011). Prevención e intervención ante problemas de conducta. Wolters Kluwer.
<https://blog.entrix.es/seguridad-conductual/> (consultado el 28/12/2025).
<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/iaprl/servicios/publicaciones/detalle/443728.html> (consultado el 28/12/2025).
 Junta de Andalucía (2023). Guía de Prevención de Riesgos Domésticos.
 Junta de Andalucía. Página de publicaciones diversas sobre prevención de riesgos domésticos.
 López L, Gershanik A (1996). Cómo prevenir accidentes en el hogar. Editorial Planeta.
 Romero García, RE. La seguridad basada en el comportamiento (2010). Técnica Industrial nº 285; p. 58-64.

Uso de los dendogramas en las evaluaciones de riesgos laborales como sistema para facilitar la colaboración de las personas trabajadoras

Use of dendograms in occupational risk assessments as a System for worker collaboration

Dr. Miguel Verdeguer Cuesta ¹

Resumen

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), el Reglamento de los Servicios de Prevención, el anteproyecto de la reforma de la LPRL y la próxima actualización de la norma ISO 45001:2027 enfatizan la colaboración de las personas trabajadoras en todo el sistema preventivo en diversas etapas. Los dendogramas como representación gráfica de las opiniones del personal fabril facilitan la toma de decisiones al mostrar el nivel del riesgo percibido por cada persona y el grado de concordancia del grupo ante determinados riesgos en los puestos de trabajo, optimizando con ello la actividad preventiva en la empresa. Al mismo tiempo, los dendogramas pueden ser un modo de identificar a trabajadores que tengan una percepción errónea de los riesgos presentes en su entorno laboral.

Palabras clave

Prevención de riesgos laborales, colaboración de las personas trabajadoras, evaluación de riesgos, procedimientos gráficos, toma de decisiones y dendogramas.

Abstract

The Law on Occupational Risk Prevention (LPRL), the Regulation of Prevention Services, the draft reform of the LPRL, and the upcoming update of ISO 45001:2027 all emphasize the collaboration of workers throughout the entire prevention system at various stages. Dendograms, as a graphical representation of factory workers' opinions, support decision making by showing the level of risk perceived by each individual and the degree of agreement within the group regarding specific risks in the workplace. This optimizes preventive activity in the company and it can also serve as a way to identify workers who may have an incorrect perception of the risks present in their work environment.

Keywords

Occupational risk prevention, worker collaboration, risk assessment, graphical procedures, decision making, and dendograms.

Recibido/received: 15/05/2026

Aceptado/accepted: 15/06/2026

¹ Ingeniero técnico industrial (Universitat Politècnica de València , UPV), licenciado en Psicología del Trabajo y doctor por la Universidad de Valencia, Máster en PRL (Universitat Jaume I), miembro de la Comisión de Prevención de Riesgos Laborales de COGITI Valencia.

E-mail para correspondencia: migueles572015@gmail.com.



Foto: Shutterstock.

INTRODUCCIÓN

Los métodos y sistemas gráficos se han utilizado mucho para facilitar cálculos en diversas ramas de la ingeniería. Algunos ejemplos podrían ser los cálculos de pérdida de carga en conductos en instalaciones de aire acondicionado, los diagramas de cremona en estática para cálculo de cerchas y los nomogramas para estimar la humedad relativa en función de las temperaturas seca, húmeda y velocidad del aire, entre otros.

En esta publicación se expone el uso de los dendogramas, que son unas representaciones gráficas en forma de árbol que agrupan, en este caso, a personas trabajadoras (en adelante, sujetos) en función de su similitud o distancia euclídeana con referencia a una jerarquía, prioridad o puntuación, que en el caso tratado sería la importancia u orden ante una serie de riesgos que pudieran estar presentes en el puesto de trabajo.

Los riesgos serían identificados inicialmente por un técnico superior de prevención, y correspondería a los sujetos establecer un orden, escalamiento o prioridad, enumerando los riesgos

de mayor a menor gravedad teniendo en cuenta la gravedad de las lesiones ante la posibilidad de la ocurrencia de un accidente.

Observación: es muy frecuente confundir los términos peligro y riesgo, coloquialmente se usa uno u otro, el peligro es la fuente que puede causar el accidente y el riesgo la combinación entre la probabilidad de que ocurra el accidente y su gravedad. Se suele decir que los peligros se identifican y los riesgos se evalúan. En los ejemplos que se citan se engloban los diversos peligros en un aspecto más amplio reseñándolos como riesgos. Así, todos los peligros de tipo mecánico se definirán como riesgos mecánicos, cualquier defecto eléctrico se considerará riesgo eléctrico, etc. Sin embargo, en el ejemplo expuesto se considerarán cinco tipos de riesgo, sin definirlos concretamente, pues no es necesario.

El método propuesto sigue y observa las indicaciones contempladas en la LPRL en su artículo 18: Información, Consulta y Participación de los Trabajadores, en el que se indica que el empresario deberá consultar a los trabajadores y permitir su participa-

ción, algo similar lo encontramos en el artículo 33 de la misma ley, Consulta de los Trabajadores, en el que, además, se hace referencia a la consulta con una antelación a la adopción de las medidas preventivas que adoptar. También el artículo 34, Derechos de Participación y Representación, insiste en la misma línea con la participación de los trabajadores en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

Asimismo, se pueden encontrar referencias similares a la consulta de los trabajadores en normativas muy conocidas como en el Reglamento de los Servicios de Prevención RD 39/1997. En su capítulo II, sección Evaluación de riesgos, se incide en ello y referencias similares se pueden localizar en otras normativas muy conocidas como en el RD 1215/1997, Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo, en el cual en su artículo 6 se incluye la consulta y participación de las personas trabajadoras y, por último, en el anteproyecto de la reforma de la LPRL de 16/3/2026 en su artículo 33 se encuentra también la

referida consulta de los riesgos a las personas trabajadoras.

MÉTODO

La metodología a emplear consiste inicialmente en elaborar una lista con todos los puestos de trabajo existentes en la empresa que necesiten ser evaluados. El paso siguiente requiere disponer de la evaluación de riesgos, que puede ser la inicial, realizada por un técnico competente que, según el RD 39/1997 en función de sus características, puede ser llevada a cabo por un técnico de nivel intermedio o superior.

Si se da la situación de que la empresa disponga de más de un especialista en prevención, es conveniente que la evaluación esté avalada por ambos, ya que el contenido de esa evaluación se tomará como punto de partida y criterio para la aplicación del método propuesto (Fig. 1).

El siguiente paso consistirá en pasar una ficha con la descripción o enumeración de los riesgos a los que pueden estar expuestos los sujetos (personas trabajadoras), así que en la ficha aparecerán los riesgos de tipo mecánico, eléctrico, higiénico, térmico, ergonómico, etc. Puede ser conveniente aportar un dibujo o una fotografía del equipo de trabajo para facilitar la identificación de los riesgos (Fig. 2).

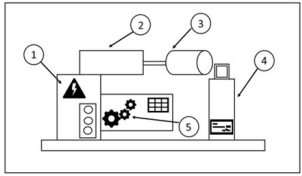
Una vez que se disponga de esas fichas en las que los sujetos habrán organizado jerárquicamente los riesgos indicados o identificados por el técnico de prevención o se hayan puntuado por nivel de riesgo, se correlacionará la clasificación u ordenamiento de cada sujeto con el escalado que haya realizado el técnico de prevención. El coeficiente de correlación que se empleará será el de Spearman (1863-1945), que permite valorar asociaciones entre rangos. Los valores pueden oscilar entre -1 y +1 (Tabla 1).

Se calculará la correlación entre todos los sujetos entre sí y con el técnico de prevención. Con ello se obtendrá una matriz de correlaciones, de tal forma que se debe suponer que los sujetos que más correlacionen de forma positiva con el técnico de prevención tienen un criterio similar y ello indicará que su percepción del riesgo y de los peligros es adecuada. Asimismo, si las correlaciones son negativas, indicará que los sujetos no perciben los riesgos de forma adecuada, con lo cual la

Empresa:
 Sección: Prevención de riesgos laborales

Ficha para valoración del Puesto de Trabajo

 Nombre trabajador/a:
 Fecha:



Identificación del puesto de trabajo

Tipo de riesgo/peligro	Prioridad del riesgo
1 Riesgo eléctrico	
2 Riesgo térmico	
3 Riesgo de corte	
4 Riesgo Higiénico	
5 Riesgo mecánico	

Ordenamiento de riesgos/peligros
 1º : máximo riesgo
 5º : mínimo riesgo

Tipo de riesgo/peligro	Cuantificación del riesgo
1 Riesgo eléctrico	
2 Riesgo térmico	
3 Riesgo de corte	
4 Riesgo Higiénico	
5 Riesgo mecánico	

Cuantificación de riesgos/peligros
 10 : máximo riesgo
 1 : mínimo riesgo

Figura 1. Ficha para valorar/cuantificar los riesgos identificados.

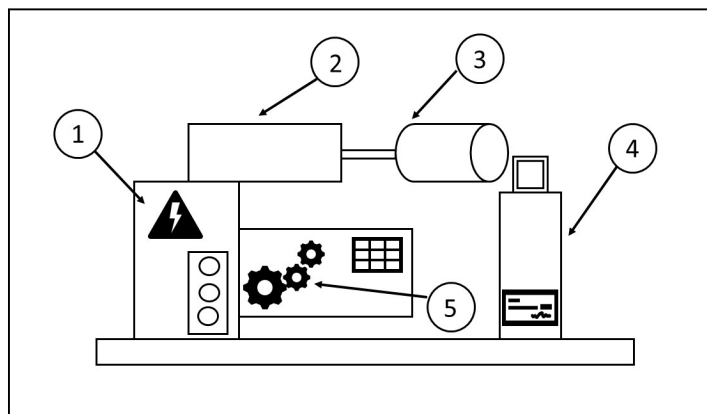


Figura 2. Equipo de trabajo con cinco riesgos identificados.

	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Riesgo 1	1º	1º	2º	1º
Riesgo 2	3º	3º	1º	3º
Riesgo 3	2º	4º	3º	2º
Riesgo 4	4º	5º	4º	5º
Riesgo 5	5º	2º	5º	4º

1º: máximo riesgo 2º: riesgo alto 3º: riesgo medio 4º: riesgo bajo 5º: riesgo muy bajo

Tabla 1. Ordenación de los cinco riesgos del equipo por los cuatro sujetos

	Sujeto 1	Sujeto 2	dif (S1 – S2)	dif (S1 – S2) ²
Riesgo 1	1º	1º	0	
Riesgo 2	3º	3º	0	
Riesgo 3	2º	4º	2	4
Riesgo 4	4º	5º	1	1
Riesgo 5	5º	2º	3	9

$$R_{\text{spearman}} = 1 - \left(\frac{6 \times \text{Suma} (d_i)^2}{n^2 (n - 1)} \right) = 1 - \left(\frac{6 \times 14}{5(25 - 1)} \right) = 0,3$$

Tabla 2. Correlación de Spearman entre sujeto 1 y sujeto 2

	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Sujeto 1	1	0,3	0,7	0,9
Sujeto 2	0,3	1	0,2	0,6
Sujeto 3	0,7	0,2	1	0,6
Sujeto 4	0,9	0,6	0,6	1

Tabla 3. Correlaciones de Spearman entre todos los sujetos por pares

probabilidad de que pueda ocurrir un accidente podría ser mayor (Tabla 2).

Trabajando con esa matriz de correlaciones se pueden observar las similitudes o asociaciones entre los sujetos. El que tenga correlaciones inferiores con sus compañeros diferirá del grupo; si correlaciona poco con el técnico de prevención, su percepción diferirá mucho con la percepción real de los riesgos (Tabla 3).

El procedimiento que hay que seguir para elaborar el dendograma será el siguiente: se dispondrá de una matriz en la que cada uno de los sujetos habrá puntuado u ordenado una serie

de riesgos en un puesto de trabajo, riesgos que el técnico de prevención de la empresa habrá identificado y escalado previamente.

Como seguramente todas las puntuaciones tendrán el mismo valor de escala, por ejemplo, de “0” a “10”, suponiendo que “10” es un riesgo muy elevado y “0” que no existe riesgo, se tendrá una tabla o matriz con las puntuaciones de los sujetos en los respectivos riesgos. Como se ha indicado, si todas las puntuaciones están en la misma escala, no hará falta tipificarlas. Ello se haría restando la puntuación de la media y dividiendo el resultado en-

tre la desviación típica, pero este paso en este caso no es necesario.

Si, en vez de puntuar los riesgos en una escala lineal y de forma cuantitativa, se refieren en un orden jerárquico de forma que se tenga, por ejemplo, cinco niveles de riesgo, se solicitaría a los sujetos que ordenaran los riesgos de mayor a menor y, posteriormente, se aplicaría el coeficiente de correlación de Spearman como anteriormente se ha indicado.

Volviendo a la matriz inicial de puntuaciones, se calcularían las distancias entre los sujetos aplicando una métrica de las varias que se utilizan y, a partir de estas medidas, se elaboraría el dendograma o gráfico que representaría el grado de similitud o distanciamiento entre los sujetos en función de la percepción de los riesgos que previamente han clasificado con sus puntuaciones.

Hay diversas métricas: la euclídeana, Manhattan, Minkowski, Jaccard, Mahalanobis, etc. En este caso, se opta por la más sencilla, la euclídiana y los clusters o grupos se unirán mediante el denominado enlace simple o single linkage. A continuación, mediante un ejemplo se verá la aplicación y la utilidad de la metodología descrita.

Evidentemente, la aplicación de este método requiere que los sujetos cuenten con un nivel de formación en prevención similar; no se puede comparar la opinión de un trabajador inexperto o con una nula formación en prevención con otro experto o que cuente con unos conocimientos previos en materia preventiva.

Por otra parte, hay que recordar que con carácter previo a la incorporación del sujeto a su puesto de trabajo, la normativa requiere que debe haber recibido la correspondiente información y formación en materia de seguridad, tanto teórica como práctica, según los artículos 18 y 19 de la LPRL. El anteproyecto de la reforma de la LPRL de 16/3/26 incide también en la importancia de esa formación teórica y práctica.

En algunas ocasiones y como complemento al coeficiente de correlación de Spearman, se puede emplear el de concordancia o de Kendall (1907-1983), que permite obtener la correlación entre todos los sujetos del grupo y, con ello, ofrecer una apreciación global del grado de similitud dentro del grupo de sujetos. Un coeficiente bajo debería

$$\text{Coeficiente W de concordancia} = 12 \times \frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n (n^2 - 1)}$$

El coeficiente varía entre 0 y 1.

$$\bar{R} = (1 + 1 + 2 + \dots + 2 + 5 + 4) / 20 = 60 / 20 = 3$$

$$w = 12 \frac{(1,25 - 3)^2 + (2,5 - 3)^2 + (2,75 - 3)^2 + (4,5 - 3)^2 + (4 - 3)^2}{5(5^2 - 1)} = 0,65$$

Figura 3. Ejemplo de correlación grupal de w de Kendall.

	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Riesgo 1	10	10	8	10
Riesgo 2	8	6	10	6
Riesgo 3	7	4	6	8
Riesgo 4	4	2	4	2
Riesgo 5	2	8	2	4

Tabla 4. Puntuaciones de sujetos a los riesgos (10 = riesgo máximo, 1= riesgo mínimo)

	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Sujeto 1	0	7,2	3	3,6
Sujeto 2	7,2	0	8	5,6
Sujeto 3	3	8	0	5,6
Sujeto 4	3,6	5,6	5,6	0

$$\text{Distancia S1-S2} = \sqrt{(10-10)^2 + (8-6)^2 + (7-4)^2 + (4-2)^2 + (2-8)^2} = 7,2$$

Tabla 5. Distancia entre sujetos (se calcula la distancia S1-S2)

requerir una actuación por parte de la empresa (v. tabla 1 para el cálculo del coeficiente de concordancia) (Fig. 3).

EJEMPLO PARA ELABORACIÓN DEL DENDOGRAMA

Cuatro personas trabajadoras (sujetos) puntuaban cinco riesgos identificados por el técnico de prevención de la empresa. El nivel de riesgo más alto es de “10” y el riesgo mínimo se codifica con un “1”. Con las fichas cumplimentadas de cada sujeto se elabora la tabla siguiente (Tabla 4):

A continuación, y con una métrica euclídea, se estima la distancia entre todos los sujetos; las distancias se calculan entre un sujeto y otro con respecto a las puntuaciones en los riesgos (Tabla 5).

Con la matriz de distancias se obtiene el siguiente dendograma, que es una representación gráfica de la distancia/similitud entre los sujetos (Fig. 4).

El dendograma indica que los sujetos S1 y S3 coinciden en cuanto a la puntuación de los riesgos. El siguiente sujeto es el S4, y el S2 es el que más difiere, es decir, su opinión sobre el nivel de los riesgos es distinto al de sus compañeros. Si el sujeto S1 fuera el técnico de prevención, se podría decir que el sujeto S3 tiene un criterio adecuado y correcto. Por el contrario, el sujeto S2 es el que más difiere; por ello, con esta persona se debería tener una atención especial y darle una información superior a la que tiene con objeto de que su apreciación del riesgo sea más adecuada a la realidad.

La elaboración del dendograma a partir de cuatro sujetos es laboriosa y complicada. Por ello, se recomienda utilizar algún programa estadístico o bien suministrar a ChatGPT, Gemini, Copilot u otra inteligencia artificial (IA) la tabla de distancias, bien en formato pdf, xls de Excel o bien adjuntar la tabla en formato de imagen jpg. Cualquiera de estos formatos la IA puede dibujar el dendograma con el cual se podrá identificar enseguida si algún sujeto o grupo-cluster de sujetos difiere del criterio del técnico de prevención y obrar en consecuencia.

CONCLUSIONES

Como conclusión se podría indicar que los dendogramas constituyen una buena herramienta para obtener

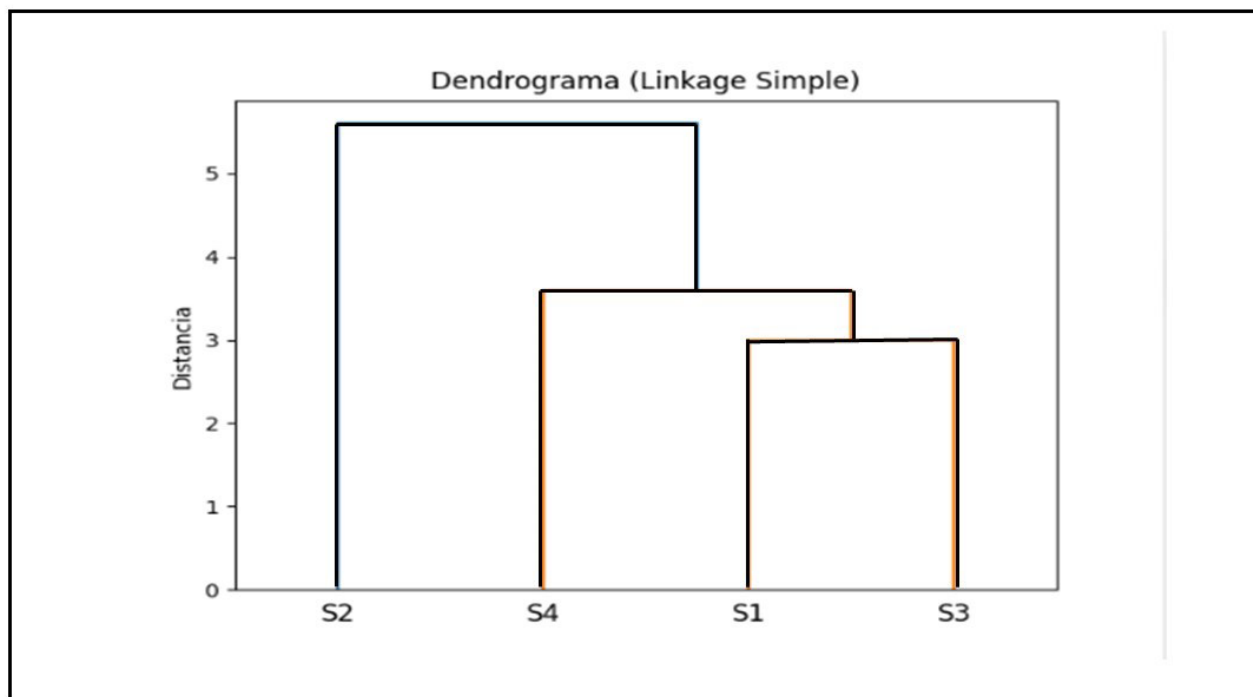


Figura 4. Dendrograma de distancias entre los sujetos.

información de la percepción de los riesgos-peligros en los puestos de trabajo, pues facilitan la colaboración de las personas trabajadoras en el sistema preventivo de la empresa. Estos procedimientos estaban reservados a disponer de paquetes estadísticos, pero actualmente las aplicaciones de la IA han puesto al alcance de cualquier persona la posibilidad de aplicar esta metodología, con lo que contribuyen de forma notable a la mejora de la gestión de la prevención en la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

Anteproyecto para la reforma de la LPRL (16/3/2025), Ministerio de Trabajo y Economía Social.
 ISO 45001: 2018:2027. Sistemas de administración/gestión en seguridad y salud ocupacional, requerimientos con guías para su uso. ISO Organización Internacional de Organización.
 Ley 31/1995. Ley de Prevención de Riesgos Laborales. BOE 10/11/1995.
 RD 39/1997. Reglamento de los

Servicios de Prevención. BOE 31/1/1997.
 Sierra Bravo, R (1997). Técnicas de investigación social. Editorial Paraninfo.
 Verdeguer Cuesta, Miguel (2025), Estadística e investigación social para técnicos de prevención. Autoedición.
 Verdeguer Cuesta, Miguel (1997). Métodos estadísticos aplicados a la prevención de los riesgos laborales. Revista Técnica Industrial, nº 225.

High-value patents: what are they and how to identify them?

Las patentes de gran valor: ¿qué son y cómo identificarlas?

Francisco Javier Moledo Frojan¹ and Ane Moledo Uribe²

Resumen

El objetivo principal de este trabajo es ofrecer las bases para una metodología de identificación de las patentes de gran valor que permita a empresas e inversores identificar las patentes que les otorguen el poder de mercado y de exclusividad que deriva de ser titular o licenciataria de una invención protegida por una patente de gran valor.

Partiendo del análisis de fortaleza, condición necesaria aunque no suficiente, para que una patente pueda ser considerada de gran valor, ha de cumplir un conjunto de indicadores o estar bien posicionada en dicho conjunto de indicadores, conjunto que ha de ser capaz de reflejar el valor de las patentes como un concepto multidimensional.

Todo ello ilustrado a través de un breve repaso histórico a los datos relativos a la fortaleza de las patentes, en función de las decisiones de nulidad de estas adoptadas por oficinas de patentes y tribunales, e identificando ejemplos históricos de patentes de gran valor que permitan comprender e ilustrar dicho concepto y un ejemplo de cómo evaluar una patente a través de los indicadores explicitados en el presente trabajo.

Palabras clave

Patente de alto valor, patente fuerte, indicadores patente, análisis FTO y diseñar alrededor de una patente.

Abstract

The main objective of this paper is to provide the basis for a methodology for identifying high-value patents that will allow companies and investors to identify patents that give them the market high-value and exclusivity that derives from being the owner or licensee of an invention protected by a patent high-value.

Based on the strength analysis, a necessary but not sufficient condition for a patent to be considered of high value, it must meet a set of indicators and/or be well positioned in said set of indicators; a set that must be able to reflect the value of patents as a multidimensional concept.

All this is illustrated through a brief historical review of the data related to the strength of patents, based on the decisions of invalidity of these adopted by patent offices and courts, and identifying historical examples of high-value patents that allow us to understand and illustrate this concept and an example of how to evaluate a patent through the indicators explained in this work.

Keywords

High-value patent, strong patent, patent indicators, FTO analysis, and designing around a patent.

Recibido/received: 06/03/2026

Aceptado/accepted: 05/05/2026

¹ PhD in industrial engineering at the Forensic Institute of Engineering and Architecture.

² Undergraduate student in Industrial Technologies Engineering at Nebrija University.

Corresponding author: Francisco Javier Moledo Frojan; e-mail: fmoledo@ifia.es



Foto: Shutterstock.

INTRODUCTION

A patent, an exclusive right, conferred by states, to protect a new form or functionality of an invention, can be a useful tool for a company to gain a competitive advantage in the market. However, not all patents are equal, and today, companies and investors are looking for high-value patents that give them the market high-value and exclusivity that comes from owning or licensing an invention protected by a patent high-value that grants them:

- Competitive advantage and protection, by ensuring investment in R+D, preventing third parties from reproducing the product or process, which reinforces the position in the market.
- Business value by increasing the value of the company, generating revenue through licensing, and bolstering investor confidence.
- Innovator status, since the number of high-value patents is used as a metric to measure a company's ability to innovate.
- Strategic use, using patents to market their products or processes, block rivals, or negotiate agreements.

Patent applications filed worldwide grew by 4.9% in 2024, the fastest rate of growth since 2018

1.1. Patent applications worldwide, 2010–2024

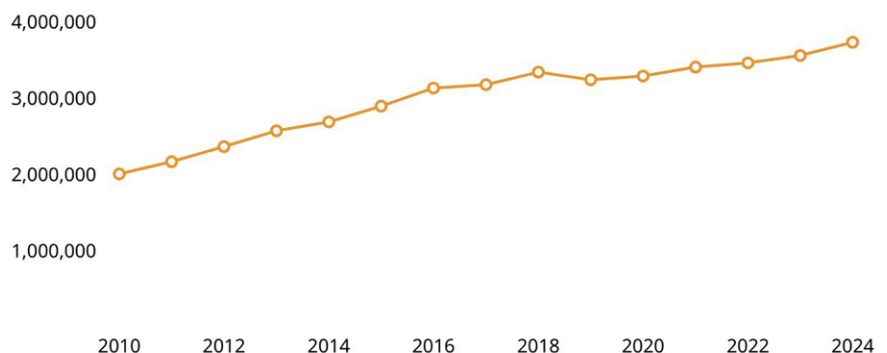


Figure 1. Evolution of the number of patent applications in the world, 2010–2024.

This search is not easy, firstly, because the number of patent applications has not stopped growing in recent decades -except for 2020, the year of the COVID-19 pandemic-, as it can be seen in the following figure prepared through the tools available on the website of the World Intellectual Property Office (www.wipo.int) (Figs. 1 and 2):

Secondly, because the indispensable requirement or sine qua non condition for a patent to be high

value is that it be what it is called a strong patent, capable of withstanding legal challenges and preventing competitors from copying the invention.

And, in addition, the above is not enough and for a patent to be considered high-value. It must comply with a set of indicators and/or be well positioned in said set of indicators; a set that must be able to reflect the value of patents as a multidimensional concept, given

that their estimation depends on the end use, and the different interests, public and private, that are at stake, are impossible to capture with a single indicator.

In addition, the private economic value that a patent has for its owner, defined as the discounted revenue streams generated by the patent during its useful life, may be different from its social value, i.e., its contribution to the technological heritage of society, and its value as a strategic document does not have to be the same as that of the invention it protects.

Finally, in this introduction, we would like to point out the strong asymmetry in the distribution of patent value: a large part of the value is concentrated in a few patents, and the rest of the value is distributed among many patents. This asymmetry results in the need for companies and investors to identify high-value patents that grant them the market high-value and exclusivity that derives from their ownership or license.

STRONG PATENTS

Most patent offices carry out a preliminary examination of the patentability requirements of the original application (novelty, inventive step and industrial application), usually supplemented by an examination of the possible addition of subject matter in the modifications made by the applicant to the original application, but such an examination is not infallible and patent offices end up granting weak patents that are subject to annulment. Firstly, before the patent offices themselves in an administrative proceeding and, also, before the courts, in disputes over the validity of patents. Processes that are not mutually exclusive, e.g., a patent that has been confirmed in opposition proceedings before a patent office, may continue to be subject to judicial challenge of their validity.

Brief historical review of the data related to the strength of patents based on their invalidity decisions

In an empirical study carried out some time ago in the USA (Alli-

son, et al., 1998), it is concluded that, approximately, 46% of patents granted by the American Patent and Trademark Office (USPTO) and litigated before the courts are declared invalid by the courts. It should be noted that the USPTO conducts a rather complex and competent preliminary examination on the novelty, inventive height and industrial application of the invention for which the patent is sought.

On the other hand, the patents granted by the European Patent Office (EPO) have always been generally strong because, like the US patents, they have had, since the entry into force of the European Patent Convention, a prior examination of novelty, inventive step and industrial application. However, according to a study examining 8,745 rulings issued by European national courts from 2000 to 2010 (Graham, et al., 2014), 47% of patent lawsuits include the invalidity of a European patent.

In Spain, the exact number of patents invalidity by the courts varies annually, but historical and sectoral data indicate a cancellation rate between 40% and 50% of cases that go to trial. Historically, in patent litigation in Spain, approximately half of the contested patents end up being declared invalid (in whole or in part). This figure is consistent with other European systems and the American system, and probably reflects that only those patents with weaknesses detected by competitors are litigated.

As for the administrative procedure, focusing on the European Patent Office, as an example, in 2018 the European Patent Office invalidated (revoked) 27% of the patents it had granted and for which a third party filed an opposition procedure; 32% were maintained and 41% of the patent holders had to modify them to overcome the oppositions. It should be noted that the figure is high, however, only 3.2% of all patents granted were actually opposed (EPO, Annual Report 2018). Again, the figures probably reflect that only those patents with weaknesses detected by the third-party opponents are opposed.

The concept of patent strength

The strength of a patent refers to its ability to withstand legal challenges and its effectiveness in preventing competitors from copying the invention. A strong patent is enforceable, clear and wide-ranging.

Key factors that determine the strength of a patent include:

- **Quality of claims:** claims define the scope of protection. A patent is only as strong as its claims; they must be clear, concise and broad enough to prevent competitors from designing alternatives (design around a patent).
- **Novelty and inventive step:** the invention must be new and not obvious to a person skilled in the art. Patents with rigorous prior art searches prior to the application will end up being stronger.
- **Technical support (descriptive memory):** the invention must be described in such a way that it can be reproduced by an expert in the art (sufficiency of disclosure).
- **Patent strategy (portfolio):** greater strength is achieved through "patent families" that cover not only the core of the invention, but also variants and improvements.
- **Geographic reach:** a patent valid in multiple key jurisdictions offers greater commercial and legal strength.
- **In contrast, the characteristics that determine the weakness of a patent are:**
- **Claims that are too broad and can easily be annulled** because they do not meet the requirement of novelty and/or inventive step in view of the previous state of the art.
- **Poor prior art searches,** omitting patents and/or earlier research articles that make the invention not new and/or obvious to the subject matter expert.
- **Easy to circumvent,** allowing competitors, starting with an FTO (Free To Operate) analysis, to make small modifications if necessary and avoid infringement. It is the process known as design around a patent or patent

evasion: the process of creating a new product, method or design that achieves the same functionality as an existing one, but without infringing the specific claims of a current patent. It is considered a legal and strategic practice that fosters competition by incentivizing inventors to seek creative alternatives.

In short, a strong patent not only protects, but will have the widest possible monopoly covering a key commercial advantage (e.g., a method or product), being able to survive opposition proceedings before the patent office where it has been granted or/and a nullity trial before the corresponding Courts.

Patent strength study

Strength studies should include both the analysis of all the prosecution files of the patent application family before the different offices, and the specific performance of relevant prior art searches that complement the searches carried out by the patent examiners of the offices where the application is processed. This is because, as already indicated, such examination is not infallible, and patent offices end up granting weak patents.

Within the analysis of the prosecution files of the patent application family before the different offices, the so-called EPO prior art reports (ETI), the EPO European Search Reports (ESR) and the WIPO International Search Reports (ISR) stand out. All of them accompanied by preliminary opinions by patent offices, on compliance with the patentability requirements of the patent application.

Another important aspect in the evaluation of this processing file is to verify that the applicant has always modified the application in such a way that the object of the modifications does not exceed the content of the application as initially submitted.

It should be borne in mind that a patent application that was initially weak, for example, with very broad claims, if the description permits, may be modified, restricting its scope, until it becomes a strong patent.

It is also desirable that such studies be carried out in accordance with the criteria and methodologies described in the guidelines for the examination of patent applications used by patent offices. In particular, the guidelines on tests for the assessment of novelty and inventive step of patent applications should be used, in our view.

Finally, it should be noted that patents that pass opposition processes and/or invalidity litigation prove to be strong that offer their holders the prospect of high profitability through licensing and commercialization.

HIGH-VALUE PATENTS

High-value patents are those that represent the core of competitive innovation in strategic sectors and generate significant economic benefits in the field of technology to which they belong, either through direct commercial exploitation, cost savings or due to the generation of royalties through licensing. It should be borne in mind that the

ability of patents to ensure the attribution of the revenues generated by inventions varies from one technical field to another, for example, the percentage amount of royalties depends strongly on the gross margins of the technology sector in which the patent falls.

Moreover, not only must the value of the patent itself be high, but also the value of the underlying invention. The first comprises only the addition of the fact that the invention is patented and is defined as the difference between the value of the patented invention and the value it would have if it were not protected. The last refers to the technological content or "quality" of the invention, i.e., its contribution to the state of the art. An invention that makes a significant contribution to prior art will affect future technological developments (OECD, 2009).

Historical examples of high-value patents

Certain inventions transformed en-

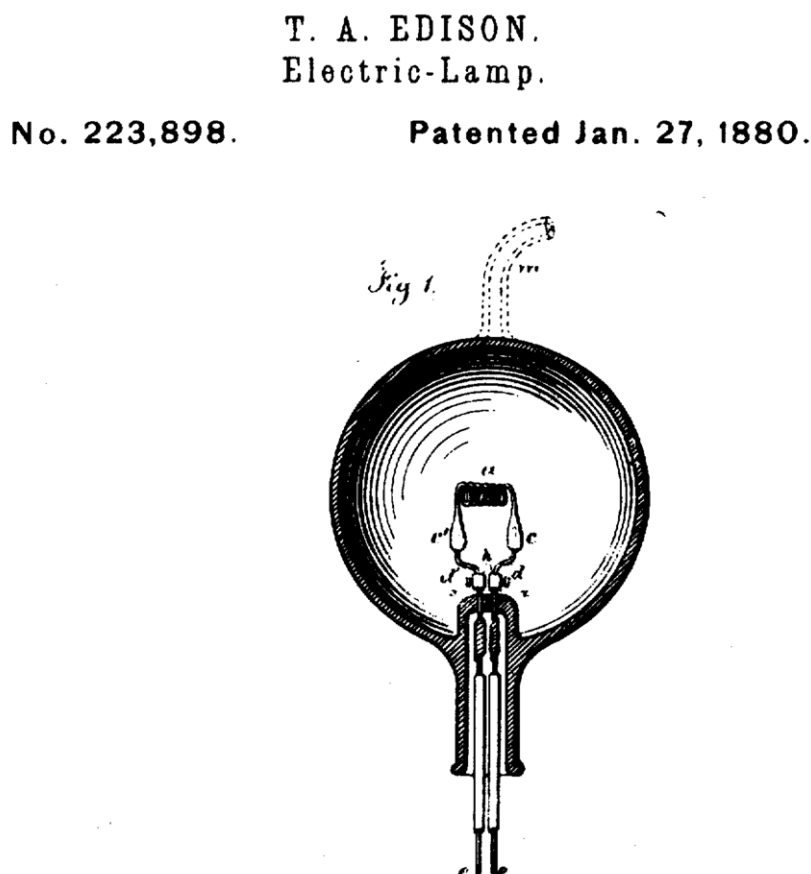


Figure 2. Thomas Edison's incandescent light bulb.

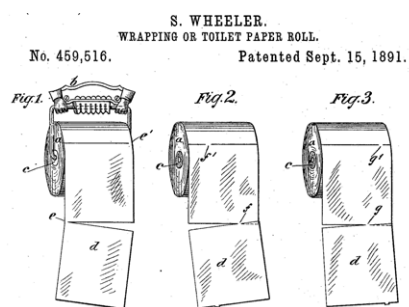


Figure 3. Seth Wheeler's toilet paper roll.

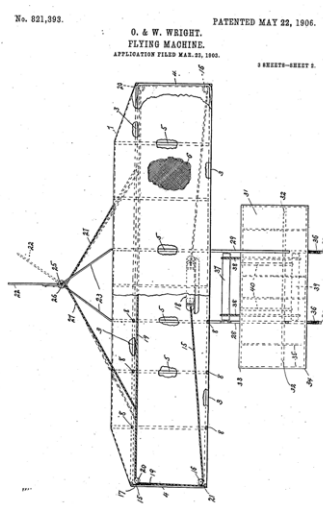


Figure 4. Wright brothers' plane.

tire industries and are considered high-value patents that have left a lasting mark on society. Some of these patents are listed below chronologically:

- Samuel Morse's electric telegraph (1840). It was one of the most important patents as it allowed the patented telegraph

U.S. Patent Jan. 23, 2007 Sheet 5 of 9 US 7,166,791 B2

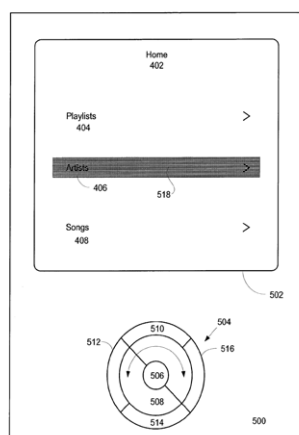


Figure 6. Apple iPod.

Nov. 17, 1970

D. C. ENGELBART

3,541,541

X-Y POSITION INDICATOR FOR A DISPLAY SYSTEM

Filed June 21, 1967

3 Sheets-Sheet 1

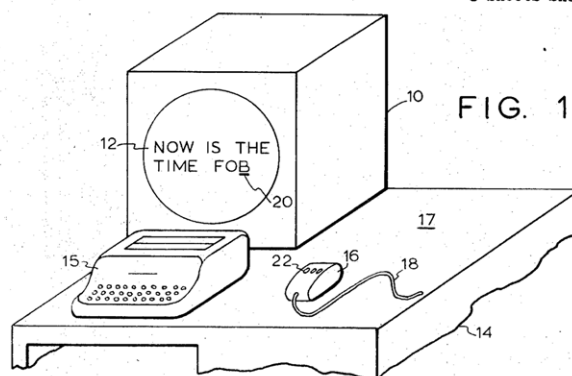


Figure 5. Engelbart computer mouse.

to transmit messages quickly. It was key to the beginning of modern telecommunications.

- Alexander Graham Bell's telephone (1876). The telephone patent enabled voice communication over long distances, revolutionizing the way people interact and laying the foundation for modern telecommunications.
- Internal combustion engine by Nikolaus Otto (1876). It is one of the most important patents in the world. This innovation revolutionized mobility, allowing the development of automobiles, ships, and industrial machinery. Before the internal combustion engine, steam engines were dominant, but they were bulky and inefficient.
- Incandescent light bulb by Thomas Edison (1880). Edison patented the incandescent bulb, Patent US 223 898, providing a long-lasting and efficient light source. This invention replaced gas and oil lamps, illuminating homes and cities around the world (Fig. 3).
- Seth Wheeler's toilet paper roll (1891). Patent US 459 516 shows the image of how the inventor thought the roll should be placed: the sheets of paper facing forward (Fig. 4).
- First airplane in the history of Wilbur and Orville Wright (1906). Patent US 821 393 for the "flying machine", known as the first aircraft in history (Fig.

5).

- Mass Production of Penicillin by Florey and Chain (1940). These patents marked a crucial medical breakthrough allowing the antibiotic to be manufactured on a large scale. It was one of the most relevant patents for the treatment of infections.
- Bell Labs Transistor (1947). This device, patented in 1947, promoted electronic miniaturization. It is one of the most relevant patents in modern technology.
- Engelbart computer mouse (1970). The computer mouse, patented in 1970 under the number US 3 541 541 by Douglas Engelbart, served as the basis for the development of derivative technologies such as the touchpad in laptops (Fig. 6).
- Intel microprocessor (1971). The patent for the first microprocessor integrated the functions of a computer into a single chip, driving the revolution of personal computers and electronic devices.
- Toyota Prius Hybrid Vehicle (1997). Toyota patented its hybrid system in 1997. It is one of the most relevant patents in automotive sustainability.
- Apple iPod (2007). In 2007, Steve Jobs received the patent for iPod No. US 7 166 791 B2 (Fig. 7).
- Massachusetts Institute of Technology CRISPR-Cas9 genome editing method (2012):

A revolutionary gene-editing tool that acts as a "molecular scissors" to cut and modify the DNA of living cells with high precision.

- Tesla Autonomous Driving (2014): Tesla patented its autonomous driving system, becoming one of the most important patents in the automotive sector.

Indicators for assigning value to patents

Although the estimation of the value of a patent depends on the perspective with which it is approached and the set of indicators used, and the same patent may have different value for its holder or owner, for the competitor, for a judge in an infringement trial or a dispute over invalidity or for society in general, It is necessary to establish indicators that will allow us, even if only relatively and not in absolute value, to define and recognize high-value patents.

The first group of indicators refers to the process of examining and granting the application: among them the following are relevant:

- References to patented or scientific knowledge prior to the application, included by the applicant or examiner. The use of citations received to discuss the technological significance of patents is justified because citations in the context of patents may be provided by the

applicant in the application document, to justify the novelty or inventive step of his invention, or they may be added later by the examiner. They can also be citations to their own or third-party patents. In addition to being an indicator of the value of a patent for the advancement of a technology, it serves as a foundation or inspiration for subsequent developments or points to duplications that destroy the novelty of other applications.

- Number of claims included in the application and accepted when granted. The scope of a patent is reflected in its claims and retrospective citations that define the legal boundaries of the patent with respect to prior art. The number of claims is used to represent the legal scope of patents, arguing that since each individual patent represents a set of inventive components, each reflected in a claim, the number of claims is indicative of the value of the patent as a whole.
- Number of technological classes in which the invention is classified. The number of International Patent Classification (IPC) and Cooperative Patent Classification (CPC) technical classes attributed to a patent application has also been used as a representation of its tech-

nical scope and thus of the value of the patent.

- Number of inventors of a patent. The number of inventors is related to the cost of the research underlying the invention, which in itself is statistically related to the technical value of the invention: the more resources involved, the more research-intensive the project is and the more expensive and therefore more value.
- Time spent from application to grant. The time between the application and the grant of a patent (known as the prosecution period) significantly influences its commercial, strategic and legal value. A short time increases value by providing early legal certainty and maximizing exclusivity. A long time can diminish value by generating uncertainty, but it can be used strategically to adapt the patent to the market, as long as retroactive rights are managed correctly.

Another group of indicators refers to the analysis of the patent after its grant, and are related to:

- Size of the patent family, measured by the number of patent offices where protection has been sought for the same invention, which is gradually formed from the first application, called priority, and includes divisional patents. The origin of the use

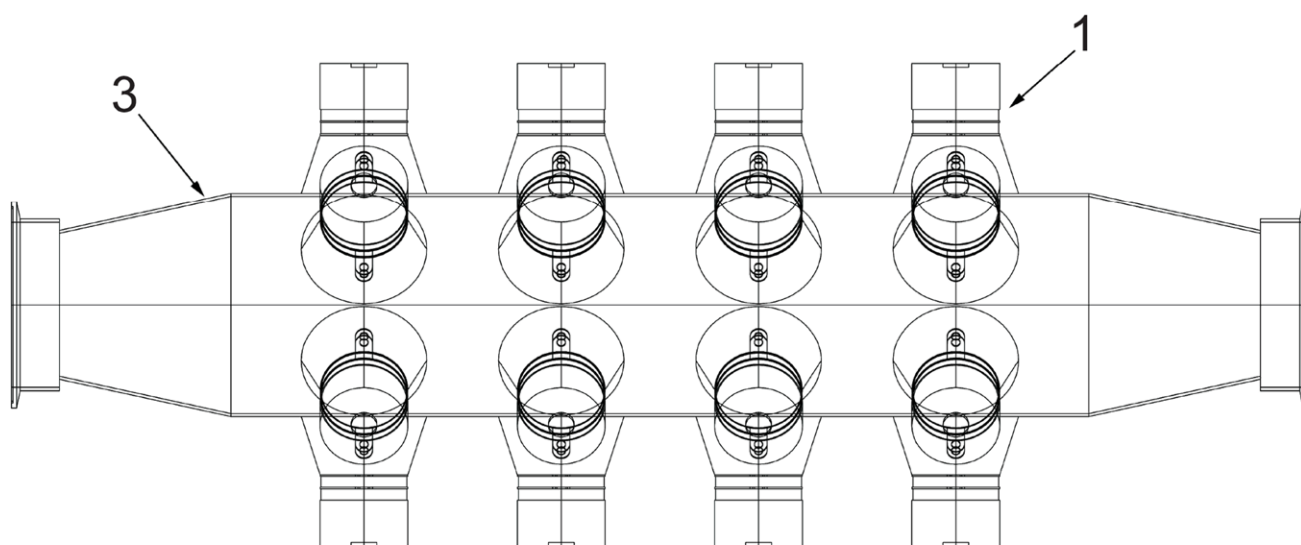


Figure 7. Equipment for the application of ultrasound in a winemaking process.

US 11,052,371 B2

Page 2

(51)	Int. Cl. <i>B01J 19/24</i> (2006.01) <i>A23L 5/30</i> (2016.01) <i>A23L 19/00</i> (2016.01) <i>C12G 3/08</i> (2006.01) <i>C12G 1/032</i> (2006.01)	2008/0312460 A1 * 12/2008 Goodson 2009/0130269 A1 * 5/2009 McCausland A23G 3/26 426/238 2010/0015302 A1 * 1/2010 Bates A23F 3/18 426/238 2011/0278153 A1 11/2011 Bates et al. 2013/0059043 A1 * 3/2013 Hielscher C12J 1/00 426/238 2013/0101710 A1 * 4/2013 Ha'Eri A47J 31/00 426/238 2013/0180165 A1 7/2013 Brasil 2013/0323372 A1 * 12/2013 Msika B01D 11/0211 426/239 2013/0330454 A1 * 12/2013 Mahamuni C12H 1/14 426/238 2014/0272929 A1 * 9/2014 Puskas C12N 1/066 435/5 2015/0359247 A1 * 12/2015 Puskas C12G 1/02 426/15
(52)	U.S. Cl. CPC <i>B01J 19/2415</i> (2013.01); <i>C12G 1/02</i> (2013.01); <i>C12G 1/0216</i> (2013.01); <i>C12G 3/08</i> (2013.01); <i>A23V 2200/044</i> (2013.01); <i>A23V 2300/48</i> (2013.01); <i>B01J 2219/0879</i> (2013.01); <i>B01J 2219/192</i> (2013.01)	
(58)	Field of Classification Search CPC . A23V 2300/14; A23N 1/00-02; B01J 19/10; B01J 2219/0879; B01J 2219/192; C12G 1/02 USPC 426/11, 15, 238, 425-437, 599 See application file for complete search history.	
FOREIGN PATENT DOCUMENTS		
(56)	References Cited U.S. PATENT DOCUMENTS 2,585,103 A * 2/1952 Fitzgerald B01J 19/10 159/900 2,903,372 A * 9/1959 Walker A23L 5/32 204/157.15 2,949,364 A * 8/1960 Bilenker A23F 5/265 422/128 3,667,967 A * 6/1972 Coltart et al. A23L 2/04 426/238 3,867,929 A * 2/1975 Joyner A61H 23/0245 601/166 4,071,225 A 1/1978 Holl 4,708,878 A * 11/1987 Hagelauer A23L 3/005 426/231 5,110,472 A * 5/1992 Gresch A23N 1/02 210/259 5,498,431 A * 3/1996 Lindner B01J 19/10 422/20 5,611,993 A * 3/1997 Babaev A61L 2/025 204/158.2 5,658,534 A * 8/1997 Desborough B01J 19/10 204/157.15 7,354,556 B2 * 4/2008 Perkins B01J 19/10 210/748.02 2005/0008739 A1 * 1/2005 Talukdar C02F 1/36 426/238 2006/0204624 A1 * 9/2006 Patist B01D 9/004 426/283	FR 3051101 A1 * 11/2017 A23N 1/00 JP 2001258540 A * 9/2001 RU 2104733 C1 2/1998 WO 00/35579 A1 6/2000 WO WO-2005042178 A1 * 5/2005 A61L 2/025 WO 2006099411 A1 9/2006 WO 2008074072 A1 6/2008
OTHER PUBLICATIONS		
International Search Report dated Jun. 24, 2015 for PCT/ES2015/070130. Written Opinion dated Jun. 24, 2015 for PCT/ES2015/070130. L.N. Lieu, et al; Application of ultrasound in grape mash treatment in juice processing; Ultrasonics Sonochemistry, Butterworth-Heinemann; vol. 17; No. 1; Jan. 2010; pp. 273-279. R.M. Aadil, et al; Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice; Food Chemistry; vol. 141; 2013; pp. 3201-3206. K. Vilku, et al; Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction . . . ; ScienceDirect; Innovative Food Science and Emerging Technologies; vol. 9; 2008; pp. 161-169. S.R. Shirsath, et al; Intensification of extraction of natural products using ultrasonic irradiations . . . ; Chemical Engineering and Processing: Process Intensification; vol. 53; 2012; pp. 10-23. M. Vinatoru; An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs; Ultrasonics Sonochemistry; vol. 8; 2001; pp. 303-313. Prior Art Report dated Jul. 9, 2014 for corresponding Spanish Application No. 201430342 (Spanish only).		
* cited by examiner		

Figure 8. Patent application ES 2 478 190 A1 prior art citations.

of patent families as an indicator of value is based on the fact that the larger the size of a patent family, the higher the value that the holder expects to obtain from the commercialization or exploitation of family members.

- Geographical extension of the patent. the cost of extending protection increases with international extension, as the number of patent agents involved, the amount of fees to be paid to patent offices, the translations to be carried out, as well as the increase in the internal costs of the applicant's own IP department or its external advisors. Triadic patents, those that include patents from the United

States, Europe and Japan, family of patents filed for the same invention across the three major global economic markets: the United States, Europe and Japan, were considered for many years the best indicator to identify the highest-value patents since it is expensive to patent simultaneously in the three patent systems cited (Moledo, 2019). In addition, the OECD popularized the use of this indicator, by basing its studies and providing statistics on them. With the passage of time and the changes in the importance of different markets and countries, the concept of IP5 families is increasingly used by the OECD, and by

the largest patent offices, which includes China and South Korea in addition to the three triadic offices and refers to the set of patent applications filed for the same invention before the five most important intellectual property offices in the world (IP5): EPO (European Patent Office), JPO (Japan Patent Office), KIPO (Korean Intellectual Property Office), CNIPA (China National Intellectual Property Administration) and USPTO (United States Patent and Trademark Office).

- Length of patent life, measured by the maintenance fees paid by the owner to keep it active; the indicator follows the same logic of estimating the (private) value of patents in relation to the costs incurred by the applicant for extending protection over time, using the payment of patent maintenance fees at patent offices. Most patents applied for in a given year do not have much value, as they are not renewed at a term (20 years), while truly valuable patents exhaust their life length.

- Opposition and litigation, usually for infringement. Since opposing or litigating a patent are costly initiatives, it can be inferred that only those that have restrictive effects on competition and, therefore, a certain economic value, will be opposed and/or used for litigation. Therefore, the fact that a patent is opposed or used for litigation can be interpreted as a sign of its value.

Citations received from patents applied for subsequently. Subsequent citations indicate both the private and social value of inventions. The use of citations as an indicator of the technological importance of a patent follows the same logic as that of citations in bibliometric analyses, where the relevance of a scientific publication is measured by the number of citations received by subsequent works.

The use of subsequent citations as indicators of the value of patents is based, first, on the fact that they indicate the existence of research

initiatives emanating from or related to the technological innovation contained in the cited patent, which indicates that money is invested in the development of the patented technology and, therefore, that there is a potential market; and second, it is based on the fact that if a particular patent is cited in subsequent applications for other patents, it indicates that the patent in question has been used by patent examiners to limit the scope of protection claimed by the owner of the subsequent patent for the benefit of society.

Patent citations to scientific articles and vice versa (patent-paper citations). Cross-citations between patents and scientific articles that establish fundamental bridges between academic research and technological development (Hammarfelt, 2021).

EXAMPLE OF A PATENT VALUE ANALYSIS

As an example of how to evaluate a patent through the indicators explained in the previous sections of this work, we analyse below the patent application ES 2 478 190 A1: relating to the application of ultrasound in winemaking processes (Fig. 8).

- Strength of the patent application ES 2 478 190 A1. The patent application ES 2 478 190 A1 passed the rigorous examination of the EPO and the USPTO; Offices that issued several examination reports that the applicant passed by including additional features, previously disclosed in the application, in the independent claims.
- In addition, the validity of one of the patents arising from patent application ES 2 478 190 A1 was endorsed by the Tribunale di Milano- Sezione civile-QUATTORDICESIMA - TRIBUNALE DELLE IMPRESE - SPECIALIZZATA PRINTED "A".
- References to previous patented or scientific knowledge. During the processing of the application, various patents and scientific articles belonging to the previous prior art were cited in the different elements of the family of the patent application ES 2 478 190 A1. We analyze as an example the patent granted in the USA, US11052371B2. As can be seen in figure 9, this patent refers to the knowledge of 32 previous patents and 5 previous scientific articles.
- The number of claims included in the patent application ES 2 478 190 A1 was 21 of which 18 were accepted when granted.
- Number of technology classes. The patent is classified into 6 technical classes of the International Patent Classification (IPC) and 8 technical classes of the Cooperative Patent Classification (CPC).
- The number of inventors in patent application ES 2 478 190 A1 is 2.
- Time spent from application to grant. The time between the application, 13.03.2014 and the grant of the patent application ES 2 478 190 A1, 21.01.2015, was a short time that provided early legal certainty.
- Size of the patent family, based on patent application ES 2 478 190 A1 14 patents have been obtained.
- Geographical extension of the patent. The Spanish patent application ES 2 478 190 A1 has been extended to Argentina, Australia, Chile, EAPO region, EPO region, New Zealand, South Africa and the USA.
- The application has not been validated before the JPO (Japan Patent Office), nor the KIPO (Korean Intellectual Property Office), nor the CNIPA (National Intellectual Property Administration of China), we understand that, in this case, the reason is the lack of interest of those markets as they practically lack wine production.
- Patent life length: the owner continues to pay the fees for the 15 patents that make up the family.
- Opposition and litigation, currently in litigation for infringement before the TRIBUNALE DI TORINO, Sezione Specializzata in materia di Impresa.

- Citations received from patents applied for subsequently. patent application ES 2 478 190 A1 has so far received 8 subsequent patent citations.

- Patent-paper citations: through Google Scholar (<https://scholar.google.es>) and the Dialnet repository (<https://dialnet.unirioja.es>), the following scientific articles have been located in which a direct reference is made to the patent under analysis:

- *Ultrasonidos de alta potencia, una tecnología innovadora y versátil de fácil implantación en bodegas. ACE: Revista de enología. ISSN-e1697-4123, N°. 200, 2024.*
- *Aplicació d'ultrasons d'alta potència per escurçar els temps de maceració dels vins negres. ACE: revista d'enologia. ISSN 0212-842X, Vol. 34, No. 106, 2017, pp. 11-16.*
- *Extracción de compuestos fenólicos de uva tinta cv. Cabernet Sauvignon mediante ultrasonidos. Enología del siglo XXI, ISSN 2605-5465, N°. 1, 2017, p. 48-55; Enólogos, ISSN 1695-7296, N°. 110, 2017, p. 36-43; y, La Semana vitivinícola, ISSN 0037-184X, N° 3509, 2017 (Ejemplar dedicado a: Anuario Técnico 2017), p. 2205-2212.*
- *Un nuevo enfoque para la reducción del contenido de alcohol en los vinos tintos: el uso de ultrasonidos de alta potencia. Foods 2020, 9, 726.*

The following table (Table 1) summarizes the indicators relating to the patent application ES 2 478 190 A1:

Yang A, Liu C, Yang D, Lu C (2023). Electric vehicle adoption in a mature market: A case study of Norway. *Journal of Transport Geography* 106: 103489. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103489>.

Yang J, Roth P, Durbin TD, Shafer MM, Hemming J, Antkiewicz, DS, Asa-Awuku A, Karavalakis G (2019). Emissions from a flex fuel GDI vehicle operating on ethanol fuels show marked contrasts in chemical, physical and toxicological characteristics as a function of ethanol content. *Science of The Total Environment* 683: 749-

ES 2 478 190 A1: Application of ultrasound in winemaking processes		
STRENGTH		
EPO Office Exam	Yes	
USPTO Office Exam	Yes	
Validity disputes	Yes	Court of Milan: valid patent
	Patents	Scientific articles
Prior art quotes	32	5
	Application	Grant
Number of claims	21	18
	CIP	CPC
Number of technology classes	6	8
Time from application to grant	10 months	SHORT
Patent family size	14 patents	
Geographical extension of the patent	Argentina, Australia, Chile, EAPO region, EPO region, New Zealand, South Africa and USA	
Patent life length	all those granted	
Opposition and litigation	1, infringement, ongoing	
Citations received from patents applied for later	6	
	Articles cited	Articles that quote
Patent-paper citations	5	4

Table 1. Test plan.

761. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.279>. It follows from the above that patent application ES 2 478 190 A1 is a patent of moderate high value due to the limitation in geographical extension, the uncertainty in the outcome of litigation and the average number of citations received and patent-paper citations made.

CONCLUSIONS

The strong asymmetry in the distribution of patent value is reflected in the fact that much of the value is concentrated in a few patents and the rest of the value is spread across many patents. Hence the need for companies and investors to have tools to identify high-value patents that give them the market power and exclusivity that derives from their ownership or license. High-value patents not only protect but will have the broadest possible mono-

poly covering a key commercial advantage (e.g., a method or product), being able to survive opposition proceedings before the patent office where it has been granted and/or a nullity trial before the corresponding Courts. High-value patents are those that represent the core of competitive innovation in strategic sectors and generate significant economic benefits in the field of technology to which they belong, either through their direct commercial exploitation, cost savings or the generation of royalties through licensing. They are strong patents and must also be well positioned in the value indicators defined throughout this article.

BIBLIOGRAPHY

Allison, John R. and Lemley, Mark A., Empirical Evidence on the Validity of Litigated Patents (July 1, 1998).

American Intellectual Property Law Association (AIPLA) Quarterly Journal, Vol. 26, p. 185, 1998.

Graham, Stuart J.H. and van Zeebroeck, Nicolas, Comparing Patent Litigation Across Europe: A First Look (May 23, 2014). Stanford Technology Law Review, vol. 17, p. 655-708.

Hammarfelt, B. (2021). Linking science to technology: The "patent paper citation" and the rise of patentometrics in the 1980s. Journal of Documentation, 77(6), p. 1413-1429.

<https://www.garridoynaque.com/blog/patentes-mas-importantes-espanolas/>.

<https://spanish.xinhuanet.com/>.

Manual de estadísticas de patentes de la OCDE. 2009 Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM). ISBN: 978-84-96-11317-6.

Martínez, Catalina, El valor de las patentes en el sistema de innovación en España, ECONOMÍA INDUSTRIAL • 433 • 2024-III (e-ISSN: 2444-4324), p. 79-91.

Moledo, Francisco-Javier y Orbezu, Gaizka. La nanotecnología en las energías renovables: análisis de aplicaciones desarrolladas, reducción de costes y derechos de propiedad industrial. TÉCNICA INDUSTRIAL, ISSN 0040-1838, nº 322, Marzo 2019.

Squicciarini, M., Dernis, H., Criscuolo, C. (2013), Measuring patent quality: Indicators of technological and economic value. Working Paper 2013/03, OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

Patent databases

Japan Patent Office (JPO) databases. Available at: www.jpo.go.jp.

U.S. Patent and Trademark Office (USPTO) databases and site. Available at: www.uspto.gov.

Databases and website of the Spanish Patent and Trademark Office (SPTO). Available at: www.oepm.es.

European Patent Office (EPO) databases and website. Available at: www.epo.org.

International Intellectual Property Bureau databases. Available in: <https://www.wipo.int/portal/en/index.html>.

PatSnap Patent Search & Analysis Service, Available in: www.patsnap.com/.



proempleo
ingenieros.es

Servicio de
reclutamiento y
Selección de
Ingenieros

¿Por qué elegirnos?

El ingeniero que
buscas está aquí

Más Información:
www.proempleoingenieros.es
cogiti@cogiti.es
91 554 18 06

Metodología de selección de
probada eficacia

Sello de profesionalidad de la
colegiación y Acreditación DPC

Expertise en la ingeniería de la rama
industrial

Garantía de calidad respaldada por
COGITI



COGITI

Consejo General de Colegios Oficiales
de Graduados e Ingenieros Técnicos
Industriales de España

Presentado el IX Barómetro Industrial del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM)

Según se desprende de la encuesta del Barómetro Industrial del COGITI, realizada a más de 2.800 ingenieros de la rama industrial, la reindustrialización territorial lidera las prioridades de la política industrial española, mientras que el 87% de los ingenieros del ámbito industrial reclama reforzar la autonomía energética de España.

Por noveno año consecutivo, se ha presentado, el pasado 16 de junio, el Barómetro Industrial del COGITI-Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial (UCAM), en cuyas páginas se incluye el informe “Una perspectiva económica de la situación de la industria en España”. El Barómetro Industrial, elaborado por el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), con la colaboración de la Fundación Caja de Ingenieros, es un estudio sociológico en el que, a través de las respuestas ofrecidas por 2.813 Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de todos los ámbitos productivos y de toda la geografía española, se valora la situación actual del sector en España y su evolución, tanto a nivel nacional como regional, así como una serie de temas de actualidad.

Por su parte, el informe “Una perspectiva económica de la situación de la industria en España”, que una vez más se incluye en esta edición del Barómetro ha sido elaborado por el Servicio de Estudios del Consejo General de Economistas de España (CGE) utilizando la última serie de datos disponible, y en él se analiza la situación de la industria desde un punto de vista económico, a la vez que hace una comparativa de la situación en las distintas comunidades autónomas, así como entre España y el resto de países europeos.

En la presentación participaron representantes de ambas organizaciones. Por parte del COGITI, su presidente, José Antonio Galdón (director, a su vez, de la Cátedra Internacional COGITI de Ingeniería y Política Industrial-UCAM-), y Ana Menéndez, redactora del Barómetro; y por parte del CGE, su presidente, Miguel Vázquez Taín, y el director del Servicio de Estudios del CGE y coordinador del Informe, Salva-



Ana Menéndez, Alberto Ruiz, José Antonio Galdón, Miguel Vázquez y Salvador Marín (de izda. a dcha.), en la presentación del IX Barómetro Industrial.

dor Marín. Ha cerrado el acto Alberto Ruiz, director general de Programas Industriales del Ministerio de Industria y Turismo.

En su intervención, el presidente de COGITI, José Antonio Galdón Ruiz, ha destacado la necesidad imperiosa de escuchar a los profesionales del sector y adoptar medidas enfocadas a la inversión y al desarrollo del tejido industrial, que permitan mejorar la competitividad en las pymes industriales.

“La industria vuelve a situarse en el centro del debate estratégico europeo y este Barómetro refleja claramente la necesidad de impulsar políticas industriales más ágiles, competitivas y alineadas con los grandes retos tecnológicos, energéticos y geopolíticos actuales, así como de reforzar la autonomía energética de España”, señala. A lo que añade: “La transición energética y la digitalización representan una gran oportunidad para España, pero requieren planificación, infraestructuras y

profesionales cualificados. La falta de talento técnico especializado se está convirtiendo en uno de los principales cuellos de botella para el crecimiento industrial. Por ello, es imprescindible reforzar la conexión entre formación, empresa e industria. Además, la simplificación administrativa y la reducción de la burocracia son imprescindibles para acelerar inversiones y facilitar la modernización del tejido productivo”.

Durante la presentación, el presidente del Consejo General de Economistas de España, Miguel Vázquez Taín, destacó que “la industria sigue siendo uno de los principales motores de crecimiento, innovación y empleo de nuestra economía, pero necesita un marco normativo estable y adaptado a los desafíos actuales. La futura Ley de Industria y Autonomía Estratégica constituye una herramienta clave para reforzar la competitividad, atraer inversión y ganar autonomía estratégica. Su aprobación ya no admite más demoras”.

Por su parte, el director del Servicio de Estudios del CGE y coordinador del informe económico, Salvador Marín, señaló que “tras varios años de seguimiento y análisis, observamos que España se mantiene en ese segundo pelotón de la industria europea, junto a Polonia y la República Checa, por detrás de los tres grandes en este ámbito -Alemania, Italia y Francia-. Es una posición que, aun teniendo su mérito, no debería llevarnos a la complacencia, ya que la distancia con el pódium sigue siendo relevante y se trata de un asunto estructural al que en nuestro país no siempre se dedican el tiempo y la atención que merecería. Las cifras, siempre frías y tozudas, así lo confirman; por ejemplo, el Indicador del Clima Industrial encadena ya 42 meses consecutivos en negativo, desde julio de 2022 hasta diciembre de 2025, y, sinceramente,

parecen demasiados”.

El acto fue clausurado por Alberto Ruiz, director general de Programas Industriales del Ministerio de Industria y Turismo, que confirmó que “el Barómetro Industrial aporta una visión imprescindible para diseñar políticas públicas que refuercen la competitividad de la industria española”, y añadió que “la industria afronta una transformación permanente impulsada por la transición energética, la digitalización y la inteligencia artificial, entre otras”, además recalcó: “la industria vive un proceso de transformación permanente que exige un marco normativo moderno y adaptado a los nuevos retos tecnológicos y energéticos”.

Ana Menéndez, redactora del IX Barómetro Industrial, presentó las principales conclusiones del último informe, comparando los datos extraídos con

los del año anterior, y explicó las respuestas que han aportado los ingenieros encuestados en diversas materias de actualidad por las que se les ha preguntado, como la situación actual y las previsiones de futuro de la actividad del sector industrial en España, comercio exterior y acuerdos internacionales, política arancelaria de la UE, dependencia energética, transición energética y tecnológica, principales retos a los que se enfrenta actualmente el sector industrial, sectores industriales con mayor potencial de crecimiento y desarrollo estratégico en los próximos años en España, la escasez de personal cualificado, el avance de la digitalización en todos los sectores industriales, la necesidad de reducir la burocracia, o la implantación de la Inteligencia Artificial en la industria, entre muchas otras. Más información en www.cogiti.es.

El COGITI alerta a los estudiantes de Ingeniería del ámbito industrial sobre las cerca de 200 titulaciones de grado no habilitantes para ejercer la profesión

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) recuerda a los estudiantes lo importante que es tener toda la información para elegir una titulación de Ingeniería del ámbito industrial, ya que las universidades ofrecen 197 titulaciones de Grado que no habilitan para ejercer la profesión regulada de Ingeniero Técnico Industrial; en cuyo caso, los alumnos podrían ver limitadas sus aspiraciones profesionales y verse forzados a tener que realizar, posteriormente, otro título de Grado o un determinado Máster.

En el conjunto de todas las Ingenierías Técnicas, hay más de 200.000 personas, entre titulados y estudiantes, cuyas titulaciones no les permiten ejercer como ingenieros habilitados, lo que limita sus aspiraciones profesionales a la hora de tener capacidad legal para firmar proyectos de ingeniería, direcciones técnicas, informes, etc.

El III Informe “Análisis de los es-

tudios universitarios en Ingeniería 2025”, elaborado por el INGITE (Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España), con los datos que arrojan las estadísticas que ofrece el Ministerio de Universidades con relación a los matriculados y egresados en las titulaciones de Ingeniería, confirma el crecimiento sostenido de las titulaciones no habilitantes, que ya representan el 53% de las titulaciones de Grado en Ingeniería, el 55,4% de los alumnos matriculados y el 57,3% de los egresados. Este fenómeno se consolida como una tendencia estructural que afecta a la claridad del sistema, genera incertidumbre en estudiantes y sus familias, y dificulta la alineación entre la formación académica y el ejercicio profesional regulado. A ello se suma la proliferación de títulos con baja ocupación, la elevada fragmentación de la oferta y la debilidad progresiva de determinadas ramas esenciales para el país.

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) lleva varios años denunciando esta realidad, y con el objetivo de ayudar a los estudiantes en el momento de elegir una titulación universitaria concreta, de la rama de Ingeniería Industrial, pone a su disposición una “Guía de titulaciones”, en su página web corporativa: <https://cogiti.es/guia-de-titulaciones/>

Se trata, en definitiva, de que los estudiantes sean plenamente conscientes de los estudios que van a elegir, con la máxima transparencia posible, ya que es habitual que las universidades no ofrezcan este tipo de información, lo que genera sorpresas desagradables a los alumnos cuando son conocedores de que con su titulación no tendrán capacidad legal para firmar sus proyectos de ingeniería, direcciones técnicas, informes, etc.

Todas las titulaciones de Grado en Ingeniería Mecánica, Eléctrica,

Electrónica y Automática y Química Industrial son las que dan acceso a la profesión regulada de Ingeniero Técnico Industrial, y para el resto de los grados que imparten las universidades, los estudiantes tendrían que consultar la citada "Guía de titulaciones", dado que las situaciones son muy diversas; aunque por norma general, las titulaciones de Graduado en Ingeniería de la Energía, Organización Industrial, Diseño Industrial, Tecnologías Industriales, etc., no conducen a profesión regulada. Más información en www.cogiti.es



El presidente de INGITE y COGITI, José Antonio Galdón, participa en la Asamblea General de ENGINEERS EUROPE

El presidente de INGITE y COGITI, José Antonio Galdón Ruiz, defendió en la Asamblea General de ENGINEERS EUROPE, el pasado 20 de mayo, la necesidad de impulsar una ingeniería europea unida, competitiva y preparada para los desafíos tecnológicos, energéticos y sociales.

La Asamblea General se llevó a cabo en el Ayuntamiento de Málaga, por lo que Galdón quiso agradecer al alcalde de la ciudad, Francisco de la Torre Prados, su hospitalidad y cariñosa acogida, así como a todo el equipo del Comité Nacional Español de Engineers Europe del INGITE y del Instituto de la Ingeniería de España por la magnífica organización, y, por supuesto, al presidente de Engineers Europe, Ralph Appel, por elegir España, y concretamente Málaga, para esta Asamblea General.

En la recepción previa a la Asamblea General de ENGINEERS EUROPE celebrada en Málaga, el presidente de INGITE, Jose Antonio Galdón Ruiz (PhD), reivindicó el papel estratégico de la Ingeniería para impulsar la competitividad industrial europea, la transición energética, la digitalización y la autonomía tecnológica del continente. «Apostamos por una Ingeniería europea única, que permita la movilidad, que potencie el desarrollo profesional continuo, influyente y unida para conseguir los grandes retos de la sociedad, que nos ne-



José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI, interviene en la Asamblea General de ENGINEERS EUROPE, el pasado 20 de mayo, en Málaga.

cesita ahora más que nunca», destacó.

En su intervención, defendió la necesidad de avanzar hacia una mayor movilidad profesional europea, el impulso de la Tarjeta Profesional Europea, la actualización continua de competen-

cias (upskilling y reskilling), un liderazgo ético en sostenibilidad e inteligencia artificial y una ingeniería europea unida, sólida y competitiva. «Los ingenieros no predecimos el futuro, lo diseñamos y lo construimos», señaló.

El COGITI lanza el I Barómetro de la Mujer Ingeniera: talento, liderazgo y compromiso, la realidad de las mujeres ingenieras en España

El informe analiza los retos y avances del talento femenino en el sector STEM, donde el 55% de las mujeres ingenieras ocupa puestos de responsabilidad.

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) presenta el I Barómetro de la Mujer Ingeniera coincidiendo con la celebración del Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería, que se conmemora cada 23 de junio. Este informe nace con el objetivo de analizar la realidad profesional, laboral y social de las mujeres ingenieras, conocer su presencia y evolución dentro del sector STEM – Science (Ciencia), Technology (Tecnología), Engineering (Ingeniería) y Mathematics (Matemáticas)-, e identificar tanto los avances alcanzados como los desafíos que todavía persisten en ámbitos como la igualdad de oportunidades, la conciliación, el acceso a puestos de responsabilidad o la visibilidad del talento femenino en la ingeniería y la tecnología. A través de este estudio, el COGITI pretende contribuir a impulsar una ingeniería más diversa, inclusiva e igualitaria, además de fomentar referentes femeninos para las nuevas generaciones.

Más liderazgo, más presencia en puestos técnicos y mayor reconocimiento profesional. Pero también más presión, dificultades de conciliación y barreras invisibles. Así es la realidad que refleja el I Barómetro de la Mujer Ingeniera, un estudio que radiografía por primera vez la situación profesional y social de las mujeres ingenieras en España.

El estudio, realizado a partir de las respuestas de 1.106 ingenieras de toda España, muestra que las mujeres ingenieras mantienen una elevada vinculación con el sector técnico y tecnológico. El 71% trabaja actualmente de forma directa en el ámbito de la ingeniería y más de la mitad (55%) ocupa puestos de responsabilidad o gestión de equipos, consolidando así el avance del liderazgo femenino en sectores his-



tóricamente vinculados a los hombres.

La ingeniería de la rama industrial continúa siendo el principal ámbito de desarrollo profesional de las participantes. Las especialidades con mayor representación son Mecánica (31%), Eléctrica (23%), Química (17%) y Electrónica (17%), aunque el estudio pone también de manifiesto la creciente diversificación del talento femenino hacia disciplinas emergentes y altamente especializadas como energías renovables, aeroespacial, informática, telecomunicaciones o ingeniería biomédica.

El perfil mayoritario de las participantes corresponde a mujeres con una trayectoria consolidada dentro del sector. El 46% tiene entre 45 y 54 años, mientras que un 21% se sitúa entre los 35 y los 44 años, reflejando la presencia de perfiles sénior y de media carrera con una amplia experiencia profesional.

En el ámbito laboral, el barómetro evidencia una elevada integración de las mujeres ingenieras en el mercado de trabajo. El 48% trabaja por cuenta ajena, un 21% desarrolla su actividad

en el sector público y un 14% ocupa cargos directivos, jefaturas de departamento o posiciones de socia dentro de sus organizaciones.

En cuanto a condiciones laborales, el 78% desempeña su actividad con jornada completa y los rangos salariales más frecuentes se sitúan entre los 35.000 y los 45.000 euros brutos anuales. Sin embargo, el estudio pone de manifiesto que la percepción de desigualdad salarial continúa presente: el 33% considera que cobra menos que sus compañeros hombres en puestos equivalentes.

Uno de los datos más significativos del informe revela que el 43% de las encuestadas considera que ser mujer influye negativamente en sus posibilidades de ascenso o reconocimiento profesional. Además, solo un 6% considera plenamente satisfactorias las oportunidades reales de promoción dentro de sus organizaciones.

El denominado “techo de cristal” sigue apareciendo de forma recurrente en la percepción de las participantes. Aun-

que el 55% ocupa actualmente puestos de responsabilidad, una parte importante del colectivo considera que todavía existen barreras estructurales y culturales que dificultan el acceso de las mujeres a posiciones de liderazgo y toma de decisiones.

La conciliación es otro de los grandes desafíos detectados por el estudio. El 63% de las participantes tiene personas a su cargo y más del 80% reconoce que las responsabilidades familiares han condicionado, en mayor o menor medida, sus decisiones laborales o posibilidades de promoción. Además, el 60% considera que acogerse a medidas de conciliación penaliza la carrera profesional.

El informe también refleja niveles elevados de estrés y carga mental asociados al trabajo. Las valoraciones más frecuentes se sitúan en niveles altos de la escala, especialmente en los valores 7, 8 y 9 sobre 10, evidenciando la elevada exigencia técnica y organizativa que afrontan muchas profesionales del sector.

Pese a ello, el estudio refleja una percepción mayoritariamente positiva sobre el reconocimiento de las capacidades técnicas. El 59% de las parti-

cipantes considera que sus competencias profesionales son valoradas dentro de su entorno laboral, y la mayoría otorga valoraciones positivas al clima laboral en sus organizaciones.

En materia de igualdad, los resultados muestran que el sexismo sigue presente en el entorno profesional. El 66% de las mujeres ingenieras afirma haber experimentado o presenciado comentarios o actitudes sexistas alguna vez, mientras que un 18% asegura haber vivido estas situaciones de forma frecuente.

A pesar de estas dificultades, la percepción general hacia la profesión es claramente positiva. Las palabras más repetidas para definir la experiencia como mujer ingeniera son "esfuerzo", "ingenio", "pasión", "eficiencia" y "liderazgo". Además, la gran mayoría recomendaría estudiar ingeniería a niñas y jóvenes, reflejando un fuerte sentimiento de vocación y compromiso con el ámbito STEM.

Asimismo, el estudio alerta sobre la escasez de referentes femeninos en ingeniería y tecnología. El 46% considera que existen muy pocos modelos femeninos visibles en su especialidad y un

17% afirma no identificar ningún referente femenino en su ámbito profesional.

Entre las principales demandas planteadas por las participantes destacan la necesidad de impulsar medidas reales de conciliación y corresponsabilidad, aumentar la visibilidad de referentes femeninos, reforzar las redes de mentoría profesional y garantizar procesos de promoción y reconocimiento basados en la igualdad de oportunidades.

El I Barómetro de la Mujer Ingeniera concluye que el avance hacia una ingeniería más inclusiva no depende únicamente de aumentar la presencia femenina, sino de transformar los entornos laborales y culturales del sector para garantizar igualdad real, reconocimiento profesional y oportunidades de liderazgo para las futuras generaciones de mujeres ingenieras.

El I Barómetro de la Mujer Ingeniera nace con vocación de continuidad y pretende convertirse en una herramienta de referencia para analizar la evolución de las mujeres dentro de la ingeniería y promover una profesión más diversa, innovadora e igualitaria.

COGITI y AERRAITI renuevan su convenio para continuar con su colaboración y perfilar nuevos proyectos

La firma del convenio se ha llevado a cabo en la sede del COGITI, el pasado 25 de junio, como muestra de la estrecha colaboración que ambas organizaciones mantienen desde siempre, y con el objeto de continuar con las líneas de cooperación que se vienen realizando en diversos ámbitos de actuación y, al mismo tiempo, definir nuevos proyectos.

El acuerdo se ha firmado por parte de los dos presidentes: José Antonio Galdón Ruiz (COGITI) y Oliver Martín Dostert Pérez (AERRAITI), que han aprovechado esta firma para tratar también sobre los principales temas que les inquietan y sus reivindicaciones más inmediatas.

Uno de estos asuntos es el relacionado con el proyecto de Ley de Ingeniería impulsado por el Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España (INGITE), cuyo presidente es José Antonio Galdón. En este sentido, la Asociación Estatal de Representantes

de Alumnos de Ingenierías de Ámbito Industrial (AERRAITI) ha aprobado, en su Asamblea General del pasado mes de mayo, un acuerdo de "Posicionamiento sobre el futuro del marco regulador del ejercicio de la ingeniería en España".

Como Oliver Martín Dostert ha explicado, "este posicionamiento surge ante el conocimiento de este proyecto de Ley de Ingeniería y la imperiosa necesidad de actualizar un marco de atribuciones profesionales anclado en la Ley 12/1986, vigente desde hace casi 40 años. Como representantes del futuro de la profesión, consideramos urgente proponer un modelo que responda a la realidad actual y no a inercias del pasado. Nuestra motivación principal es la defensa del ingeniero generalista y polivalente frente a la tendencia hacia la hiperespecialización temprana".

En la firma del convenio, ambos presidentes conversaron también sobre

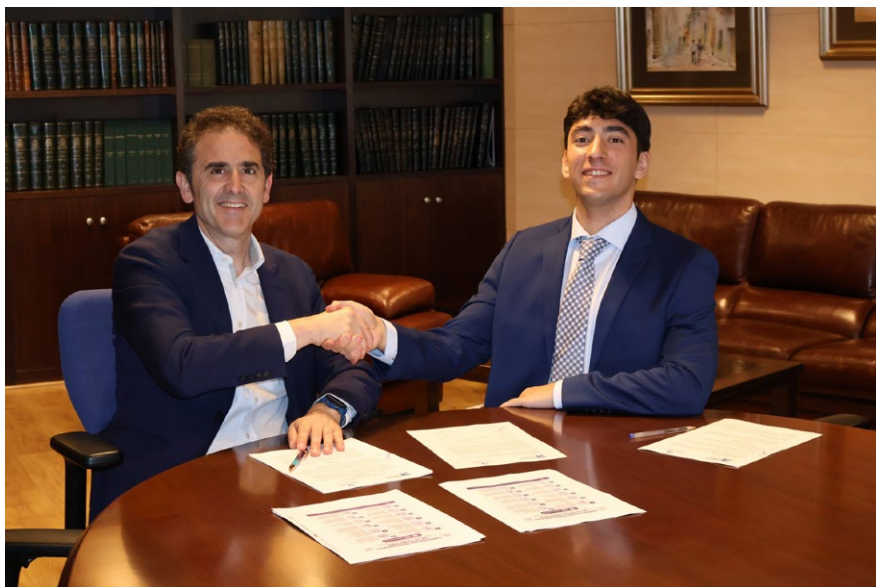
otros temas de actualidad que afectan a la profesión y, una vez más, se dio muestra fehaciente de la estrecha colaboración que mantienen y el deseo de continuar con las líneas de cooperación que se están llevando a cabo en diversos ámbitos, como formación (a través de la Plataforma e-learning del COGITI, "Ingenieros Formación"), la Acreditación DPC Ingenieros, o el portal ProEmpleoIngenieros (bolsa de trabajo y asesoramiento para la búsqueda del mismo), como herramientas clave para la empleabilidad y futuro profesional, entre otras.

Además, se comprometen a trabajar unidos para poner en valor la profesión de Ingeniero Técnico Industrial, incluyendo todos sus aspectos formativos, de empleabilidad, competitividad y defensa de los intereses profesionales y estudiantiles, que redunden en beneficio del colectivo y la sociedad.

En este sentido, los alumnos están también muy concienciados y colaboran

en dar a conocer la problemática sobre la proliferación de grados no habilitantes para ejercer la profesión de Ingeniero Técnico Industrial y la Guía de titulaciones que el COGITI pone a disposición de los estudiantes en su página web, para que puedan elegir sus estudios de Ingeniería de la rama industrial con toda la información y transparencia posible.

Se trata, en definitiva, de que los estudiantes sean plenamente conscientes de los estudios que van a elegir, ya que es habitual que las universidades no ofrezcan este tipo de información, lo que genera sorpresas desagradables a los alumnos cuando son conocedores de que su titulación no es habilitante para ejercer la profesión, por lo que no tendrán capacidad legal para firmar sus proyectos de Ingeniería, direcciones técnicas, informes, etc.



José Antonio Galdón y Oliver Martín Dostert firman el convenio de colaboración, el pasado 25 de junio, en la sede del COGITI.

Respaldo unánime a MUPITI en su Asamblea General 2026

La Asamblea General de MUPITI se celebró en el Salón de Actos Viera y Clavijo del Hotel Escuela Santa Cruz. La cita tuvo un valor especial, al coincidir con el 50 aniversario del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Santa Cruz de Tenerife, Colegio anfitrión de esta edición.

El acto comenzó con las palabras de bienvenida de Antonio Miguel Rodríguez Hernández, decano del Colegio de Santa Cruz de Tenerife y vicepresidente de MUPITI, que agradeció a compromisarios y delegados su presencia en las islas. A continuación, tomó la palabra el presidente de MUPITI, José Carlos Pardo García, quien dio las gracias por la asistencia y destacó la presencia de José Antonio Galdón Ruiz, presidente del COGITI.

Precisamente, la clausura corrió a cargo Galdón, que reafirmó su respaldo a la Mutualidad. El presidente recordó que, mientras los ingenieros técnicos industriales diseñan, crean y hacen posibles las cosas, MUPITI cumple una función esencial: protegerles y acompañarlos.

Reconoció que MUPITI es para él un motivo de orgullo cuando comparte experiencias con otros colegios y entidades del ámbito de la previsión: un ejemplo de gestión serena, solvente y sin sobresaltos, que transmite confianza a quienes la conocen de cerca. Tuvo palabras de reconocimiento para el equipo humano, la Junta Directiva y las direcciones General y

Comercial, y definió a la Mutualidad como un referente y un ejemplo a seguir por su historia, su solvencia y su buen hacer.

Antes de llegar a ese momento, se desarrolló la reunión de la Asamblea General con numerosas y destacadas intervenciones de los responsables institucionales. El presidente de MUPITI, José Carlos Pardo García, presentó su informe general del ejercicio 2025, en el que subrayó la solidez y la estabilidad de la Mutualidad en un entorno marcado por la incertidumbre geopolítica, la volatilidad de los mercados y un contexto de tipos de interés exigente para el sector asegurador.

El presidente puso también en valor los avances en transformación digital —con una reducción del 50 % en los tiempos de gestión de las pólizas colectivas, la incor-

poración de la inteligencia artificial en el reporting y la preparación de la plataforma Mupiti Vida Digital—, así como el refuerzo de la solidez financiera y de las alianzas institucionales.

Sobre la alternativa al RETA, el presidente celebró que el Pleno del Congreso de los Diputados, el pasado 11 de junio, respaldara un dictamen que preservara a las mutualidades como vía alternativa al RETA para los profesionales que, en el futuro, decidan incorporarse a ellas. Aun así, pidió mantener «una cautela razonable» mientras el texto complete su recorrido en el Senado y se resuelvan las enmiendas presentadas. La Asamblea aprobó por mayoría todos los puntos sometidos a votación.



Asamblea General de Mupiti 2026.

Los proyectos de energías renovables visados por ingenieros técnicos industriales se triplican en los últimos siete años

El sector de las energías renovables, con 19.964 proyectos visados en 2025, es el que más ha crecido, hasta alcanzar una subida del 215% en los últimos 7 años, desde 2019, cuando se visaron 6.351 proyectos. Por su parte, los trabajos realizados por este colectivo profesional en el sector de la energía, de forma global, aumentaron un 60% en el periodo 2019-2025, con 77.930 proyectos visados el pasado año, 6.369 más que en 2024.

Dentro del campo específico de las energías renovables, el crecimiento exponencial se debe principalmente al auge la energía solar fotovoltaica, con 18.674 trabajos visados, un 900% más que en 2019, con 1.916 proyectos.

El auge en el sector de la energía se refleja también en el hecho de que el 36% del total de los proyectos industriales visados se llevaron a cabo en dicho ámbito, un porcentaje que ha aumentado un 15% desde 2019, cuando representaba el 21 % del total.

En este sector se visaron 77.930 trabajos, lo que supone 6.369 proyectos más que en 2024 (71.561). Estos datos reflejan y afianzan a estos profesionales de la rama industrial de la Ingeniería como los principales protagonistas en la transición energética y ecológica de nuestro país.

Por su parte, en el ámbito de climatización y acondicionamiento, que comprende aire acondicionado, calefacción, frío industrial, ventilación-extracción, solar térmica, fontanería, etc., los proyectos visados en 2025 (7.521), han permanecido prácticamente similares a las de los últimos siete años.

Más de 215.00 proyectos visados en el ámbito industrial

De nuevo, más del 80% de los proyectos que se llevaron a cabo en el sector industrial, en 2025, fueron realizados por estos ingenieros, según datos consultados en las memorias anuales de los colegios profesionales en los que están colegiados.

En términos absolutos, la actividad de proyectos visados en todo el país por los 49 Colegios de Graduados e Ingenieros de Técnicos Industriales, integrados en el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), ascendió a 215.460, una cifra que refleja el gran número de trabajos realizados por estos profesionales, ya que están presentes en



El sector de las energías renovables, con 19.964 proyectos visados en 2025, es el que más ha crecido.

prácticamente todas las áreas productivas, aunque todavía inferior a la alcanzada en 2022, cuando se visaron más de 240.000 trabajos.

Leve descenso anual en los proyectos del ámbito de la seguridad industrial

Por bloques de actividad, el ámbito de la seguridad industrial, relacionado con los incendios, emergencias y el medioambiente, continúa como el segundo con mayor número de proyectos visados.

En 2025 se visaron 24.692 trabajos relacionados con el área de la seguridad, una cifra ligeramente inferior a la de 2024 (26.697), cuando se produjo un repunte con respecto a los años anteriores, pero en general, se mantiene estable desde 2019 (23.062).

Significativo repunte en el sector de las instalaciones industriales

El sector de las instalaciones industriales ha experimentado un notable repunte con respecto a 2023 y 2024. En 2025 se visaron 24.403 trabajos en este ámbito, 6.401 más

que en 2024, y se acerca al dato de 2019, previo a la pandemia, cuando esta cifra alcanzó el máximo histórico de los últimos siete años: 27.486.

Estabilidad en el número de licencias de actividad

En 2025, los trabajos relacionados con las licencias de actividad ascendieron a 16.467, una cifra algo superior a los 15.260 de 2024, y se mantiene estable con respecto a los datos obtenidos en los últimos siete años (17.874 en 2019).



Los proyectos visados en el sector de la energía aumentaron un 60% en el periodo 2019-2025, con 77.930 trabajos en 2025.

Celebrada la XI edición del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica organizado por UAITIE

La Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE) celebró, el pasado 18 de junio, en el salón de actos del Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM), el acto de entrega del XI Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica, correspondiente a la convocatoria 2026.

El acto reunió a representantes institucionales, miembros del jurado, docentes, familias y alumnado procedente de distintos puntos del territorio nacional, en una jornada marcada por el reconocimiento al talento joven, la creatividad tecnológica y el compromiso de las nuevas generaciones con los retos de la sociedad.

El presidente de la UAITIE, Ramón Grau Lanau, dio la bienvenida a los asistentes y destacó que este Premio celebra “el talento, la curiosidad y la capacidad de nuestros jóvenes para convertir una idea en una propuesta tecnológica con valor para la sociedad”, reafirmando el compromiso de la UAITIE con el impulso de las vocaciones STEM y con el futuro de la ingeniería.

Inauguración del acto

A continuación, tomó la palabra José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI, encargado de inaugurar formalmente el acto. Galdón puso en valor el extraordinario nivel de todos los proyectos presentados, no solo de los finalmente premiados, subrayando que iniciativas como esta permiten comprobar que “tenemos futuro” y que la sociedad cuenta con una cantera joven, preparada y concienciada con los problemas reales de su entorno.

Durante su intervención, felicitó al alumnado participante y al profesorado responsable por haber sembrado “esa semilla” que permite transformar inquietudes en soluciones, recordando que el aprendizaje no es un fin en sí mismo, sino el camino para aplicar el conocimiento y ponerlo al servicio de la sociedad. Asimismo, animó a los jóvenes a seguir creciendo personal y profesionalmente, señalando que el camino no termina con este reconocimiento, sino



Categoría de Bachillerato, primer premiado.

que “empieza aquí”.

Galdón quiso también hacer una defensa de la ingeniería como vocación de futuro, de utilidad y de felicidad, afirmando que hacer “apología de la ingeniería” es también hacer apología de la capacidad de mejorar la vida de las personas. En este sentido, trasladó a los premiados que sus propuestas, su esfuerzo y su trabajo “merecen la pena”, porque representan la mejor versión de una juventud llamada a aportar soluciones a los grandes desafíos pre-

sentes y futuros.

Cuarenta proyectos presentados

Jesús Velilla García, secretario de la UAITIE, recordó que esta iniciativa, nacida con la vocación de acercar la ingeniería a la sociedad desde las primeras etapas educativas, se ha consolidado durante más de una década como un instrumento de referencia para promover la curiosidad, la creatividad y el pensamiento crítico entre los más jóvenes.

La convocatoria 2026 ha reunido



Categoría de Bachillerato, segundo premiado.



Categoría de los Ciclos Formativos de Grado Medio.

a cerca de 200 estudiantes y 40 proyectos, distribuidos en 18 trabajos de Educación Secundaria Obligatoria, 17 de Bachillerato, 3 de Ciclos Formativos de Grado Medio y 2 de Ciclos Formativos de Grado Superior. Como novedad, esta edición incorporó también la participación de los Ciclos Formativos de Grado Medio.

Los proyectos procedían de centros educativos de once comunidades autónomas: Andalucía, Canarias, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Comunidad Valenciana, Islas Baleares, Comunidad de Madrid, Navarra, Principado de Asturias, La Rioja y Región de Murcia. La cifra de trabajos presentados supone un crecimiento aproximado del 38 % respecto a la convocatoria anterior y un incremento acumulado cercano al 90 % si se toma como referencia la edición de 2024.

Reconocimientos institucionales

En el apartado de reconocimientos institucionales, la UAITIE agradeció la labor del jurado calificador, integrado por representantes de la ingeniería, del ámbito educativo y de la innovación tecnológica, destacando su trabajo riguroso, profesional y sensible en la valoración de los

proyectos. También se reconoció la implicación de las Asociaciones territoriales, cuya labor de difusión resulta esencial para que el Premio llegue cada año a más centros educativos. De manera especial, se felicitó a los ámbitos territoriales en los que recayeron los galardones de esta edición: Cuenca, Santa Cruz de Tenerife, Navarra, Toledo y La Rioja.

La UAITIE tuvo igualmente palabras de agradecimiento para la Fundación Caja de Ingenieros, entidad que respalda esta iniciativa desde sus primeras ediciones y que continúa siendo uno de sus pilares fundamentales.

Presentación de los trabajos premiados

La entrega de premios se desarrolló por categorías. En Educación Secundaria Obligatoria, el proyecto premiado fue Al-Lingua: Asistente de Aprendizaje Multilingüe para la Inclusión Educativa, desarrollado por alumnado del IES Publio López Mondéjar, de Casasimarro, Cuenca, bajo la tutela del profesor Segundo Zamora Picazo.

En Bachillerato, la edición contó con una circunstancia excepcional, al producirse un empate en la puntuación final

de dos proyectos, lo que llevó a conceder dos primeros premios. El proyecto Iluminarium, del IES Profesor Martín Miranda, de San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, bajo la tutela de Samuel Santiago Quintana Rivero, fue reconocido junto al trabajo SMARTSITE: Silla inteligente para la mejora del control postural del alumnado, del IES Plaza de la Cruz, de Pamplona, Navarra, con la coordinación de Íñigo García Azpiroz.

En la categoría de Ciclos Formativos de Grado Medio, el proyecto ganador fue VIBETRACK IoT, presentado por alumnado del IES Las Salinas, de Seseña, Toledo, con la coordinación del profesor José Antonio Cámara Madrid.

Finalmente, en Ciclos Formativos de Grado Superior, el galardón recayó en NEUROBAND: Pulsera inteligente para detección de ataques epilépticos, desarrollado por alumnado de la Fundación Educativa Jesuitas Norte, de Logroño, La Rioja, bajo la responsabilidad docente de Jonathan Carranza Pascual.

La clausura del acto estuvo a cargo del presidente de la UAITIE, Ramón Grau Lanau, quien felicitó a todos los equipos premiados y extendió el reconocimiento a la totalidad de participantes, subrayando que presentar un proyecto, defender una idea y transformarla en una solución tecnológica constituye ya un aprendizaje y un logro en sí mismo. Asimismo, hizo referencia al papel de las nuevas tecnologías y, en particular, de la inteligencia artificial, a la que definió como una herramienta al servicio de las personas, siempre que se utilice con sentido común, raciocinio y responsabilidad. En este sentido, reivindicó también la importancia de la "ingeniería emocional", entendida como la capacidad de poner la tecnología al servicio de las necesidades humanas y sociales.



Categoría de Ciclos Formativos de Grado Superior.



Categoría de ESO.

<https://toolbox.cogiti.es/>

COGITI TOOLBOX

El portal de gestión de licencias de software para colegiados

Software
técnico
para
Ingenieros

Consulta nuestro catálogo 2026

Oferta Exclusiva COGITI

Haz que **factuone trabaje por ti**
Gestiona, simplifica y ahorra

20% de descuento

Plan Básico
~~14,99€~~ **11,99€/Mes**
~~179,88€~~ **143,88€/Año**
1 usuario, 2 GB de almacenamiento, sistema verifactu.

Plan Plus
~~29,99€~~ **23,99€/Mes**
~~359,88€~~ **287,88€/Año**
10 usuarios, 4 GB de almacenamiento, 200 escaneos OCR y Gestión contable.

EvolK Pruébalo **gratis** durante 14 días

progeCAD Professional

LA ALTERNATIVA CAD ¡Oferta!

El Consejo General de Graduados en Ingeniería rama Industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI) ya confía en progeCAD.

¿A QUÉ ESPERA PARA PROBARLO? INICIE LA PRUEBA GRATUITA DE 30 DÍAS.

10% Desde 351€*

*Precio sin impuestos

PACK COMPLETO dmELECT

67%

Instalaciones

- en Edificación
- en Urbanización
- Térmicas

P.V. 2.100€+IVA

690€ + IVA

COGITI
Consejo General de Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España

PROMOCION especial

dmELECT

¡No esperes más!
¡Esta Oferta es Por Tiempo Limitado!

GEATECH soft

-30%

PACK PROFESIONAL 11

3.906€ + IVA
~~P.V. 5.590€ + IVA~~

LUSOCAD

-25%

Disponible Para

RIB Presto

COGITI
Consejo General de Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España

¡Oferta!

Proyecto y dirección de obra
Paquete 1: Presupuestos y ofertas, personalizar informes, servicios.

1093€

-10%

¡Ahora! 983,70€
I.V.A no incluido

etap

¡Oferta exclusiva! -36%

AUTOCAD OEM

342 € + IVA

Incluye gratis un curso Caneco eLearning

AutoCAD

AutoCAD® OEM es una versión personalizada y a medida de AutoCAD® que permite integrar herramientas de diseño brindando funcionalidades de CAD, a través del plugin Caneco Implantation.

20% Descuento Normas UNE

UNE **AENOR**

<https://toolbox.cogiti.es/>

COGITI
Consejo General de Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España

Oliver Martín Dostert Pérez

Presidente de la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de Ámbito Industrial en España (AERRAAITI)

“La futura Ley de Ingeniería es una oportunidad histórica para modernizar la profesión y la voz de los estudiantes ha de estar presente en ese debate”

Mónica Ramírez

Oliver Martín Dostert Pérez, presidente de la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de Ámbito Industrial en España (AERRAAITI), representa a una nueva generación de estudiantes de ingeniería comprometida con el presente y el futuro de la profesión. Estudiante de Ingeniería Electrónica Industrial en la Universidad de Granada, asume la presidencia de una asociación con más de tres décadas de trayectoria en un momento especialmente relevante para el sector, marcado por el debate en torno a la reclamada Ley de Ingeniería, a la que la AERRAAITI ha mostrado su apoyo en cuanto tuvo conocimiento de este proyecto de ley impulsado por el Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España (INGITE). A ello se une la necesidad de actualizar el marco regulador del ejercicio profesional y la preocupación creciente por la proliferación de grados no habilitantes.

En esta entrevista, el presidente de AERRAAITI aborda las principales reivindicaciones del alumnado de las ingenierías del ámbito industrial, la importancia de garantizar una información clara y transparente sobre las titulaciones universitarias, el reto de recuperar vocaciones y el papel estratégico de la ingeniería en la reindustrialización, la transición energética y la digitalización. Asimismo, pone en valor la colaboración entre AERRAAITI, el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) y los Colegios Profesionales, una cooperación que considera clave para acercar la universidad a la realidad profesional y fortalecer el futuro de la Ingeniería Técnica Industrial en España.

Hace varios meses fuiste elegido presidente de la AERRAAITI, ¿cómo vi-



Oliver Martín Dostert Pérez

“Como asociación representativa del estudiantado, consideramos fundamental seguir de cerca todas aquellas iniciativas que puedan afectar tanto a la formación universitaria como al ejercicio de la profesión”

viste ese momento y cómo te gustaría enfocar tu gestión en la asociación?

Fue un momento muy especial. Antes de llegar al congreso tenía cierta incertidumbre sobre si presentarme o no al cargo, pero una vez fui elegido y vi la confianza que todos los compañeros depositaban en mí, esas dudas desapa-

recieron por completo. Supuso una gran responsabilidad, pero también una enorme motivación para dar lo mejor de mí.

En cuanto a la gestión, creo que uno de los principales objetivos debe ser reforzar la comunicación de la asociación con el estudiantado, los colegios profesionales, las empresas y las instituciones. Cuanto más conectados estemos con todos los agentes que forman parte de nuestro entorno, mejor podremos identificar las necesidades reales de los estudiantes, impulsar nuevas iniciativas y participar activamente en los debates que marcarán el futuro de la profesión.

¿Qué es lo que más valoras de formar parte de una asociación estudiantil con tanto arraigo y tradición como es la AERRAAITI?

Es un auténtico honor presidir una asociación que lleva más de treinta años representando a los estudiantes de las ingenierías del ámbito industrial y que ha estado presente en algunos de los momentos más importantes de la universidad española. Tener la oportunidad de ser hoy la cara visible de AERRAAITI y representar la voz de miles de estudiantes de toda España supone un privilegio, pero también una enorme responsabilidad, especialmente siendo consciente de la trayectoria de la asociación y del trabajo realizado por todas las personas que nos han precedido.

Sin embargo, si tuviera que destacar algo por encima de todo, serían las personas. Durante los casi cuatro años que llevo formando parte de AERRAAITI he tenido la oportunidad de conocer compañeros de toda España con los que he creado vínculos que van mucho más allá de la propia asociación. Puedo decir que AERRAAITI me ha regalado amistades verdaderas, y eso es algo que tiene un valor incalculable. Ese componente hu-

mano es, sin duda, el mayor tesoro de la asociación y el principal motivo por el que todo el esfuerzo merece la pena.

En la Asamblea General de la AERRAAITI, celebrada el pasado mes de mayo, se aprobó el “Posicionamiento sobre el futuro del marco regulador del ejercicio de la ingeniería en España”. ¿Cuál ha sido la motivación de este documento?

Como asociación representativa del estudiantado, consideramos fundamental seguir de cerca todas aquellas iniciativas que puedan afectar tanto a la formación universitaria como al ejercicio de la profesión. La futura Ley de Ingeniería supone una oportunidad histórica para modernizar un marco regulador que lleva décadas sin una reforma integral y, por ello, entendimos que era imprescindible que la voz de los estudiantes estuviera presente en ese debate.

Además, llevábamos cerca de un año colaborando con distintos agentes implicados en la elaboración del proyecto y trasladando nuestra perspectiva. Sin embargo, era igualmente necesario disponer de un documento propio que recogiera el consenso de todas las escuelas que integran AERRAAITI y que sirviera como referencia para trasladar nuestras propuestas a las administraciones públicas, los grupos parlamentarios y el resto de las entidades implicadas.

El posicionamiento es el resultado de muchos meses de trabajo, reuniones, análisis técnico, consultas al estudiantado y un amplio debate celebrado durante el LXXIV Congreso de Sevilla. Personalmente, es el documento del que más orgulloso me siento desde que formo parte de la asociación, porque probablemente haya sido el posicionamiento en el que más esfuerzo, tiempo y consenso hemos invertido.

¿Cuáles son las principales reivindicaciones e inquietudes que habéis querido plasmar en este “Posicionamiento”? ¿Qué propuestas queréis hacer en este sentido?

El documento se articula en torno a tres grandes ejes. El primero es garantizar el acceso al ejercicio profesional para los más de 200.000 titulados en ingeniería que actualmente carecen de atribuciones profesionales, siempre preservando los derechos adquiridos de los estudiantes y egresados de los planes actuales. Consideramos que la nueva Ley de Ingeniería debe ofrecer una solución a esta

situación de inseguridad jurídica que se viene arrastrando desde hace años.

Nuestra propuesta pasa por que los futuros graduados de las ingenierías del ámbito industrial puedan acceder directamente al ejercicio profesional, mientras que los egresados de los planes actuales y anteriores dispongan de una vía objetiva basada en un sistema de Microacreditaciones Técnicas universitarias, que permita certificar las competencias específicas adquiridas y acceder a las atribuciones sin necesidad de cursar una nueva titulación completa.

El segundo eje es modernizar el desarrollo profesional del ingeniero, alineando el modelo español con el marco europeo. Proponemos un sistema de niveles profesionales progresivos, inspirado en el modelo de Engineers Europe, en el que la experiencia profesional y la formación continua permitan acreditar de forma objetiva las competencias adquiridas a lo largo de la carrera profesional.

Por último, defendemos la calidad de la formación universitaria manteniendo el modelo generalista del Grado de 240 ECTS, pero consideramos imprescindible actualizar unos planes de estudios cuyas ramas y estructura básica siguen sustentándose, en gran medida, en el Decreto 148/1969, aprobado hace ya más de cincuenta años. La ingeniería, la industria y la sociedad han cambiado profundamente desde entonces, pero la organización de las ramas sigue siendo exactamente la misma.

Nuestra propuesta consiste en establecer una estructura común para todas las titulaciones de ingeniería, con 72 créditos ECTS comunes dedicados a las matemáticas, las ciencias básicas, la expresión gráfica y el Trabajo Fin de Grado, además de 60 créditos ECTS comunes de rama, que en nuestro caso corresponderían al ámbito industrial. De este modo, las universidades dispondrían de 108 créditos ECTS para diseñar libremente sus planes de estudio, incorporando nuevas tecnologías, especializaciones y contenidos adaptados a las necesidades actuales del tejido productivo, sin perder el carácter generalista que siempre ha distinguido al ingeniero industrial español.

¿Qué actuaciones tenéis previsto llevar a cabo para dar a conocer vuestras propuestas?

La publicación del posicionamiento en nuestra página web y en nuestras redes

“En los últimos nueve años, el número de egresados en grados no habilitantes ha aumentado un 65,2 % y, actualmente, cerca del 46,3 % de los más de 100.000 estudiantes matriculados en las ingenierías del ámbito industrial cursan este tipo de titulaciones. Desde AERRAAITI llevamos años alertando de esta situación, que genera confusión, inseguridad y una evidente desigualdad entre estudiantes”

sociales ha sido el primer paso para dar a conocer nuestras propuestas. Además, el documento se ha trasladado a todas las escuelas que forman parte de AERRAAITI a través de nuestros canales internos, y seguiremos difundiendo gracias a la estrecha colaboración que mantenemos con las delegaciones de estudiantes de toda España.

Paralelamente, estamos manteniendo reuniones con los distintos grupos parlamentarios y con entidades representativas de la profesión para trasladarles nuestras propuestas y hacer llegar la visión del estudiantado durante la tramitación de la futura Ley de Ingeniería. A medida que el proceso legislativo avance, continuaremos reforzando su difusión mediante nuestras redes sociales, la publicación de notas de prensa, entrevistas y artículos divulgativos, con el objetivo de que el debate llegue no solo a las instituciones, sino también al conjunto de estudiantes, profesionales y a la sociedad.

Por otra parte, otra de vuestras propuestas está relacionada con la proliferación de los grados no habilitantes, ofrecidos por las distintas universidades, sin atribuciones profesionales para ejercer la profesión de ingeniero técnico industrial. ¿A qué problemá-

¿tica se enfrentan los estudiantes por desconocimiento de esta realidad?

El principal problema es que muchos estudiantes acceden a estos grados sin ser plenamente conscientes de sus consecuencias académicas y laborales. En numerosas ocasiones descubren al finalizar sus estudios que el título que han cursado no les habilita para ejercer una profesión regulada y que, si quieren acceder a las atribuciones correspondientes, deben cursar además el Máster en Ingeniería Industrial, lo que supone al menos dos años más de formación.

Es una realidad cada vez más extendida. En los últimos nueve años, el número de egresados en grados no habilitantes ha aumentado un 65,2 % y, actualmente, cerca del 46,3 % de los más de 100.000 estudiantes matriculados en las ingenierías del ámbito industrial cursan este tipo de titulaciones. Desde AERRAITI llevamos años alertando de esta situación, que genera confusión, inseguridad y una evidente desigualdad entre estudiantes.

Bajo vuestro punto de vista, ¿qué medidas se deberían adoptar para evitar esta situación?

Creemos que la futura Ley de Ingeniería debe ofrecer una solución definitiva. Es necesario establecer un modelo que permita a todos los graduados del ámbito industrial un acceso pleno al ejercicio profesional mediante vías objetivas, eliminando una problemática que nunca debió producirse. Mientras tanto, es imprescindible garantizar que los estudiantes dispongan de una información clara y transparente sobre el carácter habilitante o no de cada titulación desde antes de que accedan a la propia universidad, permitiéndoles tomar una decisión con pleno conocimiento de las implicaciones de cada itinerario formativo.

¿Qué otros asuntos centran vuestros debates sociales y líneas de actuación más inmediatas?

Además del futuro marco regulador de la profesión, una de nuestras principales preocupaciones es la falta de vocaciones en ingeniería. En los últimos veinte años el número de estudiantes que eligen estas titulaciones ha caído un 33 %, y, además, cerca de la mitad de quienes comienzan sus estudios no llegan a finalizarlos. Son dos datos muy preocupantes, sobre todo si tenemos en cuenta el

relevo generacional que se avecina y el papel cada vez más estratégico que va a jugar la ingeniería en sectores clave para el país en los próximos años.

A ello se suma la progresiva pérdida de peso del sector industrial en el PIB de la economía española durante las últimas décadas. Desde AERRAITI creemos que mantener un tejido productivo sólido es un pilar estratégico para generar empleo de calidad, impulsar la innovación y mantener la competitividad y la autonomía estratégica de nuestro país. Por eso consideramos fundamental poner en valor esta disciplina, acercarla a los más jóvenes y trabajar para que estudiar las titulaciones de ingeniería vuelva a ser una opción atractiva para las nuevas generaciones.

La colaboración entre el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), y los propios Colegios, y la AERRAITI ha sido siempre muy estrecha. ¿Cómo percibís los alumnos esta cooperación?

La percibimos como una colaboración muy positiva y necesaria. Las asociaciones estudiantiles aportamos la visión de quienes todavía estamos en la universidad, mientras que el COGITI y los Colegios Profesionales nos acercan a la realidad del ejercicio de la profesión. En nuestro caso, siempre hemos encontrado una institución dispuesta a escuchar nuestras inquietudes y a contar con la opinión del estudiantado en cuestiones tan importantes como la futura Ley de Ingeniería. Al final, compartimos un mismo objetivo: fortalecer la profesión y facilitar la transición de los estudiantes al mundo profesional.

Actualmente estás cursando Ingeniería Electrónica Industrial en la Universidad de Granada, ¿Qué percepción tienes de la profesión de ingeniero de la rama industrial en el momento actual?

Estudiar cualquier ingeniería del ámbito industrial es una muy buena opción ahora mismo. Son titulaciones con una elevada empleabilidad y una gran diversidad de salidas profesionales. Además, la transición energética, la digitalización y el impulso a la reindustrialización están incrementando la demanda de ingenieros, y todo apunta a que esta tendencia continuará en los próximos años. Precisamente por eso debemos seguir trabajando para atraer más vocaciones y

garantizar una formación de calidad que responda a las necesidades actuales de la industria y de la sociedad.

¿Qué metas y objetivos te planteas de cara a tu trayectoria profesional, cuando finalices tus estudios?

Pues lo cierto es que tengo bastante claro tanto el corto como el largo plazo. Ahora mismo, lo que más me apetece es terminar la carrera y empezar a trabajar cuanto antes para coger experiencia. Me haría especial ilusión quedarme unos años en Granada, cerca de mi familia, trabajando en oficina técnica, en la parte de desarrollo de proyectos e instalaciones, que es donde más disfruto y donde más he aprendido durante la carrera.

A largo plazo me gustaría preparar la oposición al Cuerpo de Ingenieros Industriales del Estado. Siempre me ha atraído la posibilidad de poner mis conocimientos al servicio de la Administración, participando en el diseño de políticas industriales, energéticas y tecnológicas que contribuyan al desarrollo del país. Además, me gusta mucho que este perfil combine la parte técnica de la ingeniería con aspectos como la gestión pública, la regulación o la elaboración de normativa. De hecho, he podido echar un vistazo al temario de la oposición y creo que esa mezcla entre lo técnico y lo jurídico encaja muy bien con el tipo de carrera profesional que me gustaría desarrollar.

"Estudiar cualquier ingeniería del ámbito industrial es una muy buena opción ahora mismo. Son titulaciones con una elevada empleabilidad y una gran diversidad de salidas profesionales. Además, la transición energética, la digitalización y el impulso a la reindustrialización están incrementando la demanda de ingenieros"



UTAMED

UNIVERSIDAD

Máster Habilitante en

Formación del Profesorado de Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

Título Oficial | **Máster universitario 100% online**



Inicio: octubre de 2026



60 créditos ECTS



Duración: 2 semestres



Online con clases en directo



Clases en español



Título oficial universitario

Precio: 5.800 €

Precio exclusivo para colegiados de los Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales

Escoge tu especialidad

- Matemáticas
- Tecnología e Informática
- Física y Química

Solicita tu plaza



Grupo TecoZam, empresa ganadora del IV Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad de la Fundación Técnica Industrial

Innovación industrial en medios auxiliares de obra civil: la autocimbra MSS 90 ZAMORA II como modelo de desarrollo tecnológico diferencial

Jorge Lorenzo Fernández

El Grupo TecoZam ha logrado el récord mundial de vano construido mediante la técnica de autocimbra — 90 metros de luz — en el Viaducto de Sabiñánigo (Huesca), un proyecto que reúne audacia técnica, eficiencia industrial y sostenibilidad medioambiental en uno de los entornos pirenaicos más exigentes de España.

Un logro que trasciende las fronteras de la ingeniería

El Viaducto de Sabiñánigo, sobre el trazado de la autovía A-23 —conocida como Autovía Mudéjar— en la provincia de Huesca, no es una obra de infraestructura convencional. Con una longitud total de 934 metros, una altura máxima de 50 metros sobre el terreno, once vanos de los cuales nueve alcanzan una luz de 90 metros y un tablero único de 25,1 metros de anchura, la estructura cruza los ríos Gállego y Aurín en uno de los parajes de mayor complejidad geográfica del Pirineo aragonés.

Es en este escenario donde Grupo TecoZam, empresa de ingeniería civil e industrial con sede en Zamora, ha protagonizado uno de los hitos más relevantes de la técnica constructiva internacional de los últimos años: la ejecución del primer vano de 90 metros de luz mediante la tecnología de autocimbra bajo tablero, estableciendo un récord mundial para este método constructivo. Este logro ha sido reconocido con el IV Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad que concede la Fundación Técnica Industrial, un galardón que reconoce el carácter disruptivo, la transferencia de valor y el impacto positivo de la innovación en el tejido industrial español.

El proyecto fue ejecutado para la UTE Sabiñánigo —integrada por Rover y Al-desá—, siendo el promotor la Dirección



Autocimbra MSS 90 Zamora II en maniobra de avance de vano.

General de Carreteras del Ministerio de Transportes del Gobierno de España. Más que un proveedor de medios auxiliares, Grupo TecoZam actuó como socio tecnológico estratégico: diseñó, fabricó, montó, operó y supervisó la autocimbra ZAMORA II, asumiendo la totalidad del proceso constructivo con criterios de excelencia, seguridad y sostenibilidad.

La tecnología autocimbra: un salto cualitativo en la construcción de puentes

La autocimbra —denominada en inglés Movable Scaffolding System o MSS— es un sistema de cimbrado móvil autopropulsado que se traslada de un vano al siguiente del puente, permitiendo la construcción de tramos de manera continua, rápida y segura. A diferencia del cimbrado tradicional, que requiere la instalación de costosas torres de apeo desde el terreno hasta la altura del tablero, la autocimbra bajo tablero opera sustentándose en las propias pilas del viaducto ya construidas, sin necesidad

de andamios ni estructuras de apoyo en el lecho del río o el valle.

Grupo TecoZam cuenta con experiencia acreditada en esta tecnología: la autocimbra ZAMORA I fue utilizada con éxito en el viaducto de Loja, alcanzando ciclos de construcción por vano de aproximada-

“El vano de 90 metros en Sabiñánigo no es simplemente 20 metros más que el récord anterior; supone un incremento exponencial en cargas, esfuerzos y complejidad que exigió rediseñar por completo la tecnología”

mente tres semanas. Sin embargo, aquella máquina había sido concebida para vanos de hasta 70 metros de luz. El salto hasta los 90 metros en Sabiñánigo no era una mera extrapolación, sino un reto técnico de proporciones inéditas. Un aumento de 20 metros en la luz del vano implica un crecimiento exponencial —no lineal— en las cargas y esfuerzos que la estructura debe soportar durante todas las fases de hormigonado y lanzamiento.

Para afrontar este desafío, la empresa aplicó sus capacidades de I+D+i para adaptar, rediseñar y reforzar el sistema hasta transformarlo en un equipo sin precedentes en el mercado mundial. El resultado es la autocimbra MSS 90 ZAMORA II: un equipo con una longitud total de 205 metros, un peso máximo desplazable de 1.500 toneladas y capacidad para ejecutar vanos variables de entre 60 y 90 metros de luz, convirtiéndola en una solución transversal y de alto valor para futuros proyectos de infraestructura de gran envergadura.

Innovaciones técnicas: mucho más que una máquina más grande

La novedad del proyecto no reside únicamente en las dimensiones del equipo, sino en la profundidad y extensión de las soluciones innovadoras desarrolladas, muchas de ellas sin precedente en el estado del arte de esta tecnología a nivel mundial. A continuación, se detallan los principales avances incorporados:

1. Diseño estructural adaptativo

Las vigas principales de la autocimbra ZAMORA II —elemento sustentante de todo el conjunto— están formadas por la unión atornillada de diez módulos de hasta 11 metros de longitud, divisibles en dos mitades para facilitar su transporte. Con una altura total de 4.300 mm y una anchura de 1.972 mm en la base, trabajan fundamentalmente a flexión sustentando la autocimbra entre sus dos apoyos. El equipo incorporó refuerzos específicos en vigas centrales, vigas de celosía, nariz, ménsulas y carril de lanzamiento para hacer frente al incremento exponencial de cargas.

Una de las innovaciones de mayor calado fue la adaptación del encofrado para que formase parte integrante de las vigas principales, a diferencia de las autocimbras convencionales donde el encofrado se coloca sobre las vigas transversales. Este diseño confiere al sistema mayor rigidez y reduce la complejidad de montaje. Además, la solución permite ejecutar viaductos con canto y sección variable, algo que habitual-



Operaciones de hormigonado de vano construido mediante la técnica de autocimbra MSS 90 Zamora II.

mente queda fuera del alcance de este tipo de equipos por la elevada complejidad de diseño que conlleva.

2. Sistema de sensorización pionero

Una de las novedades más destacadas —y sin precedentes en el sector— fue la implantación de un sistema de sensorización y monitorización estructural en tiempo real sobre la propia autocimbra. Según la documentación del proyecto, hasta este desarrollo nunca se había empleado tecnología de sensorización en autocimbras en el mercado mundial.

El sistema está compuesto por células de carga (LC) con galgas extensiométricas resistivas de alto grado de protección fren-

te a agentes externos, capaces de operar entre -30 °C y +70 °C en ambientes agresivos, salinos o con riesgo de explosión. Estas células recogen las cargas transmitidas a las vigas principales durante todas las fases de operación, especialmente durante las maniobras de avance entre pilas, que constituyen el momento de mayor exigencia estructural y de mayor riesgo para la seguridad.

Los datos captados por los sensores se introducen mediante dispositivos móviles en una aplicación web específicamente desarrollada para el proyecto, se vuelcan automáticamente a la nube a través de una SmartSheet y son analizados mediante herramientas de Business Intelligence como



Vista aérea de MSS 90 Zamora II.

Power BI. Esta trazabilidad digital en tiempo real permite tomar decisiones informadas durante la operación y sienta las bases para una gestión más inteligente y segura de estos equipos en el futuro.

Impacto sostenible: innovación que cuida del entorno

El entorno geográfico del Viaducto de Sabinánigo es de una fragilidad ecológica considerable: un valle fluvial pirenaico con alta diversidad de fauna y flora, con los ríos Gállego y Aurín discurriendo bajo el trazado. Cualquier sistema de cimbrado convencional habría requerido la instalación de grandes estructuras de apoyo en el propio lecho fluvial, con la consiguiente alteración masiva del ecosistema, riesgo de contaminación y un coste ambiental difícilmente justificable.

La tecnología de autocimbra, al sustentarse exclusivamente en las pilas del propio viaducto, elimina prácticamente por completo la necesidad de intervenir en el terreno inferior. La huella física de la obra queda confinada a los puntos de apoyo ya construidos, preservando los ecosistemas locales y demostrando un modelo de construcción respetuoso con la naturaleza.

Desde el punto de vista del consumo de materiales, la metodología de hormigonado in situ de vanos completos permite una reducción muy significativa de los momentos flectores en fase constructiva en comparación con el método alternativo de construcción por voladizos sucesivos —que era la solución inicialmente prevista para este puente—. Según los cálculos del equipo de proyecto, la adopción de la autocimbra podría conducir a un ahorro de materiales constitutivos del puente del orden del 35%, un beneficio que tiene una doble dimensión: económica, por el menor consumo de hormigón y acero, y medioambiental, por la reducción directa de la huella de carbono asociada a la fabricación y transporte de dichos materiales.

La propia estructura metálica de la autocimbra está concebida bajo criterios de economía circular: ha sido diseñada para ser reutilizada en múltiples proyectos, maximizando el retorno de la inversión y minimizando la generación de residuos industriales. Grupo TecoZam alinea su actividad con 13 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, y cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental certificado conforme a la Norma ISO 14001.

Un modelo empresarial centrado en el valor tecnológico

Grupo TecoZam ha evolucionado en menos



Vista Cenital de Autocimbra MSS 90 Zamora II.

de veinte años de empresa familiar a grupo tecnológico de referencia en el sector de la obra civil y la técnica industrial, con presencia internacional y un 41% de sus ingresos generados en mercados exteriores. Su modelo de negocio se articula en torno a la provisión de soluciones tecnológicas disruptivas: diseño, fabricación, suministro, montaje y supervisión de encofrados y medios auxiliares complejos, asumiendo la integralidad del proceso y ofreciendo a sus clientes un servicio de 360 grados.

Este enfoque queda patente en la evolución de su portfolio de autocimbras. La ZAMORA I, que alcanzó vanos de 70 metros, fue el trampolín técnico y operativo desde el que la empresa dio el salto al desarrollo de la ZAMORA II. Lejos de adquirir un equipo comercial estándar, Grupo TecoZam invirtió en conocimiento propio: analizó los límites del estado del arte, identificó las restricciones técnicas de los equipos existentes y desarrolló un procedimiento innovador —patentable en sus aspectos más singulares— que sienta un nuevo estándar de referencia para la industria.

En el ámbito de la digitalización, el proyecto del Viaducto de Sabinánigo se enmarca en la estrategia de transformación hacia la Industria 4.0 que Grupo TecoZam está impulsando a través de su Plan Estratégico 2023–2025. El sistema de sensorización y la plataforma de análisis de datos desarrollados para este proyecto son exponentes directos de esa visión, al igual que el proyecto TRAZALME 4.0 —ganador del Premio de la Industria en España a la mejor innovación industrial por Fundación Tecnovita— para el seguimiento de equipos y maquinaria mediante tecnología RFID e inteligencia artificial.

Conclusiones: cuando la innovación mueve puentes

El proyecto del Viaducto de Sabinánigo, construido con la autocimbra MSS 90 ZAMORA II, es mucho más que una obra de infraestructura. Es la demostración tangible de que la ingeniería española tiene capacidad para situarse en la vanguardia tecnológica mundial, y de que la innovación industrial puede ser al mismo tiempo un motor de competitividad empresarial y un instrumento al servicio del bien común.

El récord mundial de vano construido mediante autocimbra —90 metros de luz, la incorporación pionera de sistemas de sensorización en este tipo de equipos, el ahorro estimado del 35% en materiales constitutivos del puente frente a métodos alternativos, la preservación del ecosistema fluvial pirenaico y la mejora sustancial de las condiciones de seguridad laboral son logros que se refuerzan mutuamente y que confieren al proyecto una dimensión holística poco habitual en el sector.

La Fundación Técnica Industrial ha reconocido con su IV Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad el alcance de este proyecto, que encarna a la perfección los valores que el galardón pretende promover: audacia técnica, impacto medible, transferencia de conocimiento y compromiso con la sostenibilidad. Grupo TecoZam, con su lema corporativo Innovando para unir caminos, demuestra que la ingeniería civil del siglo XXI no solo tiende puentes sobre los ríos, sino también entre el presente industrial y el futuro tecnológico que la sociedad demanda.

Jorge Lorenzo Fernández

es responsable de Calidad, Innovación, Compliance y Sostenibilidad de Grupo TecoZam.



Convocatoria 2026

Premio MUPITI

Ingeniería para las personas

Dotación: 2.000€

Participa hasta el
31 de octubre de 2026

Consulta las bases:

www.fundaciontindustrial.es



De la incertidumbre geotécnica al diseño auditable: el cambio de paradigma del método y software SM-KsDirect®

Proyecto galardonado con el accésit en el IV Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad de la Fundación Técnica Industrial (FTI)

Por Antonio J. Sánchez Garrido (autor) y José F. Moreno Serrano (coautor)

Durante más de un siglo, la ingeniería estructural ha lidiado con un eslabón crítico y paradójico: la interacción suelo-estructura. Mientras el cálculo algorítmico de la superestructura ha alcanzado niveles de precisión milimétrica, la determinación del coeficiente de balasto vertical (K_s) ha operado bajo un inaceptable marco de incertidumbre y vacío normativo. Desde las aproximaciones primigenias de Winkler en 1867, que idealizaban el terreno como un lecho de resortes elásticos independientes, hasta las fórmulas de Terzaghi (1955) o Vesic (1961), la práctica profesional ha dependido crónicamente de correlaciones empíricas.

El sector se ha visto forzado a recurrir a métodos indirectos, como el ensayo de placa de carga (K_{30}), el cual tiende a sobrestimar peligrosamente la rigidez en suelos granulares, o a métodos semidirectos que subestiman la capacidad del terreno (especialmente en suelos cohesivos), generando cimentaciones sobredimensionadas. El marco regulatorio actual, incluyendo el Eurocódigo 7 (EN 1997-1/2) y el Código Estructural (RD 470/2021), no establece un procedimiento analítico directo para la obtención del balasto, delegando este parámetro crítico a la subjetividad del proyectista. La alternativa convencional más rigurosa, el Método de Elementos Finitos (FEM) o modelos constitutivos avanzados (Hardening-Soil), resulta inoperativa para el flujo de trabajo diario debido a su extrema complejidad, altos tiempos de cálculo y enorme exigencia de parametrización.

Para resolver esta desconexión histórica entre la geotecnia y el cálculo estructural, nace la innovación galardonada en los IV Premios FTI: el Método SM-KsDirect y su materialización tecnológica, el software SaaS KsDirect®. Este



Conexión definitiva suelo-estructura.

desarrollo introduce por primera vez un procedimiento físico-matemático directo, auditable y coherente, transformando un riesgo históricamente oculto en una variable de diseño medible.

El Salto científico: Mecánica de suelos directa y coherente

El núcleo algorítmico del método SM-KsDirect (Sánchez & Moreno, 2026) abandona las correlaciones empíricas y define el coeficiente de balasto de manera analítica: como el cociente matemático exacto entre la carga neta transmitida y el asiento resultante. El método aborda el terreno como un medio continuo deformable, procesando las variables de entrada a través de un riguroso esquema multicapa.

A nivel operativo, el algoritmo realiza un cálculo exhaustivo de la carga bruta, pero introduce de manera crítica el análisis de la carga compensada derivada de la excavación de sótanos para obtener la presión neta real que deforma el estrato. Mediante la integración de los criterios elásticos de Boussinesq y Steinbrenner, el sistema determina explícitamente la profundidad de influencia real (z) del bulbo de presiones. Para garantizar la convergencia matemática y evitar sin-

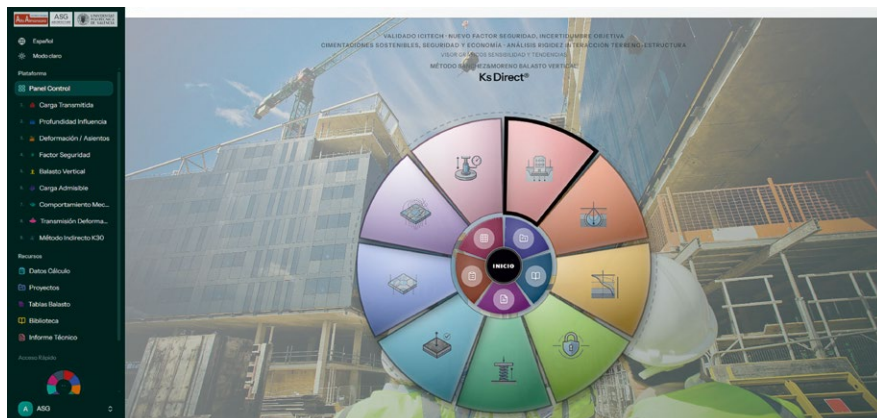
gularidades en escenarios de cargas totalmente compensadas, el algoritmo implementa umbrales físicos rigurosos: la profundidad de influencia se acota donde el diferencial de carga transmitida es inferior al 5% de la presión efectiva (o al 10% de la carga bruta), imponiendo un mínimo de carga neta transmitida del 5%.

A partir de esta geometría de tensiones, el método discrimina con extrema fidelidad los asentamientos elásticos (empleando módulos de deformación E') y los de consolidación edométrica (E_m), vitales en terrenos marcadamente cohesivos o estratigrafías complejas. Estadísticamente, los resultados del modelo convergen hacia la media armónica de las estimaciones clásicas, operando con máxima sensibilidad cuando los estratos blandos gobiernan la deformabilidad del conjunto.

Superando las limitaciones del FEM: interacción analítica real

Uno de los pilares más disruptivos del método SM-KsDirect® es su capacidad para reproducir el campo de deformaciones de un modelo continuo FEM, pero eliminando su coste computacional.

A diferencia de la simplificación clásica, el algoritmo implementa una clasi-



Captura del Dashboard del programa.

ficación mecánica avanzada de la losa. Primero, evalúa si la respuesta es rígida (comportamiento global sin diferencial de deformación significativo) o flexible. Si es flexible, el sistema subclasifica la interacción en dos mecanismos basados en la traslación de bulbos locales:

- 1. Comportamiento "en placa":** donde existe una interacción continua entre pilares con gradientes de deformación globales.
- 2. Comportamiento "por área tributaria":** donde la deformación se localiza críticamente bajo los apoyos puntuales. El método define analíticamente esta respuesta mediante una anchura efectiva asociada a la luz estructural, estableciendo 0.7L como la dimensión representativa de la carga.

Gracias a este mapeo analítico del campo de deformaciones, el software Ks-Direct® realiza una zonificación espacial automática del módulo de balasto. El programa erradica el error de asignar un Ks único, calculando iterativamente matrices de rigidez independientes para el centro, los bordes y las esquinas de la cimentación, reflejando a la perfección la resistencia al asiento inducida por el confinamiento perimetral. Esta traslación directa de la realidad mecánica posiciona a la herramienta como el eslabón perfecto para integrarse en ecosistemas de cálculo BIM, Tekla o CYPE, dotando al modelo del edificio de una base geotécnica inexpugnable.

La disrupción tecnológica: el primer Factor de Seguridad (FS) explícito

El hito más trascendental introducido por Sánchez-Garrido et al. (2026) en el estado del arte mundial es la formulación de un Factor de Seguridad (FS) explícito y específico para el coeficiente de balasto.

Históricamente, en la geotecnia e incluso en los modelos numéricos FEM, la seguridad frente a asientos ha operado como un margen ciego, diluido en múltiples parámetros sin control directo del ingeniero.

El motor algorítmico de Ks-Direct® somete la campaña geotécnica a un mecanismo de scoring que evalúa matemáticamente la incertidumbre objetiva de los datos y la ignorancia subjetiva del ensayo. Ante estudios geotécnicos deficientes o extrapolaciones escasas, el software activa la protección imponiendo un inédito Factor de Seguridad (FS) restrictivo (alcanzando valores de 2.5 o superiores). Por el contrario, si la fiabilidad de los ensayos de campo y laboratorio es de máxima calidad, el programa premia al proyectista optimizando el diseño mediante la reducción del FS hasta un límite calibrado de 1.2. De este modo, la seguridad estructural abandona el empirismo pasivo para convertirse en una variable trazable, dinámica y auditable.

Validación científica internacional: el aval del primer Decil (JCR)

La robustez de la algoritmia de Ks-Direct® no se fundamenta en un desarrollo comercial aislado, sino en un marco de investigación del más alto nivel desarrollado en el Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón (ICITECH) de la Universitat Politècnica de València (UPV). La investigación ha contado con la dirección académica del Prof. Dr. Víctor Yepes Piqueras, Catedrático de Ingeniería de la Construcción e investigador posicionado en el Top 3 nacional en Ingeniería Civil.

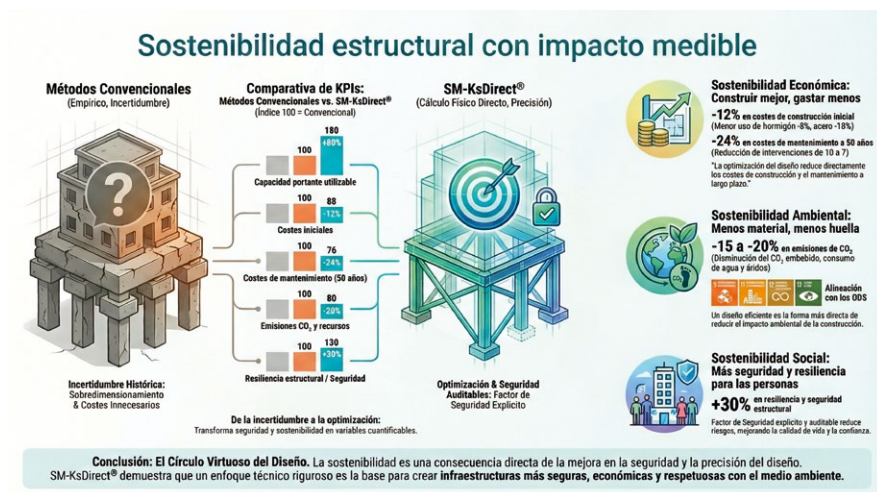
Este respaldo ha cristalizado en la validación por pares del método completo, culminando con su publicación en la prestigiosa revista científica Environmental Impact Assessment Review (Elsevier). Esta cabecera ostenta el máximo impacto global, situándose en el Primer Decil (Q1/D1) del Journal Citation Reports (JCR), lo que certifica internacionalmente que la formulación física del balasto y el esquema de seguridad propuestos superan los estándares de control más rigurosos del estado del arte.

Metodología LCSA: Sostenibilidad estructural mediante lógica neutro-sófica

Para cuantificar el impacto real del método frente a la práctica convencional, el equipo investigador sometió el algoritmo a un Análisis de Sostenibilidad del Ciclo de Vida (LCSA) multidimensional. La evaluación técnica no se limitó a una métrica de costes básica, sino que implementó un triple enfoque analítico:

1. Dimensión Económica (LCCA):

análisis de costes de ciclo de vida a 50 años (alineado con el Código Estructural), integrando los costes de construcción (CAPEX) y operación/



Sostenibilidad estructural con impacto medible.

mantenimiento (OPEX), aplicando una tasa de descuento social del 2% estandarizada por la Comisión Europea.

2. Dimensión Ambiental (LCA):

cuantificación de la huella estructural empleando la metodología ReCiPe 2016 y las bases de datos de inventario Ecoinvent v3.2. Se evaluaron categorías de impacto de punto final (salud humana, calidad de los ecosistemas y agotamiento de recursos) aplicando la perspectiva jerárquica ("H"), considerada la más robusta a nivel normativo.

3. Dimensión Social (S-LCA):

evaluación de la resiliencia estructural e impacto en los usuarios empleando el marco UNEP/SETAC (indicador C6 sobre seguridad), parametrizando el beneficio directo de contar con un Factor de Seguridad auditable.

Para evitar el sesgo de los métodos compensatorios tradicionales, la consolidación de estos indicadores se resolvió mediante técnicas de toma de decisiones multicriterio de vanguardia. Se empleó la técnica jerárquica NAHP-G basada en lógica neutrosófica para la ponderación objetiva de criterios bajo incertidumbre, y la rutina de outranking ELECTRE IS. Este rigor matemático garantizó que la superioridad del método SM-KsDirect® fuera irrefutable y reproducible.

Caso de estudio empírico: complejo hotelero de 5 estrellas en la costa granadina (KPIs reales)

La validación industrial y constructiva se materializó en el cálculo de parte de la cimentación de un Hotel de 5 estrellas en la costa de Granada. La infraestructura requería una losa de 30x86 metros parcialmente compensada por excavación, apoyada sobre una estratigrafía granular compleja con intercalaciones débiles.

El contraste de resultados evidenció el peligroso vacío de la ingeniería tradicional. Mientras que el método indirecto empírico (K_{30}) sobrestimaba críticamente la rigidez del medio granular arrojando un balasto de 17,82 MN/m³ (introduciendo un riesgo inminente de asentos diferenciales no controlados), el método semi-directo penalizaba el diseño con un valor ultraconservador de 2,91 MN/m³. Frente a ambos extremos, el software Ks-Direct® determinó un Ks analítico y físicamente coherente de 5,30 MN/m³.

La aplicación de esta rigidez exacta en el modelo digital liberó un incremento de la capacidad portante utilizable del 80%.

La zonificación de las tensiones en el modelo estructural permitió optimizar los armados y el canto de la losa, arrojando KPIs de impacto definitivos:

- **Materiales y CAPEX:** reducción del 8% en el volumen de hormigón y del 18% en la cuantía de acero corrugado. Esto supuso un ahorro económico directo del 12% en la fase de construcción.
- **Mantenimiento (OPEX a 50 años):** al garantizar el control de la deformada, la proyección determinó una reducción del 24% en los costes de mantenimiento, disminuyendo las intervenciones de reparación por patologías asociadas a asentamientos de 10 a 7 ciclos a lo largo de la vida útil del edificio.
- **Descarbonización y Resiliencia (ODS 9, 11, 12, 13):** la optimización geométrica mitigó entre un 15% y un 20% las emisiones de CO₂ embebido y el consumo hídrico/áridos, mientras que el indicador de resiliencia estructural y seguridad de los usuarios aumentó un 30%.

Aplicabilidad masiva a la ingeniería industrial y logística

El motivo central por el que la Fundación Técnica Industrial ha otorgado este accésit de Innovación a la candidatura liderada por ASG Architecture es la escalabilidad masiva de la solución. Aunque el método fue empíricamente testado en edificación singular, la algoritmia de Ks-Direct® está diseñada para su integración natural en el ámbito de la ingeniería industrial pesada.

En el dimensionado de grandes plataformas logísticas de distribución, sometidas a cargas puntuales dinámicas y tráfico rodado intenso, o en naves industriales con maquinaria pesada (su-

perficies tipo de 20.000 m²), la losa de cimentación puede representar entre el 15% y el 20% del PEM.

En estos escenarios, abandonar la incertidumbre geotécnica y sustituir el sobredimensionamiento "ciego" por un diseño ajustado a la matriz de balasto analítica que provee el software, se traduce en una optimización integral y escalable. De acuerdo con las conclusiones de las investigaciones y el Análisis de Sostenibilidad del Ciclo de Vida (LCSA), la aplicación de esta metodología garantiza ahorros económicos directos de hasta un 12% en la ejecución inicial de la cimentación (por reducción de armaduras y canto) y una caída del 24% en los costes de mantenimiento a 50 años. Más allá del plano financiero, esta precisión analítica tiene un impacto medioambiental y social drástico: permite reducir entre un 15% y un 20% las emisiones de CO₂ y el consumo de recursos críticos (agua y áridos), incrementando simultáneamente la resiliencia estructural en un 30% al mitigar el riesgo de patologías por asentamientos diferenciales.

En conclusión, el método científico SM-KsDirect y su traslación tecnológica en formato SaaS constituyen la pieza que faltaba para cerrar el ciclo del modelado estructural en la Industria 4.0. Dotando a los ingenieros de una herramienta compatible con ecosistemas BIM, la innovación transforma el balasto de una variable hipotética a un parámetro físico verificado. Este desarrollo posiciona a la ingeniería española a la vanguardia internacional, demostrando que el rigor técnico y el control algorítmico son la única base posible para la construcción de infraestructuras competitivas, auditables y genuinamente sostenibles.



Software Ks-Sánchez&Moreno (2026).

CONVOCATORIA 2026

PREMIO GALICIA



Dirigido a proyectos de aplicación
industrial de la inteligencia artificial

Dotación: 1.800€

Participa hasta el
31 de octubre de 2026

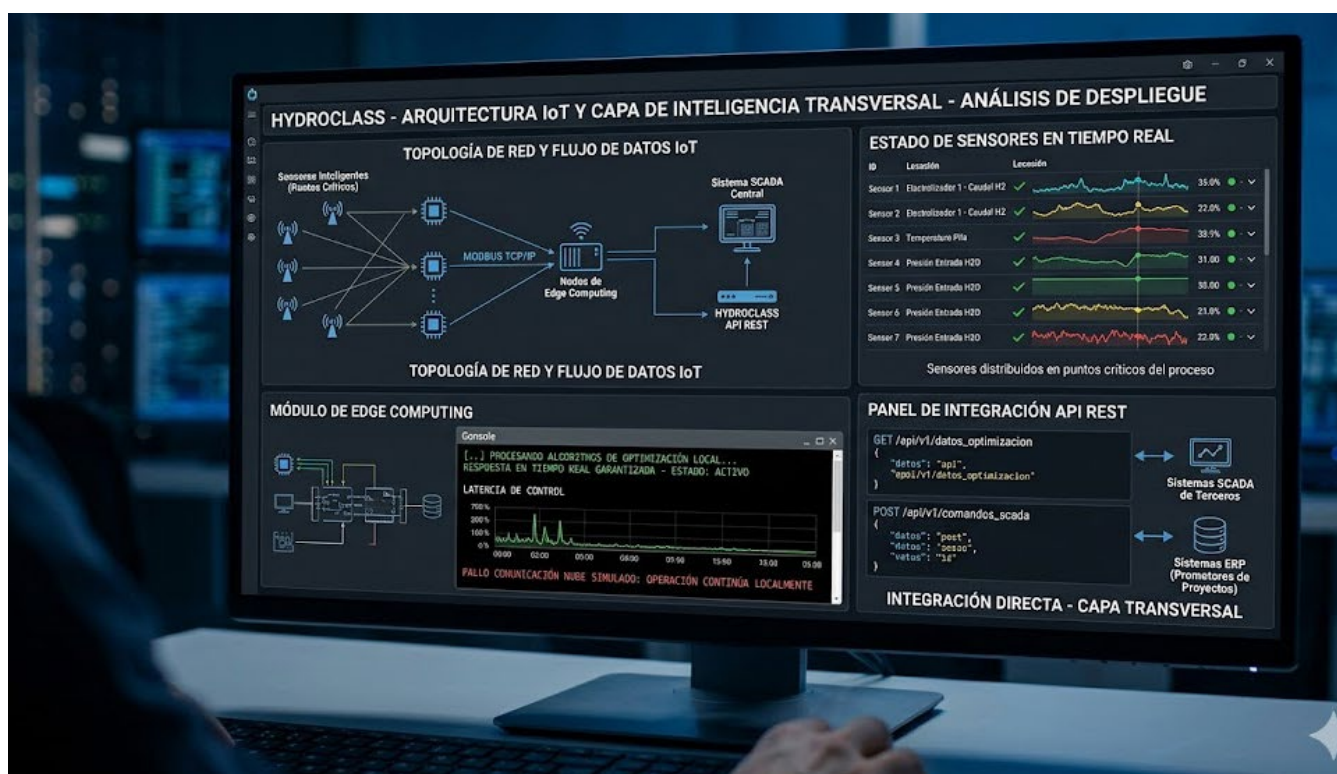


Consulta las bases:

www.fundaciontindustrial.es

Del laboratorio al campo: Industria 4.0 para la viabilidad hídrica del hidrógeno verde

Proyecto galardonado con el accésit en el IV Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad de la Fundación Técnica Industrial (FTI): Cómo HYDROCLASS – H2 OPTIFLOW integra IoT, inteligencia artificial y gemelo digital para transformar la evaluación de recursos hídricos en proyectos de hidrógeno renovable.



Mónica Álvarez Manso

La producción de hidrógeno verde mediante electrolisis requiere agua ultrapura con conductividad inferior a 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Alcanzarla a partir de fuentes naturales implica un proceso de pretratamiento cuya eficiencia y viabilidad económica dependen críticamente de la calidad del agua de partida —un parámetro que varía enormemente entre localizaciones y que el sector evaluaba hasta ahora de forma tardía, con métodos estáticos y análisis puntuales que consumían meses y no capturaban la variabilidad estacional. Global Virtualizza Ingenieros S.L. ha desarrollado HYDROCLASS – H2 OPTIFLOW, un sistema inteligente que, apoyándose en una plataforma de Industria 4.0 —sensórica IoT, edge computing, gemelo digital e inteligencia artificial—, permite evaluar la aptitud hídrica

de cualquier fuente en 24-48 horas con un error inferior al 5 %, frente a los 3-6 meses y errores del $\pm 20\text{-}30\%$ de los métodos convencionales.

1. EL RETO HÍDRICO DEL HIDRÓGENO VERDE

Los objetivos climáticos de la Unión Europea —40 GW de capacidad electrolizadora y 10 millones de toneladas de hidrógeno renovable en 2030, con una inversión en España de 8.900 millones de euros— colocan la gestión eficiente del agua en el centro de la viabilidad de los proyectos. Los electrolizadores de membrana de intercambio de protones (PEM), tecnología de referencia por su eficiencia y compacidad, exigen agua ultrapura con conductividad inferior a 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La obtención de

esa pureza mediante ósmosis inversa y electrodesionización genera un subproducto inevitable: el agua de rechazo, concentrada en sales y minerales, cuyo volumen puede superar el 50 % del agua entrada cuando la fuente es de baja calidad.

Esta agua de rechazo no puede descargarse libremente. La normativa española de vertidos establece límites estrictos que, cuando se superan, obligan a tratamiento adicional o gestión por gestor autorizado, disparando los costes operativos. El problema es que el sector carecía hasta ahora de herramientas para anticipar este escenario en la fase de planificación: la calidad del agua se media cuando la planta ya estaba proyectada, con costes de corrección mucho más elevados.

2. HYDROCLASS – H2 OPTIFLOW: ARQUITECTURA DE LA INNOVACIÓN

La innovación de Global Virtualizza no es un sensor ni un software aislado. Es una plataforma integrada que combina cuatro capas tecnológicas interdependientes para convertir la evaluación hídrica en un proceso automatizado, preciso y escalable.

3. LA PLANTA PILOTO: VALIDACIÓN EXPERIMENTAL EN LA UNIVERSIDAD DE LEÓN

El fundamento experimental del sistema es una planta piloto que simula a escala el proceso de pretratamiento industrial para electrolizadores PEM. El tren de proceso comprende filtración físico-química, ósmosis inversa de doble paso y electrodesionización (EDI). Quince puntos de monitorización distribuidos por el circuito registran en tiempo real todos los parámetros relevantes, controlados mediante sistema SCADA centralizado.

La planta fue el instrumento para una campaña de muestreo sin precedentes en España: 77 fuentes hídricas distribuidas por toda la Península Ibérica, seleccionadas mediante la clasificación climática Köppen-Geiger para cubrir la máxima diversidad geológica e hidrológica. Esta base de datos experimental —captaciones subterráneas y superficiales, con conductividades de 32 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en granitos del norte hasta más de 3.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en acuíferos yesíferos del sureste— es el activo diferenciador del sistema: ningún competidor dispone de un conjunto de datos validado experimentalmente de esta amplitud y especificidad para el sector del hidrógeno.

4. ALGORITMO PREDICTIVO E INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA

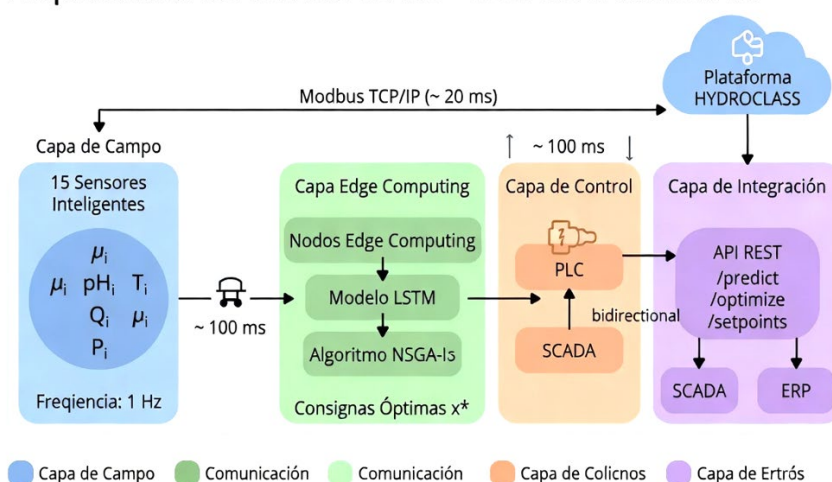
El núcleo del sistema es un algoritmo predictivo propietario —registrado como propiedad intelectual de Global Virtualizza Ingenieros S.L.— entrenado con los datos experimentales de la planta piloto. A partir de varios parámetros de entrada fácilmente medibles, el algoritmo predice con error inferior al 5 % las treinta y dos variables operativas críticas de la planta de pretratamiento. Esto convierte semanas de análisis en horas de predicción automatizada.

El algoritmo clasifica automáticamente la fuente en una de las tres categorías de HYDROCLASS y genera, en la misma operación, la ruta de tratamiento

Capa tecnológica	Componentes principales	Función en el sistema
Sensórica IoT industrial	9-15 sensores distribuidos (conductividad, pH, temperatura, caudal, presión, dureza, O_2)	Monitorización en tiempo real de todos los parámetros hídricos críticos
Edge Computing	Nodos de procesamiento local con latencia <100 ms; arquitectura redundante (disponibilidad >99,5 %)	Ejecución local del algoritmo: respuesta en tiempo real sin dependencia de nube
Gemelo Digital	Modelo virtual completo de la planta de tratamiento; balance de masa y energía en tiempo real	Simulación de escenarios operativos antes de construir la planta física
Inteligencia Artificial	Algoritmo predictivo propietario validado sobre 77 muestras peninsulares (error <5 %)	Clasificación automática de fuentes y predicción de agua de rechazo, consumo y vida de membranas

Figura 1. Las cuatro capas tecnológicas de HYDROCLASS – H2 OPTIFLOW.

Arquitectura IoT HYDROCLASS - Tren de Tratamiento



Esquema general de la arquitectura IoT desplegada en HYDROCLASS.

óptima y la estimación de costes operativos. La validación se realizó con 26 muestras independientes no utilizadas en el entrenamiento, confirmando la robustez del modelo incluso ante condiciones geológicas no representadas en el conjunto de entrenamiento.

El sistema incluye además algoritmos de optimización multi-objetivo que, una vez conocida la calidad hídrica, ajustan dinámicamente los parámetros operativos de la planta —presión de membranas, caudal de recirculación, voltaje en EDI— para minimizar simultáneamente

el coste energético, el volumen de rechazo y el desgaste de equipos. Esta capa de optimización continua, apoyada en los nodos de edge computing, permite que la planta se adapte en tiempo real a variaciones estacionales de la calidad del agua.

5. CLASIFICACIÓN HÍDRICA Y RESULTADOS CUANTIFICADOS

El análisis de los 77 puntos reveló que la conductividad eléctrica actúa como parámetro integrador: todos los demás indicadores físico-químicos mantienen

Categoría	Conductividad entrada	Agua de rechazo	Impacto operativo
ÓPTIMA	0 – 410 $\mu\text{S}/\text{cm}$	<30 %	Descarga directa permitida; coste mínimo
MODERADA	411 – 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$	30–50 %	Tratamiento parcial del rechazo necesario
RESTRINGIDA	>900 $\mu\text{S}/\text{cm}$	>50 %	Gestión por gestor autorizado; riesgo alto

Tabla 1. Clasificación HYDROCLASS – H2 OPTIFLOW.

Indicador	Métodos convencionales	HYDROCLASS – H2 OPTIFLOW
Tiempo de evaluación hídrica	3 – 6 meses	24 – 48 horas (–95 %)
Precisión predictiva	±20 – 30 %	<5 % (mejora del 85 %)
Fuentes evaluables en paralelo	1 – 2 por proyecto	Ilimitadas (escalabilidad ∞)
Variabilidad estacional	No considerada	Analizada y verificada
Tiempo de preparación de agua	12 – 28 horas	4 – 12 horas (–59 a –66 %)

Tabla 2. Mejora cuantificada frente a métodos convencionales del sector.

con ella una correlación directa. Este hallazgo simplifica radicalmente el diagnóstico de cualquier fuente.

El análisis geográfico del conjunto peninsular revela que más del 65 % de las localizaciones presentan agua en categoría Óptima o Moderada, lo que confirma el potencial real de España para el desarrollo sostenible del hidrógeno verde. Las zonas de mayor idoneidad se concentran en sustratos graníticos y pizarrosos del norte y noroeste; las cuencas del sureste requieren análisis específico antes de comprometer inversiones.

6. DIGITALIZACIÓN E INDUSTRIA 4.0: EL GEMELO DIGITAL

Una de las aportaciones más singulares del proyecto es el gemelo digital de la planta de tratamiento: un modelo virtual completo que reproduce con precisión superior al 99 % el comportamiento real del sistema, integrando balance de masa y energía en tiempo real. El gemelo permite simular escenarios de operación —variaciones estacionales de calidad del agua, cambios en la demanda de hidrógeno, mantenimientos programados— antes de que ocurran, habilitando un mantenimiento predictivo que reduce las paradas no programadas en un 70 %. Esta capacidad de simulación anticipada representa una ventaja competitiva que ningún proveedor convencional de sistemas de tratamiento ofrece.

La arquitectura IoT de HYDROCLASS despliega 15 sensores inteligentes en los puntos críticos del tren de tratamiento, con adquisición a 1 Hz y comunicación Modbus TCP/IP hacia el SCADA. Cada medición $d_i(t) = \{\sigma_i, pH_i, T_i, Q_i, P_i\}$ se transmite en menos de 20 ms, y el tiempo de ciclo completo hasta la actuación se mantiene por debajo de $t_{total} = 98.06$ ms, gracias al procesamiento local en los nodos de edge computing. Estos nodos ejecutan el modelo LSTM y el algoritmo NSGA

II, generando consignas óptimas x^* que se envían al PLC, mientras la API REST expone servicios de predicción y optimización para SCADA y ERP, convirtiendo a HYDROCLASS en una capa de inteligencia transversal que no interfiere en la lógica básica de control, pero la hace predictiva y auto optimizante

La disponibilidad operativa del sistema es superior al 99,5 % gracias a la arquitectura redundante y la conmutación automática ante fallos. El “dashboard” interactivo proporciona KPIs personalizables y un sistema de alertas multicanal que permite supervisión remota completa desde cualquier dispositivo.

7. SOSTENIBILIDAD, ECONOMÍA CIRCULAR Y ODS

La producción de hidrógeno verde a la escala prevista por el Plan REPowerEU representaría tan solo el 0,6 % del consumo mundial de agua para energía. El impacto hídrico global es manejable, pero puede ser significativo localmente cuando se utilizan fuentes de baja calidad en zonas con estrés hídrico. HYDROCLASS aborda este riesgo en origen: la selección inteligente de fuentes reduce el consumo de agua fresca hasta un 40 % y elimina el 80 % de las descargas con conductividad superior a los límites legales, protegiendo los acuíferos y los ecosistemas acuáticos receptores. El sistema se alinea directamente con el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) de las Naciones Unidas.

Desde el enfoque de economía circular, el sistema identifica oportunidades para la reutilización del agua de rechazo en usos secundarios compatibles —riego de cultivos tolerantes a la salinidad, procesos industriales de menor exigencia— y para la valorización del oxígeno generado en la electrólisis y del calor residual del proceso. El objetivo es que la fracción de subproductos que requiere gestión especial sea mínima y que el balance de recursos del ciclo completo

sea positivo tanto en términos energéticos como hídricos.

8. GLOBAL VIRTUALIZZA INGENIEROS: I+D+I Y RECONOCIMIENTO SECTORIAL

Global Virtualizza Ingenieros S.L. es una empresa de ingeniería con sede en León especializada en el desarrollo de sistemas de tratamiento de agua y tecnologías para la producción sostenible de energías renovables. El 35 % de su presupuesto anual se destina a actividades de I+D+i, desarrolladas en estrecha colaboración con grupos de investigación. Esta apuesta por la investigación industrial aplicada se materializó en el proyecto HYDROCLASS – H2 OPTIFLOW, cuyo desarrollo ha requerido más de tres años de trabajo multidisciplinar —ingeniería química, hidrogeología, ciencias de datos y electroquímica— y una inversión en validación experimental que constituye una barrera de entrada real para cualquier competidor que quiera replicar la solución.

En 2025, el proyecto recibió el Acésit del IV Premio a la Innovación Tecnológica Empresarial y Sostenibilidad de la Fundación Técnica Industrial (FTI), institución del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI).

La hoja de ruta tecnológica prevé la incorporación de IA generativa para optimización automática avanzada, trazabilidad blockchain de la huella hídrica de cada lote de hidrógeno, módulos de predicción climática para evaluar la disponibilidad futura del recurso, y la extensión a aplicaciones de desalinización para producción de hidrógeno desde agua de mar. El objetivo es convertirse en el estándar tecnológico de referencia para la evaluación hídrica en proyectos de hidrógeno verde a escala europea.

CONCLUSIONES

El agua de calidad adecuada es un factor de viabilidad del hidrógeno verde tan crítico como la disponibilidad de energía renovable, pero ha permanecido sistemáticamente infravalorado en la planificación de proyectos. HYDROCLASS – H2 OPTIFLOW demuestra que la combinación de validación experimental rigurosa, inteligencia artificial aplicada y plataforma de Industria 4.0 puede transformar semanas de análisis incierto en horas de predicción precisa, reduciendo el riesgo financiero de los promotores y anticipando el cumplimiento regula-

torio desde las primeras fases del proyecto.

España cuenta con el potencial hídrico, las capacidades tecnológicas y la ambición política para liderar la producción de hidrógeno verde en Europa. Con herramientas como HYDROCLASS, puede hacerlo además con garantías de eficiencia hídrica, minimización del impacto ambiental y sostenibilidad a largo plazo del recurso agua.

REFERENCIAS

[1] Álvarez-Manso M.; Búrdalo-Salcedo G.; Fernández-Raga M. Classification Framework for Hydrological Resources for Sustainable Hydrogen Production with a Predictive Algorithm for Optimization. Hydrogen 2025, 6, 54. DOI: 10.3390/hydrogen6030054 (CC BY 4.0).

[2] Ministerio para la Transición Ecológica. Hoja de Ruta del Hidrógeno Renovable en España. MITECO, Madrid, 2020.

[3] Comisión Europea. Estrategia del

Hidrógeno para una Europa Climáticamente Neutra. COM(2020) 301 final. Bruselas, 2020.

[4] Agencia Internacional de la Energía (AIE). Global Hydrogen Review 2024. IEA Publications, París, 2024.

Mónica Álvarez Manso es Ingeniera Técnica de Minas y directora técnica en Global Virtualizza Ingenieros S.L. E-mail:info@globalvirtualizza.com

Diseño con propósito: democratizando la tecnología geoespacial desde la necesidad

Proyecto finalista del I Premio MUPITI "Ingeniería para las personas"

Por Clara Gascón Jiménez

A veces, la ingeniería más efectiva no nace en centros de investigación avanzados, sino como respuesta directa a problemas reales sobre el terreno. La idea de este proyecto no surgió frente a una pantalla en España, sino durante mi estancia en la República Dominicana como cooperante en el Programa de Pequeños Subsidios del PNUD, y en estrecha colaboración con la ONG Guakía Ambiente. Allí descubrí una realidad compleja: organizaciones locales y estudiantes de la Universidad Autónoma de Santo Domingo necesitaban realizar levantamientos topográficos con el fin de proyectar infraestructuras esenciales para el suministro de agua y electricidad en comunidades vulnerables. ¿El problema? Los equipos comerciales de posicionamiento satelital de alta precisión (GNSS-RTK) tienen costes prohibitivos para ellos.

Ante esto, ya se había desarrollado una alternativa económica: un receptor GNSS de bajo coste y código abierto al que bautizaron como GA-01 y que lograba precisiones centimétricas por una fracción del precio habitual. Sin embargo, su envoltorio técnico original comprometía gravemente su viabilidad operativa a largo plazo. Al utilizarlo en el terreno, las limitaciones eran constantes: el sistema sufría filtraciones por falta de estanqueidad, el espacio interior tensionaba el cableado y, al acoplarse de manera lateral al jalón topográfico, el peso descentrado desestabilizaba el trípode. Por ello, se hacía indispensable abordar



Visualización fotorrealista del dispositivo GA-02.

un rediseño integral de la carcasa para transformar este valioso instrumento en un producto verdaderamente eficiente, seguro y ergonómico en el campo.

Al diseñar el nuevo modelo GA-02, los requerimientos surgieron de escuchar a los usuarios y observar las exigencias del entorno caribeño. Se

establecieron tres metas claras: hermeticidad absoluta frente al clima tropical, ergonomía intuitiva para personal no especializado y un bajo coste de fabricación material. En este contexto, la impresión 3D fue la herramienta idónea, ya que permite que cualquier persona, estudiante u organización pueda replicar el diseño e imprimirlo de manera individual, eliminando así las barreras económicas de los canales industriales cerrados.

El gran desafío fue asegurar la estanqueidad sin encarecer el producto. En lugar de añadir componentes costosos, la respuesta fue geométrica: se diseñó un rail perimetral continuo en los bordes de contacto entre la tapa superior y el recipiente inferior. Este canal alberga una junta elástica flexible de resina que bloquea estrictamente el paso del agua y el polvo. Como material principal del cuerpo se eligió plástico ABS, ideal por su alta resistencia al impacto frente a caídas en terrenos abruptos y su estabilidad térmica ante la intensa radiación solar.

Para que un dispositivo sea útil sobre el terreno, debe garantizar un manejo cómodo, intuitivo y sin complicaciones operativas. Frente al sistema de fijación poco práctico del GA-01, el rediseño integró un mecanismo manual de solo dos pares de cierres acoplados en la morfología de la pieza. Así, el usuario abre y cierra la estructura con las manos en segundos, agilizando el mantenimiento sin requerir herramientas externas.

Bajo esta filosofía de simplificación

se optimizó la monitorización. Dado que el control operativo y la visualización de datos se realizan de manera remota, se descartó integrar pantallas auxiliares que elevaban el coste y el consumo energético. En su lugar, tres diodos LED en la base permiten comprobar rápidamente en exteriores los estados esenciales: encendido, disponibilidad de corrección RTK y nivel de batería.

Por último, se resolvió la estabilidad física del instrumento configurando un hueco circular central que permite al jalón atravesar axialmente el cuerpo del aparato. Al alinear el centro de gravedad con el eje vertical del tripode, el dispositivo anula la excentricidad anterior, garantizando lecturas estables y eliminando el riesgo de oscilaciones por el viento.

Más allá de los resultados técnicos y de la liberación del diseño en formato de código abierto para que cualquiera pueda replicarlo, el verdadero núcleo de este proyecto reside en el valor humano intangible de las experiencias de cooperación internacional. A menudo se piensa en la cooperación como una transferencia de recursos en una sola dirección, pero la realidad de los proyectos sociales es que el beneficio es mutuo y enriquecedor para ambas partes.

Para el estudiante de ingeniería, salir del entorno académico y enfrentarse a restricciones de recursos reales acelera la madurez profesional; enseña a diseñar no para complacer a un software de renderizado, sino para resolver

problemas humanos palpables. Para las organizaciones de acogida, este apoyo técnico supone transferencia tecnológica y herramientas de autogestión que disminuyen la dependencia de equipos costosos, facilitando la creación de infraestructuras esenciales. Este modelo de colaboración, basado en un aprendizaje compartido, demuestra el valor real de la profesión: la ingeniería cumple su función principal cuando simplifica la tecnología para ponerse, de forma práctica, al servicio de las personas.

Este proyecto ha sido posible gracias a las Becas del Centro de Cooperación al Desarrollo de la UPV y al compromiso de los tutores con una ingeniería enfocada en el progreso local mediante tecnologías accesibles. Mi más sincero agradecimiento a Begoña Sáiz Mauleón, César Iribarren Navarro y José Ramón Martínez Batlle por su dedicación.

El trabajo completo puede consultarse en el siguiente enlace: <https://riunet.upv.es/handle/10251/211689>. **Clara Gascón Jiménez** es Graduada en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y Desarrollo de Productos (ETSIADI) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Trabajo de Fin de Grado "Rediseño e impresión 3D de la carcasa estanca del receptor GNSS GA-01 DIY para posicionamiento y navegación cinemática en tiempo real", presentado al Premio MUPITI.

EL INGENIOSO INGENIERO/Pablo Saorín



¡Infórmate!

➔ En tu Colegio
Profesional

➔ [https://cogiti.es/
colegiación](https://cogiti.es/colegiación)

¡COLÉGIATE!

Numerosas Ventajas,
¡Conócelas!

Ventajas de la Colegiación



1. Acceso a la **Bolsa de Empleo de Proempleo Ingenieros**.
2. **Plataforma de Formación del COGITI**.
3. **Acreditación Desarrollo profesional Continuo**.
4. **COGITI ToolBox**: Portal de gestión de licencias software.
5. **Portal de Licitaciones Europeas del COGITI** (<https://cogiti.es/licitaciones>).
6. **Portal La Ley Digital** (Contenidos de interés para la profesión y su ejercicio).
7. **Normativa técnica de UNE**.
8. **Visado de Proyectos, Visado electrónico, Libro de Incidencias Electrónico (LIE) y Libro de Órdenes Electrónico (LOE)**.
9. **Ventanilla única** (<https://cogiti.es/ventanilla-unica>).
10. **Portal de tramitación industrial telemática. Asesoría Jurídica, Técnica, Fiscal y Laboral**.

11. **MUPITI**, (Mutualidad de Previsión Social de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales) **Alternativa al RETA. Seguros de salud y Responsabilidad Civil y Profesional**.
12. **Prestaciones sociales** a través de la Mutualidad.
13. Servicio de **préstamo de equipos técnicos de medida**.
14. **Seguros de accidente y de invalidez**.
15. **Convenios de colaboración** con organizaciones y Convenios de Universidades: fomento de formación y empleo.
16. **Ejercicio Libre, ayudas, asesoramiento y defensa profesional**.
17. **Club COGITI** con descuentos en tecnología, ocio, alimentación, etc.
18. **Cuotas colegiales** reducidas en condiciones particulares y gratuitas para precolegiados.
19. **Ventajas fiscales**.
20. **Acreditación EURO INGENIEROS**, para reconocimiento en la UE.



COGITI
Consejo General de Colegios Oficiales
de Graduados e Ingenieros Técnicos
Industriales de España

SUPERHÉROES: prótesis personalizadas impresas en 3D

Proyecto ganador del I Premio MUPITI “Ingeniería para las personas”, que tiene como finalidad poner en valor el papel de la aplicación de la ingeniería en buscar soluciones para mejorar las condiciones de seguridad y bienestar en las personas particularmente desfavorecidas o en riesgo de exclusión social.

Por Beatriz S. Lueje, Claudia G. Canelo, María González y Ramón Rubio

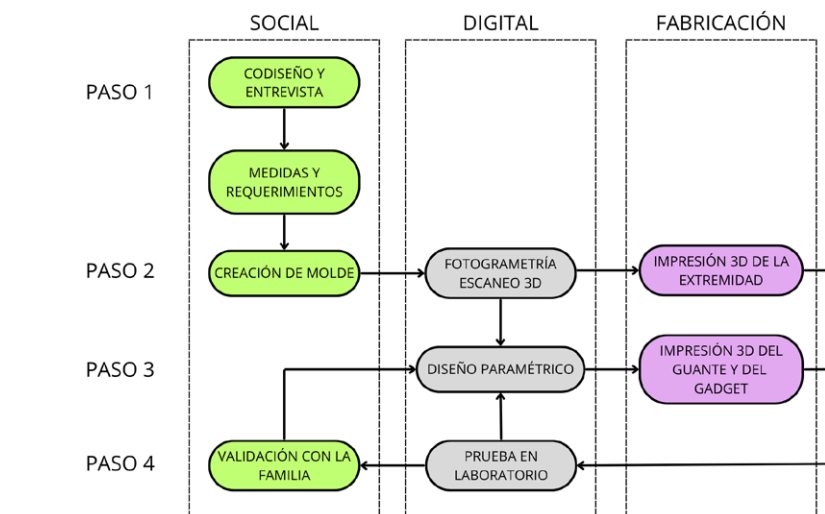
A veces, la ingeniería más efectiva no nace en centros de investigación avanzados, sino como respuesta directa a problemas reales sobre el terreno. La idea de este proyecto no surgió frente a una pantalla en España, sino durante mi estancia en la República Dominicana como cooperante en el Programa de Pequeños Subsidios del PNUD, y en estrecha colaboración con la ONG Guakía Ambiente. Allí descubrí una realidad compleja: organizaciones locales y estudiantes de la Universidad Autónoma de Santo Domingo necesitaban realizar levantamientos topográficos con el fin de proyectar infraestructuras esenciales para el suministro de agua y electricidad en comunidades vulnerables. ¿El problema? Los equipos comerciales de posicionamiento satelital de alta precisión (GNSS-RTK) tienen costes prohibitivos para ellos.

A Sandra le gusta tocar la guitarra, jugar a las cartas y andar en bici. Parecen actividades comunes para una niña de nueve años, pero ella las hace de forma diferente. No se agarra al manillar de la bicicleta con las manos, sino con una prótesis impresa en 3D.

La prótesis que lleva Sandra fue fabricada en MediaLab, un laboratorio de tecnología y diseño de la Universidad de Oviedo. MediaLab está formado en su mayoría por estudiantes en prácticas.

Combinamos la ingeniería con muchas otras disciplinas, siempre buscando un impacto social positivo.

Un ejemplo es el proyecto “Superhéroes”, en el que diseñamos prótesis personalizadas y las imprimimos en 3D, sin ningún coste para los usuarios. Es lo que permite a niños y niñas como Sandra montar en bici o tocar la guitarra. Pero no solo ayudamos a niños. En el proyecto también participan personas adultas, como Pedro, al que estamos



Esquema del procedimiento de trabajo del equipo que lleva a cabo el proyecto “Superhéroes”.

fabricando una prótesis que le ayude a coger la muleta.

El Proyecto

Según la Federación Española de Ortesistas y Protesistas, en España hay más de 4 millones de personas que “dependen de una prótesis, una silla de ruedas o algún otro tipo de ayuda técnica para mantener su autonomía”.

En algunos casos se debe a la agenesia, una condición que provoca que las personas no desarrollen por completo las extremidades. En otros, a enfermedades o accidentes que desembocan en amputaciones.

Normalmente, las personas a las que les falta alguna extremidad recurren a las prótesis que les facilita el sistema sanitario. Pero estas suelen ser pesadas y, aunque no lo parezca, delicadas. Son muchos los niños y niñas que no quieren ponerse las prótesis porque con ellas no pueden jugar. Además, las prótesis pueden llegar a ser muy caras, y cambiarlas a medida que un niño crece supone un coste muy elevado.

Para los adultos también hay complicaciones. No todo el mundo puede cargar con el mismo peso, y para algunas personas resulta muy difícil utilizar sus prótesis para tareas cotidianas, como preparar el desayuno o escribir la lista de la compra. Por otro lado, hay prótesis estéticas que no resultan funcionales. Por ejemplo, pueden tener la apariencia de una mano, pero no estar articuladas ni permitir a la persona que la usa coger objetos.

Es cierto que las prótesis facilitadas por los centros de salud y las prótesis estéticas tienen sus ventajas y cubren muchas necesidades. Pero ¿por qué resignarse a no ser capaz de prepararte tu propio desayuno, o a no jugar en el patio del colegio? “Superhéroes” surge con estas personas en mente, con el objetivo de cubrir sus necesidades con prótesis ligeras y personalizadas, de bajo coste para los fabricantes y gratuitas para los usuarios.

El proyecto empezó su andadura a finales de 2018. El laboratorio Me-



En el proceso de creación del molde se utilizan técnicas de fotogrametría.

diaLab de la Universidad de Oviedo estaba colaborando con el grupo de trabajo "Autofabricantes", del centro cultural MediaLab-Prado de Madrid (a pesar del nombre, los dos centros no guardaban ninguna relación anterior).

En Madrid llevaban a cabo la iniciativa SuperGiz, en la que ya fabricaban prótesis personalizadas con impresión 3D. El equipo de MediaLab prestó su apoyo a la iniciativa y, cuando terminó la colaboración, decidió iniciar el proyecto Superhéroes en la Universidad de Oviedo. Desde el laboratorio en Gijón, Asturias, siguieron fabricando prótesis, esta vez estableciendo una relación más larga con los usuarios. Desde entonces se han diseñado prótesis para 17 familias, de lugares tan distantes como España, México y Camboya.

Actualmente, el proyecto está dirigido por Ramón Rubio y María González, profesores de la Universidad de Oviedo. Actúan como coordinadores y ayudan a los estudiantes, que son quienes diseñan y fabrican las prótesis. Todos aportamos nuestro granito de arena, ya sea desde la ingeniería mecánica, la electrónica, la terapia ocupacional o la enfermería. De nada nos serviría ser unos expertos en diseño 3D si no sabemos a qué músculos puede afectar la prótesis, reforzándolos o atrofiándolos. Lo importante es ayudar a las personas, y la clave para conseguirlo está en esa variedad de puntos de vista, que nos permite diseñar teniendo en cuenta la salud y la comodidad del paciente.

El proceso de diseño

A continuación, se explican las cuatro etapas que se siguen en el proyecto: co-diseño y toma de medidas, creación del molde, diseño e impresión 3D de la prótesis, y validación con la familia.

Etapas 1: co-diseño, entrevista y toma de medidas

Son los propios usuarios quienes se ponen en contacto con MediaLab, llamando por teléfono, escribiendo a través del email o las redes sociales. Nos cuentan cuál es su caso y para qué necesitarían la prótesis, y se concierta una cita en la que puedan visitar nuestro laboratorio, en Gijón (o reunirse online).

El primer paso es hablar con la persona para entender sus necesidades. Para nosotros es muy importante que el usuario esté implicado en el diseño de la prótesis, por eso decimos que se trata

de un proceso de co-diseño, en el que las personas aportan sus ideas y preferencias.

Luego llega el momento de tomar las medidas. Como nuestro objetivo es personalizar las prótesis lo máximo posible, necesitamos que las medidas sean muy fiables. Por eso, en lugar de limitarnos a medir la extremidad, hacemos un molde.

Etapas 2: creación del molde

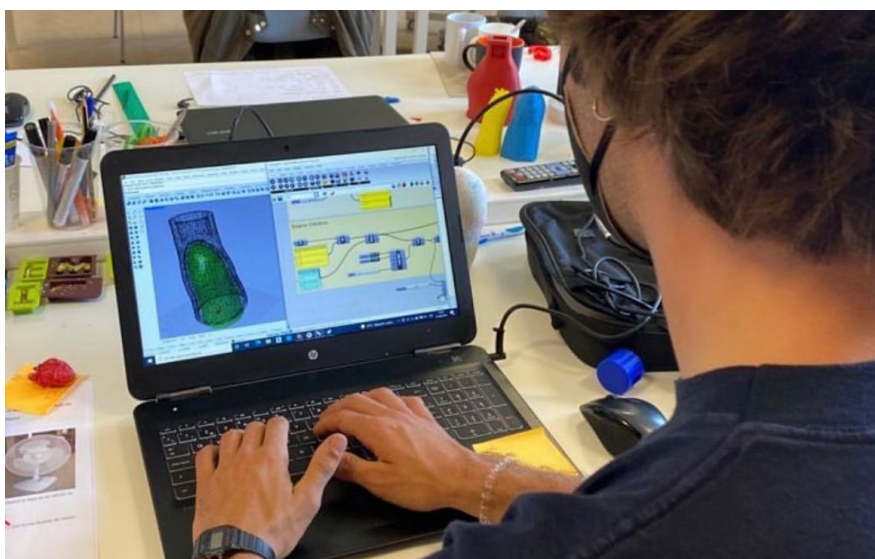
Utilizamos alginato, el material blando que se usa en el dentista para tomar medidas de los dientes. El usuario introduce la extremidad en un recipiente con alginato durante unos minutos. Cuando el alginato está seco, se retira la extremidad, dejando un hueco con su forma que nosotros rellenamos con yeso. De este modo, conseguimos una réplica idéntica a la extremidad de la persona, que nos servirá como referencia.

Aun así, esta réplica no es ideal para trabajar. Al ser de yeso, resulta demasiado frágil. Necesitamos algo más manejable, con lo que los estudiantes puedan hacer pruebas sin miedo a que se rompa. Para solucionar este problema, decidimos imprimir en 3D una "copia" de la réplica, que conseguimos mediante técnicas de fotogrametría.

Primero se pinta la réplica en diferentes colores, para que el software detecte bien su forma y no se refleje la luz en el color blanco del yeso. Luego, se fotografía alrededor de todo el perímetro y se digitaliza. El software Autodesk ReCap genera un modelo tridimensional a partir de las fotos: una malla. Por un lado, se imprime en 3D la malla para tener una copia de la extremidad con la que hacer pruebas. Por otro, se importa la malla al programa en el que se diseñará la prótesis, Rhinoceros 3D.

La fotogrametría puede ser muy cansada para la persona encargada de sacar las fotos. Por eso, los estudiantes hemos fabricado nuestro propio "estudio de fotografía" para evitar esa fatiga. Está compuesto por un trípode, que sirve de sujeción al móvil o cámara, y una base rotativa conectada por bluetooth al dispositivo de fotografía (móvil o cámara). A medida que la base rotativa gira, el dispositivo toma las fotografías hasta que la base completa una vuelta entera. Además, el estudio cuenta con un fondo negro neutro, que elimina elementos externos no deseados.

Aun así, la malla no será perfecta.



Un miembro del equipo del proyecto "Superhéroes" trabaja en el diseño de una prótesis.



El diseño de la prótesis debe respetar el movimiento natural del cuerpo, para que resulte cómoda y funcional.

Antes de imprimirla y trabajar con ella, es necesario mejorarla, borrando imperfecciones y escalando el tamaño hasta llegar a las proporciones adecuadas.

Etapas 3: diseño e impresión 3D

En base a estas medidas, ya podemos ponernos a diseñar. Nuestras prótesis estarán formadas por dos elementos: el guante y los gadgets.

El guante es la parte principal de la prótesis. Es donde se introduce la extremidad, y se adapta perfectamente a ella. También es lo más difícil de diseñar, ya que debe tener una forma orgánica, que imite la del cuerpo de la persona y no limite sus movimientos.

Para conseguir esto, utilizamos un programa de diseño algorítmico que genera el guante automáticamente a partir de la malla. El diseño algorítmico funciona interconectando operaciones gráficas, en las que se trabaja con las mallas introducidas en el programa. Además, define parámetros que podemos modificar en tiempo real. Esto nos facilita adaptar las prótesis a distintas personas y re-adaptarlas a medida que crecen o cambian anatómicamente, agilizando el tiempo de desarrollo del producto.

El guante cuenta con varios enchufes a los que se pueden acoplar distintos gadgets intercambiables: un lápiz, una cuchara, una púa de guitarra... Los gadgets son intercambiables y pueden servir para varias personas distintas.

Son piezas simples, con geometrías básicas o formas primitivas (prismas, esferas, cilindros...). En nuestro caso, las diseñamos con Autodesk Inventor,

que nos permite modelarlas en 3D rápidamente.

Una vez que hemos diseñado el guante y los gadgets, llega el momento de imprimirlos en 3D. La impresión 3D es un proceso de fabricación aditiva: el modelo digital se divide en capas (en nuestro caso, de 0.2 mm de espesor), y la impresora va depositando el material siguiendo la forma de esas capas, hasta fabricar la pieza completa.

Los gadgets se imprimen en PLA (Polylactic Acid), un plástico biodegradable y rígido, que aporta estabilidad estructural. El guante, sin embargo, se imprime en TPU (Thermoplastic Polyurethane), que es más flexible, cómodo para la extremidad, y resiste bien el desgaste y las deformaciones. Además, se puede modificar la rigidez de los diseños jugando con el relleno de material y el espesor de la pared.

Cuando ya tenemos todo impreso, necesitamos retirar las piezas de los soportes de impresión. Después, lijamos la superficie para evitar defectos que puedan dañar al usuario. Y ya solo nos queda el montaje de la prótesis, en el que ensamblamos manualmente los componentes. Para que los materiales no hagan daño a la piel, cubrimos el interior del guante con material EVA (etilvinilacetato) de uso quirúrgico, que se utiliza también en centros sanitarios. Y, por último, incorporamos elementos de sujeción como velcros o tornillos.

Etapas 4: validación con la familia

El último paso es que los usuarios prueben las prótesis, para comprobar si están cómodos y si los gadgets cumplen

bien su función. También nos aseguramos de que el diseño respete el movimiento natural del cuerpo, y re-adaptamos lo que sea necesario para que la prótesis resulte cómoda y funcional.

Si las familias viven lejos de Gijón, les enviamos las prótesis a casa para que las prueben. Y siempre podemos acompañar el paquete de dibujos de unicornios o pegatinas, justamente, de "superhéroes".

Formación de los estudiantes

En este proyecto hay algo que va más allá de las medidas y la impresión 3D: la formación de los estudiantes que lo llevamos a cabo. Diseñamos las prótesis y los gadgets, hacemos pruebas de resistencia de materiales y fabricamos las prótesis. Aprendemos a trabajar en equipo con personas de otras disciplinas y ganamos experiencia real. Y sí, claro, aprendemos sobre ingeniería. Pero también aprendemos a hablar con la gente, a empatizar con personas en situaciones difíciles. A hablar con niños y personas mayores, teniendo en cuenta sus preferencias en el proceso de diseño. Porque el objetivo de "Superhéroes" es siempre ayudar a las personas como mejor sabemos.

Hace unos meses, en algún lugar de México, Sandra, de nueve años, estaba abriendo un paquete con pegatinas de superhéroes. Nunca antes había montado en bicicleta. Ahora, desde los vídeos que nos envía su familia, Sandra nos cuenta que le encanta ir en bici, jugar a las cartas y tocar la guitarra. Como a muchas otras niñas de nueve años. Sí, justo como a ellas.

Las personas mencionadas en el texto y las situaciones descritas son casos reales, pero se ha modificado el nombre y edad de los usuarios de Superhéroes para proteger su identidad y privacidad.

Beatriz S. Lueje es comunicadora científica y responsable de divulgación de MediaLab; **Claudia G. Canelo** es estudiante de ingeniería mecánica y coordinadora del proyecto Superhéroes; **María González** es profesora de enfermería en la Universidad de Oviedo y subdirectora del área de Cuidados de MediaLab, y **Ramón Rubio** es profesor de ingeniería en la Universidad de Oviedo y director de la Cátedra MediaLab. E-mail: medialab@uniovi.es. Tel. 985 18 24 90.

Altegra Limited: tecnología adaptativa para redefinir la interacción entre las personas y los dispositivos

Proyecto finalista del I Premio MUPITI “Ingeniería para las personas”.

La tecnología ha evolucionado de forma extraordinaria durante las últimas décadas. Sin embargo, gran parte de los sistemas digitales actuales continúan compartiendo una misma filosofía de diseño: son las personas quienes deben adaptarse a la tecnología. En Altegra Limited trabajamos precisamente sobre la idea contraria. Nuestro objetivo es desarrollar sistemas tecnológicos capaces de adaptarse a cada usuario, independientemente de sus capacidades físicas, cognitivas o de interacción.

**Sergio Sabater Ruiz y
Nerea Panadero Alfonso**

Altegra nace como un proyecto impulsado por jóvenes ingenieros de la Universitat de València con el propósito de crear soluciones accesibles que no solo mejoren la inclusión, sino también la eficiencia y la experiencia de uso de la tecnología en el día a día. Desde el inicio, el proyecto ha buscado combinar ingeniería, inteligencia artificial y accesibilidad bajo una misma visión: construir una interacción más humana entre las personas y los dispositivos digitales.

El proyecto se estructura alrededor de dos desarrollos principales: C.A.T. (Cognitive Assistive Trackpad) y CATY, un sistema de inteligencia adaptativa diseñado para acompañar al usuario de forma personalizada.

C.A.T. es un sistema de interacción adaptativa que combina reconocimiento gestual, software inteligente e inteligencia artificial para permitir que cada persona configure su propia forma de interactuar con un ordenador o dispositivo digital. El sistema transforma gestos personalizados en acciones reales sobre el sistema operativo, adaptándose a las necesidades específicas de cada usuario.

Este enfoque abre nuevas posibilidades para personas con discapacidad motora, visual o con dificultades de interacción tradicionales, pero también para usuarios que buscan una relación más rápida, intuitiva y natural con la tecnología. La filosofía detrás de C.A.T. no consiste únicamente en sustituir herramientas existentes, sino en replantear cómo deberían diseñarse los sistemas de interacción del futuro.

Por otro lado, CATY representa la capa de inteligencia adaptativa del ecosistema. Se trata de un asistente dise-

ñado para comprender cómo interactúa cada persona con la tecnología y adaptarse progresivamente a sus hábitos, necesidades y contexto de uso. Frente a los asistentes tradicionales basados únicamente en comandos fijos o respuestas estandarizadas, CATY busca construir una interacción más contextual, personalizada y accesible.

La combinación entre C.A.T. y CATY permite crear un entorno tecnológico capaz no solo de ejecutar acciones adaptadas, sino también de comprender progresivamente a la persona que utiliza el sistema. Nuestro objetivo es avanzar hacia una relación más natural entre usuarios y tecnología, donde sea el sistema quien aprenda del usuario y no al revés.

Uno de los aspectos diferenciales de Altegra es que la accesibilidad no se plantea como una característica añadida al final del desarrollo, sino como el núcleo desde el que se diseña toda la experiencia tecnológica. Este enfoque de “accesibilidad desde el origen” nos ha permitido comprobar que muchas soluciones pensadas inicialmente para mejorar la inclusión terminan beneficiando a todos los usuarios.

A lo largo del desarrollo del proyecto también hemos explorado aplicaciones relacionadas con la ciberseguridad accesible, la interacción multimodal y los entornos digitales adaptativos. Entre algunas líneas futuras se encuentran sistemas de navegación segura mediante inteligencia artificial, control gestual personalizado y herramientas que permitan reducir barreras tecnológicas en ámbitos profesionales y educativos.

Actualmente, Altegra se encuentra en fase de desarrollo y validación de prototipos, habiendo sido reconocido en

diferentes programas de innovación y emprendimiento tecnológico relacionados con accesibilidad, inteligencia artificial y ciberseguridad. Entre ellos destacan iniciativas impulsadas por Startup Valencia, INCIBE, UVemprén y la Universitat de València, además de distintos reconocimientos obtenidos en competiciones de innovación y emprendimiento tecnológico.

Más allá del componente técnico, el proyecto busca lanzar una reflexión sobre cómo debería evolucionar la relación entre las personas y la tecnología en los próximos años. En un contexto cada vez más digitalizado, creemos que la innovación no debe consistir únicamente en desarrollar sistemas más avanzados, sino en construir tecnologías capaces de comprender mejor a las personas y adaptarse realmente a ellas.

Porque cuando la tecnología se adapta al ser humano, no solo se mejora la accesibilidad: se transforma completamente la experiencia de interacción.

Altegra Limited es una startup tecnológica fundada por los estudiantes de la Universitat de València Sergio Sabater Ruiz y Nerea Panadero Alfonso.



Altegra Limited

Proyecto Nitro D-Cell: Una nueva vía para producir hidrógeno verde consumiendo menos energía y valorizando nitrocomponentes

El consorcio de empresas constituido por GFM, HFC e IMDEA Energía ha completado las tres primeras fases del proyecto Nitro D-Cell, demostrando que la incorporación de derivados nitrogenados como electrolito en celdas electroquímicas permite incrementar la producción de hidrógeno y reducir significativamente el consumo energético respecto a la electrólisis alcalina convencional. Los resultados abren una vía prometedora hacia sistemas electrolizadores de mayor eficiencia para la producción de hidrógeno verde.

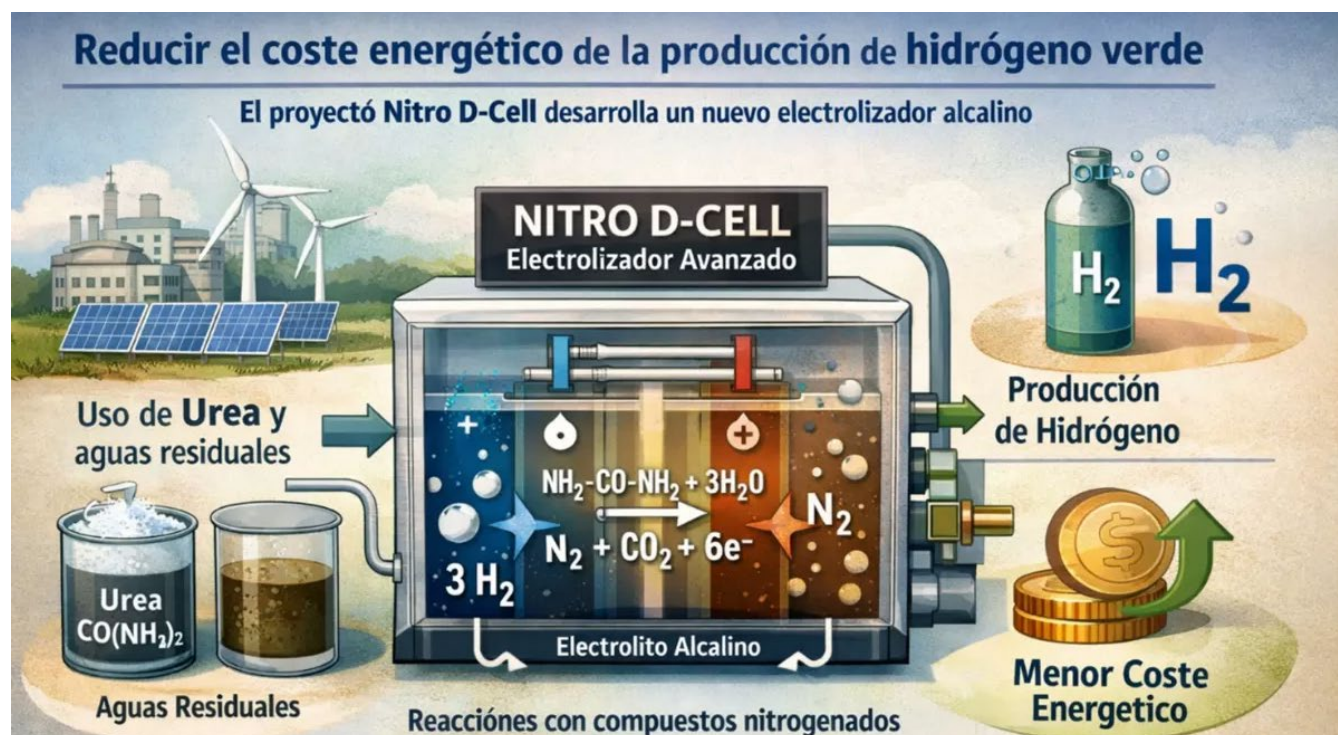


Imagen cedida por los autores del artículo.

Contexto y motivación

La producción de hidrógeno verde mediante electrólisis alcalina se enfrenta a un reto fundamental: el elevado consumo energético que encarece su competitividad frente al hidrógeno de origen fósil.

En este contexto surge el proyecto Nitro D-Cell, una iniciativa orientada al desarrollo de una nueva generación de electrolizadores capaces de producir hidrógeno mientras valorizan compuestos nitrogenados presentes en corrientes líquidas industriales. La propuesta tecnológica se basa en sustituir parcialmente la reacción convencional de oxidación

del agua por la electrooxidación de derivados nitrogenados, una estrategia que permite reducir significativamente los requerimientos energéticos del proceso y aumentar simultáneamente la producción de hidrógeno.

PT1 | Materiales activos para el ánodo: electrooxidación de derivados nitrogenados

El primer paquete de trabajo se centró en la identificación y caracterización de los materiales activos más adecuados para la reacción de oxidación en el electrodo positivo de la celda. El ánodo es la pie-

Autores: Victor Dato (GFM Fotovoltaica), Sergio Luján (GFM Fotovoltaica), Jesús Martín-Borja (GFM Fotovoltaica), Francisco Fueyo-González (HFC), María Cuartero-González (Instituto IMDEA Energía), Javier R. Guerrero (Instituto IMDEA Energía), Julio Lado (Instituto IMDEA Energía), Enrique García-Quismondo (Instituto IMDEA Energía), Jesús Palma (Instituto IMDEA Energía).

PROYECTO: Nitro D-Cell.

TECNOLOGÍA: Electrólisis alcalina con electrolitos ricos en nitroderivados.

ESTRUCTURA: 4 paquetes de trabajo (PT1-PT4).

OBJETIVO: Mayor producción de H_2 y menor consumo energético frente a la electrólisis alcalina convencional.

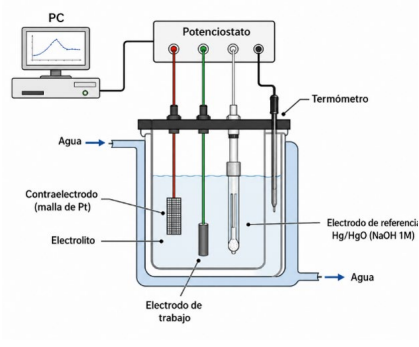


Figura 1. Esquema de la celda de 3 electrodos utilizada en los ensayos del paquete de trabajo 1.

za clave del concepto Nitro D-Cell: es en este electrodo donde se produce la electrooxidación de los nitroderivados presentes en el electrolito, reacción que sustituye la evolución de oxígeno convencional y permite operar a potenciales significativamente menores.

La metodología empleada se basó en la preparación de distintos materiales activos basados en níquel en forma de tinta electroquímica, depositados sobre electrodos de carbono vitreo. La evaluación del comportamiento electroquímico se llevó a cabo en configuración de celda de tres electrodos, tal y como se muestra en el esquema de la figura 1, lo que permitió aislar y cuantificar con precisión la respuesta de cada formulación frente a los nitroderivados presentes en el electrolito.

Tras el análisis comparativo de la actividad catalítica, la estabilidad y la selectividad de los distintos candidatos, se seleccionaron dos materiales soporte como los más prometedores para su integración en etapas posteriores del proyecto:

El NiOOH (oxihidróxido de níquel) entre otros emergieron como los materiales de mayor actividad catalítica en la oxidación de nitroderivados, combinando una buena conductividad electrónica con una elevada estabilidad en medio alcalino.

PT2 | Materiales para la producción de hidrógeno en el cátodo

El segundo paquete de trabajo abordó el desarrollo del electrodo catódico, responsable de la reacción de reducción del agua y, por tanto, de la generación de hidrógeno. Los requisitos que deben cumplir los electrodos negativos son principalmente alta resistencia a la corrosión, buena conductividad eléctrica, gran área activa e integridad estructural. El desafío en este caso reside en encontrar materiales que mantengan alta actividad hacia la reacción de evolución de hidrógeno

RESULTADO CLAVE: Materiales anódicos seleccionados: NiOOH depositados sobre carbono vitreo (figura 2).



Figura 2. Deposición de tinta de material activo sobre la superficie activa de un electrodo de carbono vitreo.

(HER) en condiciones de alcalinidad extrema, características del electrolito nitrogenado empleado en el proyecto.

Se evaluaron mediante ensayos en celda de tres electrodos diversas aleaciones con tolerancia contrastada a ambientes alcalinos severos, entre ellas acero inoxidable, níquel y elimbar (aleación de hierro-níquel de baja expansión térmica). A continuación, se investigó el efecto del recubrimiento superficial con capas de óxidos metálicos nanoporosos (Figura 3),

con el objetivo de mejorar la estabilidad de los sustratos frente a la corrosión en medio alcalino y, simultáneamente, modificar su respuesta electroquímica.

La presencia de una arquitectura porosa proporciona una superficie protectora de elevada área específica y genera puntos preferentes de nucleación para la formación y desprendimiento de burbujas de gas, favoreciendo así la operación del electrodo durante las reacciones electroquímicas.



Figura 3. Esquema sobre los recubrimientos ensayados en el paquete de trabajo 2 para mejorar la efectividad de la producción de hidrógeno en el cátodo.

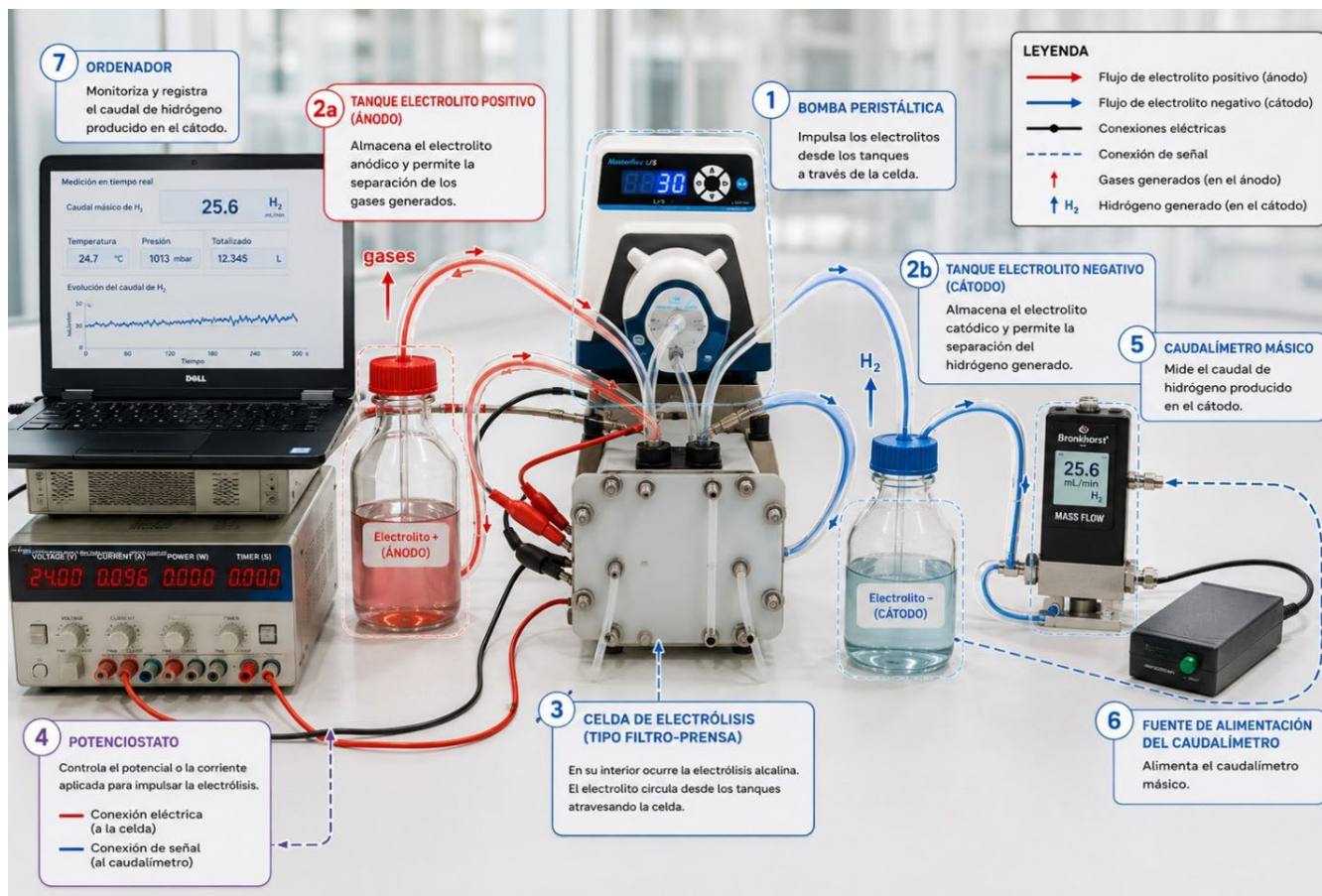


Figura 4. Prototipo de sistema de electrólisis Nitro D-Cell donde se desarrollaron los ensayos del paquete de trabajo 3.

Los ensayos comparativos pusieron de manifiesto diferencias significativas entre los sistemas evaluados, tanto en densidad de corriente de intercambio como en sobrepotencial de la HER:

El acero inoxidable recubierto mostró el mejor compromiso entre actividad catalítica, estabilidad química y escalabilidad, posicionándose como el material catódico de referencia del proyecto.

RESULTADO CLAVE: Material catódico seleccionado: acero inoxidable con recubrimiento

PT3 | Desarrollo y validación del prototipo de celda

Con los materiales de ánodo y cátodo definidos en las fases anteriores del proyecto, el tercer paquete de trabajo afrontó la integración de dichos materiales en un prototipo de celda funcional. Este paso supone el salto desde los ensayos en celda de tres electrodos —configuración de laboratorio ideal para el estudio fundamental— hacia un dispositivo electroquímico completo, como el que se muestra en la figura 4, en el que ambos electrodos

interactúan en condiciones más próximas a las de una aplicación real.

Uno de los retos más relevantes de esta etapa fue la selección del material soporte estructural sobre el que depositar las tintas de materiales activos. Se evaluaron tres tipologías de soporte ampliamente empleadas en electrólisis: fieltros de grafito, carbon paper y espumas de níquel. Sobre cada uno de ellos se depositaron partículas de los materiales activos basados en níquel previamente identificados, y se procedió a su caracterización completa en celda.

Los resultados obtenidos permitieron establecer una jerarquía clara tanto en la selección del soporte como en la combinación de electrodos óptima:

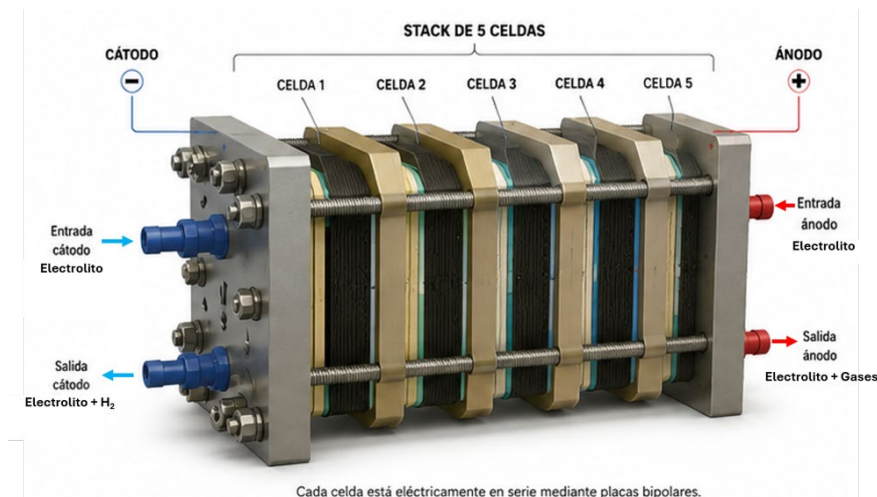
El fieltro de grafito demostró ser el soporte estructural con mejores prestaciones en términos de conductividad, porosidad y compatibilidad con las tintas electroquímicas desarrolladas en PT1. La combinación de un ánodo de fieltro de grafito impregnado con tinta de NiOOH y un cátodo de acero inoxidable recubierto proporcionó la mayor producción de hidrógeno con el menor consumo energético de entre to-

RESULTADO CLAVE: Configuración óptima de celda: ánodo de fieltro de grafito + tinta NiOOH / cátodo de acero inoxidable + material nanoporoso nanoporoso.

PT4 | Escalado: construcción del stack de 5 celdas (en curso)

El cuarto y último paquete de trabajo tiene como objetivo demostrar la viabilidad del concepto Nitro D-Cell a mayor escala, superando el nivel de celda individual para alcanzar el de un stack electrolizador. Se trata de la fase de mayor complejidad ingenieril del proyecto, ya que el escalado de sistemas electroquímicos conlleva retos específicos que no se manifiestan en ensayos a escala de laboratorio: gestión de fluidos, distribución de corriente homogénea, estanqueidad de los ensamblajes, uniformidad de los materiales y reproducibilidad de los recubrimientos.

Antes de probar los electrodos del paquete del trabajo 3 en el stack que se está diseñando y construyendo, se realiza una fase de escalado intermedio para estudiar el impacto de la escalabilidad del sistema.



Cada celda está eléctricamente en serie mediante placas bipolares.

Figura 5. Esquema del stack de 5 celdas que se está desarrollando en el paquete de trabajo 4.

Para ello se usa la instalación que aparece en la figura 6.

Actualmente, el equipo se encuentra en proceso de construcción de un stack de cinco celdas (Figura 5) destinado a ser probado en un entorno controlado. La fase de pruebas del stack permitirá validar los resultados obtenidos en las etapas anteriores, identificar los efectos emergentes propios del escalado y sentar las bases para el diseño de sistemas de mayor capacidad en el futuro.

Estado actual: en construcción. Stack de 5 celdas previsto para validación en ambiente controlado.

Conclusiones y perspectivas

El proyecto Nitro D-Cell ha demostrado, a lo largo de sus primeras tres fases, la coherencia y robustez del concepto electroquímico que le da nombre. La elección de derivados nitrogenados como componente funcional del electrolito ha permitido reconfigurar la reacción anódica del electrolizador, reduciendo el potencial de celda requerido y, con ello, el coste energético asociado a la producción de hidrógeno. Los materiales identificados —NiOOH y ferrocianuro de níquel en el ánodo; acero inoxidable con materiales na-

noporosos en el cátodo, ambos sobre soporte de fieltro de grafito— ofrecen una combinación de actividad catalítica, estabilidad química y facilidad de fabricación adecuada para su integración en prototipos de mayor escala.

La culminación del PT4, con la validación del stack de cinco celdas, será determinante para evaluar el potencial de transferencia tecnológica de la solución desarrollada. Si los resultados a escala de stack confirman las prestaciones observadas a nivel de celda individual, el concepto Nitro D-Cell podría constituir una aportación relevante al ecosistema tecnológico del hidrógeno verde, especialmente en contextos donde la disponibilidad de corrientes ricas en nitroderivados —como efluentes industriales o aguas residuales— permita integrar la funcionalidad del electrolito en la propia lógica de proceso.

Financiación del proyecto

El proyecto ha sido acogido dentro del Programa de incentivos 4: retos de investigación básica-fundamental de IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU.

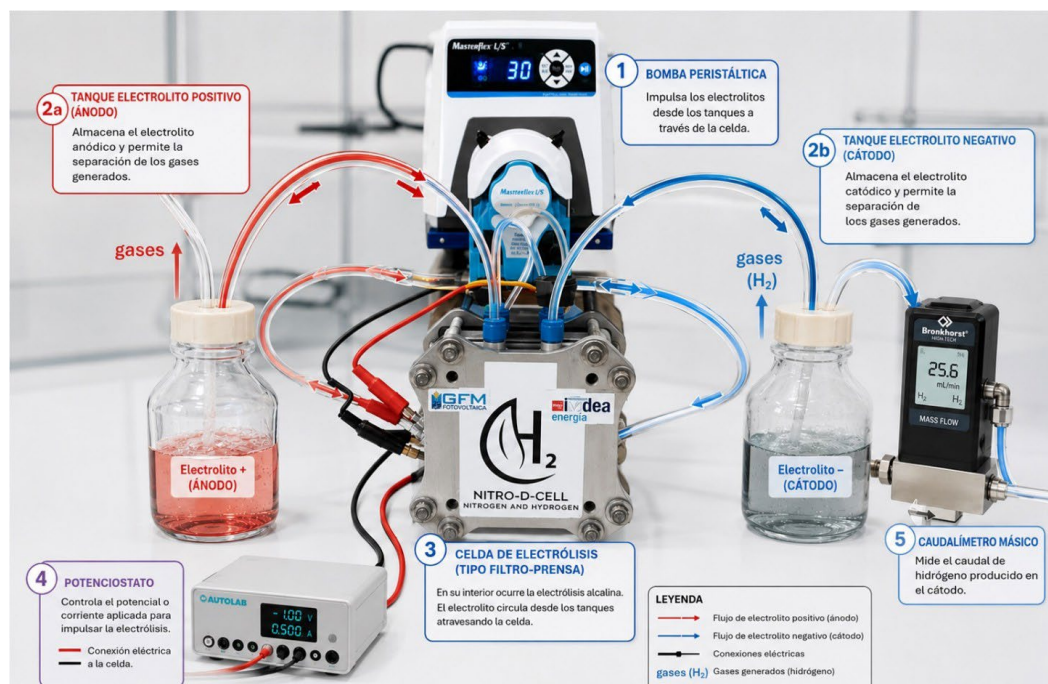


Figura 6. Prototipo de sistema de electrólisis Nitro D-Cell donde se desarrollaron los ensayos del paquete de trabajo 4.



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



IDAE
Instituto para la Diversificación
y Ahorro de la Energía

Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Beatriz Malagón Picón

Directora de la Fábrica de Cementos Portland Valderrivas de Mataporquera (Cantabria)

“Liderar no consiste en tener todas las respuestas, sino en crear las condiciones para que el equipo pueda encontrarlas y actuar con seguridad”

Mónica Ramírez

Doctora en Ingeniería de Minas, directora de la Fábrica de Cementos Portland Valderrivas de Mataporquera y con más de 25 años de experiencia en la industria y la construcción, Beatriz Malagón Picón representa una trayectoria en la que confluyen la gestión industrial, la investigación aplicada y la docencia universitaria. Desde una visión profundamente ligada a la realidad de la planta, pero también abierta a la innovación, la sostenibilidad y la colaboración europea, analiza en esta entrevista los grandes retos del sector cementero: la descarbonización, la economía circular, la digitalización, el papel de la inteligencia artificial y la necesidad de atraer más talento, especialmente femenino, hacia las disciplinas STEM.

Beatriz Malagón forma parte del elenco de las profesionales que han sido elegidas para participar en la iniciativa «Mujeres ingenieras de éxito y su impacto en el desarrollo industrial», el programa que hace varios años puso en marcha la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAIITIE), y que incluye la exposición itinerante «Mujeres ingenieras de éxito», que recorre los distintos Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España.

Conversamos con ella sobre industria, sostenibilidad y futuro, pero también sobre liderazgo, vocación y compromiso con una ingeniería capaz de transformar su entorno.

¿Qué le atrajo inicialmente de la Ingeniería de Minas?

Mi llegada a la Ingeniería de Minas no fue completamente lineal, y quizá por eso la valoro tanto. Comencé estudiando otra carrera, pero las circunstancias económicas familiares me llevaron a replantear el camino y finalmente cursé la carrera técnica de Ingeniería de Minas en la Escuela Politécnica de Torrelavega. Lo que podía



Beatriz Malagón Picón

“Mi principal reto es seguir contribuyendo a la transformación de una industria esencial para que sea cada vez más eficiente, circular y baja en carbono”

parecer una renuncia terminó siendo una oportunidad decisiva.

Descubrí una ingeniería extraordinariamente amplia, capaz de unir geología, energía, materiales, procesos industriales, obra civil, seguridad, economía y medio ambiente. Esa variedad encajaba muy bien con mi curiosidad y con mi necesidad de seguir aprendiendo. De hecho, más adelante completé la carrera superior en la Universidad de León y me decidí a compatibilizar la realización del doctorado en la Universidad de Oviedo con el desempeño profesional, y fue todo un éxito porque culminó con el premio Cátedra Hunosa por la Tesis, un galardón inespe-

rado, pero que me trajo confianza en mí misma y en mi manera de hacer las cosas.

Su trayectoria combina industria, investigación y docencia. ¿Cómo se integran estas tres facetas profesionales?

Para mí no son compartimentos separados, sino tres vasos comunicantes. La industria plantea problemas reales, con restricciones técnicas, económicas, ambientales y humanas. La investigación permite formular preguntas y buscar soluciones que todavía no existen o necesitan madurar. La docencia obliga a ordenar el conocimiento, explicarlo con claridad y someterlo continuamente a la actualización de contenidos.

En clase intento relacionar los conceptos con experiencias profesionales, porque una vivencia o un relato real ayudan a fijar mejor el aprendizaje. Al mismo tiempo, el contacto con los demás profesores y el área de investigación mantiene viva la creatividad, la curiosidad y la necesidad de innovar para crear nuevas líneas de estudio, participar con proyectos en convocatorias de financiación externa, publicar artículos, etc. Esta combinación me permite moverme entre el presente de una planta industrial, la construcción del desarrollo tecnológico futuro y la responsabilidad de formar a quienes gestionarán los retos del futuro.

Tras más de 25 años de experiencia, ¿qué transformaciones destacaría en el sector?

La transformación ha sido profunda. Cuando empecé, la eficiencia productiva y económica ocupaba casi todo el foco. Hoy siguen siendo esenciales, pero conviven con mayores exigencias en seguridad, sostenibilidad y relación con el territorio. La economía circular ha pasado de ser una línea innovadora a convertirse en una estrategia central. También ha cambiado la manera de entender la energía, las materias primas y los efectos ambientales.

Ya no basta con producir bien; hay que hacerlo utilizando menos recursos, reduciendo la huella de carbono y demostrando que la actividad industrial aporta valor a la comunidad donde se desarrolla. A ello se suman el avance exponencial de la automatización y el análisis de datos que nos enfocan y nos ayudan a gestionar una la creciente incertidumbre energética y geopolítica. El sector es ahora más complejo, pero ofrece una oportunidad apasionante para reinventar la industria sin renunciar a su competitividad.

¿Cómo es liderar una planta industrial como la de Mataporquera?

Es una responsabilidad intensa y muy concreta. Una fábrica nunca es una abstracción: está formada por personas, equipos, turnos, inversiones, averías, decisiones urgentes y objetivos a largo plazo. Asumí la dirección de Mataporquera poco antes del confinamiento, así que el inicio estuvo marcado por una situación excepcional que obligó a aplicar medidas rápidas, a aprender deprisa de los errores y a revisar muchos conceptos que hasta ese momento eran certezas. Aquella experiencia reforzó mi convicción de que liderar no consiste en tener todas las respuestas, sino en crear las condiciones para que el equipo pueda encontrarlas y actuar con seguridad. Hay que priorizar los problemas a resolver, pero es clave saber escuchar para generar las decisiones más acertadas, y sobre todo, mantener la calma cuando la realidad cambia. Lo más

"Hay que priorizar los problemas a resolver, pero es clave saber escuchar para generar las decisiones más acertadas, y, sobre todo, mantener la calma cuando la realidad cambia. Lo más valioso viene después, cuando una mejora técnica, organizativa o ambiental se convierte en un resultado positivo fruto del conocimiento compartido"

valioso viene después, cuando una mejora técnica, organizativa o ambiental se convierte en un resultado positivo fruto del conocimiento compartido.

La descarbonización es el gran reto del sector cementero. ¿Cómo se está abordando?

La fabricación de cemento presenta una dificultad particular, porque una parte importante de sus emisiones procede de la necesaria transformación química de la propia caliza. Por eso no existe una solución mágica para reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera, que es el principal efecto ambiental de este sector. Es necesario actuar simultáneamente priorizando la sustitución de combustibles fósiles por biomasa y por combustibles derivados de residuos, el uso de materias primas secundarias ya descarbonatadas o la reducción del factor "clinker" en los cementos que se comercializan.

No menos importante es la reducción de los consumos energéticos o el uso de un mayor porcentaje de energía renovable. Aun así, para conseguir eliminar las emisiones de proceso es imprescindible avanzar en tecnologías de captura, utilización y almacenamiento de CO₂. En este sentido, la fábrica de Mataporquera lleva años participando en proyectos de estudio de estas tecnologías, colaborando con universidades y centros tecnológicos. Actualmente se encuentra inmersa en el desarrollo de una planta piloto, en un proyecto Europeo: CAPTUS, para transformar el CO₂ en ácido fórmico, un producto comercializable que tiene numerosas aplicaciones. Sin embargo, la escalabilidad de este tipo de actuaciones requiere inversión a nivel empresarial y territorial, además de estabilidad regulatoria y una política industrial clara que evite trasladar la producción y las emisiones fuera de Europa.

¿Qué papel jugarán la digitalización y la inteligencia artificial?

Tendrán un papel decisivo, especialmente en instalaciones complejas, continuas y con gran cantidad de variables. La digitalización permite disponer de información fiable en tiempo real, integrar datos antes dispersos y comprender mejor el proceso. En nuestras fábricas ya se cuenta con sistemas de control automático y con sistemas expertos de toma de decisiones en la operación de los procesos más importantes y complejos de la instalación. Nos ayuda a anticipar averías, optimizar consumos, estabilizar la calidad

"La transformación ha sido profunda. Cuando empecé, la eficiencia productiva y económica ocupaba casi todo el foco. Hoy siguen siendo esenciales, pero conviven con mayores exigencias en seguridad, sostenibilidad y relación con el territorio. La economía circular ha pasado de ser una línea innovadora a convertirse en una estrategia central"

y detectar desviaciones antes de que se conviertan en problemas. Sin embargo, no deberíamos pensar en la Inteligencia artificial como un sustituto del conocimiento profesional. Un algoritmo puede identificar patrones, pero necesita datos de calidad, objetivos bien definidos y personas capaces de interpretar sus resultados. El verdadero avance llegará al combinar estas herramientas con la experiencia de quienes conocen la planta, el pensamiento crítico y una toma de decisiones responsable.

¿Qué oportunidades ofrecen los proyectos europeos en los que participa?

Los proyectos europeos permiten abordar desafíos que difícilmente podría resolver una empresa o un centro de investigación de manera aislada. Reúnen industria, universidades, centros tecnológicos y especialistas de varios países, y crean un espacio donde una idea puede avanzar desde el laboratorio hasta una demostración industrial. Mi experiencia como evaluadora y asesora de programas europeos me ha permitido observar la capacidad de innovación que surge cuando se comparten conocimientos y riesgos. En proyectos como CAPTUS o BIORECO2VER se estudian vías para capturar y transformar el CO₂ procedente de hornos en nuevos productos mediante procesos electroquímicos o biotecnológicos. Además de financiación, aportan redes de colaboración, visión internacional y una disciplina muy útil para convertir la investigación en

"Los proyectos europeos permiten abordar desafíos que difícilmente podría resolver una empresa o un centro de investigación de manera aislada. Reúnen industria, universidades, centros tecnológicos y especialistas de varios países, y crean un espacio donde una idea puede avanzar desde el laboratorio hasta una demostración industrial"

soluciones escalables, seguras y competitivas.

Durante mucho tiempo se pensó que los recursos eran ilimitados. ¿Cuál es la realidad actual?

Vivimos en un planeta finito y el crecimiento material no puede apoyarse indefinidamente en extraer, consumir y desechar. Esto no significa que la minería vaya a desaparecer. La transición energética y digital necesita minerales, metales y materiales estratégicos. La cuestión es cómo obtenerlos, utilizarlos y recuperarlos con criterios ambientales y sociales mucho más exigentes. Debemos mejorar la eficiencia, prolongar la vida útil de los productos y, sobre todo, diseñarlos para su reparación y reciclaje con el objetivo de reincorporarlos de nuevo a los procesos productivos. Pero la circularidad tampoco cubre por sí sola toda la demanda, por lo que seguirá siendo necesaria una minería responsable. El reto es equilibrar necesidades presentes y futuras, evitar trasladar los impactos a otros territorios y asumir que cada recurso tiene un coste energético y ambiental.

En la actualidad, existe una brecha de género en el ámbito STEM (acrónimo de Science, Technology, Engineering, and Mathematics). ¿Cómo la valora?

Es preocupante porque no solo afecta a las oportunidades profesionales de las mujeres, sino también a la manera en que se diseña el futuro. La tecnología, la inteligencia artificial, la energía o las infraestructuras condicionan nuestra vida

cotidiana. Si quienes toman decisiones en esos ámbitos representan solo una parte de la sociedad, aumenta el riesgo de introducir sesgos y de ignorar necesidades relevantes. El problema empieza muy pronto, cuando muchas niñas asocian la ciencia o la ingeniería con capacidades supuestamente masculinas y dejan de imaginarse en esos espacios antes de conocerlos. No se trata de dirigir las hacia una carrera concreta, sino de impedir que se autoexcluyan por estereotipos. Necesitamos equipos diversos porque amplían las preguntas, enriquecen las soluciones y hacen que la innovación sea más representativa.

¿Cómo se pueden fomentar las vocaciones STEM?

Hay que actuar antes de que los estereotipos se conviertan en límites interiores. Es fundamental mostrar referentes femeninos cercanos y diversos, no solo figuras extraordinarias que puedan parecer inalcanzables. También funciona aprender haciendo: visitar laboratorios y fábricas, participar en retos científicos, programar, construir y experimentar. La mentoría resulta especialmente valiosa en los momentos de decisión y al comienzo de la vida profesional, porque ofrece orientación, confianza y una red de apoyo. También debemos cuidar el lenguaje, las expectativas familiares y la formación del profesorado. Una vocación rara vez aparece de la nada; suele nacer cuando alguien abre una puerta y transmite: este lugar también puede ser para ti.

La minería y la industria pesada siguen teniendo una baja presencia femenina en puestos técnicos y directivos. ¿Cómo ha sido su experiencia personal en este ámbito?

En términos generales ha sido positiva y he podido desarrollar mi carrera en puestos muy diversos. También he vivido algún comentario fuera de lugar y momentos en los que sentía que debía demostrar más o, incluso, que mis logros se debían a la suerte, no a mi esfuerzo. Con el tiempo comprendí que parte de esa sensación respondía al síndrome del impostor, frecuente en personas exigentes y especialmente se manifiesta en mujeres.

Trabajar la autoconfianza fue esencial para reconocer mi esfuerzo, aceptar los errores sin convertirlos en una sentencia y ocupar el espacio profesional con naturalidad. La primera persona que debe creer en su legitimidad es una misma,

aunque la igualdad no puede descansar solo sobre la fortaleza individual. Las organizaciones deben revisar sesgos, facilitar oportunidades reales y construir entornos donde nadie tenga que renunciar a parte de sí mismo para encajar.

¿Qué mensaje trasladaría a las jóvenes que están pensando en estudiar ingeniería?

Les diría que la ingeniería no está reservada a quienes encajan en un estereotipo. No hace falta sentirse un genio de las matemáticas ni tener decidido a los diecisiete años el resto de la vida. Hace falta curiosidad, constancia, capacidad para preguntar y disposición para aprender. Una ingeniería abre caminos muy distintos: industria, energía, medio ambiente, investigación, gestión, diseño, digitalización o cooperación internacional. También permite participar directamente en la solución de problemas importantes, desde el cambio climático hasta la movilidad o el acceso a recursos. Habrá etapas exigentes, pero no se debe interpretar una dificultad como una señal de que no es nuestro camino. Me parece fundamental buscar apoyo en el entorno y referentes cercanos, muchas personas están dispuestas a realizar mentorías o sesiones de asesoramiento con la única recompensa de ver la ilusión y la motivación en los ojos de las nuevas generaciones.

Por último, ¿cuáles son sus próximos retos profesionales?

Mi principal reto es seguir contribuyendo a la transformación de una industria esencial para que sea cada vez más eficiente, circular y baja en carbono. Eso implica avanzar en la sustitución de recursos fósiles y materias primas naturales, incorporar nuevas tecnologías, participar en proyectos de captura y valorización de CO₂ y prepararse para un entorno energético y regulatorio cambiante. También, me gustaría seguir tendiendo puentes entre el mundo industrial, la universidad y la investigación, porque las soluciones más valiosas surgen en esas fronteras. También deseo mantener mi compromiso con la formación y la mentoría de jóvenes, especialmente de mujeres que se incorporan a ámbitos técnicos e industriales. Después de más de veinticinco años, sigo entendiendo la trayectoria profesional como aprendizaje continuo: evolucionar sin perder el propósito ni la capacidad de aportar al entorno.

Seguro Complementario **Mupiti Accidentes**

**No puedes
poner la vida
en pausa**



**pero
sí puedes
protegerte por
20^{euros}
¡AL AÑO!**

Mupiti Accidentes es el seguro diseñado para ser tu primera opción de cobertura básica para tus familiares en caso de fallecimiento por accidente, o para ti en caso de incapacidad por accidente. Por una mínima cuota al alcance de cualquier bolsillo, puedes disfrutar de la garantía y tranquilidad de reducir las consecuencias que un accidente pueda tener para ti o los tuyos.

Riesgos cubiertos	Cobertura básica	Cobertura doble
Fallecimiento por accidente	21.000€	42.000€
Incapacidad permanente absoluta por accidente	36.000€	72.000€
Incapacidad permanente parcial por accidente	Hasta 18.000€	Hasta 36.000€
Incapacidad permanente total por accidente	18.000€	36.000€
Prima anual	20,11€	40,22€

EL SEGURO DE ACCIDENTES AL ALCANCE DE TODOS

Infórmate en el teléfono
695 448 517

También en
maria.correa@mupiti.com
www.mupiti.com





MADRID

>> Comienza la cuenta atrás de CONAMA 2026, el mayor encuentro sobre sostenibilidad

El Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA 2026), el evento de referencia sobre sostenibilidad para España e Iberoamérica, organizado por la Fundación Conama, se celebrará del 30 de noviembre al 3 de diciembre en el Centro de Convenciones Norte de IFEMA MADRID. Se trata del mayor encuentro sobre sostenibilidad del país, que cada 2 años reúne en un solo espacio a las personas y entidades que marcan el camino para avanzar en la transición ecológica de la sociedad. Miles de profesionales debatirán sobre energía, eficiencia, cambio climático, movilidad, renovación urbana, desarrollo rural, biodiversidad, agua, calidad ambiental, salud, residuos, economía y sociedad.

CONAMA es más que un Congreso, ya que tan importante como el evento, es el proceso previo en el que participan más de 1.500 profesionales a través de comités técnicos.

El evento se articulará bajo el lema "Hacer que se pueda", enfocándose en soluciones prácticas y proyectos ya en marcha para acelerar la transición ecológica. Contará con cientos de ponentes, foros de debate y una zona expositiva centrada en la innovación verde. Las inscripciones ya están abiertas y ofrecen diversas modalidades de participación para profesionales, empresas, administraciones locales y estudiantes.

Con sus 17ª ediciones celebradas, CONAMA es el principal congreso ambiental en España, con más de 7.000 participantes en su última edición de 2024 y una red de más de 300 instituciones colaboradoras, entre las que se encuentran empresas, administraciones, universidades, centros tecnológicos y entidades del tercer sector.

A CORUÑA

>> 52 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española

A Coruña se convertirá, del 5 al 9 de octubre, en el punto de encuentro del sector nuclear en España con la celebración de la 52 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española. El congreso, que tendrá lugar en el Palacio de exposiciones y congresos de Coruña (Palexco), reunirá a más de 700 profesionales para analizar los principales retos científicos, tecnológicos, industriales y sociales de la energía nuclear.



La 52 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española contará con un programa técnico de alto nivel integrado por conferencias, mesas redondas, sesiones plenarias, talleres y más de 300 ponencias técnicas. En ellas, ponentes nacionales e internacionales abordarán temas como la aplicación de la IA en la tecnología nuclear, las novedades en medicina nuclear, la energía nuclear como elemento estabilizador en geopolítica, los procesos de desmantelamiento y la importancia del combustible nuclear.

Para fomentar el interés por las carreras técnicas, se celebrarán talleres STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dirigidos a estudiantes de secundaria. Esta actividad se complementará con talleres de mentoring para chicas de 3º y 4º de la ESO, impartidos por Women in Nuclear, WiN, en los que mujeres profesionales del sector compartirán sus experiencias para inspirar a futuras generaciones. La programación divulgativa incluirá también "La ciencia es la caña", una iniciativa impulsada por Jóvenes Nucleares que ofrece charlas informales sobre curiosidades y actualidad nuclear en un ambiente cercano. El programa se completará con un curso básico sobre energía nuclear dirigido a universitarios.

BARCELONA

>> EFINTEC 2026: el encuentro profesional para las empresas del sector de la instalación y la energía

Los próximos días 7 y 8 de octubre llega EFINTEC 2026, la feria profesional de referencia para las empresas del sector de la instalación y la energía. Un evento anual, multisectorial y 100% orientado al creci-



miento empresarial, que conecta fabricantes, distribuidores, instaladores y profesionales del sector.

Uno de los principales ejes de EFINTEC 2026 volverá a ser el conocimiento. Las Jornadas EFINTEC reunirán durante dos días a expertos, empresas y profesionales para analizar los desafíos que marcarán el presente y el futuro del sector.

El programa se estructurará alrededor de cuatro grandes bloques temáticos: transición energética y descarbonización, edificación sostenible y gestión del agua, digitalización y tecnología aplicada, talento, profesionalización y cadena de valor.

La edición 2026 prevé reunir, en el Recinto Gran Vía de Fira de Barcelona, a más de 8.500 visitantes profesionales y más de 1.300 marcas representadas, consolidando a EFINTEC como el mayor punto de encuentro del sector de la instalación y la energía en España.

MADRID

>> GENERA y MATELEC: la feria de referencia del sur de Europa en tecnología e innovación para la Industria

GENERA y MATELEC se celebrarán de forma conjunta del 24 al 26 de noviembre de 2026 en el recinto de IFEMA MADRID. Ambos eventos configuran la gran Semana Internacional de la Electrificación y la Descarbonización, convirtiéndose en el mayor punto de encuentro del sur de Europa para el sector industrial, eléctrico, energético y de la construcción.

El evento simultáneo cubre de manera integral toda la cadena de valor de la transición energética y la transformación digital. Esta nueva edición evolucionará hacia un planteamiento aún más orientado a la electrificación, las energías limpias, el almacenamiento energéti-

co, la eficiencia y la modernización del tejido productivo.

GENERA (Feria Internacional de Energía y Medioambiente) está enfocada en energías renovables, autoconsumo, eficiencia energética, almacenamiento con baterías y tecnología fotovoltaica.

MATELEC (Salón Internacional de Soluciones para la Industria Eléctrica y Electrónica) está dedicado a la automatización industrial, smart factory, iluminación, material eléctrico y sistemas de gestión para edificios inteligentes.

Durante estos tres días, el evento ofrece una extensa exposición comercial, el Global Forum con ponencias estratégicas y la Galería de Innovación. Esta última destaca los proyectos más vanguardistas en materia de sostenibilidad y desarrollo tecnológico.

La integración de las ferias GENERA y MATELEC continúa avanzando hacia un modelo enfocado en la transición energética, concebido como un punto de encuentro donde administraciones públicas, compañías y asociaciones del sector puedan intercambiar conocimiento y generar sinergias.

En su edición más reciente, el evento congregó a más de 57.000 profesionales y cerca de 800 firmas expositoras, reforzando su posicionamiento como uno de los principales referentes europeos en transición energética, innovación industrial y sostenibilidad. De cara a este 2026, el objetivo es volver a reunir a representantes de la administración pública, empresas tractoras, instaladores, ingenierías, distribuidores, arquitectos, prescriptores, asociaciones sectoriales y entidades tecnológicas.



Feria Genera (Feria Internacional de Energía y Medioambiente).



Feria Matelec (Salón Internacional de Soluciones para la Industria Eléctrica y Electrónica).

Narciso Monturiol: el visionario ingeniero español que se adelantó al submarino moderno

Mucho antes de que Isaac Peral revolucionara la navegación submarina, un inventor catalán ya había conseguido navegar bajo el agua durante horas. Narciso Monturiol no solo diseñó uno de los primeros submarinos funcionales de la historia, sino que imaginó la exploración submarina como una herramienta científica, industrial y humanitaria, abriendo el camino de la navegación submarina moderna.

Mónica Ramírez

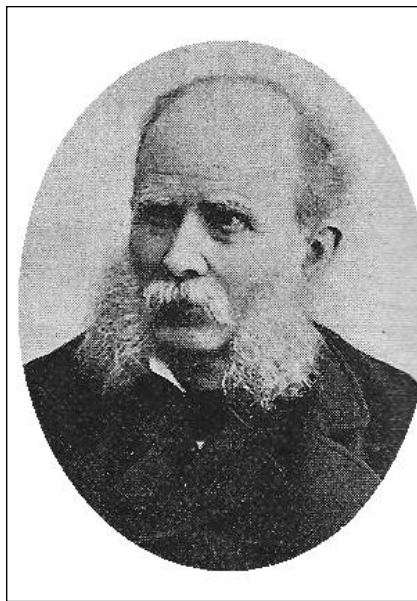
La historia de la ingeniería española está llena de figuras brillantes cuyo reconocimiento llegó demasiado tarde. Entre todas ellas destaca Narciso Monturiol Estarriol (Figueras, 1819 – San Martín de Provensals, 1885), inventor, intelectual, impresor, político y pionero de la navegación submarina. Mucho antes de que el submarino moderno se convirtiera en una realidad militar y tecnológica, Monturiol ya había diseñado, construido y probado con éxito embarcaciones capaces de navegar bajo el agua durante horas.

Su nombre ha quedado unido al “Ictíneo”, un ingenio revolucionario concebido no para la guerra, sino para proteger vidas humanas y facilitar el trabajo submarino. Aquella visión humanista de la tecnología, profundamente avanzada para su tiempo, convirtió a Monturiol en una figura singular dentro de la ingeniería del siglo XIX.

Vida familiar y estudios

Monturiol nació en el seno de una familia de artesanos. Su padre era toneletero, oficio que permitió al joven Narciso familiarizarse desde pequeño con cuestiones relacionadas con la estanqueidad y la impermeabilidad, conocimientos que años más tarde resultarían esenciales para sus proyectos submarinos.

La vida personal de Narciso Monturiol estuvo marcada tanto por el compromiso intelectual como por las dificultades familiares y económicas. En 1846 se casó con Emilia Mata, hija de la familia con la que convivió durante sus años de formación en Barcelona, y el matrimonio tuvo ocho hijos, aunque varios murieron prematuramente, dos de ellos víctimas de la tuberculosis siendo todavía adolescentes. Aque-



Narciso Monturiol en una fotografía de 1880. Fuente: Dominio Público, vía Wikimedia Commons.

llas pérdidas, unidas a los continuos problemas financieros derivados de sus proyectos e inquietudes políticas, acompañaron una existencia siempre inestable. Pese a ello, Monturiol mantuvo hasta el final una intensa actividad creativa e intelectual, sostenida en gran medida por el apoyo de su entorno más cercano y por una inquebrantable fe en el progreso científico y social.

Tras estudiar Filosofía en Cervera, se trasladó a Barcelona para cursar Derecho. Sin embargo, nunca ejercería como abogado. Su verdadera pasión estaba en la política, el pensamiento social y la divulgación científica.

En la Barcelona de mediados del XIX se integró en círculos republicanos y socialistas inspirados por las ideas del francés Étienne Cabet. Junto a figuras como Abdón Terradas, Anselmo Clavé o Ildefonso Cerdá participó en

el movimiento icariano, una corriente utópica que defendía una sociedad más igualitaria basada en la cooperación y el progreso colectivo. Monturiol fundó diversas publicaciones, entre ellas “La Fraternidad”, y desarrolló una intensa actividad periodística y editorial.

El nacimiento de una idea revolucionaria

El origen del submarino de Monturiol no surgió de un laboratorio militar ni de un encargo gubernamental. Nació observando el trabajo de los pescadores de coral en Cadaqués. Durante uno de sus periodos de retiro político, Monturiol contempló las duras condiciones en las que trabajaban aquellos hombres, obligados a sumergirse repetidamente con enormes riesgos para su vida. Aquella experiencia le llevó a preguntarse si sería posible construir una nave capaz de trabajar bajo el mar con seguridad.

En 1858 publicó “El Ictíneo o barco-pep”, texto donde explicaba las bases de su proyecto de navegación submarina. Su idea no se limitaba a construir un artefacto sumergible; aspiraba a abrir un nuevo ámbito para la exploración científica, la explotación industrial del fondo marino y el rescate submarino. Para Monturiol, el submarino no era un arma, sino una herramienta de progreso.

El Ictíneo I: un submarino adelantado a su tiempo

Gracias al apoyo económico de socios particulares y suscripciones populares, Monturiol consiguió construir el Ictíneo I, botado en Barcelona en junio de 1859. La embarcación medía siete metros de eslora y estaba fabricada principalmente en madera reforzada con



Réplica del Ictíneo I delante del Museo Marítimo de Barcelona. Fuente: I, Gepardenforellenfischer, CC BY-SA 2.5, vía Wikimedia Commons.

cobre. Su diseño incorporaba conceptos muy avanzados para la época, como el doble casco resistente, depósitos de lastre para controlar la inmersión, sistemas de renovación de aire y hélices para maniobrar bajo el agua. El submarino funcionaba mediante propulsión humana. Varios tripulantes accionaban manualmente las hélices, permitiendo el desplazamiento sumergido.

Las pruebas realizadas en el puerto de Barcelona causaron un enorme impacto popular ante aquel prodigio tecnológico. En septiembre de 1859 el Ictíneo logró navegar completamente sumergido durante más de dos horas y alcanzar profundidades cercanas a los veinte metros.

El Ictíneo diseñado por Narciso Monturiol incorporó soluciones técnicas extraordinariamente avanzadas para mediados del siglo XIX. La nave contaba con un doble casco —uno exterior hidrodinámico y otro interior resistente a la presión—, depósitos de lastre para controlar la inmersión y sistemas de renovación del aire que permitían prolongar la permanencia bajo el agua. El Ictíneo I funcionaba mediante propulsión humana acciona-

da por los tripulantes, mientras que el Ictíneo II introdujo una de las grandes innovaciones de Monturiol: un sistema de propulsión anaeróbica basado en una reacción química capaz de generar simultáneamente energía y oxígeno, antecedente remoto de los modernos sistemas independientes del aire. Además, el submarino incorporaba mecanismos de seguridad para la emersión, hélices horizontales y verticales para la maniobra submarina y dispositivos de observación destinados a la exploración del fondo marino.

Monturiol entendía la navegación submarina como una tecnología transformadora. En sus memorias describía aplicaciones comerciales, científicas y técnicas que hoy resultan sorprendentemente modernas. En este sentido, imaginó submarinos dedicados a la extracción de coral, el rescate de cargamentos hundidos, la investigación oceanográfica, la exploración geológica submarina, el tendido de infraestructuras, e incluso el transporte subacuático.

Su visión se adelantó décadas a los desarrollos industriales submarinos del siglo XX. Sin embargo, también era consciente del interés militar que

despertaba su invento. En plena revolución industrial y naval, las grandes potencias comenzaban a comprender el valor estratégico de la navegación sumergida.

El Ictíneo II y la revolución de la propulsión anaeróbica

Ante las limitaciones del primer prototipo, Monturiol impulsó el desarrollo de un segundo submarino mucho más ambicioso: el Ictíneo II. La nueva embarcación, botada en 1864, incorporó una innovación extraordinaria para la época: un sistema de propulsión anaeróbica basado en una reacción química capaz de generar simultáneamente energía y oxígeno.

Aquel sistema convirtió al Ictíneo II en uno de los primeros submarinos del mundo dotados de motor autónomo para navegación submarina. El ingeniero Josep Pascual Deop y otros colaboradores participaron en el complejo desarrollo técnico del proyecto, que también incorporaba mejoras en ventilación, control de flotabilidad y sistemas internos de seguridad.

El submarino llegó a permanecer sumergido durante horas y alcanzó

profundidades cercanas a los cincuenta metros. Aunque el rendimiento mecánico seguía siendo limitado y persistían problemas técnicos —especialmente relacionados con la hélice y la potencia motriz—, el nivel de innovación alcanzado por Monturiol era excepcional para la España de mediados del XIX.

El fracaso económico de un visionario

Pese al entusiasmo popular, el proyecto nunca recibió un respaldo institucional firme. El Gobierno de Isabel II estudió el invento, organizó comisiones técnicas y presenció demostraciones oficiales, pero las ayudas prometidas jamás llegaron de forma efectiva. Tampoco la Armada española terminó de apostar decididamente por el submarino.

Monturiol recurrió entonces a campañas de financiación ciudadana, logrando reunir importantes cantidades gracias a suscripciones populares. Pero mantener el desarrollo tecnológico de los ictíneos exigía recursos industriales y financieros muy superiores.

En 1867 la sociedad Navegación Submarina quebró. Poco después, los submarinos fueron embargados y vendidos como chatarra para cubrir las deudas. El fracaso supuso un golpe devastador para Monturiol.

Otros inventos destacados

A pesar de la importancia de su invento, reducir la figura de Monturiol únicamente al Ictíneo sería injusto, pues a lo largo de su vida desarrolló numerosos inventos y proyectos industriales. Diseñó máquinas para fabricar cigarrillos, sistemas de impresión, procedimientos de conservación de alimentos, adhesivos industriales, suelas sintéticas, proyectos hidráulicos y tranvías funiculares.

También escribió sobre ciencia, política y derechos sociales. En 1869 publicó “La submisión de las mujeres”, un texto considerado precursor del feminismo español por su defensa de la igualdad educativa y jurídica femenina. Su trayectoria muestra a un intelectual profundamente influido por la idea ilustrada de progreso científico al servicio de la sociedad.

Durante la Primera República fue diputado y director de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, donde aplicó mejoras técnicas a los sistemas de fabricación de papel adhesivo. Sin embargo, los últimos años de su vida estuvieron marcados por las dificultades económicas, la enfermedad y la frustración por el fracaso del Ictíneo. Murió en Barcelona en septiembre de 1885 prácticamente olvidado.

Paradójicamente, pocos años des-

pués su figura comenzó a ser reivindicada con fuerza, especialmente tras los éxitos de Isaac Peral. El propio Peral reconoció públicamente la importancia de Monturiol como precursor de la navegación submarina moderna. En la actualidad, historiadores de la tecnología consideran al ingeniero catalán uno de los grandes pioneros mundiales del submarino.

El legado de Monturiol

La historia de Narciso Monturiol resume muchas de las contradicciones de la España industrial del siglo XIX: talento científico extraordinario, escasez de inversión tecnológica, debilidad industrial y falta de apoyo institucional a la innovación. Pero también representa la fuerza de una generación de ingenieros e inventores capaces de imaginar el futuro cuando ese futuro todavía parecía imposible.

Monturiol no solo construyó un submarino, construyó una idea moderna de la ingeniería: una disciplina destinada a ampliar las capacidades humanas y mejorar la vida colectiva. Más de siglo y medio después de las primeras pruebas del Ictíneo en el puerto de Barcelona, su figura sigue emergiendo como la de uno de los grandes visionarios tecnológicos españoles.



Replica del submarino de madera Ictíneo II en el Puerto Viejo de Barcelona. Fuente: CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons.

El talento joven vuelve a situar a la ingeniería en el centro del futuro

La UAITIE celebró el pasado 18 de junio, en la sede del COGITIM en Madrid, el acto de entrega del XI Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica, correspondiente a la convocatoria 2026, una cita que volvió a poner de manifiesto la capacidad de los jóvenes para transformar ideas en soluciones tecnológicas con impacto social.

La jornada reunió a representantes institucionales, miembros del jurado, docentes, familias y alumnado procedente de distintos puntos del territorio nacional, consolidando este certamen como una de las iniciativas más representativas de la UAITIE para fomentar las vocaciones STEM desde edades tempranas.

En esta edición se presentaron 40 proyectos, con la participación de cerca de 200 estudiantes de once comunidades autónomas, distribuidos en las categorías de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Ciclos Formativos de Grado Medio y Ciclos Formativos de Grado Superior. La incorporación de los Ciclos Formativos de Grado Medio supuso, además, una de las novedades destacadas de la convocatoria.

El acto sirvió para reconocer el esfuerzo, la creatividad y el compromiso de los equipos premiados, así como la implicación del profesorado, de los centros educativos, de las asociaciones territoriales y de la Fundación Caja de Ingenieros, colaboradora esencial en el desarrollo de este proyecto nacional.

La UAITIE suma voces en el Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería

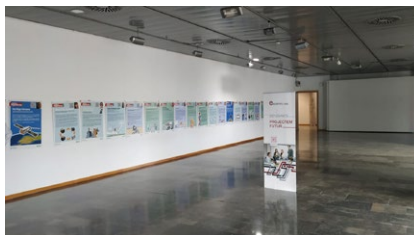
Con motivo del Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería, celebrado cada 23 de junio, la UAITIE impulsó, a través de su Comisión STEM, una nueva campaña audiovisual dirigida a visibilizar el papel de las mujeres ingenieras y a despertar vocaciones científico-tecnológicas entre niñas y jóvenes.

La acción principal de la campaña consistió en el lanzamiento de un vídeo conmemorativo, difundido el día 23 de junio, de forma coordinada en los canales y redes sociales de la UAITIE y de las asociaciones territoriales colaboradoras, reforzando así el alcance nacional del mensaje.

La iniciativa contó con la participa-



Protagonistas del acto de entrega de galardones de la XI edición del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica.



Paneles de la versión escolar de la exposición Mujeres Ingenieras de Éxito durante su recorrido por Lleida.

ción de 12 asociaciones territoriales, que se sumaron al proyecto compartiendo contenidos personalizados y reforzando un mensaje común: la ingeniería necesita todo el talento para afrontar los retos del futuro.

La exposición Mujeres Ingenieras de Éxito amplía su recorrido educativo

La exposición Mujeres Ingenieras de Éxito ha continuado durante estos meses su recorrido divulgativo, reforzando su papel como herramienta de referencia para visibilizar el talento femenino en la ingeniería y fomentar vocaciones STEM en el entorno educativo.

En Lleida, la versión escolar de la muestra culminó una intensa programación tras recorrer distintos Centros de Recursos Pedagógicos de la provincia entre el 16 de marzo y el 29 de abril. El proyecto llegó a centros del Segrià, Urgell, Pla d'Urgell, Garrigues, Noguera y Segarra, acercando referentes femeninos de la ingeniería a alumnado de primaria, secundaria y bachillerato.

La propuesta incorporó materiales didácticos adaptados a diferentes edades, vídeos divulgativos y un mensaje audiovisual de la ingeniera Roser Roca, panelista de la exposición y referente leridana.

Vilanova i la Geltrú cierra una etapa de gran impacto social para Mujeres Ingenieras de Éxito

Tras su acto inaugural, ya reseñado en



Imagen de la campaña audiovisual impulsada por UAITIE con motivo del Día Internacional de la Mujer en la Ingeniería.



La exposición Mujeres Ingenieras de Éxito durante su estancia en el Museu del Ferrocarril de Catalunya, en Vilanova i la Geltrú.



Paneles de la exposición Mujeres Ingenieras de Éxito durante su recorrido divulgativo en Manresa.

el número anterior, la estancia de Mujeres Ingenieras de Éxito en Vilanova i la Geltrú concluyó con un balance altamente positivo. La muestra, acogida por el Museu del Ferrocarril de Catalunya entre el 17 de marzo y el 19 de abril, superó los 3.400 visitantes, entre ellos 412 alumnos y alumnas procedentes de 12 centros educativos.

Manresa culmina el recorrido divulgativo y profesional de Mujeres Ingenieras de Éxito

La exposición cerró también su estancia en Manresa tras varias semanas de itinerancia por distintos espacios educativos, institucionales y profesionales de la comarca. Desde el 20 de abril y hasta los primeros días de junio, la muestra visitó municipios y centros como Puig-reig, Navàs, la Escola Paidós de Sant Fruitós de Bages, la sede del CETIM en Manresa y el centro FEDAC Manresa.

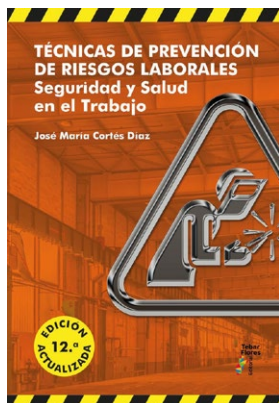
La iniciativa formó parte, además, de los actos organizados con motivo de la festividad patronal del Colegio en Manresa.

Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. Seguridad y Salud en el trabajo (12ª Edición)

José María Cortés Díaz

Editorial Tébar Flores. 952 págs.

ISBN: 978-84-10386-03-7



Prólogo de Antonio Márquez Moreno, Director General de Trabajo y Seguridad Social de la Junta de Andalucía. Esta obra, publicada coincidiendo con la entrada en vigor de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, tiene su origen en los apuntes utilizados desde 1981 como profesor de la asignatura de Seguridad e Higiene del Trabajo en los estudios de ingeniería técnica industrial, en la actual Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla, actualizados y publicados por su autor en 1986. Comprende, además del estudio de las tradicionales técnicas preventivas de seguridad e higiene en el trabajo, el aprendizaje de los conocimientos básicos relativos a medicina del trabajo, ergonomía, psicología y otras actuaciones que, como la formación, información, comunicación y negociación que, unidos a los de organización y gestión de la prevención, deben ser tenidos en cuenta en el control de los riesgos laborales.

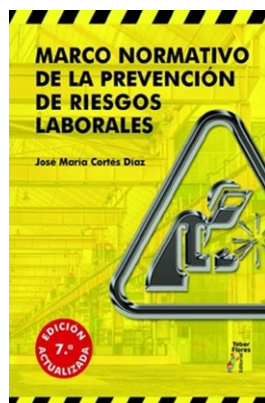
La selección de los temas, el enfoque y el tratamiento de los mismos, así como la constante actualización de la obra hacen de esta, la primera publicación técnica sobre esta materia tras la aprobación de la LPRL, una referencia obligada tanto para el profesional como para el alumno universitario y el estudiante de formación superior en prevención de riesgos laborales. Completada ahora con una nueva edición de la obra Cuestionarios de Autoevaluación y Aprendizaje sobre Prevención de Riesgos Laborales.

Marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales (7ª Edición)

José María Cortés Díaz

Editorial Tébar Flores. 496 págs.

ISBN: 978-84-10386-15-0



Prólogo de Concepción Pascual Lizana directora del INSHT. Esta séptima edición, fiel al compromiso adquirido desde la anterior edición de Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales, se vuelve a hacer coincidir con la publicación de las nuevas ediciones de las dos obras a las que sirve de complemento como útil y valioso anexo, y en la que se han incorporado las novedades habidas desde la anterior edición relativas a la utilización de los equipos de protección individual, sobre riesgos relacionados con la exposición a agentes biológico y sobre agentes cancerígenos durante el trabajo o sobre las enfermedades profesionales, entre otras menos significativa o las referencias al nuevo Marco Estratégico Europeo de la UE sobre SST 2021-2027, «La seguridad y la salud en el trabajo en un mundo laboral en constante transformación», y la Estrategia Española 2023-2027, sobre Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluye las modificaciones habidas en los correspondientes textos.

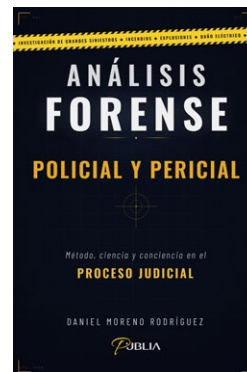
Asimismo, se han actualizado los puntos sobre el acervo comunitario relativo a seguridad y salud en el trabajo (directivas sobre seguridad y salud en el trabajo y relativas a mercado interior, reglamentos, comunicaciones, decisiones, recomendaciones y otros actos), y a la normativa española relacionada con la prevención de riesgos laborales, clasificada y ordenada según su contenido de alcance general o relativo a colectivos específicos y por especialidades preventivas o temas específicos (seguridad en el trabajo, seguridad industrial y reglamentaciones, higiene del trabajo-agentes ambientales y medicina del trabajo-enfermedades profesionales y productos químicos).

Análisis Forense policial y pericial. Método, ciencia y conciencia en el proceso judicial

Daniel Moreno Rodríguez

Edición independiente. 232 págs.

ISBN: 979-8-254351-99-3



El pasado 24 de abril se ha puesto a la venta Análisis forense policial y pericial. Método, ciencia y conciencia en el proceso judicial, segundo libro del analista e investigador de incendios Daniel Moreno Rodríguez y primero de carácter estrictamente académico. El autor articula en él un sistema al que llama Inteligencia Pericial: la traslación al trabajo del perito —y, por extensión, al del juez— del arsenal metodológico que el análisis de inteligencia lleva décadas articulando contra las debilidades de la mente humana. Sesgo de confirmación, visión de túnel, anclaje en hipótesis prematuras y presión contextual son, por ejemplo, los mismos fallos que la comunidad de inteligencia identificó hace medio siglo y que hoy ensucian la ciencia forense al servicio del sistema judicial.

Daniel Moreno Rodríguez es ingeniero técnico industrial (EPSL – UJA) y máster en Inteligencia para la Seguridad (ICFS – UAM); perito y analista experto en ingeniería forense. Investiga el origen y las causas de siniestros —incendios, explosiones, accidentes industriales— combinando ingeniería forense con métodos analíticos propios de la comunidad de inteligencia. Lleva más de doce años trabajando en casos complejos por todo el territorio español: desde plantas químicas, automotrices o energéticas hasta siniestros con víctimas mortales y fuerte repercusión mediática. Esa experiencia le ha enseñado que la mayoría de los problemas en una investigación forense no son de conocimiento, sino de método. Disponible en Amazon — amzn.eu/d/OfHhFu5K.

➤ Campus Virtual: Oferta formativa - Selección de cursos

Formas jurídicas y fiscalidad.

MS Project.

Inventor 2020. Diseño Paramétrico e Iniciador al Análisis De Tensiones.

Planes de Autoproyección.

Realización de Expedientes de Marcado CE de maquinaria y productos de construcción.

Automatismos eléctricos industriales. Elementos y simulación práctica.

Autómatas programables PLC en aplicaciones de automatización industrial.

Eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.

Experto en gestión y negociación de contratos de energía.

Electricidad industrial.

Proyectos de reforma y completado de vehículos.

Diseño de la infraestructura de recarga del Vehículo Eléctrico según la ITC 52 del REBT.

Esto es tan sólo una muestra del catálogo de cursos técnicos que encontrará en nuestra Plataforma online. Los cursos son constantemente renovados y adaptados a las necesidades actuales.

www.ingenierosformacion.com

Convocatoria 2026

V Edición

Premio Fundación Técnica Industrial

Innovación tecnológica empresarial
y sostenibilidad



Participa hasta el
31 de octubre de 2026

*Reconociendo proyectos
que impulsan el futuro de la ingeniería*



Consulta las bases:

www.fundaciontindustrial.es