

Técnica Industrial 340

Ingeniería aeroespacial

ACCIDENTES E INCENDIOS EN COCHES ELÉCTRICOS

TECNOLOGÍAS DE HIBRIDACIÓN RENOVABLE

Marco regulatorio, reducción de costes obtenidos y derechos de propiedad industrial

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO NUDO

con forma de lazo transfixiante para la unión de dos elementos

INGENIERO INTERNO RESIDENTE

Una necesidad del Sistema Nacional de Salud

REPORTAJE

Contribución de la industria aeroespacial española al avance tecnológico y económico del país

INNOVACIÓN

José María Pérez, jefe del Departamento de Programas Nacionales de la Agencia Espacial Española

ENTREVISTA

Juan José Silva Campos, director de PreFAL AIRBUS Tablada

¡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

EN PORTADA Ingeniería aeroespacial**08 Contribución de la industria aeroespacial española al avance tecnológico y económico del país**

Cuando se habla del histórico viaje del Apolo 11 a la Luna, las miradas suelen dirigirse hacia los astronautas, las naves espaciales y, por supuesto, la NASA. Sin embargo, hay una pieza clave en esta proeza que sigue siendo, en gran parte, desconocida: la contribución de la ingeniería aeronáutica española. **Mariana Morcillo.**

12 ENTREVISTA Juan José Silva Campos. Director de PreFAL AIRBUS Tablada: "En AIRBUS estamos realizando proyectos de innovación industriales relacionados con la industria 5.0, empleando robótica e IA centrada en el operario". **Mónica Ramírez.**

16 ENTREVISTA Jean-Baptiste Retif. Director de Ingeniería en CESA-Hérault-Devtek Spain: "Nuestros principales retos incluyen la atracción de perfiles altamente cualificados y la captación de perfiles junior". **Mónica Ramírez.**

20 ENTREVISTA José María Pérez. Jefe del Departamento de Programas Nacionales de la Agencia Espacial Española: "El sector aeroespacial está en plena expansión y necesita más ingenieros para afrontar los retos del futuro". **Mónica Ramírez.**

24 ENTREVISTA Gema Martín del Burgo. Presidenta de la Asociación Ellas Vuelan Alto: "El sector aeroespacial es apasionante y se posiciona como uno de los tractores del desarrollo tecnológico futuro". **Mariana Morcillo.**

03 Editorial 175 años de compromiso con la sociedad
Mónica Ramírez

Foto de portada: Shutterstock

ACTUALIDAD

04 ENTREVISTA María Rodríguez-Navarro. Directora de Talento y Cultura en Endesa, Grupo Enel: "La formación continua y el desarrollo de nuevas habilidades serán esenciales para mantenerse competitivos". **Mónica Ramírez.**

ARTÍCULOS

28 ORIGINAL

Accidents and fires in electric cars

Accidentes e incendios en coches eléctricos. **Dr. Pablo Zapico Gutiérrez, José Alonso de Linaje Aguirre, José Alejandro Alonso de Linaje Díez, María Zapico Gómez-Collantes, y María García de Celis Rodríguez**

40 ORIGINAL

Tecnologías de hibridación renovable (marco regulatorio, reducción de costes obtenidos y derechos de propiedad industrial)

Renewable hybridization technologies: regulatory framework, reduction of costs obtained and intellectual property rights. **Francisco Javier Moledo Frojan, Claudia Sáez Durán y Ane Moledo Uribe**

50 INFORME TÉCNICO

Diseño e implementación del nuevo nudo con forma de lazo transfixiante para la unión de dos elementos

Design and execution of the new knot shaped as a transfixing loop to join two elements

José María Abad Morenilla, Ángel Sutil Blanco, José Ignacio García López, Adela Fuentes Sanz y Fernando García de Lucas

56 INFORME TÉCNICO

Ingeniero Interno Residente: una necesidad del Sistema Nacional de Salud

Resident Engineer: a necessity for the National Health System.

Francisco Jesús Reguera Gil y José Antonio Arenilla Rodríguez

INGENIERÍA Y HUMANIDADES

94 INGENIEROS EN LA HISTORIA Nikola Tesla: el genio que revolucionó la electricidad. **Mónica Ramírez**

96 Publicaciones

PROFESIÓN

66 La Fundación Técnica Industrial entrega el III Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad, y a los mejores artículos técnicos publicados en la revista Técnica Industrial

Los premios se entregaron el pasado 13 de diciembre, en un acto celebrado en el salón de actos del Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM), en formato híbrido (presencial y telemático). La empresa ACTEGA Artística recibió el Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad de la Fundación Técnica Industrial, en su tercera edición, por su proyecto de innovación tecnológica empresarial ROTARflow.



72 El ministro de Industria y Turismo recibe al presidente del COGITI y al decano del Colegio de Barcelona



72 El presidente de COGITI participa en el LXXII Congreso de la AERRAITI



73 Jornada "Protección contra incendios en edificios: la seguridad como prioridad", celebrada en el Congreso de los Diputados



74 Reunión con el alcalde de Murcia para organizar actos conjuntos de la efeméride del 175 aniversario de la profesión en la celebración de los 1.200 años de historia de la ciudad



74 El portal ProEmpleoIngenieros de COGITI participó en el III Foro de Empleo ESCET de la Universidad Rey Juan Carlos



75 Celebrados los I Foros de Colegios Profesionales de Canarias y Albacete



76 ENTREVISTA Daniel Santamargarita y David Molinero. Graduados en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial, ganadores del segundo premio al mejor artículo científico 2023 del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): "Nuestro proyecto se basa en el diseño y la puesta en marcha de un convertidor de potencia que permita realizar una conexión entre la catenaria ferroviaria y diferentes cargas o redes". **Mónica Ramírez.**



80 ACTEGA Artística, empresa ganadora del III Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad de la Fundación Técnica Industrial



82 ENTREVISTA María del Carmen Guardiola Cano. Campus Manager en L'Oréal: "Es importante mostrar la relevancia de la ingeniería y su impacto positivo en la sociedad". **Mónica Ramírez.**

84 El XXV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica se celebrará en junio

86 Ferias y Congresos

90 La sostenibilidad: un camino hacia la innovación industrial responsable. Matthias Meier

91 UAITE La ingeniería se vive en las aulas: UAITE lanza un proyecto pionero en Madrid para inspirar vocaciones STEM



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
Vicepresidenta Ana Mª Jáuregui Ramírez
Secretario Jesús E. García Gutiérrez
Tesorero Alejandro Sotodosos Fernández
Interventor Antonio Ruiz Saiz
Vocales Diego Pérez Muñoz y Mar López Almagro
Gerente Santiago Crivillé Andreu

Patronos

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

A Coruña Macario Yebra Lemos
Álava Alberto Martínez Martínez
Albacete Emilio Antonio López Moreno
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 Miquel Darnés i Cirera
Bizkaia Alberto García Lizaranzu
Burgos Antonio Ruiz Saiz
Cáceres Fernando Doncel Blázquez
Cádiz Domingo Villero Carro
Cantabria Luis Miguel Muñoz González
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 Velilla García
Las Palmas José Antonio Marrero Nieto
León José Antonio Cuba Cal
Lleida Antonio Campo Barrabés
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 Muñoz
Salamanca José Mª Collantes Hidalgo
S. C. Tenerife Antonio M. Rodríguez Hernández
Segovia Gabriel Vallejo Álvarez
Sevilla Ana Mª Jáuregui Ramírez
Soria Levy Garijo Tarancón
Tarragona Joan Gabriel Talarn Maigí
Toledo Ángel Carrero Romero
Valencia Tomás Játiva Collados
Valladolid Rafael Álvarez Palla
Vigo Jorge Cerqueiro Pequeño
Zamora Jose Luis Hernández Merchán

175 años de compromiso con la sociedad

El año 2025 marca un hito de excepcional relevancia para la Ingeniería Técnica Industrial: el 175 aniversario del nacimiento de la enseñanza industrial en España, y la consiguiente creación de las profesiones de ingeniería del ámbito industrial.

Fue en 1850, bajo el reinado de Isabel II, cuando se promulgó el Real Decreto que dio origen a las Escuelas Industriales, sembrando la semilla de una profesión que se ha erigido en motor esencial del desarrollo económico, social y tecnológico de nuestro país: la de ingeniero técnico industrial.

Esta disposición decimonónica, impulsada por el Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, sentó las bases de una profesión que ha acompañado, de manera constante y eficaz, el proceso de modernización económica, tecnológica y social de nuestro país.

Aquellas primeras escuelas nacieron con la clara vocación de ofrecer a la juventud una formación sólida y aplicada. Se trataba de dotar a los futuros ingenieros de las competencias necesarias para impulsar la industria, fomentar la innovación y contribuir al progreso de España, en un momento en que el país buscaba dejar atrás el atraso tecnológico y alinearse con las grandes potencias industriales de Europa.

Se desarrollaron así las profesiones que nacieron con el propósito de dar servicio a la sociedad, de satisfacer sus necesidades, y fueron fundamentales para dar soporte al incipiente tejido industrial en España, promoviendo la innovación, la competitividad y la seguridad en la industria.

En 1857, con la Ley Moyano —la primera gran ley educativa española— se incorporó por primera vez la figura del “Perito” como título oficial. El plan de estudios exigía la superación de asignaturas como mecánica, química aplicada, dibujo y matemáticas, y concluía con un examen general.

Por su parte, la “carrera de ingenieros industriales”, en su artículo 53, se dividía en dos secciones: de ingenieros mecánicos y de ingenieros químicos, y se establecía el Real Instituto Industrial de Madrid y las Escuelas Superiores de Barcelona, Gijón, Sevilla, Valencia y Vergara, como los centros habilitados para impartir estos estudios.

Durante décadas, las Escuelas Industriales expandieron su presencia por todo el país, aunque con altibajos. En 1867, por ejemplo, cerró el Real Instituto Industrial de Madrid, y Barcelona quedó como la única escuela activa durante más de treinta años. Sin embargo, el movimiento no se detuvo: en 1900, las Escuelas de Artes y Oficios se transformaron en Escuelas de Artes e Industrias.

Los primeros peritos industriales no eran solo técnicos formados en mecánica, química industrial o electricidad; eran auténticos artífices del tejido productivo, profesionales capaces de aplicar su conocimiento en fábricas, talleres y grandes obras. Su figura fue evolucionando con las décadas, adaptándose a los cambios de la economía, los avances de la ciencia y las nuevas necesidades de una sociedad cada vez más compleja. Así surgieron nuevas especialidades, nuevos centros de formación, y con ellos, una red de asociaciones que acabaría conformando una sólida estructura colegial.

En paralelo con los nuevos estudios que iban surgiendo, comenzó a organizarse el colectivo profesional. En 1904 se fundó

en Barcelona la primera Asociación de Peritos Industriales, seguida por la de Madrid en 1905. En años sucesivos surgieron asociaciones en Sevilla (1914), Cádiz (1916), Zaragoza y Valladolid (1917), hasta que en 1924 se constituyó la Federación Nacional de Peritos Industriales. Esta entidad fue la antesala del Consejo General, que tiene sus orígenes en el Decreto de 22 de junio de 1956, por el que se autoriza la constitución de los Colegios de Peritos Industriales, lo que determina que, por Orden de 16 de octubre de 1957 del Ministerio de Industria, se aprobasen los primeros Estatutos Generales de los Colegios de Peritos Industriales.

En la anterior década, tras la Guerra Civil, en 1941, se había reorganizado el movimiento asociativo bajo el nombre de Asociación Nacional de Peritos y Técnicos Industriales. En 1947, esta asociación fue reconocida oficialmente como Corporación Oficial de Derecho Público mediante una Orden del Ministerio de Industria y Comercio, abriendo así una nueva etapa de consolidación.

Desde entonces, la evolución ha sido constante, tanto en el ámbito profesional como educativo: de perito industrial se pasó a ingeniero técnico industrial, con sus correspondientes especialidades (por R.D. 50/1995, de 20 de enero). Posteriormente, la Declaración de Bolonia, en 1999, condujo a la creación del Espacio Europeo de Educación Superior; un ámbito que serviría de marco de referencia a las reformas educativas que muchos países tuvieron que llevar a cabo. En España, los títulos de Grado y Postgrado se establecieron mediante Real Decreto.

No puede entenderse la historia del desarrollo industrial español sin tener en cuenta la contribución de los ingenieros técnicos industriales. Hoy, en pleno siglo XXI, su papel es más necesario que nunca. En una era marcada por la digitalización, la transición energética, la industria 4.0 y los desafíos del cambio climático, estos profesionales de la ingeniería vuelven a situarse en primera línea. Su perfil versátil, con sólidos conocimientos técnicos y gran capacidad de gestión, le permite liderar procesos de transformación industrial, diseñar soluciones sostenibles, optimizar recursos y contribuir activamente a la innovación tecnológica que el futuro exige.

En este 175 aniversario, rendimos homenaje a todos aquellos que han formado parte de esta historia, desde los pioneros que fundaron las primeras escuelas hasta los ingenieros técnicos industriales actuales, que continúan innovando, liderando proyectos y contribuyendo al bienestar social. Felicitamos a estos profesionales por su legado y su trayectoria dedicada a construir un mundo mejor, y que sigue construyendo el presente y el futuro de nuestro país. Que este aniversario sea un impulso para seguir adelante con la misma dedicación y responsabilidad que ha caracterizado a la profesión a lo largo de toda su historia. Gracias por construir presente y futuro, ayer, hoy y siempre.

¡Feliz 175 aniversario!

Mónica Ramírez Helbling
Directora de la revista Técnica Industrial

María Rodríguez-Navarro

Directora de Talento y Cultura en Endesa, Grupo Enel

“La formación continua y el desarrollo de nuevas habilidades serán esenciales para mantenerse competitivos”

Mónica Ramírez

La tecnología está revolucionando el ámbito profesional, algo que está impactando directamente en las organizaciones y empresas. Prácticamente todos los sectores se enfrentan a desafíos sin precedentes en materia de captación y retención del talento, para adaptarse a la actualidad. La digitalización también impacta en las políticas de recursos humanos, transformando la relación entre empleados y empleadores.

Uno de los sectores en los que más está influyendo esta “nueva cultura” en la forma de trabajar es el sector energético. María Rodríguez-Navarro, directora de Talento y Cultura en Endesa, es una buena conocedora del tema: con casi 25 años de experiencia profesional, ha dedicado su trayectoria principalmente a las personas, en varias compañías del sector energético. En este sentido, ha desempeñado roles, tanto a nivel nacional como internacional, enfrentando desafíos diversos.

En la actualidad lidera el área de People Empowerment en Endesa, dentro del Grupo Enel, es decir, el área dedicada a Talento y Cultura, enfocándose en atraer talento, facilitar la formación, fomentar el desarrollo y liderar la transformación cultural de la compañía. Además, colabora con la Fundación Universidad-Empresa en la iniciativa “Ella te cuenta”.

El pasado mes de octubre, el circuito del Jarama acogía la IV edición de MadridMotorStudent, el evento universitario del motor de la Comunidad de Madrid organizado por el COGITIM, que contó, entre otras actividades, con la sesión “Ella Te Cuenta”, en la que participaron jóvenes estudiantes y destacadas profesionales, con profesiones técnicas. ¿En qué consistió



María Rodríguez-Navarro

“Ante un contexto de creciente demanda y de escasez de perfiles técnicos, las instituciones educativas y las empresas tenemos la responsabilidad de aunar esfuerzos para potenciar la empleabilidad de los más jóvenes”

esta charla y con qué objetivo?

En Endesa, en el marco de nuestra estrategia de “employer branding”, llevamos varios años fomentando vocaciones STEM (acrónimo en inglés que hace referencia a Science, Technology, Engineering and Mathematics) en jóvenes, con un foco especial en niñas, con el objetivo de que en el futuro haya una presencia más equilibrada

de perfiles técnicos en las empresas.

Para nosotros, los jóvenes son un colectivo muy importante porque asegura un relevo generacional, y con ello nuestro liderazgo en la transición energética. Nos encontramos en un mercado muy competitivo porque los perfiles STEM son los más demandados por las empresas, y más si hablamos de perfiles STEM femeninos, que históricamente han estado menos representados.

Ante este contexto de creciente demanda y de escasez de perfiles técnicos, las instituciones educativas y las empresas tenemos la responsabilidad de aunar esfuerzos para potenciar la empleabilidad de los más jóvenes, dándoles a conocer las mejores opciones STEM desde nuestra experiencia práctica, con el fin de ampliar sus horizontes y motivarles para dirigir su futuro hacia estas ramas.

Con iniciativas como “Ella te cuenta”, que desarrollamos desde hace varios años junto con la Fundación Universidad Empresa, contribuimos al objetivo de fomentar vocaciones tecnológicas, y cada año llegamos a más de 2.000 estudiantes, a través de charlas cercanas e inspiradoras entre mujeres, que desarrollan su profesión en áreas técnicas, y jóvenes estudiantes, que ven en estas mujeres las referentes que necesitan para guiar su futuro. Encuentros como éste aportan riqueza a profesionales y estudiantes, las profesionales técnicas que participaron por parte de Endesa consiguieron visibilidad, reconocimiento y disfrutaron de una jornada dinámica y diferente, en la que tuvieron la oportunidad de inspirar y ampliar el horizonte de los más jóvenes.

¿Qué otras iniciativas y actuaciones están llevando a cabo en colaboración con la Fundación Universidad-Empresa?

“Con iniciativas como ‘Ella te cuenta’, que desarrollamos desde hace varios años junto con la Fundación Universidad-Empresa, contribuimos al objetivo de fomentar vocaciones tecnológicas, y cada año llegamos a más de 2.000 estudiantes”

Endesa y la Fundación Universidad Empresa compartimos un recorrido juntos de más de 30 años, en el que trabajamos para desarrollar e impulsar el talento joven, desde la gestión de nuestro “Programa de becas y prácticas”, en el que más de 200 jóvenes recién titulados cada año mejoran su empleabilidad, gracias al aprendizaje experiencial de competencias técnicas y al desarrollo de habilidades como la innovación, la comunicación y el marketing personal, hasta la creación de un concepto innovador como “Flow your talent”, que busca crear un ecosistema para atraer y desarrollar talento joven, en el que se encuadran múltiples iniciativas de employer branding, como procesos de selección innovadores y atractivos, los “Recruitment days”, en los que jóvenes talentos conocen nuestra empresa de la mano de gestores de diferentes negocios. Y otras muchas iniciativas pioneras como la creación de una comunidad, “Be Talent”, en la que el talento joven comparte conocimiento, experiencias, fomenta el networking y se convierten en los mejores embajadores de la marca Endesa.

Han sido unos años de compartir experiencias innovadoras con múltiples encuentros entre profesionales y estudiantes, como “Match your company”, “Las ideas se mueven”, los “key days”, los “Innovation Flow”, los “Endesa brunch”, etc., y eventos digitales como los “Hack point”. Todas estas iniciativas tienen el objetivo de acercar la empresa a los jóvenes y enriquecernos mutuamente compartiendo ideas y reflexiones para construir un futuro juntos.

¿Es necesario impulsar todavía más la comunicación entre las empresas y los estudiantes?

Es una pregunta muy interesante, ya que la colaboración entre universidades y empresas es esencial para acelerar la transición energética. En Endesa, estamos convencidos de que esta cooperación no solo facilita la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, sino que también fomenta la formación de profesionales altamente cualificados, que son cruciales para este cambio.

Las universidades aportan un entorno de innovación y conocimiento académico, mientras que en empresas como Endesa, el Grupo Enel, proporcionamos los recursos y la experiencia práctica necesarios para llevar las ideas desde el aula a la vida real, al mercado energético. Esta sinergia permite el desarrollo de soluciones más eficientes y sostenibles, como nuevas formas de almacenamiento de energía, mejoras en la eficiencia de los paneles solares, y la integración de sistemas de energía renovable en la red eléctrica.

En todos estos años hemos avanzado mucho, tanto las instituciones educativas como las empresas somos más receptivas, más flexibles y se ha producido un gran acercamiento, que está fortaleciendo las relaciones en beneficio de los jóvenes. Además, gracias a organismos como la Fundación Universidad Empresa, que actúa como nexo entre la empresa y las universidades, la relación es mucho más cercana y fluida, pero aun así queda mucho camino por recorrer y tenemos que seguir mejorando la comunicación con los estudiantes, adaptando nuestro lenguaje al de los jóvenes y moviéndonos en entornos menos formales, como las redes sociales; además de seguir favoreciendo encuentros más cercanos que impulsen un diálogo más abierto y constructivo que nos beneficie a todos. El contexto actual exige, ahora más que nunca, una actualización rápida y constante.

A pesar de la alta demanda de las profesiones STEM (acrónimo en inglés que hace referencia a Science, Technology, Engineering and Mathematics), por parte de las empresas, hay una escasez de estos profesionales por falta de vocaciones fundamentalmente, ¿a qué piensa que es debido? ¿Y en el caso concreto de las vocaciones femeninas?

Efectivamente, la mayoría de los estudios apuntan a un descenso en la elección de carreras técnicas por parte de los jóvenes, a pesar de la creciente demanda que tenemos las empresas, y creo que no hay una respuesta única para este desajuste, sino que es un problema multifactorial que debemos abordar conjuntamente desde distintos ámbitos: empresarial, educativo, familiar... incluso a nivel social, ya que la falta de referentes que generen impacto positivo puede estar detrás de la escasez de vocaciones tecnológicas en los jóvenes.

Nos parece especialmente preocupante el descenso en las vocaciones femeninas, porque genera un desequilibrio en las empresas, y tal como refleja un estudio STEM Madrid: “las alumnas parecen perder interés en las áreas STEM en la adolescencia, y la brecha se agrava al elegir estudios superiores”. Por eso, queremos ir más allá del fomento de vocaciones tecnológicas para “desmontar estereotipos”, trabajando en colegios con el profesorado, alumnado y familias, porque entendemos que determinados estereotipos están condicionando comportamientos y decisiones, entre ellas la elección de estudios.

En mi opinión, no se trata de que todos los jóvenes estudien carreras técnicas, pero sí que se elijan los estudios de la manera menos sesgada posible, sin estar condicionados por estereotipos. Lo que está claro es que el futuro es cada vez más tecnológico y a cualquier carrera tendríamos que incorporar una formación digital. Es responsabilidad de las empresas y las instituciones educativas contribuir a que los jóvenes desarrollen esa pasión

“Ahora se necesita un liderazgo más humanista, empático, generoso y emprendedor, capaz de confiar en el mejor talento, con una visión más estratégica y amplia, más allá de su equipo directo y de los resultados a corto plazo”

“Poner el foco en el bienestar de las personas es una garantía de mejora del compromiso y del clima laboral, y nosotros tenemos un programa de bienestar integral con iniciativas que mejoran el bienestar físico, psicológico y relacional”

por la tecnología para el futuro tecnológico que nos rodea.

Además de los conocimientos y capacidades propios del puesto de trabajo en cuestión, ¿qué cualidades y habilidades sociales requieren hoy en día las empresas a sus trabajadores?

Para nosotros es muy importante que las personas se identifiquen con nuestros valores: confianza, respeto, innovación, flexibilidad y proactividad, por lo que hemos hecho un ejercicio importante de difusión y de traducir los valores en competencias y comportamientos observables y medibles en nuestro día a día. Es la manera de garantizar un alineamiento real, porque estos valores son la guía de nuestro comportamiento y así lo trasladamos tanto a los empleados como a las nuevas incorporaciones.

En cuanto a “soft skills”, valoramos la flexibilidad para adaptarse a los cambios permanentes de la sociedad actual y la capacidad de resiliencia, la iniciativa, la capacidad de comunicación, la responsabilidad para tomar decisiones y, por supuesto, creemos que es fundamental una actitud positiva.

Algo que estamos impulsando también desde nuestro Programa Global de Transformación Cultural, y que valoramos en las personas, es el concepto de emprendimiento. Es la capacidad de ser emprendedores en nuestro puesto de trabajo, en el día a día, como base para alcanzar la excelencia a través de la mejora continua y de asumir la responsabilidad en la toma de decisiones.

Con una experiencia de 25 años “dedicada principalmente a las perso-

nas”, ¿ha experimentado una transformación cultural en las empresas, en lo que respecta a la relación entre jefes y empleados? ¿Qué marca la diferencia entre un jefe tradicional y un verdadero líder?

En Endesa estamos evolucionando constantemente el estilo de liderazgo para que acompañe la transformación cultural que estamos viviendo. Ahora se necesita un liderazgo más humanista, empático, generoso y emprendedor. Un liderazgo capaz de confiar en el mejor talento, con una visión más estratégica y amplia, más allá de su equipo directo y de los resultados a corto plazo. Es un estilo de liderazgo con foco en el bienestar y la motivación de las personas; para ello las claves son una comunicación transparente, cercana y coherente que predica con el ejemplo.

Los verdaderos líderes, ahora más que nunca, poseen la capacidad de inspirar y transmitir con pasión la estrategia de la compañía para conseguir nuestro propósito, aprovechando la diversidad y desarrollando el máximo potencial de cada persona.

Este nuevo estilo de líderes más cercanos, empáticos y con una mayor capacidad de escucha, son más humildes porque no tiene todas las respuestas, y ya no es suficiente con la experiencia propia, sino que necesita apoyarse en las competencias del equipo y mostrar su vulnerabilidad.

Los nuevos líderes son facilitadores y están al servicio del equipo, estas características están muy alejadas del jefe tradicional más centrado en el control y con poca delegación de responsabilidades, sí de tareas, algo que funcionó en un contexto más rígido y tradicional.

Hoy en día se habla mucho de la cultura del trabajo en equipo, de reconocimiento y de contribución, de relaciones de confianza y respeto. ¿Cuáles son las claves para lograr un buen ambiente de trabajo?

Nosotros apostamos por un modelo que sitúa a las personas en el centro, estamos centrados en su bienestar y su satisfacción. Tenemos un enfoque que es un ciclo “bienestar – motivación – resultados”, que se retroalimenta (a más bienestar, más motivación y mejores resultados). Poner foco en el bienestar de las personas es una

garantía de mejora del compromiso y del clima laboral, y nosotros tenemos un programa de bienestar integral con iniciativas que mejoran el bienestar físico, psicológico y relacional.

Está demostrado que los líderes son uno de los pilares que más impacta en el clima laboral, por lo que trabajar con el equipo de gestores para que sean más inspiradores, empáticos, fomenten la cultura del “feedback”, reconozcan el valor de cada persona, den sentido a la estrategia y transmitan pasión, es una de las claves para generar buen ambiente de trabajo, si no la más importante.

Otra de las claves es fomentar las relaciones entre las personas, ya que el factor relacional es otro de los factores que más impacta en el clima laboral. Nosotros nos estamos centrando mucho en crear eventos y espacios donde las personas se relacionen de una manera abierta y diferente a como lo hacen en su día a día. De esta manera, se generan relaciones de confianza, se trabaja mejor en equipo, se rompen silos y eso tiene un impacto directo en el compromiso y el clima laboral. En este sentido, potenciamos la red de comunidades de Endesa, donde actualmente conviven 20 comunidades con más de 3.000 personas que se agrupan por grupos de interés, en torno a objetivos comunes.

Las comunidades son un ejemplo de compromiso y un nuevo modelo de relación más allá de nuestro trabajo diario. Y por supuesto, tenemos que seguir innovando en analítica de datos para medir cómo se sienten nuestras personas, y qué acciones son las que impactan más positivamente.

La atracción del talento, la formación y el desarrollo de las personas implica un firme compromiso por parte de los empleadores, ¿cómo valora

“Uno de los mayores retos a futuro es manejar la irrupción de la IA, con la que se prevé un auténtico cambio de paradigma respecto a lo que conocemos hasta ahora”

la situación actual en esta materia? ¿Es uno de los grandes retos de las empresas?

Hemos tenido que reinventarnos para atraer, formar y desarrollar a las personas. Y las nuevas tecnologías han ayudado a la transformación que estamos viviendo. Impulsamos el “upskilling” y el desarrollo continuo de las competencias digitales de nuestros empleados, para liderar con éxito la transformación digital en la que estamos inmersos.

Hemos redefinido el modelo de formación y desarrollo con foco en el autodesarrollo y el autoaprendizaje. Nuestro proyecto “Love To Learn” promueve que la oferta formativa de la compañía se adapte a los intereses del empleado y a desarrollar sus necesidades. Cada persona puede elegir su formación a demanda dónde, cuándo, cómo y qué aprender. Además del autoaprendizaje, potenciamos el aprendizaje colaborativo con una red de formadores internos, que son ejemplo de generosidad y colaboración.

Sin duda, uno de los mayores retos a futuro, y en el que ya trabajamos en la actualidad, es manejar la irrupción de la IA, con la que se prevé un auténtico cambio de paradigma respecto a lo que conocemos hasta ahora. En este sentido, tenemos en marcha el proyecto sinergiaIA, destinado a los casi 9.000 empleados de Endesa, con el objetivo de mejorar el “know how” interno, el intercambio de conocimiento y las habilidades de todos los empleados en torno a la Inteligencia Artificial. Incluye, entre otros, una red de 200 expertos en IA de todas las áreas de la compañía.

Como directora de Talento y Cultura en Endesa, ¿qué es lo que más le gusta de su trabajo?

Tengo la suerte de estar rodeada de un equipo con el que me siento muy apoyada en mi día a día y en mis decisiones. Tenemos conversaciones cercanas y abiertas, sea de manera individual o en reuniones de equipo, donde compartimos un “feedback” continuo, y generamos relaciones de confianza. El trato diario con las personas y contribuir al desarrollo de mi equipo son de las cosas que más valoro. Aprendo mucho de ellos y estoy muy agradecida.

Respecto al contenido de mi trabajo, lidero un área que es responsable de impulsar iniciativas en procesos clave de recursos humanos, como son la selección, formación, desarrollo y la transformación cultural. Por lo que nuestra responsabilidad y nuestro impacto en las personas es muy alto. Tengo la oportunidad de generar cambio y me enorgullece trabajar por y para las personas. Tomar decisiones que impactan en la vida de las personas es una responsabilidad y una satisfacción.

¿Cómo se imagina el entorno laboral en el futuro? ¿Qué transformaciones cree que se habrán producido?

El entorno laboral del futuro se perfila como un espacio dinámico y en constante evolución, y creo que nosotros tenemos que ser los protagonistas de las principales transformaciones que ya se están produciendo, como la revolución que está suponiendo la irrupción de la IA, que permitirá a las personas centrarnos en actividades más estratégicas y creativas.

La rápida evolución tecnológica requerirá que los trabajadores se adapten constantemente. La formación continua y el desarrollo de nuevas habilidades serán esenciales para mantenerse competitivos.

Necesitaremos nuevas fórmulas que aseguren la competitividad, trabajando más por proyectos, y con una mayor flexibilidad en la asignación de recursos, que nos permitan ser ágiles, y con una respuesta más rápida ante los continuos cambios.

Creo que en el futuro también habrá un mix de trabajo remoto y presencial más generalizado, como el modelo por el que apuesta Endesa.

Las empresas pondrán mayor énfasis en el bienestar de sus empleados, promoviendo un equilibrio saludable entre el trabajo y la vida personal, y ofreciendo programas de apoyo psicológico, físico..., en línea con nuestro “programa de bienestar”. Y habrá un mayor enfoque en crear entornos laborales inclusivos, donde se valore a cada persona por su valía profesional.

Por último, ¿cuáles son sus proyectos más inmediatos?

Actualmente tengo varios proyectos clave que tienen que ver con seguir impulsando la transformación cultural, potenciando las comunidades internas, y dando más voz a los empleados, a través de nuevos canales de comunicación que lleguen más y mejor que una comunicación tradicional.

Tengo grandes retos en mejora de procesos internos y en automatización para generar eficiencias y promover nuevas formas de trabajo; así como en impulsar la estrategia de personas y centrarla en la meritocracia y el aporte de valor con un sistema coherente, sólido, donde las reglas estén claras y compartidas, que tenga sentido para todos y que sea sostenible.

También tengo el foco en seguir contribuyendo a la evolución del estilo de liderazgo, en generar sinergias entre áreas, fomentar el networking entre gestores, ayudarles a dar feedbacks constructivos, y a potenciar un liderazgo inspirador que genere compromiso y motivación en los equipos.

Tengo tantos proyectos que la lista sería muy larga, y quiero compaginarla con mi reto personal de cuidarme y predicar con el ejemplo en materia de bienestar y conciliación.



La iniciativa “Ella Te Cuenta”, de Endesa y la Fundación Universidad-Empresa, trata de fomentar las vocaciones STEM, el pasado mes de octubre en la IV edición de MadridMotorStudent.

Contribución de la industria aeroespacial española al avance tecnológico y económico del país

Cuando se habla del histórico viaje del Apolo 11 a la Luna, las miradas suelen dirigirse hacia los astronautas, las naves espaciales y, por supuesto, la NASA. Sin embargo, hay una pieza clave en esta proeza que sigue siendo, en gran parte, desconocida: la contribución de la ingeniería aeronáutica española.



Ingeniero de la rama industrial trabaja en software CAD para la puesta en marcha de un motor de turbina, en el marco de la investigación y desarrollo de motores de alta tecnología. Foto: Shutterstock.

Mariana Morcillo

Lejos de los focos, ingenieros y técnicos españoles desempeñaron un papel esencial en el éxito de la misión, asegurando que la comunicación y los sistemas de navegación funcionaran sin problemas durante cada uno de los momentos críticos del viaje. Su implicación, fundamental y determinante, no solo fue crucial en 1969, sino que dejó un legado perdurable, situando a España a la vanguardia de la ingeniería aeronáutica.

La industria aeroespacial en la economía española

En la actualidad, la industria de la ingeniería aeronáutica en España tiene un papel estratégico dentro de la econo-

mía nacional, con un crecimiento sostenido en facturación, empleo y exportaciones. En 2023, el sector alcanzó una facturación de 9.927 millones de euros, un 12,9% más que el año anterior, según el informe de PwC para TEDAE presentado en noviembre de 2024. La aviación militar representó 5.197 millones de euros, impulsada por contratos de defensa, mientras que la industria espacial alcanzó los 1.200 millones, con un crecimiento interanual del 12,6%. A nivel regional, Andalucía y el País Vasco concentraron gran parte del volumen de negocio. La industria aeroespacial andaluza facturó 2.743 millones de euros en 2023, mientras que el País Vasco alcanzó los 2.882 millones, destacando su especializa-

ción en motores y aeroestructuras.

El sector también ha experimentado un crecimiento significativo en el empleo. En 2023, generó 215.607 puestos de trabajo, tanto directos, como indirectos e inducidos, con un coeficiente multiplicador de tres empleos adicionales por cada puesto directo, según PwC-TEDAE. La estabilidad en la contratación responde a la alta demanda de perfiles técnicos en fabricación, mantenimiento y desarrollo de aeronaves y sistemas espaciales. Las regiones con mayor actividad aeronáutica, como Madrid, Andalucía, Aragón y el País Vasco, concentran la mayor parte de estos empleos.

Las exportaciones también muestran una trayectoria ascendente. En el

sector espacial, el 74% de la facturación tuvo como destino mercados internacionales, mientras que las ventas de aeronáutica civil en el exterior superaron los 1.618 millones de euros en el primer semestre de 2024, reflejando un incremento interanual del 8,7%. En el ámbito militar, España ocupó la octava posición entre los mayores exportadores de armamento entre 2019 y 2023. Dentro de este segmento, el 70% de las exportaciones de defensa correspondió a aeronaves.

El impacto del sector en la economía española es significativo. Según los últimos datos disponibles, correspondientes a 2023, su contribución al PIB alcanzó los 13.900 millones de euros, equivalente al 1,3% del total nacional. En el ámbito industrial, la aportación ascendió a 19.688 millones, lo que representó un 12,1% del PIB manufacturero. La actividad aeronáutica lidera el sector aeroespacial con 13.776 millones de euros generados, mientras que la industria espacial mantiene su expansión aportando 1.964 millones.

En definitiva, la ingeniería aeronáutica española se ha consolidado como un sector clave en la industria de alta tecnología, con un fuerte impacto en el empleo, la innovación y la exportación de bienes de alto valor añadido. Su peso en el PIB industrial y su capacidad para desarrollar tecnologías avanzadas la posicionan como un sector prioritario para la competitividad del país.

Compromiso con la innovación

La inversión en I+D+i, la modernización de infraestructuras y la apuesta por la sostenibilidad serán determinantes para la evolución de la ingeniería aeronáutica de nuestro país en los próximos años. En 2023, las industrias de defensa, seguridad, aeronáutica y espacio destinaron 2.403 millones de euros a actividades de innovación, lo que representó el 27% del total invertido en I+D+i en el sector industrial, según el informe de PwC para TEDAE. Esta partida presupuestaria ha permitido avances en materiales avanzados, sistemas de propulsión sostenibles y digitalización de procesos productivos.

El sector aeronáutico civil ha mantenido una inversión constante en tecnologías emergentes. Airbus lidera proyectos en aeronaves de bajas emisiones y materiales ligeros, mientras que empresas como Aciturri y Aernova han intensificado sus esfuerzos en el desarrollo de aeroestructuras más eficientes. En el ámbito militar, los programas de modernización de flotas han impulsado la adopción de sistemas de aviónica avanzada y aeronaves no tripuladas. La industria espacial, por su parte, ha experimentado un crecimiento notable. Empresas como PLD Space han destinado 15 millones de euros a reforzar su cadena de aprovisionamiento y han asegurado 170 millones en financiación para desarrollar lanzadores reutilizables, consolidando

la presencia española en el mercado de servicios de lanzamiento.

El apoyo de las administraciones públicas ha sido clave para fortalecer la I+D+i en la industria aeroespacial. El Fondo de Apoyo a la Inversión Industrial Productiva (FAIIP), dotado con 1.800 millones de euros, ha facilitado el desarrollo de proyectos tecnológicos en este ámbito. Además, el PERTE Aeroespacial ha destinado hasta la fecha 2.500 millones de euros a la financiación de iniciativas estratégicas. Este programa ha impulsado 59 proyectos en los últimos tres años, beneficiando a 232 empresas, de las cuales 171 son pymes.

Entre las iniciativas más relevantes del PERTE, destacan el desarrollo de lanzadores de pequeños satélites, liderado por PLD Space, con una inversión de 40,5 millones de euros, y la misión QKD-GEO de Thales Alenia Space e Hispasat, enfocada en comunicaciones cuánticas seguras. Además, el proyecto de distribución cuántica de claves en órbita baja, adjudicado a SENER, ha recibido un presupuesto de 18 millones de euros. Estas iniciativas consolidan el papel de España en la innovación aeroespacial y refuerzan su posicionamiento en el ámbito de la seguridad y las telecomunicaciones avanzadas.

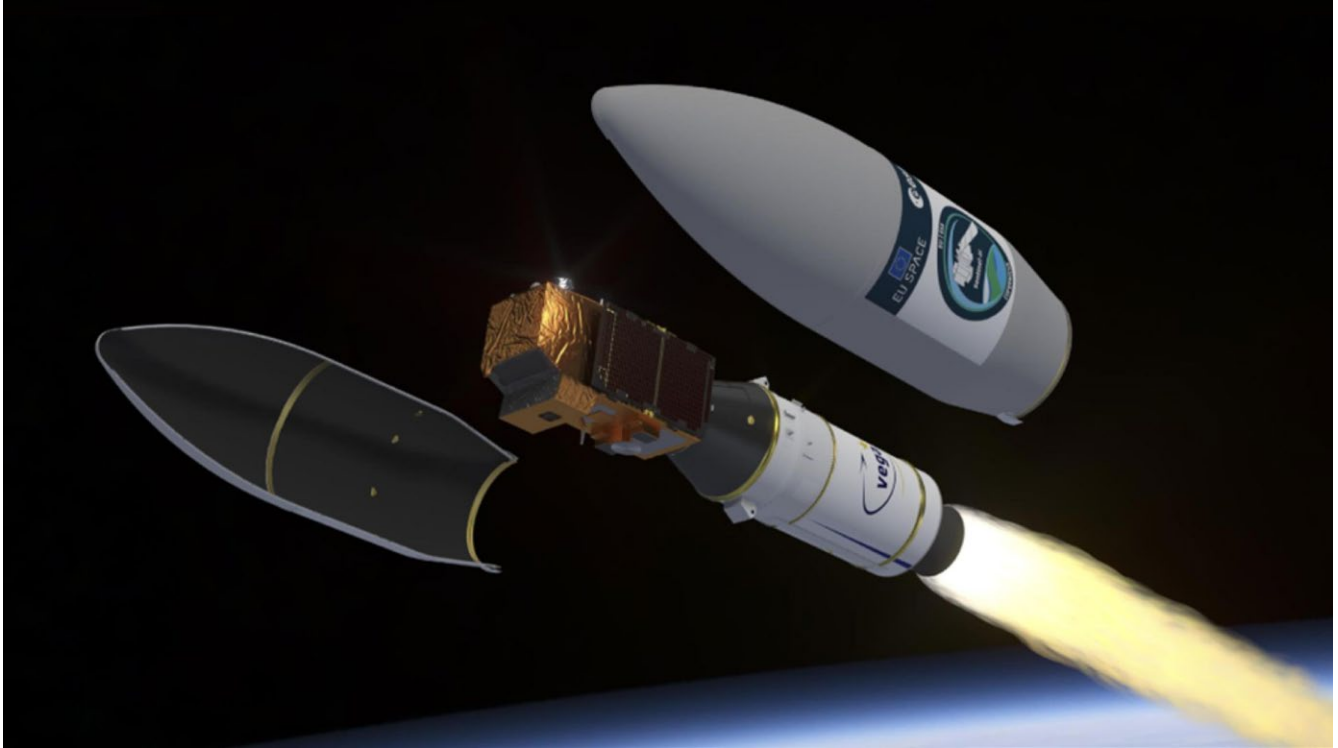
España en la vanguardia aeroespacial

La participación de empresas y entidades españolas en programas y proyectos aeroespaciales refleja el alto nivel de desarrollo tecnológico e innovación del sector. Desde sistemas de navegación hasta exploración espacial y sostenibilidad aeronáutica, España contribuye con soluciones avanzadas que fortalecen su competitividad y proyección internacional.

El programa Galileo, desarrollado por la Unión Europea como alternativa a los sistemas GPS y GLONASS, cuenta con una destacada participación española. Indra ha sido clave en el desarrollo de infraestructuras de control y monitorización de la constelación de satélites, mientras que Hispasat ha proporcionado soporte en comunicaciones. Airbus España ha fabricado componentes de satélites, consolidando su papel en la industria espacial europea. La constelación, compuesta por 30 satélites, busca ofrecer servicios de



El 28 de abril de 2024 se lanzaron dos nuevos satélites del sistema europeo de navegación Galileo. Créditos de la imagen: Agencia Espacial Española (AEE).



Los satélites Sentinel del programa europeo Copernicus aportan información sobre incendios forestales, inundaciones y sequías, beneficiando a diversos ámbitos, como la agricultura, el sector marítimo o la silvicultura. Créditos de la imagen: Comisión Europea.

geolocalización de alta precisión, mejorando aplicaciones en aeronáutica, defensa, telecomunicaciones y transporte. Su implementación ha permitido diseñar tecnologías de navegación más seguras y eficientes, con una mejora en la sincronización de redes y una mayor capacidad de respuesta frente a interferencias.

En el área de la navegación avanzada, el proyecto LEO-PNT propone un sistema de posicionamiento basado en satélites de órbita baja, diseñado para complementar los sistemas GNSS tradicionales y mejorar la precisión en entornos urbanos o de difícil acceso. España participa a través de Indra y GMV, responsables de los sistemas de control y receptores avanzados. Airbus España colabora en las plataformas satelitales, mientras que la Universidad Politécnica de Valencia trabaja en algoritmos de sincronización. Actualmente en fase de desarrollo, este proyecto busca ofrecer mayor fiabilidad en aplicaciones críticas como aviación, defensa, telecomunicaciones y movilidad autónoma.

En el campo de la observación solar y la formación de satélites en vuelo, la Agencia Espacial Europea (ESA) ha impulsado la misión PROBA-3, cuyo lanzamiento se realizó en diciembre de 2024. Este proyecto ha validado la ca-

pacidad de mantener dos satélites en una alineación precisa para la creación de un coronógrafo artificial, lo que permite la observación de la corona solar sin interferencia de la luz directa del Sol. España ha tenido una contribución relevante, con SENER liderando el desarrollo del sistema de ocultación y GMV encargándose de los algoritmos de navegación y control de formación. Además de su impacto en la astrofísica, la tecnología concebida en el seno de PROBA-3 abre nuevas posibilidades en ensamblaje y mantenimiento de estructuras orbitales.

El proyecto HERA, parte de la misión AIDA, tiene como objetivo evaluar la efectividad del desvío de asteroides mediante impactos controlados. España participa a través de Indra, que ha desarrollado sistemas de navegación autónoma, y GMV, responsable de la comunicación láser de alta velocidad. Con un presupuesto superior a los 150 millones de euros y una fecha de finalización prevista para 2027, HERA contribuirá a la defensa planetaria y al desarrollo de tecnologías aplicables en misiones interplanetarias y aviación autónoma.

La observación terrestre se refuerza con el programa Copernicus, una iniciativa de la Unión Europea para la monitorización ambiental. La aporta-

ción de nuestro país se materializa a través de las entidades Airbus España, SENER, Deimos Space e Hisdesat. Airbus ha ideado sensores de radar de apertura sintética para los satélites Sentinel, SENER ha diseñado sistemas de control de actitud e Hisdesat ha trabajado en la transmisión de datos. La información generada es clave para la gestión de desastres naturales, planificación urbana y monitorización del cambio climático.

En materia de telecomunicaciones, el proyecto Space INSPIRE, impulsado por la ESA y liderado por Thales Alenia Space, desarrolla satélites de comunicación de nueva generación con propulsión eléctrica y sistemas de transmisión de alta capacidad. Thales Alenia Space España e Hisdesat han participado en la integración de sistemas de comunicación encriptada y en el diseño de cargas útiles. Se espera que las tecnologías derivadas optimicen la gestión de redes globales y mejoren la seguridad de las comunicaciones gubernamentales y estratégicas.

La aviación sostenible ha sido el eje central del programa Clean Aviation, cuyo objetivo es la reducción de emisiones mediante el uso de combustibles limpios, hidrógeno y propulsión híbrida. Airbus España participa en la investiga-

ción de aeronaves con menor huella de carbono, mientras que Aciturri y Aernova diseñan estructuras más ligeras y eficientes. La aplicación de estas tecnologías permitirá a la industria cumplir con los compromisos de reducción de emisiones y mejorar la eficiencia energética en el transporte aéreo.

Otra iniciativa destacada es Caramuel, liderada por Hispasat y financiada por la Agencia Espacial Europea (ESA). Este proyecto ha creado el primer sistema de Distribución Cuántica de Claves (QKD) en órbita geoestacionaria. Thales Alenia Space España ha aportado su experiencia en plataformas espaciales, mientras que el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y el CSIC han trabajado en la integración de tecnologías ópticas y criptográficas avanzadas. Los avances de Caramuel se aplicarán en defensa, infraestructuras críticas y telecomunicaciones, garantizando comunicaciones seguras y resistentes a ciberataques cuánticos.

Finalmente, el proyecto Piloting, financiado por Horizonte 2020, ha desarrollado soluciones robóticas avanzadas para la inspección y mantenimiento de infraestructuras civiles, integrando robótica aérea, inteligencia artificial y navegación autónoma. La ingeniería aeronáutica ha sido clave en el diseño de drones autónomos con sensores avanzados, capaces de operar sin GPS en entornos industriales complejos. España ha tenido una participación destacada con FADA-CATEC, responsable

de la robótica aérea y los sistemas de navegación autónoma, y la Universidad de Sevilla, encargada de los algoritmos de inteligencia artificial y control de vuelo. Estos avances consolidan la robótica aérea como una herramienta clave para la inspección industrial.

En resumen, la presencia española en estos programas reafirma su papel como actor clave en la innovación aeroespacial. Los desarrollos tecnológicos alcanzados impulsan la competitividad del sector, fortalecen su presencia en mercados internacionales y generan avances aplicables tanto en la industria aeroespacial como en la exploración espacial y la sostenibilidad del transporte aéreo.

Nuevas oportunidades ante un escenario exigente

Como hemos visto, la industria aeroespacial española sigue avanzando en 2025 impulsada por su apuesta por la innovación y su presencia en programas estratégicos. No obstante, se encuentra ante desafíos que condicionarán su evolución en los próximos años.

Las normativas ambientales requieren una reducción drástica de emisiones, lo que impulsa la adopción de combustibles sostenibles de aviación (SAF) y el desarrollo de nuevas tecnologías de propulsión. Sin embargo, la producción limitada y el elevado coste de estos combustibles siguen dificultando su implantación a gran escala.

El exigente marco regulador añade

complejidad a la gestión del sector. En algunos casos, los requisitos administrativos pueden alargar la aprobación de nuevas infraestructuras o programas tecnológicos, así como dificultar el acceso a datos desglosados que faciliten el análisis del mercado civil.

Por otro lado, la aviación militar representa una parte significativa de la facturación del sector y ha sido un motor clave en el desarrollo tecnológico, pero su evolución depende de decisiones gubernamentales y presupuestarias, lo que introduce cierta incertidumbre a largo plazo. Aunque los contratos de defensa han proporcionado estabilidad y han impulsado avances en materiales avanzados y sistemas de propulsión, la industria debe diversificar sus fuentes de ingresos y expansión mediante el fortalecimiento del sector civil, marcado por la creciente demanda de transporte aéreo y la necesidad de aeronaves más eficientes y sostenibles.

En un escenario tan desafiante, marcado por múltiples barreras, surge un amplio abanico de oportunidades que permiten a la industria aeroespacial española adaptarse y evolucionar. La inversión en I+D+i refuerza la fabricación de materiales avanzados y sistemas más eficientes. En defensa, el programa FCAS y el aumento del presupuesto militar abren nuevas perspectivas de desarrollo. En el ámbito espacial, el crecimiento de la industria impulsa la presencia española en el mercado global. El equilibrio entre sostenibilidad, innovación y expansión determinará la evolución del sector en un entorno en constante transformación.

Así pues, y a modo de conclusión, la industria aeroespacial no solo impulsa la economía, sino que también es un motor clave para el avance del conocimiento científico y la evolución de la ingeniería. Su desarrollo ha permitido innovaciones en aerodinámica, materiales avanzados y propulsión sostenible, con aplicaciones que van más allá de la aviación. Tecnologías derivadas del sector benefician a la geolocalización, la gestión agrícola, la observación del clima y la defensa, mejorando infraestructuras críticas y la seguridad global. La investigación en aeronáutica y espacio no solo optimiza el transporte, sino que transforma múltiples sectores, demostrando que su impacto va mucho más allá del cielo.



El proyecto Piloting ha desarrollado soluciones robóticas avanzadas para la inspección y mantenimiento de infraestructuras críticas. Las pruebas de campo se han realizado en refinerías, puentes/viaductos y túneles.

Juan José Silva Campos

Director de PreFAL AIRBUS Tablada

“En AIRBUS estamos realizando proyectos de innovación industriales relacionados con la industria 5.0, empleando robótica e IA centrada en el operario”

Mónica Ramírez

La ciudad de Sevilla está formidablemente ligada a la industria e ingeniería aeroespacial. El sector aeronáutico en esta provincia andaluza, con 2.192 millones de euros en ventas, concentra el 98% de las exportaciones que se realizaron desde Andalucía, a lo largo de los diez primeros meses de 2024, y experimenta un crecimiento del 53% interanual.

La industria del espacio está adquiriendo cada vez mayor relevancia, y se trata de un sector de gran futuro, en el que la PreFAL AIRBUS de Tablada, en Sevilla, ocupa un lugar sobresaliente. Juan José Silva Campos es el director de este centro estratégico desde 2016. Actualmente es responsable de gestionar y coordinar las áreas de producción con el fin de entregar los productos en calidad, tiempo y coste de acuerdo con las directivas de los programas.

Al año siguiente, en 2017, era designado representante de Airbus en Andalucía, y ese mismo año recibía la Cruz del Mérito Aeronáutico. Además, como ingeniero técnico industrial, el Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Sevilla (COGITISE) le concedía, en 2019, el máximo galardón de la organización colegial, el Premio Martínez Montañés, en reconocimiento a su impecable trayectoria profesional.

El centro de fabricación aeronáutica de Tablada se inauguró en 1942. Desde sus inicios, hasta convertirse en una PreFAL, un centro estratégico de suministros de productos y equipos listos para su montaje final, ha pasado por un largo proceso evolutivo. ¿Cuáles han sido los momentos clave de su evolución?

Las históricas instalaciones de Tablada son uno de los principales núcleos de



Juan José Silva Campos

“Tablada es un centro de referencia en la fabricación de grandes componentes y piezas estructurales, para programas propios y para aviones de otras compañías, como Dassault”

origen de la industria aeronáutica española. Desde entonces, la evolución ha sido permanente y hoy en día se caracteriza por ser una planta multiproducto, multiprograma y multicitiente, actuando como Pre-FAL, es decir, como cortafuegos para evitar el impacto en la Línea de Montaje Final en San Pablo.

Tablada es un centro de referencia

en la fabricación de grandes componentes y piezas estructurales, tanto para programas propios como A400M, el C295, A330 MRTT o Eurofighter, así como componentes de aviones de otras compañías, como Dassault. Igualmente me gustaría destacar la relevancia de la Unidad Eléctrica de Tablada, pues representa el centro de referencia transdivisional para la fabricación eléctrica, actuando como como fábrica de lanzamiento, estableciendo los estándares, introduciendo nuevos procesos/materiales de fabricación y definiendo el coste objetivo para los proveedores. Esta unidad se encarga, además, de la fabricación de las unidades de control, así como de las consolas de misión, en serie, protegiendo igualmente las FAL y los programas.

Una constante durante todos estos años, que ha convertido Tablada en un centro de referencia entre las plantas de Airbus Defence and Space, es nuestro compromiso con la mejora continua y la capacidad de adaptación, con la puesta en marcha de sistemas de producción basados en líneas flexibles, que permiten balancear tanto a los equipos como los medios industriales disponibles.

Como director de la PreFAL desde 2016, ¿cómo fue su trayectoria profesional hasta llegar a este puesto de responsabilidad y qué balance realiza de estos años?

Me incorporé a la empresa en 1975, pasando por diferentes posiciones en Ingeniería de Fabricación, Ingeniería, Servicios y Operaciones desde 1976 hasta 2006. En 2006 me nombraron responsable del Centro de Ensayos en Vuelo para el A400M (Flight Test Center en inglés), donde lideré la implementación de una nueva organización

bajo las reglas DOA de Airbus, que tenía que ser completamente interoperativa con el Centro de Ensayos en vuelo de Toulouse.

En noviembre de 2010 me convertí en responsable de la Línea de Montaje Final (FAL) y FTC del A400M, siendo responsable de la concepción e implementación de una nueva organización para la fase de producción en serie, y estuve involucrado en el programa A400M, desde sus inicios hasta el año 2016. Desde entonces, soy director de planta de Pre-FAL Tablada, donde soy responsable de gestionar y coordinar las actividades de fabricación para entregar los productos en calidad, tiempo y coste, de acuerdo con las directivas de los diferentes programas.

En paralelo a mi actividad profesional, soy el presidente de la Federación Andaluza de Rugby, deporte en el que he estado involucrado desde muy joven, primero como jugador, después como árbitro y, actualmente, desempeñando labores de gestión. Quiero resaltar esto porque los valores que dirigen el Rugby, trabajo en equipo, respeto, integridad, etc., son los valores que tenemos en Airbus. Y esto, creo que me ha ayudado durante toda mi carrera profesional.

¿Qué componentes de los aviones se fabrican en Tablada?

En Tablada se lleva a cabo la integración y el equipamiento de grandes componentes (MCA) para programas tanto militares como civiles, entre ellos, el A400M, C295, A330 MRTT, Eurofighter, el Falcon 8X y 10X para Dassault. El denominador común de todos estos programas es precisamente lo que nos define como PreFAL a la planta de Tablada, y es que nuestros clientes reciben sus elementos completamente terminados y listos para ser ensamblados en el avión; como ejemplo, el fuselaje del avión militar C295 que entregamos a los compañeros en la Línea de Montaje Final en San Pablo.

Adicionalmente, somos pioneros en la fabricación eléctrica de mazos de cableado, unidades de control y consolas de aviónica para todos los productos de Airbus Defence and Space, y somos un socio clave para la actividad de servicios, actuando como centro de reparación para conjuntos críticos.

¿Cómo ha sido la transformación tec-

nológica e industrial de la PreFAL hasta convertirse en un referente mundial por su innovación y competitividad?

En primer lugar, quiero indicar que esta evolución de Tablada ha sido clave para asegurar el futuro de la planta dentro del ecosistema de Airbus.

La digitalización, como elemento habilitador de este proceso de evolución, nos permite medir el pulso y tener el control del estado de los procesos de montaje, pudiendo tomar decisiones en tiempo real. Cabe destacar proyectos como el "IoT Andon", que permite la comunicación del estado de los medios industriales o el "Digital Bar-Chart", que consiste en la implantación de sistemas digitales de organización y seguimiento de la producción, para, a través del aprovechamiento de grandes cantidades de datos, poder predecir resultados. Esto nos ha servido para ser reconocida por el avanzado estado de implementación por parte de otras plantas del Grupo.

Esta implementación de herramientas de IA ha implicado evolucionar hacia un enfoque basado en los datos, fomentando la colaboración de las personas con las máquinas, la flexibilidad y la disposición a experimentar, innovar y evolucionar.

¿Qué proyectos se llevan a cabo desde el "Laboratorio de Innovación"?

El Área de Innovación de Tablada lleva a cabo proyectos de investigación y desarrollo para su implementación en las plantas de la división de Defensa y Espacio. La estrecha colaboración con universidades y centros tecnológicos europeos nos permite estar en un estado avanzado de la técnica en proyectos de Industria 5.0 relacionados con sistemas de montaje industrial.

El fuerte compromiso de Tablada con la innovación ha permitido el desarrollo de proyectos europeos de robótica colaborativa, y ser una planta piloto para la conectividad de medios industriales.

Al ser una planta multiprograma y multiproducto, los proyectos y las tecnologías son muy variadas. Estamos realizando proyectos de innovación industriales relacionados con la industria 5.0, empleando robótica e IA centrada en el operario, para mejorar los procesos desde un punto de vista ergonómico y, por supuesto, mejorando nuestra competitividad, que es lo que garantiza el futuro.

Actualmente estamos desarrollando diferentes líneas de trabajo, como el montaje mediante robótica colaborativa en espacios confinados: mediante visión artificial, los robots realizan el montaje de elementos pesados para nuestros operarios.

También la fabricación aditiva de medios industriales para el montaje: gracias a la fabricación aditiva podemos lograr una mayor agilidad en las entregas, optimizando costes no recurrentes.

¿Cuáles son los principales retos de la planta de Tablada de cara al futuro?

En los próximos años tenemos grandes retos por delante en lo que se refiere tanto a la participación de Tablada en nuevos programas de Airbus Defence and Space, como el Eurodrone, con la industrialización del fuselaje, el empenaje y la planta de potencia del primer sistema aéreo no tripulado, la industrialización de los Airbus Pods, el kit de conversión para el A330 MRTT o la contribución al desarrollo del FCAS; al mismo tiempo que seguir avanzando en la industrialización de clientes como Dassault, con el Falcon 10X.

Más allá de los retos concretos a nivel de cliente y programa, hay un objetivo primordial que es seguir impulsando la competitividad de Tablada a nivel de grupo, para facilitar posibles desarrollos futuros, y a ello contribuye nuestro enfoque permanente en la innovación, la mejora continua y las personas.

En cuanto a los datos de empleo, ¿cuántos trabajos directos e indirectos genera la PreFAL?

Diariamente acceden a nuestras instalaciones más de 1.200 personas, entre plantilla directa (868) y empresas subcontratadas. Gran parte de ellos son cualificados y muy especializados.

¿Han detectado dificultades para captar talento y encontrar determinados perfiles profesionales?

Airbus es la empresa tractora del sector aeroespacial y de defensa en España, y hemos sido reconocidos como "Top Employer 2024" a nivel mundial en 22 de los países en los que operamos, y es el quinto año consecutivo que recibimos esta certificación en España. Trabajamos para ofrecer la mejor experiencia a nuestra plantilla y es un plus también para las personas en proceso

de búsqueda de trabajo. Este reconocimiento nos ayuda a consolidarnos como una empresa de referencia, atractiva para reclutar el mejor talento en todo el mundo.

Por otro lado, estamos firmemente comprometidos con la Formación Profesional Dual, que permite combinar la rigurosidad académica con la aplicación práctica, garantizando una preparación integral y acorde a las exigencias del mercado laboral aeronáutico. Colaboramos con diversos institutos en el marco de la FP y FP Dual, especialmente en montaje de aerestructuras y técnicos de mantenimiento de aeronaves; un ejemplo de ello es la 3ª edición de la modalidad dual de formación profesional de grado medio, en la especialidad "Montaje de estructuras e instalación de sistemas aeronáuticos", que llevamos a cabo en las instalaciones de Tablada y San Pablo, en colaboración con el IES San José de La Rinconada de Sevilla.

¿Qué tipo de programas formativos se llevan a cabo entre el personal para adaptarse a las necesidades actuales? Tenemos en marcha diversos programas de formación para impulsar y desarrollar las capacidades de la plantilla, tanto a nivel exclusivamente interno, como colaboraciones con distintos centros de formación, para adaptarnos a la demanda del mercado y los distintos perfiles requeridos para cada área de negocio.

Contamos con un amplio catálogo de programas de desarrollo de "soft skills" para el personal de taller (cursos de liderazgo, comunicación efectiva, gestión de personas, etc.), formación técnica en nuevos sistemas, aviónica, para ampliar los conocimientos de electrónica y reparación de equipos; por supuesto, en el campo de la IA, formación para el uso de HoloLens en el entorno industrial, concretamente en la instalación de mazos eléctricos.

Mencionar igualmente la iniciativa Flying Women, para promover la presencia y el desarrollo de la mujer en el colectivo de taller o el plan de formación derivado del contrato de India, que implica, por un lado, la capacitación de los trabajadores de TATA, y, por otro lado, un plan formativo en la cultura india para nuestra plantilla.

¿Cómo se imagina la planta de Tablada dentro de quince o veinte años? ¿Qué innovaciones cree se habrán aplicado? Me imagino una planta que continúa su camino como planta de referencia en el Grupo Airbus, en la que sus integrantes son parte de una familia y encuentran aquí, en Tablada y en Airbus, el lugar donde desarrollar su talento con las mejores condiciones. Puedo ver una planta completamente digitalizada, donde el análisis de datos forme parte de todas las fases de los procesos industriales, y donde se fabriquen componentes críticos para los nuevos programas.

El compromiso con la sociedad sevillana, la voluntad de cooperación con las instituciones y el liderazgo para impulsar el desarrollo tecnológico seguirán siendo marca de la casa. Conjugando todos estos factores no puedo más que imaginarme una planta con un futuro prometedor.

¿Cuáles son sus proyectos más inmediatos?

Hay dos piedras angulares que nos acompañan en nuestro día a día: primero, las personas, nuestros equipos son el motor de nuestra actividad, por lo que promovemos un entorno de trabajo seguro e inclusivo para todos.

En segundo lugar, nuestra razón de ser: los clientes. Ellos son los que velan por nuestra seguridad, protegen vidas y restauran ecosistemas e infraestructuras dañadas, así que nuestro objetivo es estar aquí para ayudarles a cumplir sus misiones. Esto lo hacemos a través de nuestros servicios y los productos que ponemos en sus manos, para los que desarrollamos las tecnologías más punteras, productos que operan en las condiciones más extremas, las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Estamos siempre al servicio de nuestros clientes, porque ellos están en guardia para todos los demás cuando más importa y se necesita. Por ello, teniendo esta razón siempre presente, nuestro firme compromiso con los clientes, es de vital importancia garantizar las entregas a tiempo, en coste y en calidad.

Historia de Tablada

La Base Aérea de Tablada fue inaugurada por Sus Majestades los Reyes, Alfonso XIII y Victoria Eugenia en 1923. Sin embargo, la aviación había aterrizado en Sevilla unos años antes, en el espacio denominado la Dehesa de Tablada. En marzo de 1910 se realiza el primer vuelo, con motivo de Semana de Aviación o Semana de Aviación Bleriot, patrocinada por la Casa Borel de París y organizada por el Ayuntamiento de Sevilla.

El coronel Pedro Vives recorrió todo el territorio español con el fin de buscar terrenos adecuados

para el desarrollo de esta nueva actividad, y logró que el Ayuntamiento de Sevilla cediera una parcela de doscientos cuarenta mil metros cuadrados, para su uso como Aeródromo Militar.

Las obras comenzaron en 1915 e inmediatamente se aprobó un Plan de Enseñanza y se dotó al aeródromo de Tablada de las primeras seis aeronaves, designando a los primeros profesores que impartirían esta nueva enseñanza. En 1920 la aviación española obtuvo el respaldo y el reconocimiento del Gobierno, con la promulgación del

Decreto por el que se crean cuatro Zonas Aéreas en España, con la designación de Sevilla como cabecera de la Zona Sur.

Durante las décadas de 1920 y 1930, las infraestructuras en la Base Aérea fueron creciendo y Tablada se constituye como base de partida de la primera línea aérea postal entre Sevilla y Larache (Marruecos). Tras la consolidación de la aviación militar, se da paso a las aeronaves para uso "civil", de tal modo que Tablada se convierte en el Aeropuerto de Sevilla.

COGITI TOOLBOX

El portal de gestión de licencias de software para colegiados

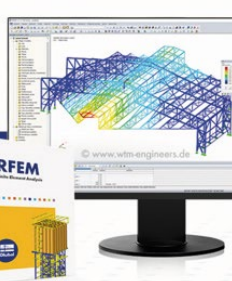
www.toolbox.cogiti.es

Desde el Consejo General y los Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España presentamos las novedades del portal COGITI TOOLBOX donde encontrarás los mejores Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción.

Paquete RFEM Acero EC3 5.xx
 (RFEM + RF-STEEL + RF-STEEL EC3)

- Contrato de servicio Pro
- 2 horas de curso de formación

5.400€ + IVA
4.400€ + IVA



progeCAD Professional

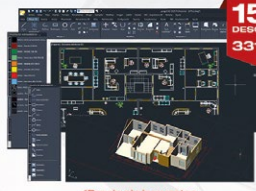
LA ALTERNATIVA CAD CON LICENCIA PERMANENTE

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.

15% DESCUENTO 331,50€

*Precio sin impuestos



GEATECH soft

PACK PROFESIONAL 11

SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

- Transferencia de Potenciales en sistemas de puesta a tierra (50Hz/60Hz) *
- Diseño de puestas a tierra en instalaciones de media tensión *
- Diseño de puestas a tierra en líneas de alta tensión *
- Diseño de puesta a tierra en subestaciones *
- Cálculo de parámetros característicos de electrodos de puesta a tierra
- Estimación de resistividad (beta) **
- Cálculo de resistencias en electrodos simples

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

- Campos magnéticos en líneas eléctricas
- Campos magnéticos en instalaciones eléctricas *

PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

- Seguridad frente al riesgo por la acción del rayo (CTE SUA-B)
- Evaluación del riesgo por la acción del rayo UNE-EN 62305-2

PACK PROFESIONAL 11

- 11 Módulos de Cálculo
- + 90 min Videotutoriales
- 4h Consulta Especializada

1 LICENCIA ANUAL

PVP 5.580€ + IVA

-30% PVP 3.906€ + IVA

Consulte descuentos hasta el 65% para más licencias



OFERTA Paquete Plan IS Engineer

Reduce tiempos en la redacción de proyectos y Optimiza tu Oficina

PROMOCIÓN EXCLUSIVA!

P.V. 258,12€/año (+ IVA)

Colegiado: 227,30€/año (+ IVA)

20% Descuento (*) indefinido

-IS Basic

- Activa y Desactiva tus licencias en cualquier equipo.
- Crear, editar y Rellenar plantilla de datos de ICAR Studio para el resto de aplicaciones.
- Gestiona la documentación de tus proyectos, organízala de forma ágil, y crea plantillas de documentos según la tipología de tus trabajos.
- Automatiza formularios Pdf y rellénalos con un solo clic.

-Param Word

- Automatiza tus documentos Word y carga los datos de tus trabajos en cuestión de segundos.
- Crea documentos Word dinámicos o conviértelos parametrizando todo aquello que necesites.
- Vincula los parámetros creados en tus documentos Word con las plantillas de datos de ICAR Studio y úsalos en el resto de aplicaciones.

-Acad Block

- Simplifica y Agiliza la creación de tus dibujos.
- Gestiona tu propia biblioteca de bloques o parte de la proporcionada por ICAR Studio.
- Ten a mano los bloques sin salir de AutoCAD e insértalos a base de clic tantas veces como necesites.
- Vincula los atributos de tus bloques con los parámetros de tu archivo de datos de ICAR Studio y actualiza sus valores en todos tus planos con un simple clic.

ICARStudio

(*) Descuento indefinido para todos los colegiados, siempre que sigan renovando las licencias de forma anual. Actualizaciones y mejoras del software controlado incluidas.



PACK COMPLETO dmELECT

77% Descuento

Instalaciones:

- en Edificación
- en Urbanización
- Térmicas

P.V. 2.100€ + IVA

495€ + IVA

PROMOCIÓN especial dmELECT

¡No esperes más!

¡Esta Oferta es Por Tiempo Limitado!



HELP engineering

LLEGA UNA NUEVA FORMA DE HACER INGENIERÍA

Ingeniería Online, Ingeniería 4.0

SOLUCIONES DE INGENIERÍA MECÁNICA PARA FACILITAR EL TRABAJO DE LOS INGENIEROS

Premium Professional

Cuota mensual

33% dto.

Diseño de mecanismos

Cálculo Componentes

Área de conocimiento

Normativa

Top Componentes

Cálculo de mecanismos

Proyectos a medida

Cálculo de resistencia



Jean-Baptiste Retif

Director de Ingeniería en CESA-Hérroux-Devtek Spain

“Nuestros principales retos incluyen la atracción de perfiles altamente cualificados y la captación de perfiles junior”

Mónica Ramírez

CESA, Compañía Española de Sistemas Aeronáuticos S.A.U, es una empresa internacional, que forma parte del grupo canadiense Hérroux-Devtek, y actualmente es conocida como Hérroux Devtek Spain (HD Spain).

Cuenta con dos sedes, en Getafe (Madrid) y en La Rinconada (Sevilla), y sus principales actividades incluyen el diseño, desarrollo, producción, mantenimiento y soporte de productos de sistemas hidráulicos y de actuación. Las tecnologías hidráulicas y electromecánicas se utilizan en una variedad de aplicaciones, que engloban desde mandos de vuelo o la actuación del tren de aterrizaje hasta puertas de carga.

Para conocer más acerca de esta relevante compañía, Técnica Industrial ha charlado con Jean-Baptiste Retif (graduado en Ingeniería Industrial por el Institut Catholique D'Arts et Métiers, ICAM, de Toulouse), director de Ingeniería en CESA-Hérroux-Devtek Spain desde 2021, que cuenta con más de 20 años de experiencia en dicha empresa, donde comenzó su carrera profesional en el Departamento Comercial. Hasta 2004 fue responsable de compras en el programa Tail Boom MRTT que CESA desarrolló para Airbus Military. Además, ha sido responsable de Cuentas, particularmente con las empresas del grupo Safran, y responsable de Desarrollo de Negocios con EEUU y Asia.

En 2017 asumió el rol para la definición y seguimiento del Plan Estratégico de la empresa, antes de ocupar el cargo de director de Ingeniería. También fue responsable de la Dirección Comercial y de Programas en 2021-2022.

En líneas generales, ¿cómo valora la situación actual de la industria aeronáutica tanto en España como en Europa?



Jean-Baptiste Retif

“La industria aeronáutica española, que ya aporta mucho a la soberanía europea, tiene que reforzarse y seguir creciendo para asegurar la prosperidad del futuro”

La industria aeronáutica es uno de los principales vectores de la soberanía que debe tener Europa y España como parte de ella. Esta soberanía está ahora en boca de todos, pero en la industria aeronáutica llevamos trabajando en ella desde hace muchos años. La industria aeronáutica española, que ya aporta mucho a la soberanía europea con toda la gama de aviones de transporte de Airbus, los derivados como el MRTT y, evidentemente, el Eurofighter, tiene que

reforzarse y seguir creciendo para asegurar la prosperidad del futuro. Remito aquí a sus lectores al informe TEDAE sobre la calidad del empleo en nuestro sector y el retorno de estos empleos en la economía nacional; datos que se pueden extrapolar a nivel europeo. Como dijo Amparo Valcarce (SEDEF) recientemente: “La inversión en defensa es una oportunidad económica, industrial y tecnológica para España”.

El avance de programas como el FCAS son críticos para esta soberanía, y para su éxito es fundamental una voluntad de financiación sin ambigüedad desde los Estados, así como una cooperación entre las industrias de los diferentes países europeos. Solo así, con un rumbo claro, se podrá conseguir el desarrollo de las tecnologías necesarias al éxito del programa.

Muy recientemente, con la publicación del Libro Blanco sobre el futuro de la Defensa europea, ya se han confirmado varias líneas de financiación para llegar hasta los 800.000 millones de € del plan ReArm Europe. Esta financiación tiene que llegar ahora al tejido industrial, creando tecnologías y empleo de calidad.

En cuanto a la aeronáutica comercial, el crecimiento de la demanda sigue de cara a recuperar los niveles de entrega de 2019, pero la cadena de suministro todavía afronta limitaciones de disponibilidad de materias primas, y tiene un déficit de capacidad de inversión. Airbus sigue acumulando pedidos y Boeing parece que está recuperando la salud. Son buenas noticias para el sector.

¿A qué se dedica el área de negocio de CESA-HD Spain? ¿Cuál es su capacidad productiva?

CESA es el Centro de Excelencia del grupo Hérroux-Devtek para Sistemas

de Actuación. Como tal, tenemos la responsabilidad de desarrollar todas las oportunidades de negocio que se presenten al grupo para sistemas de actuación de mandos de vuelo, trenes de aterrizaje u otras funciones críticas o auxiliares de una aeronave. CESA tiene altas capacidades de desarrollo de sistemas complejos como por ejemplo para mandos de vuelo hidráulicos, servo-hidráulicos o eléctricos para diferentes tipos de plataformas. Estos sistemas integran, desde hace varios años, el control electrónico, cuyo desarrollo realizamos en interno. CESA tiene también capacidad, como las demás plantas del grupo en Canadá, Estados Unidos e Inglaterra, para desarrollar, producir y mantener trenes de aterrizaje.

La capacidad productiva está basada en la estrategia manufacturera de CESA. Fabricamos, en interno, las piezas críticas de nuestros equipos y sistemas, apoyándonos en una red fuerte de subcontratación de mecanizado y tratamientos especiales, principalmente nacional y europea, de proveedores de alta calidad. Esta estrategia nos ha permitido acompañar el crecimiento de la empresa en los últimos 20 años, llegando a cuadruplicar hoy el nivel de ventas que teníamos al principio del siglo.

En la actualidad es director de Ingeniería de CESA-HD Spain, con más de 20 años de experiencia en las áreas de Comercial y Desarrollo de negocio, desde las que participó en la elaboración de la estrategia de negocio y posicionamiento de CESA en el mercado. ¿Qué balance realiza de este periodo?

Tuve la suerte de poder empezar mi carrera profesional en CESA en 2002, en una época en la que el sector aeronáutico estaba lanzando varios programas, pero a la vez sufría la crisis posterior a los atentados de las Torres Gemelas. Empecé en un programa muy tecnológico, como integrante del equipo que desarrollaba con EADS-CASA (en esa época) el Tail Boom (la viga telescópica de reabastecimiento en vuelo) del A310 MRTT, prototipo del exitoso A330 MRTT, que hoy equipa muchas fuerzas aéreas. Desde entonces he tenido la suerte de participar más o menos de cerca en el desarrollo de la empresa y de la industria, aprendiendo mucho de

los compañeros, de los socios y proveedores, y de los clientes.

En estos años, en CESA hemos abierto mercados en Turquía, desarrollando los sistemas hidráulicos completos del Hurkus y del T625, así como el sistema de tren de aterrizaje de este último, en Corea del Sur, con el desarrollo del sistema de frenado de urgencia del KF-21, caza de 4,5 generación, en China, y últimamente en Brasil, con el desarrollo del sistema electromecánico de apertura de la puerta de carga del E190-P2F. También, de la mano de nuestros compañeros del grupo, estamos diversificando clientes en Europa con el desarrollo y suministro de los ganchos de tren y compuertas de los aviones ejecutivos F6X y F10X de Dassault Aviation, y en Estados Unidos con equipos críticos y de alta tecnología para plataformas militares de clientes como Northrop Grumman, Lockheed Martin y Boeing. En este sentido reforzamos la colaboración que ya teníamos desde los años noventa con Sikorsky.

¿Cuáles han sido los principales hitos de CESA-HD Spain en los últimos años?

En los últimos años, además de lo comentado anteriormente, CESA se ha consolidado como proveedor global de la industria aeronáutica, con la firma de sus primeros contratos con Boeing Commercial Airplanes, para un paquete de varios actuadores de trenes de aterrizaje de todos los modelos del fabricante norteamericano. Poco tiempo después también nos convertimos, por primera vez, en proveedor directo de Embraer para el desarrollo del sistema de actuación de la puerta del E190-P2F.

En paralelo, estamos activamente involucrados en la Fase 1B del desarrollo del FCAS con varios paquetes de trabajo en los pilares de NGF y Motor principalmente.

Volviendo al momento actual, ¿cómo se estructura el área de Ingeniería? ¿Qué papel juegan los ingenieros y cuántos son en número?

El área de Ingeniería siempre se ha capacitado para desarrollar nuevas tecnologías de actuación y nuevos productos de cara a fabricarlos en serie, y entregarlos una vez en producción en serie desde nuestras instalaciones. En paralelo, prestamos soporte a las áreas

“En CESA tenemos la responsabilidad de desarrollar todas las oportunidades de negocio que se presenten al grupo para sistemas de actuación de mandos de vuelo, trenes de aterrizaje y otras funciones críticas o auxiliares de una aeronave”

de fabricación y mantenimiento (MRO) de la empresa, con un soporte de Ingeniería para las investigaciones de equipos que vuelven de servicio o para la resolución de obsolescencias que se puedan dar en equipos desarrollados hace varias décadas. Por ejemplo, últimamente estamos muy involucrados en el plan de sustitución de sustancias afectadas por la normativa REACH.

Para ello, el área está compuesta de unas 50 personas, principalmente ingenieras e ingenieros de másteres aeronáuticos o industriales, aportando capacidades de gestión de proyecto, diseño, cálculo de stress o simulación, electrónica, análisis de seguridad, y fiabilidad y ensayos. Las capacidades y conocimientos que aporta este equipo de gran valor humano y técnico soportan los desarrollos de equipos y sistemas hidráulicos, neumáticos, electromecánicos y electrónicos.

¿Qué proyectos destacados se llevan a cabo en estos momentos? ¿Y en materia de innovación, concretamente en proyectos de I+D+i?

Actualmente estamos involucrados en desarrollos de sistemas para programas militares europeos y de otros países de los que no podemos dar muchos detalles. Son desarrollos de sistemas de actuación de altas capacidades, completamente integrados y totalmente en línea con el plan estratégico que nos marcamos justo antes de la pandemia. Consideramos que estos programas son el futuro de la empresa para las próximas décadas, una vez entren en producción.

A nivel de I+D+i, estamos en los últimos coletazos de tres proyectos del

Plan Tecnológico Aeronáutico, convocado por el CDTI como parte del PERTE aeroespacial. Estos proyectos son la continuación de la dinámica de apoyo del CDTI al desarrollo de nuevas tecnologías en CESA. Con estos proyectos estamos desarrollando nuevas tecnologías de actuación electromecánica y actuación distribuida, y estamos potenciando el desarrollo de estrategias de Monitorizado de Uso y Salud (HUMS, Health and Usage Monitoring System, en inglés) para las que varios de nuestros clientes están mostrando interés. En paralelo, también participamos en el programa Clean Aviation de la Unión Europea con el desarrollo de sistemas de actuación para nacelles de motores.

Para mantener el carácter innovador de la compañía es fundamental contar con los profesionales mejor preparados. ¿Tienen dificultades a la hora de “captar talento” y encontrar determinados perfiles cualificados?

El reto de captar talento y encontrar perfiles cualificados es ahora más desafiante que hace años. La tasa general de desempleo es ahora mucho más baja que hace unos años y, en concreto, en determinados perfiles de la industria aeronáutica casi no existe. No solo en perfiles de ingeniería, sino también en perfiles técnicos, como los técnicos de mantenimiento aeronáutico (TMA).

Es por esto por lo que desde hace años tenemos convenios de colaboración con entidades académicas, desde universidades a escuelas de formación

profesional, y participamos en ferias de empleo, como Aeroempleo.

¿Qué perfiles son los más requeridos?

Por la naturaleza de la actividad de la empresa, principalmente en desarrollo y MRO/ Servicios, los perfiles más requeridos son los de ingenieros aeronáuticos y técnicos de mantenimiento de aeronaves. En las actividades de producción, empleamos perfiles más generales para mecanizado, tratamientos superficiales, etc., y gestión de taller y de producción. Finalmente, con las actividades de desarrollo en equipos mecatrónicos también tenemos ahora especialistas en electrónica y máquinas eléctricas.

¿Qué medidas o iniciativas se han llevado a cabo en materia de formación?

Dado lo exigente y especializado que es nuestro sector, la formación continua es clave. Hemos implementado programas internos para tener una plantilla que pueda dar respuesta a las necesidades desde un prisma más polivalente.

¿Qué perspectivas tiene la compañía para 2025? ¿Cuáles son sus próximos retos?

Las perspectivas de la compañía en 2025 son seguir creciendo y poniendo las bases del crecimiento futuro. Tenemos una cartera de pedidos sana, y estamos en orden de marcha para conseguir cumplir con las entregas a nuestros clientes, con el nivel de calidad que esperan de nosotros. Por ello, nuestros principales retos incluyen la atracción de perfiles altamente cualificados y la

“El reto de captar talento y encontrar perfiles cualificados es ahora más desafiante que hace años. No sólo en perfiles de ingeniería, sino también en perfiles técnicos, como los técnicos de mantenimiento aeronáutico”

captación de perfiles junior, a fin de hacer un mix en la estrategia de reclutamiento. En ambos casos, también llevar a cabo un plan de on-boarding durante los primeros meses, tras la incorporación, es fundamental.

¿Y con relación a la sostenibilidad y digitalización?

La sostenibilidad y la digitalización son elementos del ADN de CESA desde su inicio, hace ya más de 35 años. Ambos van de la mano y la integración en nuestros procesos de nuevas herramientas digitales permiten desarrollos más rápidos y eficientes, con menos pruebas físicas de ensayo y error. Por ejemplo, la tecnología de impresión 3D de maquetas a escala 1 nos permite realizar prototipos complementarios de los modelos Catia o de prototipos metálicos que podrían requerir de varias industrializaciones, mucho más largas en el tiempo hasta llegar al elemento definitivo.

El proyecto europeo NG MIMA: la nueva era de la aviónica militar

NG MIMA (Next Generation Military Integrated Modular Avionics) es un proyecto financiado por la Comisión Europea, a través del Fondo Europeo de Defensa, con un plazo de ejecución de tres años, en el que trabajan de forma conjunta más de 20 empresas de nueve países, coordinadas por la empresa española Indra.

Este proyecto, que reúne a más de 20 grandes empresas, universidades y centros de investigación, abre una nueva era para la aviación, con el desarrollo de una novedosa aviónica modular

integrada adaptada a las necesidades futuras de las aeronaves militares.

Con un presupuesto total de 30 millones de euros, este proyecto es clave para fomentar la soberanía y autonomía tecnológica europea en aviónica modular integrada militar, un elemento clave de los futuros sistemas de combate aéreo.

La arquitectura de referencia escalable resultante de este proyecto puede considerarse un primer paso hacia un futuro estándar europeo de aviónica para todo el continente, lo que fortale-

cerá la interoperabilidad de los ejércitos aliados europeos.

NG MIMA afronta ahora el desafío de desarrollar una arquitectura lo suficientemente flexible para integrar tecnologías que aún no existen, cumpliendo, entre otros, con requisitos de seguridad y ciberseguridad extremadamente exigentes. Las mayores empresas y los mejores investigadores del continente trabajarán en ello durante tres años, aplicando todo su conocimiento en sistemas de computación, nube y ciberseguridad.

ELIGE TU GRADO DE INGENIERÍA CON TODA LA INFORMACIÓN

¡Tu futuro está en juego!

- ATRIBUCIONES PROFESIONALES
- PROFESIÓN REGULADA
- EUROINGENIERO
- EMPLEABILIDAD
- COLEGIACIÓN....

Adelante, ¡Consúltalo en tu colegio profesional!



<https://cogiti.es/guia-de-titulaciones>



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

José María Pérez

Jefe del Departamento de Programas Nacionales de la Agencia Espacial Española

“El sector aeroespacial está en plena expansión y necesita más ingenieros para afrontar los retos del futuro”

Mónica Ramírez

El 20 de abril de 2023 se celebraba la sesión constituyente del Consejo Rector de la Agencia Espacial Española, en Sevilla. Este organismo público se encarga de diseñar y coordinar la estrategia espacial española y de participar en el Programa Espacial de la Unión Europea, por lo que colabora estrechamente con la Agencia Espacial Europea (ESA) y la EUSPA (Agencia de la Unión Europea para el Programa Espacial), en sus respectivos programas espaciales.

Uno de los retos más importantes para la Agencia Espacial Española es mejorar la competitividad de la industria nacional. Para conocer más a fondo la situación en la que se encuentra nuestro país, en materia aeroespacial, los proyectos tecnológicos más innovadores que se están llevando a cabo, y los retos y desafíos a los que tiene que hacer frente la AEE, Técnica Industrial ha charlado con José María Pérez (ingeniero de la rama industrial), jefe del Departamento de Programas Nacionales de la Agencia Espacial Española.

¿Qué supone para nuestro país la creación de la Agencia Espacial Española?

La creación de la Agencia Espacial Española (AEE) supone un punto de inflexión en la política espacial de España y en su posicionamiento dentro del sector aeroespacial global. Hasta ahora, España ha sido un actor clave en el desarrollo de tecnologías espaciales, pero su estrategia y presencia institucional estaban fragmentadas entre distintos organismos y ministerios. Con la AEE, se centraliza la planificación, gestión y ejecución de la política espacial nacional, permitiendo una mayor eficiencia en el uso de los recursos y una visión estratégica a largo plazo.

Para España, la creación de la AEE significa un refuerzo de su soberanía tecnológica, una mejor coordinación con organismos internacionales como la Agen-



José María Pérez

“El objetivo de la AEE es fortalecer la participación española en fases de alto valor añadido, como el diseño de misiones, el desarrollo de software para satélites y el liderazgo en programas de observación de la Tierra”

cia Espacial Europea (ESA), la Comisión Europea y otras agencias espaciales de referencia, así como un impulso al desarrollo industrial y científico del sector. También es una oportunidad para atraer inversiones, generar empleo cualificado y fomentar la innovación en áreas estratégicas como las telecomunicaciones, la observación de la Tierra, la navegación, la exploración espacial y la seguridad.

Desde una perspectiva geopolítica, contar con una agencia espacial nacional permite a España jugar un papel más activo en el diseño de políticas espaciales

europas e internacionales, promoviendo sus intereses y asegurando su acceso a tecnologías críticas. Además, refuerza la colaboración con el sector privado, facilitando la participación de empresas españolas en proyectos espaciales de gran envergadura.

En definitiva, la AEE es una herramienta clave para garantizar que España aproveche al máximo el potencial del espacio, tanto en términos económicos como científicos y estratégicos.

¿Cuáles son sus principales objetivos y funciones?

La AEE tiene como misión desarrollar y ejecutar la política espacial de España, alineándola con los intereses nacionales y con las tendencias internacionales del sector. Sus principales objetivos incluyen el desarrollo de una estrategia espacial nacional, con el fin de definir una hoja de ruta clara para el crecimiento del sector espacial en España, con objetivos a corto, medio y largo plazo.

También el fortalecimiento de la industria espacial española, en el sentido de apoyar a empresas y startups para que sean más competitivas en el mercado global y fomentar el crecimiento de un ecosistema de innovación.

La coordinación con organismos internacionales, para representar a España en la ESA, la UE y otras instituciones, asegurando una participación efectiva en programas espaciales internacionales. La gestión de programas espaciales nacionales, para impulsar y coordinar proyectos clave, como la Constelación Atlántica, la exploración lunar o el desarrollo de nuevos satélites. La promoción de la investigación y el desarrollo, en el objetivo de fomentar la colaboración entre universidades, centros de investigación y empresas para el desarrollo de nuevas tecnologías espaciales. El desarrollo de aplicaciones espaciales para la sociedad, en el sentido

de utilizar la tecnología espacial para mejorar áreas como la gestión de emergencias, el cambio climático, la agricultura o las telecomunicaciones.

A todo ello hay que añadir la regulación y normativa espacial, para realizar una propuesta de anteproyecto de Ley de Espacio, incluyendo el lanzamiento de satélites, la gestión de residuos espaciales y la seguridad cibernética en el espacio. Por último, la atracción y retención de talento, con el fin de impulsar la formación y capacitación de profesionales en el sector aeroespacial, asegurando que España cuente con una fuerza laboral altamente cualificada.

Estas funciones permiten a la AEE actuar como el eje central de la política espacial española, asegurando que todas las acciones estén alineadas con una visión estratégica común.

En términos de organización, ¿cómo se estructura la AEE?

La Agencia Espacial Española (AEE), según su Estatuto de creación, se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, con los órganos de Gobierno y Dirección. Hay una presidencia, que ejerce la representación institucional y máxima autoridad de la AEE.

Y el Consejo Rector, que es el órgano colegiado encargado de definir la estrategia y supervisar la gestión. Además, está la Dirección de la AEER, que es la responsable de la gestión operativa y ejecución de las políticas espaciales.

En segundo lugar, las áreas clave de la AEE. El estatuto de la AEE establece varios órganos a través de los que desarrolla sus funciones: la Dirección de Seguridad y Planificación, la Dirección de Programas e Industria, la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, la Dirección de Usuarios, Servicios y Aplicaciones, la Secretaría General y la Oficina de Espacio y Sociedad.

¿Quiénes son sus principales interlocutores y colaboradores?

La AEE trabaja en estrecha colaboración con organismos nacionales como el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación), el INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), y aparte de los ministerios de Ciencia y de Defensa de que depende, coopera con otros ministerios que anteriormente tenían competencias en espacio. A nivel internacional, mantiene relaciones estratégicas con la ESA, la Comisión Europea, y agencias

espaciales de otros países. Además, colabora con universidades, centros de investigación y el sector privado, incluyendo grandes empresas, pymes y startups del ámbito espacial.

Esta red de colaboración permite a la AEE desarrollar su actividad de manera coordinada y eficiente, maximizando el impacto de la inversión pública en el sector espacial.

¿Cómo puede la AEE mejorar la vida cotidiana de los ciudadanos?

El impacto del sector espacial en la vida cotidiana es enorme, aunque muchas veces no sea visible para el público general. La AEE tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en múltiples aspectos, como en el ámbito de las telecomunicaciones avanzadas, con la mejora del acceso a Internet en zonas rurales y remotas, gracias a satélites de comunicaciones.

En el ámbito de la navegación y transporte, mediante la optimización de la navegación GPS para vehículos, aeronaves y embarcaciones, mejorando la seguridad y eficiencia del transporte. En la gestión de emergencias, con el uso de satélites para la detección temprana de incendios, inundaciones y otros desastres naturales. En la observación del medio ambiente, con el monitoreo del cambio climático, la calidad del aire y la deforestación, a través de satélites de observación de la Tierra. En la mejora en la agricultura, por el uso de imágenes satelitales para optimizar el riego, mejorar la productividad agrícola y reducir el desperdicio de recursos hídricos.

En definitiva, la AEE no solo impulsa la innovación y la industria, sino que también contribuye directamente al bienestar de los ciudadanos a través de aplicaciones espaciales concretas.

¿Cuáles son los principales proyectos que se están llevando a cabo en la actualidad?

La AEE está impulsando múltiples iniciativas estratégicas en el sector espacial español. Uno de los proyectos más relevantes que está en marcha es la "Constelación Atlántica". Se trata de un ambicioso proyecto conjunto con Portugal, para la creación de una red de 16 satélites de observación de la Tierra. Su principal objetivo es mejorar la gestión de emergencias, el monitoreo del cambio climático y la vigilancia medioambiental. La constelación permitirá obtener imágenes de alta

resolución y datos en tiempo real para su integración en sistemas de protección civil y respuesta ante desastres.

Otros proyectos relevantes incluyen el impulso al acceso al espacio y lanzadores. Se están apoyando proyectos relacionados con pequeños lanzadores, como es el caso de PLD, que permitirían el posicionamiento de España en el creciente mercado de microlanzadores.

Se están financiando también proyectos de propulsión eléctrica e innovaciones en sistemas de propulsión basados en tecnología sostenible, como los motores iónicos.

La exploración lunar y colaboración en Artemis. España participa en el programa Artemis de la NASA. Y, por otra parte, empresas españolas están trabajando en el desarrollo de tecnología para la estación lunar Gateway y futuras misiones de exploración a la Luna y Marte.

En el ámbito de la seguridad y defensa en el espacio, España, anticipando la necesidad de un sistema europeo de vigilancia y seguimiento espacial, auspició la creación del programa Space Situational Awareness (SSA) de la ESA, liderado por nuestro país.

Tras este primer paso, y dada la gran capacidad de la industria española en el sector, se decidió la creación de un programa nacional, S3T, con el objeto de seguir capacitando a la industria española de cara a dar respuesta a una necesidad identificada europea respecto a la necesidad de proveer servicios para evitar colisiones, previsión de reentradas y análisis de fragmentaciones.

“Uno de los principales desafíos de la AEE es la atracción y retención del talento. El sector aeroespacial requiere ingenieros altamente cualificados. La fuga de talento hacia otros países con mayores oportunidades es un desafío que es preciso abordar mediante programas de formación y empleo”

Estos proyectos reflejan la apuesta de la AEE por consolidar a España como un actor relevante en el panorama espacial internacional, con una combinación de misiones propias y colaboraciones estratégicas.

¿A qué desafíos y retos se enfrenta la AEE?

La AEE enfrenta varios desafíos clave en su apoyo al ecosistema espacial. En lo que respecta a la financiación y recursos, uno de los principales retos es garantizar un presupuesto adecuado y marco de financiación estable en el tiempo. España invierte menos en el sector espacial que otros países europeos con economías similares, lo que limita la competitividad de sus empresas y centros de investigación.

Otro desafío es la atracción y retención de talento. El sector aeroespacial requiere ingenieros altamente cualificados en disciplinas como telecomunicaciones, software, electrónica y materiales avanzados. La fuga de talento hacia otros países con mayores oportunidades es un desafío que es preciso abordar mediante políticas de formación y empleo.

La coordinación con la industria, los centros de investigación y universidades. Es fundamental establecer mecanismos eficientes de colaboración entre la AEE, el sector privado y los centros de investigación y universidades para maximizar la transferencia de tecnología y el impacto económico del sector.

La infraestructura de acceso al espacio. España aún no cuenta con una in-

fraestructura propia para el lanzamiento de satélites, lo que la hace depender de terceros países. Desarrollar capacidades de lanzamiento propias es un reto estratégico de gran importancia.

En el ámbito de la seguridad y regulación, la gestión de residuos espaciales, la ciberseguridad en satélites y la regulación de actividades privadas en el espacio son desafíos que requieren un marco legal sólido y políticas de mitigación efectivas.

Superar estos retos permitirá consolidar a España como un actor clave en el ecosistema espacial global y maximizar el impacto del sector en la economía nacional.

Y de cara al futuro, ¿cuáles son las expectativas de la Agencia?

Las expectativas de la AEE son ambiciosas y abarcan diversas áreas: el aumento de la inversión en el sector espacial, alineando a España con el nivel de inversión de otros países europeos; la consolidación de la Constelación Atlántica como un referente en observación de la Tierra en Europa; el desarrollo de un ecosistema de startups espaciales, impulsando la creación de un "Silicon Valley del espacio" en España; el refuerzo de la presencia española en programas internacionales, aumentando la participación en la ESA, y en misiones de exploración lunar y marciana, y el impulso a la soberanía tecnológica, reduciendo la dependencia de terceros países en infraestructuras críticas, como satélites de comunicaciones o sistemas de navegación.

En definitiva, la AEE busca posicionar a España como un país con una industria espacial robusta, innovadora y con impacto global.

¿En qué posición se encuentra España en la cadena de valor en materia espacial?

España ocupa una posición intermedia en la cadena de valor espacial europea, es el pequeño de los grandes actores europeos y el grande de los pequeños, lo que supone una posición bastante incómoda. Es un actor relevante en algunos nichos específicos como observación de la Tierra y comunicaciones satelitales, sistemas y subsistemas, propulsión eléctrica, sistemas terrenos, y pequeños satélites, pero aún depende de otros países en áreas estratégicas como los lanzadores y la fabricación de grandes satélites completos.

El objetivo de la AEE es fortalecer la participación española en fases de alto valor añadido, como el diseño de misio-

nes, el desarrollo de software para satélites y el liderazgo en programas de observación de la Tierra.

Desde la AEE, ¿con qué tipo de medidas se puede reforzar el emprendimiento y, al mismo tiempo, la base industrial y tecnológica de nuestro país?

Para fortalecer el ecosistema industrial y tecnológico, la AEE puede impulsar medidas como la creación de más incubadoras de startups espaciales (ESA BICs), la creación de un instrumento para la financiación de la actividad de la startup durante un periodo de uno o dos años, la creación de un instrumento en colaboración con alguna otra entidad que permita entrar directamente en el capital de las startups coinvertiendo con entidades privadas, y el fomento de los programas nacionales, facilitando que pequeñas empresas puedan desarrollar tecnología para misiones espaciales.

¿Qué papel juegan los ingenieros en el desarrollo tecnológico y de la innovación en el ámbito aeroespacial?

Los ingenieros desempeñan un papel fundamental en el desarrollo tecnológico y la innovación en el ámbito aeroespacial, ya que son los responsables de diseñar, desarrollar, probar y optimizar los sistemas y tecnologías que permiten la exploración y utilización del espacio. Su trabajo abarca múltiples disciplinas, desde la ingeniería aeroespacial hasta la ingeniería de materiales, software, telecomunicaciones y sistemas de control.

Algunas funciones clave de los ingenieros en el sector aeroespacial son el diseño y desarrollo de vehículos espaciales (los ingenieros crean satélites, cohetes, estaciones espaciales y naves tripuladas, optimizando su estructura, aerodinámica, materiales y sistemas de propulsión); la innovación en telecomunicaciones y navegación, ya que diseñan y mejoran sistemas de comunicación satelital, GPS y radares, asegurando conexiones seguras y precisas en todo el mundo; la investigación en nuevos materiales y tecnologías, pues exploran el uso de materiales más ligeros y resistentes, sistemas de propulsión eficientes y tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial aplicada a la exploración espacial; y la automatización y robótica, puesto que desarrollan sistemas autónomos para misiones espaciales, como robots de exploración planetaria, brazos robóticos en la ISS y sondas interplanetarias.

“España ocupa una posición intermedia en la cadena de valor espacial europea, es el pequeño de los grandes actores europeos y el grande de los pequeños, lo que supone una posición bastante incómoda. Es un actor relevante en algunos nichos específicos como observación de la Tierra y comunicaciones satelitales, entre otros”

“La futura Ley del Espacio establecerá un marco regulador para el desarrollo de actividades espaciales en España. Se espera que incluya normativas sobre seguridad, licencias de lanzamiento, gestión de residuos espaciales y fomento de la inversión en el sector”

También en pruebas y certificación de sistemas: garantizan la seguridad y funcionalidad de cada componente a través de rigurosas pruebas de resistencia, funcionamiento en microgravedad y simulaciones de entornos extremos.

En aplicaciones en la Tierra, ya que muchas innovaciones aeroespaciales tienen impacto en la vida cotidiana, desde el desarrollo de nuevos sistemas de energía, hasta la mejora de tecnologías de monitorización ambiental y respuesta a desastres naturales.

En definitiva, los ingenieros son el motor que impulsa el avance de la industria aeroespacial, asegurando que cada misión, cada satélite y cada descubrimiento contribuya al progreso de la humanidad.

¿Encuentran dificultades para captar “talento”? ¿Faltan profesionales, especialmente ingenieros?

El sector aeroespacial es una de las industrias más exigentes y especializadas del mundo, donde la demanda de talento altamente cualificado sigue en aumento. Sin embargo, muchas empresas e instituciones enfrentan dificultades para captar ingenieros con las habilidades necesarias para afrontar los desafíos tecnológicos del futuro.

A pesar del crecimiento del sector espacial y la proliferación de proyectos innovadores, la oferta de ingenieros especializados no siempre es suficiente para cubrir las necesidades del mercado. El sector aeroespacial está en plena expansión y necesita más ingenieros para afrontar los retos del futuro.

¿A qué piensa que es debido?

Entre las razones de esta escasez de in-

genieros se encuentra la alta especialización. La industria requiere conocimientos avanzados en áreas como dinámica orbital, sistemas de propulsión, telecomunicaciones espaciales, inteligencia artificial y robótica, lo que reduce el número de candidatos aptos y que obliga a las empresas a invertir en formación adicional.

La competencia global por talento es otro de los motivos: los ingenieros con habilidades en tecnologías aeroespaciales, software o electrónica avanzada son altamente demandados en todo el mundo, lo que hace que países y empresas compitan por atraer a los mejores profesionales.

La fuga de talento, ya que en algunos casos, los ingenieros altamente cualificados buscan oportunidades en el extranjero, debido a mejores condiciones laborales, salarios más competitivos o el acceso a proyectos de mayor envergadura.

¿Qué puede avanzarnos de la futura Ley del Espacio? ¿Cuáles serán sus puntos fuertes?

La futura Ley del Espacio establecerá un marco regulador para el desarrollo de actividades espaciales en España. Se espera que incluya normativas sobre seguridad, licencias de lanzamiento, gestión de residuos espaciales y fomento de la inversión en el sector. También definirá el papel de la AEE en estos ámbitos y fortalecerá la cooperación con otros países.

Se podría decir que el “Programa Artemis” es el “mayor proyecto espacial” que hay en marcha en la actualidad. ¿Qué va a suponer para la humanidad?

El Programa Artemis es la mayor iniciativa

espacial en marcha y representa un hito en la exploración del espacio profundo. Liderado por la NASA, con la colaboración de agencias como la ESA (Agencia Espacial Europea), la JAXA (Japón) y la CSA (Canadá), este ambicioso proyecto tiene como objetivo establecer una presencia sostenible en nuestro satélite y allanar el camino para futuras misiones a Marte.

A diferencia de las misiones Apollo, Artemis busca establecer una presencia a largo plazo en la Luna, con bases y hábitats que permitirán investigaciones científicas avanzadas y la exploración de recursos lunares. La Luna servirá como un banco de pruebas para tecnologías que serán clave en la exploración de Marte, desde hábitats autosuficientes hasta sistemas de soporte vital avanzados y nuevos tipos de propulsión.

El programa está impulsando una cooperación sin precedentes entre países y empresas privadas, fomentando el crecimiento de la economía espacial y el desarrollo de nuevas tecnologías aplicables en la Tierra. Artemis también investigará la extracción de recursos en la Luna, como el agua congelada en sus polos, que podría convertirse en combustible para misiones espaciales más lejanas.

Así como Apollo inspiró a toda una generación a interesarse por la ciencia y la ingeniería, Artemis promete despertar vocaciones STEM y motivar a las futuras generaciones de exploradores espaciales. Artemis no solo marcará el regreso del ser humano a la Luna, sino que abrirá la puerta a una nueva era de exploración, desarrollo tecnológico y cooperación internacional en el espacio.



El edificio del Centro de Recursos Empresariales Avanzados (CREA) de Sevilla alberga la nueva Agencia Espacial Española

Gema Martín del Burgo

Presidenta de la Asociación Ellas Vuelan Alto

“El sector aeroespacial es apasionante y se posiciona como uno de los tractores del desarrollo tecnológico futuro”

Mariana Morcillo

Con una trayectoria de más de dos décadas en el sector aeroespacial, Gema Martín del Burgo ha desarrollado su carrera en compañías como Aena, Amper, Thales y Babcock, especializándose en navegación aérea y sistemas aéreos de emergencia. Desde 2021, preside la asociación Ellas Vuelan Alto, una organización que trabaja para aumentar la visibilidad y el reconocimiento del talento femenino en una industria con escasa representación de mujeres en ámbitos técnicos y de liderazgo. En esta entrevista, Gema Martín del Burgo expone las líneas de acción de la asociación y subraya la necesidad de referentes femeninos, programas de mentoría y políticas activas que favorezcan la igualdad de oportunidades. Su objetivo es claro: transformar el sector aeroespacial en un entorno más diverso y equitativo, donde la participación femenina no sea la excepción, sino una realidad consolidada.

Ellas Vuelan Alto nació en 2018, con el objetivo de visibilizar a las mujeres en el sector aeroespacial. ¿Qué motivó la creación de la asociación y qué impacto ha tenido en estos seis años y medio de trayectoria?

La creación de Ellas Vuelan Alto (EVA) surgió de la necesidad que identificamos en ese momento concreto de visibilizar el talento femenino en un sector históricamente liderado por hombres, como es el aeroespacial. Nos dimos cuenta de que era un tema recurrente del que se hablaba, pero no se pasaba a la acción. Nuestro objetivo fue crear un espacio “activo” que inspirara a más mujeres a formarse y a incorporarse a esta industria y, al mismo tiempo, ofrecer una red de apoyo que potenciara su desarrollo profesional.

A lo largo de estos más de seis años, EVA ha logrado un notable crecimiento, con un incremento significativo en



Gema Martín del Burgo

“Los referentes femeninos son fundamentales, ya que muestran a las jóvenes que es posible alcanzar altos niveles de desarrollo en el sector aeroespacial”

la participación de mujeres en diversos eventos, programas de mentoría y actividades de visibilidad. Además, hemos fortalecido el apoyo a las mujeres que ya están dentro del sector, ayudándolas a alcanzar puestos de liderazgo y visibilidad, lo que les ha supuesto ganar mayor reconocimiento en su entorno profesional.

El sector aeroespacial abarca diversas disciplinas, entre ellas la ingeniería aeronáutica. ¿Qué diferencias existen entre ambos ámbitos y cómo se refleja

la presencia femenina en cada uno de ellos?

El sector aeroespacial es amplio y cubre una variada gama de disciplinas, desde la ingeniería aeronáutica hasta las ciencias espaciales, pasando por la fabricación de componentes, la gestión y el diseño de materiales y estructuras, la operación de aeronaves, gestión de tráfico aéreo, regulación, formación, comunicación y difusión, además de otras muy desconocidas a las que queremos dar voz desde EVA. La ingeniería aeronáutica, en particular, se ha identificado como una disciplina más técnica y está muy vinculada con la imagen tradicional de ingeniería, lo que históricamente ha limitado la presencia femenina. En otros ámbitos, como la gestión o la comunicación del sector aeroespacial, la representación femenina es ligeramente superior, pero sigue habiendo una brecha significativa en disciplinas más técnicas.

Pero hay otras áreas, como pueden ser los pilotos o los técnicos de mantenimiento, que, aun siendo una parte fundamental en la operación aérea, además de tremendamente atractiva para los jóvenes, presentan todavía una muy escasa representación femenina, por debajo del 4% y del 2% respectivamente.

A pesar de los avances en igualdad de género, en 2023, solo el 28% de los estudiantes de esta disciplina eran mujeres. ¿Cuáles son las principales razones detrás de esta baja representación y por qué estas cifras apenas han cambiado en décadas?

La baja representación femenina en una ingeniería como es la aeronáutica, algo trasladable también a otros estudios técnicos, responde a factores como la falta de referentes visibles, los estereotipos de género que asocian esta disciplina a una carrera masculina

na y la escasa orientación que reciben las jóvenes sobre las posibilidades que ofrece este campo. Además, hay una percepción general (tanto en hombres como en mujeres) que considera que el esfuerzo necesario para este tipo de formaciones, que son exigentes, no compensa con el desarrollo profesional posterior, debido a la falta de apoyo estructural con medidas reales de flexibilidad y corresponsabilidad.

Aunque hemos avanzado, las estructuras educativas y culturales siguen reflejando una tendencia histórica que sigue influyendo en la elección de carrera de las mujeres. Además, la falta de incentivos específicos para las mujeres dentro de las universidades y las empresas ha dificultado un cambio real en las cifras. Por ello es tan importante la labor de difusión de EVA, para hacerles saber que pueden (y merece la pena) introducirse en estas disciplinas si les atraen y que no están solas.

Uno de los factores clave que mencionas es la falta de referentes femeninos en el sector. ¿Hasta qué punto influye en la elección de carrera de las jóvenes y qué estrategias está impulsando EVA para generar esos modelos a seguir?

Los referentes femeninos son fundamentales, ya que muestran a las jóvenes que es posible alcanzar altos niveles de desarrollo en el sector aeroespacial. La falta de modelos a seguir crea barreras invisibles que pueden disuadir a las mujeres de entrar en campos como la ingeniería aeronáutica. Estas barreras van desde el desconocimiento profundo de las labores diferentes y apasionantes que puede desempeñar

“Desde Ellas Vuelan Alto, queremos ayudar a todas esas mujeres que necesitan ‘un empujoncito’ a través de programas de mentoría y visibilidad, y de charlas y encuentros en los que las jóvenes puedan interactuar con mujeres que ya han logrado el éxito en esta industria”

una mujer como ingeniera aeronáutica hasta el desistimiento de elegir una carrera de este tipo por autolimitaciones y sesgos inconscientes como el famoso “síndrome del impostor”.

Durante este camino de más de seis años hemos coincidido con jóvenes valiosísimas y con un alto potencial de crecimiento que, aunque eran conscientes de su formación y su valía, eran incapaces de dar el paso definitivo hacia delante por limitaciones autoimpuestas y totalmente inconscientes. Desde Ellas Vuelan Alto, queremos ayudar a todas esas mujeres que necesitan “un empujoncito” a través de programas de mentoría y visibilidad, y de charlas y encuentros en los que las jóvenes puedan interactuar con mujeres que ya han logrado el éxito en esta industria. A través de estas acciones, buscamos que las jóvenes se vean reflejadas y se sientan empoderadas para tomar decisiones audaces sobre su futuro profesional.

Desde la asociación se han identificado cuatro ejes fundamentales para fomentar la igualdad en la industria: administraciones, empresas, educación y las propias mujeres. ¿Podría explicarnos en detalle cómo aborda la asociación cada uno de estos ámbitos y qué acciones concretas está desarrollando?

Efectivamente, esos son los ejes fundamentales sobre los que hay que trabajar. Pero, además, hay que hacerlo coordinadamente, porque están totalmente interrelacionados. Por un lado, trabajamos con las administraciones para influir en las políticas públicas que fomenten la igualdad de género en el sector, apoyando la creación de programas específicos y financiaciones que promuevan la presencia femenina. Como ejemplos, tenemos nuestra participación en la Alianza STEAM (iniciativa liderada por el Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes) y en la Plataforma “Women in Transport” (proyecto auspiciado por la Comisión Europea) o nuestro apoyo a iniciativas de otras asociaciones como #AquíEstánEllas. Además, una de nuestras últimas colaboraciones ha sido con la Junta de Andalucía, con el objetivo de fomentar la participación de la mujer en la industria y minería andaluza.

Con las empresas, impulsamos una cultura inclusiva, la paridad salarial y redes de apoyo que visibilicen el talento femenino. En este aspecto estamos tre-

“El sector aeroespacial es amplio y cubre una variada gama de disciplinas, desde la ingeniería aeronáutica hasta las ciencias espaciales, pasando por la fabricación de componentes, la gestión y el diseño de materiales y estructuras, o la operación de aeronaves, entre otras más desconocidas a las que queremos dar voz desde EVA”

mendamente orgullosas de los avances conseguidos y muy agradecidas a todas nuestras empresas socias (casi 70 en la actualidad, entre las que se encuentran las principales del sector) que día a día nos respaldan.

Respecto al ámbito educativo, colaboramos con universidades y centros para inspirar vocaciones y ofrecer recursos a las estudiantes. Finalmente, fortalecemos el liderazgo femenino a través de eventos, mentoring y el desarrollo de redes de apoyo en el sector.

En el ámbito empresarial, la brecha de género no solo se refleja en el acceso a la profesión, sino también en las oportunidades de promoción y en las diferencias salariales. ¿Cómo pueden las empresas del sector mejorar sus políticas de igualdad y qué medidas se deberían adoptar con mayor urgencia?

Las empresas deben poner el foco en la paridad en todos los niveles, asegurando que las mujeres tengan las mismas oportunidades para acceder a puestos de liderazgo. Es esencial implementar políticas de formación, retención de talento y promoción basadas en méritos, independientemente del género, y eliminar las diferencias salariales a través de auditorías regulares. También se deben establecer programas de desarrollo profesional que ayuden a las mujeres a avanzar en su carrera, incluyendo

la mentoría y el apoyo a la conciliación familiar y laboral.

Según nuestra experiencia, es fundamental, además, que la dirección de la empresa se involucre de manera directa y sea impulsora de esta transformación para crear políticas de igualdad reales; sin este compromiso de los niveles más altos no se puede avanzar.

En España, solo el 20% de las personas que trabajan en la industria aeroespacial son mujeres, un porcentaje que refleja la baja representación femenina. ¿Qué medidas concretas propone Ellas Vuelan Alto para incentivar la incorporación de más mujeres en este y otros ámbitos técnicos de la industria?

Es imprescindible aumentar la visibilidad de las mujeres en el sector para crear referentes que atraigan al talento joven, mejorar el acceso de las jóvenes a programas formativos especializados y crear becas específicas para mujeres en carreras técnicas. Además de las políticas de igualdad en las empresas que fomenten un entorno de trabajo inclusivo y colaborativo, de las cuales ya hemos comentado que son fundamentales, es crítico también involucrar a los hombres como tal. Necesitamos que los hombres sean conscientes del valor que supone, tanto en entornos laborales como en la sociedad misma, contar con equipos de trabajo con diversidad de género equilibrada.

Se estima que al ritmo actual tardaremos más de 130 años en alcanzar la igualdad real en el sector. ¿Qué papel juegan las administraciones públicas en la aceleración de este proceso y qué políticas considera imprescindibles para reducir esta brecha en menos tiempo?

Las administraciones públicas tienen

“Estamos ampliando nuestra presencia en diferentes regiones con el objetivo de que la asociación tenga un impacto a nivel nacional, ya que a veces no es sencillo llegar desde Madrid a todas las zonas del país con la eficacia necesaria”

un papel clave en la implementación de políticas proactivas que aceleren el cierre de la brecha de género. Es esencial que se creen incentivos fiscales y ayudas para las empresas que promuevan la igualdad de género, además de garantizar que las políticas educativas promuevan la inclusión desde las etapas más tempranas. Ha habido ya algunos avances, pero es necesario seguir trabajando para poder acelerar el proceso.

También es necesario fortalecer la legislación sobre igualdad salarial, sin la cual será muy difícil alcanzar esa igualdad real y garantizar que las mujeres tengan acceso a una representación equitativa, no sólo en los consejos y comités de dirección, sino en los puestos de toma de decisiones.

Ellas Vuelan Alto ha crecido más allá de Madrid, con delegaciones en Andalucía y Galicia, y proyectos de expansión en el País Vasco. ¿Cuáles son sus planes de futuro y qué impacto espera generar en estos nuevos territorios?

Efectivamente, estamos ampliando nuestra presencia en diferentes regiones con el objetivo de que la asociación tenga un impacto a nivel nacional, ya que a veces no es sencillo llegar desde Madrid a todas las zonas del país con la eficacia necesaria. En el futuro, esperamos seguir creciendo y llegar a más jóvenes y profesionales en todo el país, creando una red de apoyo y visibilidad en todas las comunidades autónomas en las que la industria aeroespacial tiene una presencia destacada o está en vías de tenerla.

Nuestro objetivo es que cada vez más mujeres de diferentes regiones de España tengan acceso a las oportunidades que ofrecemos, y creen sus propias redes para potenciar los objetivos de EVA de manera local. Estamos trabajando para que a lo largo de 2025 se abran nuevas delegaciones, probablemente en la zona norte de España (País Vasco, Navarra, Cantabria...) y Cataluña.

Para concluir, ¿qué mensaje le gustaría transmitir a las ingenieras aeronáuticas del futuro y a las empresas que desean apostar por una industria más equitativa?

A las ingenieras aeronáuticas del futuro les diría que este sector es suyo. Un sector apasionante que se posiciona como uno de los tractores del

“Respecto al ámbito educativo, colaboramos con universidades y centros para inspirar vocaciones y ofrecer recursos a las estudiantes. Finalmente, fortalecemos el liderazgo femenino a través de eventos, mentoring y el desarrollo de redes de apoyo en el sector”

desarrollo tecnológico futuro. Por ello, deben aprovechar todas las oportunidades para formarse, crecer y liderar, y no permitir que los obstáculos y las barreras que sienten más cercanas las desmotiven.

A las empresas, les insto a ser proactivas en la creación de entornos inclusivos y equitativos de manera real, a que valoren el talento sin distinción de género, y a que sean conscientes de lo beneficioso que es para ellas. Juntos, podemos construir una industria aeroespacial más justa y diversa.



Gema Martín del Burgo, presidenta de EVA, y Sara García Alonso, bióloga molecular y la primera mujer española en entrar en el Cuerpo Europeo de Astronautas, como astronauta de reserva.



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

Accidents and fires in electric cars

Accidentes e incendios en coches eléctricos

Dr. Pablo Zapico Gutiérrez¹; José Alonso de Linaje Aguirre²; José Alejandro Alonso de Linaje Díez³; María Zapico Gómez-Collantes⁴; María García de Celis Rodríguez⁵

Resumen

La proliferación de vehículos eléctricos y sus incendios son un tema que preocupa a la sociedad actual. Los efectos del fuego, electricidad y el humo sobre las personas son un tema importante y de absoluta actualidad.

Palabras clave

Accidente, coche eléctrico, batería de litio, incendio, electrocución, intoxicación

Abstract

The proliferation of electric vehicles and their fires are an issue that worries today's society. The effects of fire, electricity, and smoke on people are an important and current topic..

Keywords

Accident, electric car, lithium battery, fire, electrocution, poisoning

Recibido/received: 20/01/2025

Aceptado/accepted: 02/02/2025

(1) Department of Electrical Engineering, Systems, and Automation, University of León (Spain).

(2) Former Director of the Regional Fuel Laboratory, Government of Castilla y León.

(3) City Council of León.

(4) ENSIACET, Toulouse.

(5) Doctor INSS, León.

*Corresponding author: Dr. Pablo Zapico Gutiérrez; e-mail: pablo.zapico@unileon.es



Foto: Shutterstock.

The popularity of electric cars has grown exponentially in recent years, driven by the search for sustainable alternatives to conventional transportation. However, this increase has raised concerns about safety, particularly regarding fires in electric vehicles. Although these incidents are relatively rare compared to internal combustion cars, media coverage tends to be significant, creating alarm among consumers.

It is worth questioning whether social alarm exists and the media merely reflect it, or if the press itself is generating it; perhaps both possibilities are true. What is clear is that consumer goods which can unexpectedly catch fire in a virulent manner generate concern among citizens.

Let us examine some data on car fires. Since Spain has a very small fleet of electric vehicles and it is, therefore, not representative, it is necessary to look at countries with a higher percentage of these automobiles, such as Norway and Sweden.

Spain has 47.42 million inhabitants and 35.67 million vehicles, of which 0.184 million are electric (0.516%).

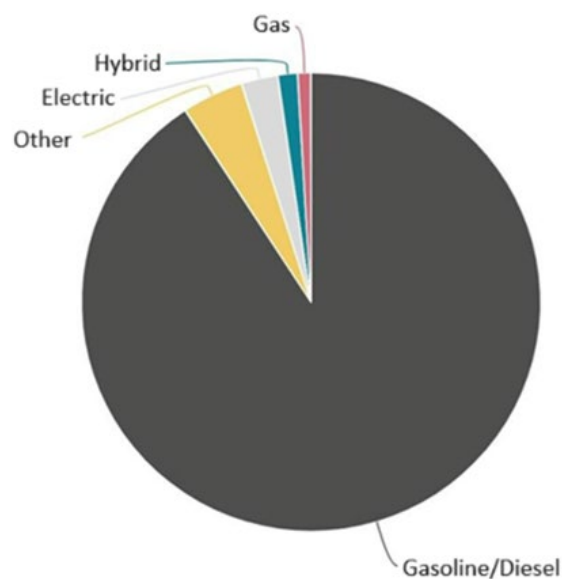
That means one car per 1.33 inhabitants.

Sweden has 10.49 million inhabitants, with 58 % of cars being electric and/or hybrid. That equates to one car per 1.85 inhabitants. The statistics are much more representative than those in Spain.

In reality, during 2022 in Sweden (Fig. 1), only 24 fires were recorded in electric cars, and in Norway, 54

(Fig. 2); this represents just 0.004 % of the national fleet of electric and hybrid cars, compared to 0.08 % of combustion cars that caught fire in the same period. Thus, the number of electric cars incidents is lower.

Norway has 5.2 million inhabitants, with 85 % of vehicles being electric and/or hybrid. That equates to one car per 1.79 inhabitants.

Figure 1. Swedish statistics on vehicle fires.¹

1. <https://www.motor.no/aktuelt/elbiler-brenner-langt-sjeldnere-enn-diesel--og-bensinkjoretoy-viser-tall-fra-landets-brannvesen/199867?ref=warpnews.org>

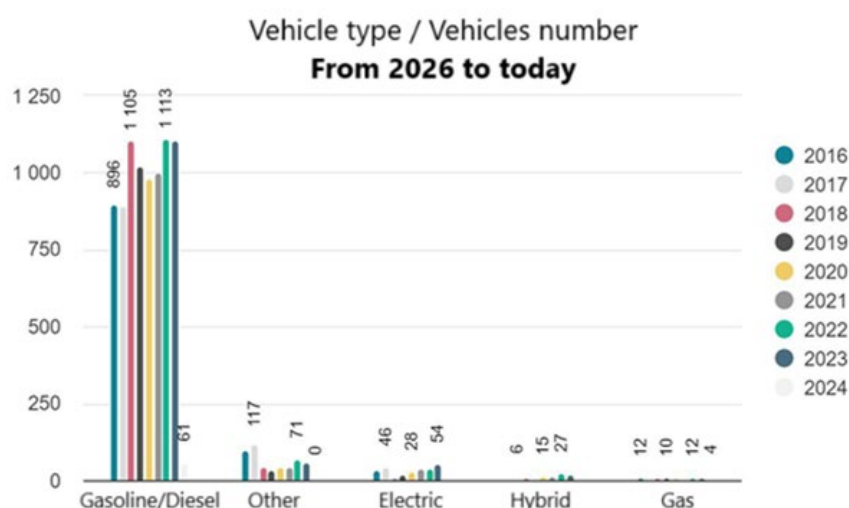


Figure 2. Norwegian statistics on car fires.

Based on these data, it is clear the risk of fire in combustion cars is significantly higher than in electric cars. It is worth noting that the electric car fleet is newer than conventional automobiles, which may somewhat distort these data. Nonetheless, the reasons for some spontaneous fires in electric cars remain a mystery. Conventional vehicles typically catch fire in accidents. It is exceedingly rare for them to spontaneously combust while stationary in a parking lot. Electric cars, however, do.

When an electric vehicle burns, whether a scooter, a passenger car, or an urban bus, media coverage is always greater, making it seem as though fires in electric cars are

more common and more dangerous. They burn while parked or charging, which increases public perception of their danger. We will have to wait until the electric car fleet grows to determine definitively whether they are more prone to catching fire, but the reality is that there is a danger associated with electric cars, particularly regarding the severity of their fires. Although they are not very frequent, they can easily affect other nearby vehicles and/or any adjacent combustible materials, and they receive significant media attention, contributing to their negative public image.

Following the fires on the maritime transport ships *Felicity Ace* and *Fremantle Highway*,

numerous shipping companies have implemented special protocols to transport electric vehicles. They must always travel with discharged batteries and must never be plugged in while on board. The problem is that when one of these vehicles catches fire, the flames can easily spread to others nearby. These fires are extremely virulent and affect adjacent vehicles, whether electric or not (Fig. 3). Shipping companies have been transporting gasoline and diesel vehicles for many years without ever having a car catch fire for no apparent reason, as has happened with electric cars.

Episodes like the one in Madrid, where a hybrid car caught fire on the third floor of the Castellana 200 shopping centre, forcing the building to be evacuated, are difficult to explain. Normally, a combustion car catches fire on the street and when in motion—not while stationary in a garage—making fires involving electric or hybrid vehicles much more dangerous and socially alarming.

In September 2024, a fire caused by a charging mobile phone in a home in Guillena, Seville, resulted in four fatalities. This was caused by just a mobile phone battery, which is much smaller than that of an electric car or scooter.

Madrid's metro system is another place where restrictions on batteries have been implemented: electric scooters have been banned because, in the event of a fire, they require an enormous amount of air to dilute combustion gases and volatile organic compounds (VOCs) to safe levels for users, who are in tunnels with limited ventilation. The Spanish national railway network (RENFE) has adopted the same measure. Additionally, the fire can reignite spontaneously within 24 hours of the initial fire.

Several countries, including China (the world's largest manufacturer of electric vehicles), are banning electric cars from underground parking lots, prohibiting their charging in these garages, or restricting access when their battery charge exceeds 80-90 %. ²

The main dangers of lithium batteries are:



Figure 3. *Felicity Ace* set a precedent for electric car transportation.

2. Pacheco, C. Prohibidos los coches eléctricos. Auto Bild.

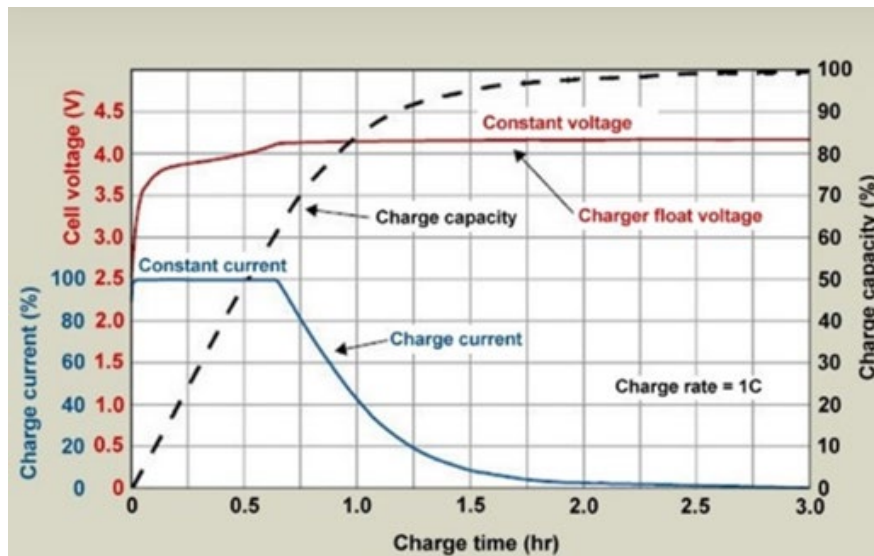


Figure 4. Charging curve of a lithium-ion battery.

- Electrical overload (during charging and discharging).
- Overheating (thermal overload caused by external heat sources, energy input, or excessive use).
- Impacts (mechanical damage that releases the battery's high energy density).

In certain situations, battery charging may be overstimulated, likely due to a charger malfunction that fails to regulate energy input, generating excessive heat and ultimately igniting the battery itself. This is why charging is carried out through a device that must regulate the battery's power supply at all times —both voltage and current. One of the issues that arise is that these vehicles are often connected to the first available charger, regardless of whether that charger is suitable for the battery's specific charging curve (Fig. 4). Ambient temperature plays a crucial role in the charging and discharging process —higher temperatures increase the risk of fire, posing a greater threat in Southern European countries, which experience higher environmental temperatures due to their geographic location.

An additional problem arises with chargers, especially fast chargers, as manufacturers, for the sake of reducing charging time, accept recharge currents that are multiples of the nominal operating current. This can dangerously raise the temperature of battery elements to the maximum permissible

temperature (around 80 °C in some battery types). It has also been demonstrated that battery life is shortened. The final fifth of the charge, from 80 % to 100 % of total capacity, is particularly problematic, as the battery cells become more unstable in this phase.

When such situations occur, severe consequences may result:

- The battery can catch fire or even explode.
- Chemical reactions among its components (anode and cathode half-cells, electrolytes, casing, etc.) can release toxic gases that may be lethal.
- Lithium-ion battery fires are difficult to control and spread quickly.
- Firefighters are often limited to preventing the fire from spreading to adjacent areas. The greatest risk arises when these fires occur in enclosed or poorly ventilated spaces.

In private garages and most community garages, fire detection systems do not exist. Therefore, they should be integrated into chargers as an additional safety measure since chargers are closest to the electric vehicle and can provide an early fire alert.

Once a fire starts, the chemicals in the battery sustain it. Exothermic chemical reactions and internal explosions generate extremely high temperatures. The real issue, unlike combustion cars, is that once the battery starts burning, it is almost

impossible to extinguish. The battery enters a thermal runaway process, which is very difficult to stop, and continues to burn even without atmospheric oxygen.

Some manufacturers compartmentalize the battery; others fill the spaces between cells with fire-retardant gel, and some are even designing special nozzles for injecting liquid nitrogen into the battery compartment. However, the issue remains that liquid nitrogen is not readily available at fire scenes, nor is it typically used by firefighters. One company has announced a “fireman access” in the battery for firefighters to flood it with a powerful jet, but accessing this fireman access becomes challenging if the fire has already progressed. ABC powder and CO₂ extinguishers are largely ineffective, with the F500 extinguishing agent being slightly more effective, albeit four times more expensive.

To begin firefighting efforts, the burning must first be halted, and then the battery should be monitored for 24 to 48 hours to ensure it does not reignite. Firefighters report that extinguishing an electric vehicle's traction battery requires between 25,000 and 90,000 litres of water, compared to 5,000 litres for a conventional vehicle.

Thermal blankets are also used to smother the flames, but while they can control combustion reactions, they do not stop uncontrolled internal chemical reactions. These blankets cost around €6,000 per unit, limiting their widespread use. Additionally, the internal reactions can generate their own oxygen, making the fire even harder to control. Since lithium battery electrolytes contain oxygen, they decompose and intensify the fire even without external air input (Fig. 5). Furthermore, lithium reacts strongly with water, producing hydrogen, which, combined with atmospheric oxygen and heat, tends to ignite and even detonate.

As previously mentioned, fires in electric vehicles are less frequent than those in conventional fuel-powered cars. However, they spread more easily to nearby combustible materials and are more difficult to extinguish under certain conditions.



Figure 5. Firefighters demonstrating how to extinguish an electric car fire using a thermal blanket.

The battery is likely the most solidly protected component of the vehicle, but in an accident, anything can happen. Localized forces can act unpredictably, and no two accidents are alike. While theoretically protected, real-world incidents show that this is not always the case.

In an accident involving another vehicle or an obstacle, mechanical forces can compromise the car's structure or internal components, including the traction battery, which operates at voltages between 400 and 800 volts DC, depending on the manufacturer. Such voltage levels are high enough to cause severe harm or even death to a human body.

Living organisms conduct electricity. Electrification occurs when there is a potential difference

between two points in the body. Tissues affected by an electrical current experience motor functional excitation, which can cause temporary or permanent injury.

The severity of injury depends on the energy released or the amount of electricity passing through the tissue. Generally, tissues with higher resistance to electrical current sustain more damage than more conductive ones. In humans, electricity enters through the skin and flows through various organs before exiting at a lower potential point.

The maximum tolerable contact voltage over time without causing electropathological effects is called the conventional voltage limit or safety voltage.

Electricity can affect any organ or tissue. If electrical energy passes through the heart, it may trigger involuntary muscle contractions and/or stimulate cardiac electrical tissue, leading to various arrhythmias: sinus tachycardia, extrasystoles, flutter, atrial fibrillation (most common), or ventricular fibrillation (most severe). These disruptions can prevent the heart from functioning normally, reducing blood circulation, causing hypotension, oxygen deprivation, and potentially resulting in death within minutes (Fig. 6).

The likelihood of experiencing an arrhythmia depends on the intensity of the current, the transition time, and, most importantly, whether the electrical signal reaches the myocardium during the most vulnerable phase of the cardiac cycle: the beginning of the T wave on the electrocardiogram, corresponding to ventricular repolarization (Fig. 7).

Similarly, electric current can pass through the central or peripheral nervous system, causing different symptoms such as seizures, coma, cerebral anoxia, or paralysis of the respiratory muscles, depending on the affected area.

Electric energy also causes tissue damage through heating, meaning that electrical energy transforms into heat (Joule effect). When in contact with the skin and mucous membranes, it can cause first, second, or third-degree burns depending on depth, extent, and body region. Deep and extensive burns lead to rapid intravascular fluid loss into the interstitial space, contributing to hypovolemia, hypotension, and ultimately hypovolemic shock. Figure 8 illustrates these effects on

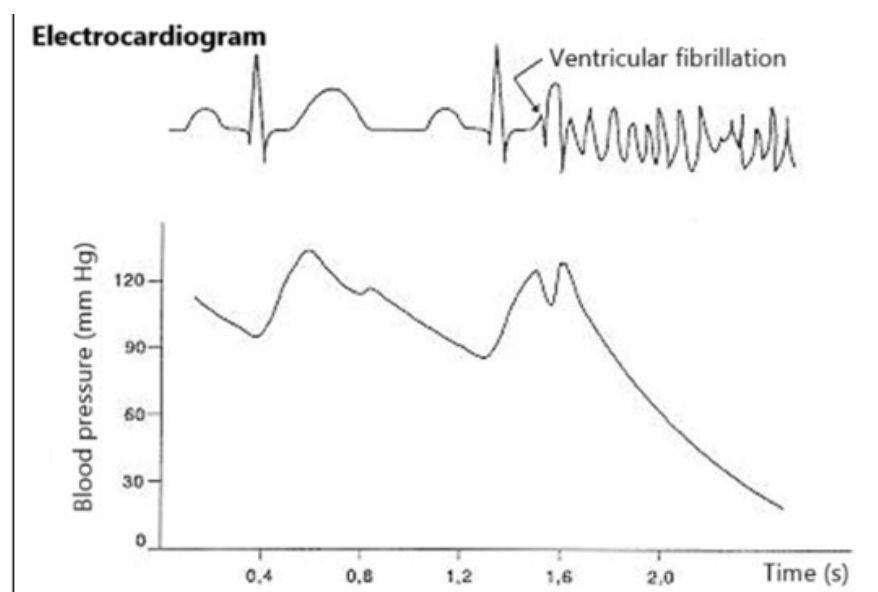


Figure 6. Effect on heart rhythm and blood pressure.

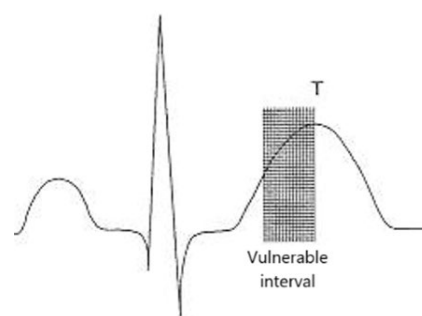


Figure 7. Vulnerability of the electrocardiographic cycle.

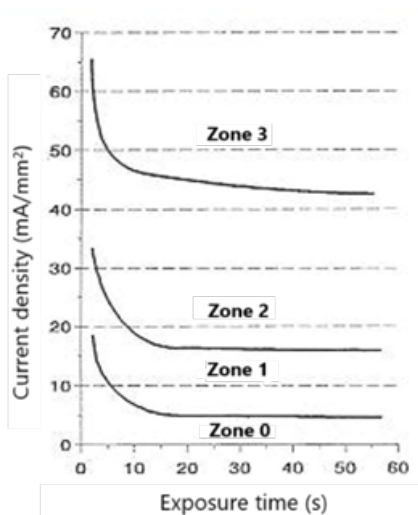


Figure 8. Effects based on the duration of exposure to electric current.

the skin and mucous membranes, depending on circulating intensity and application time.

When in contact with internal organs, thermal energy causes massive edema, which, at the muscular level, can lead to compartment syndrome and/or rhabdomyolysis with the release of myoglobin that must be eliminated through urine, precipitating in the renal tubules, resulting in anuria.

In addition to the electrical and thermal effects of electric current, when a lithium battery combusts, a cloud of toxic, flammable, asphyxiating, and corrosive gases is released into the atmosphere. Due to the high temperature at which they are generated, these gases cause irritation and burns to any part of the body: skin, nasal mucosa, oropharyngeal, eyeball, genitals... Inhalation of these gases causes respiratory tissue injury with bronchial smooth muscle spasm, edema, and pneumonitis of the lung parenchyma, resulting in alterations in arterial-pulmonary gas exchange, with general symptoms such as headache, dyspnoea, nausea... and in severe cases, respiratory failure, seizures, decreased level of consciousness, coma, and so on.

Given the danger that exists, the possible measures to protect the occupants of an accident vehicle are going to be analysed:

- The first measure, whenever possible, is not to touch any metallic mass; unfortunately, this

Zone 0: Usually no alteration to the skin (with exceptions)

Zone 1: Redness with swelling at the edges where the electrode was placed

Zone 2: Brown discoloration of the skin where the electrode was placed

Zone 3: Skin carbonization can occur

is not always possible.

- Secondly, it is important to know that the colour of the battery cables from the inverter to the motor is orange. These wires are the most dangerous ones. If any of them are cut, peeled, damaged, or loose, extra precautions should be taken.
- Thirdly, and if strictly necessary, insulating gloves should be used. In case of need, dry gloves in good condition can suffice, even if they are not ideal. If the environment is wet and/or raining (water is conductive due to the dissolved ions it carries), the danger is enormous and unacceptable for an untrained person, according to the authors.
- The priority in these types of electrical accidents is to break the contact between the victim and the power source. To do this, the electric energy must be diverted to "ground" before proceeding with evacuation and assistance from emergency medical services.
- Emergency services should carry equipment that diverts energy to the ground and extinguishes the fire with special chemicals for chemical and metal fires.
- Medical assistance will then proceed on-site: Check pulse and breathing to perform cardiopulmonary resuscitation if absent initially, provide ventilatory support, maintain cardiovascular stability, and immobilize any fractures or dislocations if present, and urgently transport the victim.

- Emergency personnel are exposed to similar risks as the affected individuals and, therefore, they must use electrical protection equipment called DISIPATIVE, which should constitute the outermost layer of the worker's clothing and be connected to the ground through the worker's body or via a direct ground connection. To protect workers from the thermal effects of a potential explosion, electrostatic protective clothing should include heat and flame protection. Gloves will protect against chemical, mechanical, heat, or flame hazards. Safety footwear will minimize the buildup of charge.

Recently, ISO 17840 standard has been published; this rule, which is not mandatory but indicative of national and international standardization, is pioneering in nature, laying the foundation and clarifying concepts. To begin with, it categorizes different types of vehicles by colour. Electric and hybrid vehicles are assigned the colour orange.

The term "high voltage," referring to the electrical voltage of the traction battery, which does not align with national and international electrical standards, now seems like a lost cause. It was decided to be called it that, and it will be very difficult to modify the terminology, even if it is incorrect. It is important not to forget that the Spanish Electrotechnical Regulation for low voltage classifies voltages in its article 4 and considers low voltage to be up to 1,000 V in alternating current and 1,500 V in direct current. European regulations on this classification are very similar. These voltages are not yet exceeded by existing electric and/or hybrid cars on the market. Having certain contradictions between different regulations or official bodies in these definitions or classifications will cause problems in the more or less distant future. One must wonder how the judicial system will issue uniform rulings if technicians have previously classified things with contradictions.

In figure 9, the identifying colours for different technologies can be seen, and in figure 10, the proposed sign models by the ISO committee, which

GREY	DIESEL
RED	GASOLINE
GREEN	GAS
WHITE	CRYOGEN LNG
BLUE	HYDROGEN
ORANGE	HIGH VOLTAGE

Figura 9. Identification colors. ³



Figure 10. Adhesive identification signs. ⁴

drafted the standard, are displayed. So far, it has not been implemented, and some manufacturers are not complying with it.

In the case of an active fire outdoors, the area should be cordoned off, and people should always be positioned upwind, in the opposite direction to the smoke plume from the fire. It should be avoided that people present are near the smoke plume. The outdoor situation will cause the rapid dilution of toxic gases.

Although unlikely, when an accident/fire occurs in a garage, tunnel, or enclosed space, the situation becomes very serious. If electrolyte from the batteries spills, its vapours are toxic, potentially flammable, and can form an explosive mixture. If the traction battery catches fire, the combustion gases are extremely harmful to health, and since it occurs in an enclosed space, the airborne contaminant is almost impossible to avoid. The response should be to evacuate as soon as possible. The best solution, even though it may intensify the fire, is to ventilate and always stay facing the incoming ventilation flow to avoid inhaling the combustion fumes and/or the chemicals generated. If the tunnel has evacuation galleries alternative to the main tube, it is better, as they provide a separate fire compartment with a different ventilation system. When the fire department arrives, they will have self-contained breathing apparatus, but even then, the heat generated by combustion can be a problem, even for them, despite their special protective equipment.

Directive EU2024/1275, in its article 14.10, states that by December 31, 2025, the Commission will publish guidelines on fire safety in car parking facilities. This indicates that they are aware of the problem, but they are prioritizing chargers first, with fire safety measures to be studied later.

How to act in the event of a fire in an electric car, or similar, inside a building, tunnel, or garage? The situation is much more dangerous. First of all, there is no unlimited amount of air to dilute the gases produced by the combustion of the battery; on the contrary, the ventilation, or lack thereof, will determine the degree of danger in the environment. Given that these are enclosed spaces, the risk will always be high.

- The first measure, always, is to evacuate all personnel present to a safe outdoor space.
- Ventilate, if possible.
- Wait for the arrival of the firefighters and inform them of the situation, the origin, and the location of the fire.

When a lithium battery burns, it releases a cloud of gases into the atmosphere; the most significant ones are listed in table 1.

There are not many studies on the compounds produced in the fire of a lithium battery. One of the most comprehensive studies was conducted in Sweden, simply by heating the battery in a controlled nitrogen atmosphere. Even then, many components, mainly organic in nature, were found in the gas phase obtained during the tests, but they did not conclude whether these concentrations reach dangerous

levels. (They quantify at least 17 components.) They even indicate that three organofluorophosphorylated compounds, similar to those used in chemical warfare (such as sarin) as neurotoxic agents, were detected at very low concentrations, but still found. The compounds with the highest measured concentration correspond to the electrolytes (organic carbonates) present in the cells. In the case of an uncontrolled fire, conditions could be even worse.

The aim is to calculate, under certain conditions and assumptions, whether exposure to the gases from a lithium battery fire poses a real danger. This will depend on the degree of dilution of the smoke, (generally rapid outdoors) and potentially much more dangerous in indoor or closed spaces. The smoke from a lithium battery fire can be hazardous to health, depending on the exposure time, ventilation, and the size of the battery.

The situation varies depending on the location. For example, road tunnels have forced ventilation designed to evacuate smoke from fires, while garages, subways, and other enclosed spaces do not have as much forced ventilation. On the other hand, ventilation helps the spread of the fire.

Calculation conditions: With each breath, we inhale about half a litre of air, but our lung capacity is much greater: an adult's lungs can hold about 5 litres of air, which can reach up to 6 litres in athletes.

The number of times we breathe depends on the intensity of the physical activity we are performing. We breathe about 15 times per minute, which means we inhale

3. S/ISO 17840.

4. Id., ibidem.

approximately 7.5 litres of air in that time. In the case of a fire, the users cannot be considered at rest; anxiety, nervousness, moving around in an unfamiliar environment, and even walking fast, running, or perhaps helping someone else, all lead to deeper breaths, increasing the potential inhalation of toxins.

Pulmonary ventilation is defined as the volume of air that moves between the lungs and the outside per unit of time, with the unit typically being the minute. This is determined by multiplying the tidal volume by the respiratory frequency. For a healthy adult individual weighing about 70 kg, with a respiratory rate between 12 and 15 cycles per minute and a tidal volume of 500 to 600 mL, the ventilation would be between 6 to 7 litres per minute. Although tidal volume could be measured during both inspiration and expiration, it is usually considered to be the volume of expired air. Strictly speaking, it should be the average of the volume inspired and expired.

Meaning of the abbreviations used:

- DL50: Dose that is lethal to 50% of the individuals; the lower the value, the higher the toxicity (expressed in mg of substance/kg of animal weight; the administration method (oral, intravenous, intramuscular...) and the mortality time frame (30d, 60d...) should be indicated).
- CL50: Concentration that is lethal to 50% of the individuals.
- TLV: Threshold limit value: the concentration limit in air to which a person can be exposed for 8 hours without suffering adverse effects.
- TWA: Time-weighted average.
- EU-OEL: Occupational exposure limit for the short term.
- MAK: Maximum concentration in the workplace, which is the maximum permissible concentration a substance can reach in the workplace air without causing long-term health effects for workers.
- DNEL: Derived no effect level (occupational).
- Seveso Directive: Directive

Chemical compound	Structure	CASRN	Concentration found (µg/m³)	DL50, CL50, TLV, EU-OEL, MAK, DNEL	Observations
1, 3-dioxolan-2-one; ethylenecarbonate Solid pf+36/peb+247		96-49-1	300	LD50: 10.400 mg/kg oral DNEL: 15 mg/m³ inhalation	Flammable, harmful, toxic, corrosive, dangerous to health
1, 4-dioxane Liquid pf+12/peb+101		123-91-1	0.2	TLV: 20 ppm as TWA EU-OEL: 73 mg/m³ 20 ppm MAK: 37 mg/m³ 10 ppm	Carcinogenic, highly flammable, harmful, irritating. Dangerous to health, explosive vapor/air mixtures
1, 4-oxatiane Liquid pfsd/peb+147		15980-15-1	10	LD50: 2830 mg/kg rat oral	Flammable, harmful, toxic, irritating, asphyxiating
1-methylpyrrolidin-2-one Liquid pf-24/peb+204		872-50-4	5	LD50: 4.200 mg/kg rat oral LD50: 50.000 mg/kg rat dermal DNEL: 40 mg/m³ inhalation DNEL: 0,9 mg/kg oral CL50: 5 mg/L air	Flammable, harmful, toxic, irritating, dangerous to health
1-phenylethanone Liquid/solid pf+20/peb+202		98-86-2	1	LD50: 2.000 mg/kg oral LD50: 3.000 mg/kg dermal DNEL: 1,2 mg/m³ inhalation	Flammable, harmful, toxic, irritating
2-methyl-1, 3-dioxolane Liquid pfsd/peb+81		497-26-7	2	LD50: 2.900 mg/kg rat	Highly flammable, harmful, toxic, irritating, asphyxiating
2-methylcyclopent-2-en-1-one Liquid pfsd/peb+160		1120-73-6	0.2		Dangerous substance, subject to Seveso III directive, flammable liquid ketones. Flammable liquid and vapour
6-methyloxan-2-one C ₆ H ₁₀ O ₂ Liquid/solid pf+18/peb+231		823-22-3	0.1		Flammable, harmful, irritating.
Benzoic acid Solid pf+122/peb+249		65-85-0	0.1	TLV: 0,5 mg/m³ as TWA	Flammable, harmful, irritating, dangerous to health, fine particles form explosive mixtures with air
Diethyl carbonate C ₅ H ₁₀ O ₃ Liquid pf-43/peb+126		105-58-8	1,000	LD50: 15.000 mg/kg rat oral DNEL: 18 mg/m³ inhalation DNEL: 2 mg/kg dermal CL50: 1,3mg/L on air ...no toxic	Flammable, harmful, irritating. Vapor/air mixture explosive >25 °C
Diethyl phosphorofluoridate C ₄ H ₁₀ FO ₃ P Liquid pfsd/peb+150		358-74-7	0.5	Hazardous decomposition products: phosphorus oxides, carbon dioxide (CO ₂), hydrogen fluoride, carbon monoxide	Flammable, harmful, irritating, severe eye irritant, toxic
Dimethyl carbonate C ₃ H ₆ O ₃ Liquid pf+3/peb+90		616-38-6	1	LD50: 5.000 mg/kg rat oral DNEL: 35 mg/m³ inhalation DNEL: 5 mg/kg dermal CL50: 5mg/L on air	Flammable, harmful, irritating, severe eye irritant, toxic
Ethyl prop-2-enyl carbonate C ₆ H ₁₀ O ₃ Liquid pfsd/peb+149		1469-70-1	0.1		Highly flammable, harmful, irritating. Vapour/air mixture explosive
Ethyl propyl carbonate C ₆ H ₁₂ O ₃ Ethylpropyl ester carbonic		35363-40-7	0.1		
Ethyl benzene C ₈ H ₁₀ Liquid pf-95/peb+136		100-41-4	2	LD50: 3.500mg/kg rat oral TLV: 20 ppm as TWA EU-OEL: 442 mg/m³ 100 ppm as TWA MAK: 88 mg/m³ 20 ppm as TWA DNEL: 10 mg/m³ inhalation DNEL: 180 mg/kg dermal	Highly flammable, harmful, irritating. Danger to health. Possible carcinogen. Vapour/air explosive mixture
Ethylmethyl carbonate C ₄ H ₈ O ₃ Liquid pf-20/peb+102		623-53-0	1,000	LD50: 5.000 mg/kg rat oral DNEL: 3 mg/kg dermal CL50: 18mg/L on air rat inhalation	Flammable, harmful, irritating, liquid and vapor highly flammable
Styrene Liquid pf-31/peb+146		100-42-5	5	LD50: 5.000 mg/kg rat DNEL: 100 mg/m³	Flammable, harmful, irritating, carcinogenic, toxic
Ethyl ethylphosphonofluoridate C ₄ H ₁₀ FO ₂ P		650-20-4	0.2		
Ethyl methylphosphorofluoridate C ₃ H ₈ FO ₂ P Ethylsarin pfsd/peb+131		673-97-2	0.5	Phosphonofluoridates	Ethylsarin (equivalent to a chemical weapon)
Methyl methylphosphonofluoridate C ₂ H ₆ FO ₂ P pfsd/peb+106		353-88-8	0.02		

Table 1. Contaminants found in the analyses and their lethal doses.

2012/18/EU on the control of risks related to serious accidents involving

hazardous substances.

•CAS: Chemical Abstracts Service

Notes:

Calculations were made for 12 inspirations per minute, with 1 litre of air each.

Considering that an LR6 battery weighs about 28 grams and the battery pack of an electric car weighs about 400 kg, with 80 % being batteries, the number of individual LR6-sized cells that make up an electric vehicle battery is approximately 11,428, each weighing 28 grams. In the case of an electric scooter with a 1.5 kg battery, it corresponds to about 42 LR6-sized cells.

(unique identification number for a chemical product).

From the experiment conducted by the Swedish researchers Bergtrom, U.; Gustafsson, A.; Hagglund, L.; Lejon, C.; Sturk, D.; Tengel, T., who used a single LFP (lithium, iron, phosphorus primarily) or NMC (lithium, nickel, manganese, cobalt, among other metals) battery element, table 1 is derived. This table contains data for a single cell (LR6), while the battery of an electric vehicle weighs about 400 kg and it is composed of hundreds of individual cells. If we multiply the values of a single cell by the approximate number of cells making up the entire battery, we can extrapolate the original data to the size of a real battery (both for electric vehicles and electric scooters). Even if we double the times, since it is impossible for the entire battery to catch fire at once and even double them again to account for dilution that occurs in a closed space but filled with clean air, the values reflected in the table are frankly concerning. This is particularly true if the fire occurs in a poorly ventilated environment (tunnel, residence, garage, etc.).

The problem is that if one element of the battery pack becomes uncontrollable and catches fire, it will be nearly impossible to control the entire battery. It will affect the adjacent elements, and so on, until the entire pack is consumed, resulting in the release of the corresponding toxic gases. Therefore, both electric cars and electric scooters, which in many cases are charged inside residences, represent a real and objective danger to users.

The results of the extrapolations and calculations can be seen in the tables included below. Two tables have been prepared: one calculates the contaminants produced in the fire of an electric car battery (which is generally recharged outdoors or in garages), and the other one in the fire of an electric scooter, which is usually charged inside a residence.

Other authors mention that the composition of the smoke from electric car fires includes HCN, NO_x, and HF, in addition to the compounds already mentioned. All of these have a high level of toxicity, even at very low concentrations.

Compound	Calculated concentration (µg/m ³)	DL50 µg (µg/m ³)	Absorption per minute (µg/min)	Time for DL50	Unit
1, 3-dioxolan-2-one; ethylenecarbonate Solid pf+36/peb+247	857,100	15,000	10,300	1.46	min
1, 4-dioxane Liquid pf+12/peb+101	570	37,000	6.9	5,400 90	min hours
1, 4-oxatiane Liquid pfsd/peb+147	28,600		340		
1-methylpyrrolidin-2-one Liquid pf-24/peb+204	14,300	40,000	171	233 3.9	min hours
1-phenylethanone Liquid/solid pf+20/peb+202	2,860	1,200	34	35	min
2-methyl-1, 3-dioxolane Liquid pfsd/peb+81	5,710				
2-methylcyclopent-2-en-1-one Liquid pfsd/peb+160	570				
6-methyloxan-2-one C ₆ H ₁₀ O ₂ Liquid/solid pf+18/peb+231	286				
Benzoic acid Solid pf+122/peb+249	286	500	3.4	146 2.4	min hours
Diethyl carbonate C ₆ H ₁₀ O ₃ Liquid pf-43/peb+126	2,857,000	18,000	34,300	0.53 31,50	min. Sec.
Diethyl phosphorofluoridate C ₄ H ₁₀ FO ₃ P Liquid pfsd/peb+150	1,430		17		
Dimethyl carbonate C ₃ H ₆ O ₃ Liquid pf+3/peb+90	2,860	35,000	34	17	hours
Ethyl prop-2-enyl carbonate C ₆ H ₁₀ O ₃ Liquid pfsd/peb+149	286		3.4		
Ethyl propil carbonate C ₆ H ₁₂ O ₃ Ethylpropyl ester carbonic acid	286		3.4		
Ethyl benzene C ₈ H ₁₀ Liquid pf-95/peb+136	5,710	10,000	69	2.4	hours
Ethylmethyl carbonate C ₄ H ₈ O ₃ Liquid pf-20/peb+102	2,857,000	18,000	34.300	0.53 31.5	min sec
Styrene Liquid pf-31/peb+146	14,300	100,000	171	583 9.7	min hours
Ethyl ethylphosphonofluoridate C ₄ H ₁₀ FO ₂ P	571		6.8		
Ethyl methylphosphorofluoridate C ₃ H ₈ FO ₂ P Etilsarin pfsd/peb+131	1,430				
Methyl methylphosphonofluoridate C ₂ H ₆ FO ₂ P pfsd/peb+106	57				

Table 2. Electric car fire.

The results speak for themselves regarding the danger to people from lithium battery fires. These incidents cannot only cause immediate physical harm, but also release a significant amount of toxic and hazardous gases, which pose a serious health risk. The ability of these batteries to enter an uncontrolled combustion state and the difficulty in extinguishing fires further increase the danger in enclosed environments such as garages, tunnels, or homes.

Attention should be focused on prevention and the implementation of safety measures to mitigate these risks.

Acknowledgements

We would like to thank León Guardia Civil Traffic Subsector for

their help and collaboration in the preparation of this article.

Bibliography

- Álvarez Pelegrí, E., & Menéndez Sánchez, J. (2017). Energías alternativas para el transporte de pasajeros. Amsterdam Roundtable Foundation. (2014). Electric vehicles in Europe: gearing up for a new phase? Amsterdam.
- Assum, T., Kolbenstvedt, M., & Figenbaum, E. (2014). The future of electromobility in Norway.
- BASREC. (2015). The development of electric transport – its effect on the security of the electrical energy system and forecasting energy demand in chosen 8 BASREC countries (Norway, Denmark, Ger-

Compound	Calculated concentration (µg/m³)	DL50 µg (µg/m³)	Absorption per minute (µg/min)	Time for DL50	Unit
1, 3-dioxolan-2-one; ethylenecarbonate <i>Solid pf+36/peb+247</i>	3,210	15,000	39	389 6.5	min hours
1, 4-dioxane <i>Liquid pf+12/peb+101</i>	2.1	37,000	0.03	1,440,400 23,980	min hours
1, 4-oxatiane <i>Liquid pfsd/peb+147</i>	107		1.3		
1-methylpyrrolidin-2-one <i>Liquid pf-24/peb+204</i>	54	40,000	0.64	62,200 1,037	min. hours
1-phenylethanone <i>Liquid/sól. pf+20/peb+202</i>	10.7	1,200	0.13	9,330 156	min hours
2-methyl-1, 3-dioxolane <i>Liquid pfsd/peb+81</i>	21				
2-methylcyclopent-2-en-1-one <i>Liquid pfsd/peb+160</i>	2.1				
6-methyloxan-2-one C ₆ H ₁₀ O ₂ <i>Liquid/solid pf+18/peb+231</i>	1.1				
Benzoic acid <i>Solid pf+122/peb+249</i>	1.1	500	0.013	38,890 648	min hours
Diethyl carbonate C ₆ H ₁₀ O ₃ <i>Liquid pf-43/peb+126</i>	10,700	18,000	129	140	min
Diethyl phosphorofluoridate C ₄ H ₁₀ FO ₃ P <i>Liquid pfsd/peb+150</i>	5.4		0.064		
Dimethyl carbonate C ₃ H ₆ O ₃ <i>Liquid pf+3/peb+90</i>	10.7	35,000	0.13	272,200 4,540	min hours
Ethyl prop-2-enyl carbonate C ₆ H ₁₀ O ₃ <i>Liquid pfsd/peb+149</i>	1.1		0.013		
Ethyl propyl carbonate C ₆ H ₁₂ O ₃ Ethylpropyl ester carbonic acid	1.1		0.013		
Ethyl benzene C ₆ H ₁₀ <i>Liquid pf-95/peb+136</i>	21	10,000	0.26	38,890 648	min hours
Ethylmethyl carbonate C ₄ H ₈ O ₃ <i>Liquid pf-20/peb+102</i>	10,700	18,000	129	140	min
Styrene <i>Liquid pf-31/peb+146</i>	54	100,000	0.64	155,600 2,590	min hours
Ethyl ethylphosphonofluoridate C ₄ H ₁₀ FO ₂ P	2.1		0.026		
Ethyl methylphosphorofluoridate C ₃ H ₈ FO ₂ P Etillsarin <i>pfsd/peb+131</i>	5.4				
Methyl methylphosphonofluoridate C ₂ H ₆ FO ₂ P <i>pfsd/peb+106</i>	0.21				

Table 3. Electric scooter fire.

many, Sweden, Finland, Estonia, Lithuania and Poland).

Bergtrom, U.; Gustafsson, A.; Haggglund, L.; Lejon, C.; Sturk, D.; Tengel, T. Vented gasses and an aerosol of automotive Li-Ion LFP and NMC batteries in humidified nitrogen under thermal load; Sweden 2015; <https://www.msb.se/siteassets/dokument/publikationer/english-publications/vented-gases-and-aerosol-of-automotive-li-ion-lfp-and-nmc-batteries-in-humidified-nitrogen-under-thermal-load.pdf>

Bossche, V. D. (2008). Defining & Developing International Standards For Electric Vehicle Charging Infrastructures – What Are The Optimum Standards For Meeting Future Power & Charging Capabilities? American Business Conferences.

Caballero-Carvajal JA, Manrique-Hernández EF, Becerra-Ar C, et al. MSD manuales, Lesiones y envenenamientos, 1er Congreso Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio de Trabajo. CEN/CLC/TR 16832:2015. Selection, use, care and maintenance of personal protective equipment for preventing electrostatic risks in hazardous areas (explosion risks). 60079-32-1:2013). UNE-EN 60079-32-2:2016. Atmósferas explosivas - Parte 32-2. Riesgos electrostáticos. Ensayos. CEN/CLC/TR 5404:2003. Electrostatics – Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity. INSHT, 2010. NTP-887. Calzado y ropa de protección “antiestáticos”. UNE-EN IEC 61340-4-5:2018. Métodos de ensayo normalizados para aplicaciones

específicas. Métodos para la caracterización de la protección electrostática del calzado y el suelo en combinación con una persona.

Chaouachi, A., Covrig, C. F., & Fulli, G. (2016). Framework for Electric Vehicles and Photovoltaic Synergies. JRC technical report .

Circutor. (2017). circutor.es. Obtenido de <http://circutor.es/es/productos/recargainteligente-para-vehiculos-electricos/recarga-exterior-de-vehiculo-seletricos/poste-recarga-exterior-2-tomas-rve2-pt3-detail>

Cobb, J. (2017). Top 10 Plug-in vehicle adopting countries of 2016. Obtenido de <http://www.hybridcars.com/top-10-plug-in-vehicle-adopting-countries-of-2016/>

Comini, Renzo. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Electricidad. INSST.ES

Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (15 de abril de 2015). Informe sobre la propuesta de planificación de la red de transporte de energía eléctrica 2015-2020.

Folliot, Dominique. Efectos fisiológicos de la electricidad, 40.2 Prevención y normas.

Concheso Alvarez, A. Nuevos ánodos de carbon para baterías de ion-litio. Departamento de Ciencia de los materiales. Universidad de Oviedo.

COTEVOS. (2017). Business Opportunities for Interoperability Assessment of EV Integration.

Department of Energy, U. S. (2016). Developing Infrastructure to Charge Plug-In.

Electric Vehicles. Obtenido de https://www.afdc.energy.gov/fuels/electricity_infrastructure.html

Dirección General de Tráfico, Anuario Estadístico General 2022, Madrid.

Electromaps.com. (2017). Electromaps. Obtenido de www.electromaps.com

DIRECTIVA (UE) 2024/1275 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 24 de abril de 2024, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

Elektromobilität, S. (2017). The Showcase Regions for Electric Mobility. Obtenido de http://schaufensterelektromobilitaet.org/en/content/ueber_das_programm/

- foerderung_schaufensterprogramm/foerderung_schaufensterprogramm_1.html
- ELMO. (2017). ELMO.ee. Obtenido de <http://elmo.ee/estonia-becomes-the-first-in-the-world-to-open-a-nationwide-ev-fast-charging-network/>
- EURELECTRIC. (2016). Charging infrastructure for electric vehicles.
- European Comission, & US Department of Energy. (s.f.). Harmonization of standards, technology and testing. EV-Smart Grid Interoperability Centers in Europe and the U.S.
- European Distribution System Operators (EDSO). (s.f.). Position paper on Electric Vehicles Charging Infrastructure.
- FIREFORUM, Code de bonne pratique. Sécurité Incendie. Thème Véhicules Electriques dans les parkings, 2ieme edition 06/10/2023, Bruxelles.
- Fonseca Jaime Hamel. Celdas, pilas y baterías de litio. Journal Boliviano de Ciencias. Volumen 8 ISSN 2075-8936.
- Gómez, J., & Morcos, M. (2003). Impact of EV Battery Chargers on the Power Quality of Distribution Systems. IEEE Trans. on Power Delivery, 18(3), 975-981.
- Gómez, T., Momber, I., Rivier, M., & Sánchez, Á. (2011). Regulatory framework and business models for charging plug-in vehicles: infrastructure, agent and commercial relationships. Energy Policy, 39(10), 6360-6375.
- Gómez Sosa, G. Algunas aplicaciones de las reacciones redox. Facultad de Química. Unam.
- Grantham Institute. (2017). Expect the unexpected. The Disruptive Power of Lowcarbon Technology.
- Guía de movilidad eléctrica para las entidades locales, IDAE, FEMP, REE, <https://drive.google.com/file/d/1O4mDVmQfVffFIw-qYlStSxjGgGhDpB1Rt/view>
- Hynynen, J.; Weillstrand, H.; Blomqvist, P.; Andersson, P. Análisis de los gases de combustión de los ensayos de fuego de vehículos eléctricos a gran escala. Rev. Seguridad Contra Incendios, vol. 139, agosto 2023.
- INSHT, 2015. Riesgos debidos a la electricidad estática. Documento Divulgativo DD.76.1.15. Guía de buenas prácticas para la aplicación relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas de la Directiva Fpr CLC/TR 60079-32-1:2018. Explosive atmospheres – Part 32-1: Electrostatic Hazards – Guidance (IEC/TS 1999/92/CE. Comisión Europea 2005.
- International Energy Agency. (2016). Global EV Outlook 2016. Beyond one million electric cars.
- International Energy Agency. (2017). Global EV Outlook 2017. Two millions and counting.
- International Renewable Energy Agency. (2017). Electric vehicles, technology brief.
- International Programme on Chemical Safety, Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo, fichas internacionales de seguridad química.
- Jiang, C., Torquato, R., Salles, D., & Xu, W. (2014). Method to Assess the Power-Quality Impact of Plug-in Electric Vehicles. IEEE Trans. on Power Delivery, 29(2), 958-965.
- Lo Schiavo, L. (2017). Competition and regulatory aspects of electric vehicles charging: the Italian regulatory experience.
- Madina, C., Zamora, I., & Zabala, E. (2016). Methodology for assessing electric vehicle charging infrastructure business models. Energy Policy, 89, 284-293.
- Martin, S. (2016). Developing a Business Model for Commercial Electric Vehicle Charging Infrastructure. Master Thesis.
- Matas Díaz, F. J. (2016). Gestión del sistema eléctrico de un monoplaça. Sevilla.
- Montoya, F., Martínez-Lao, J., Torres-Moreno, J., Manzano-Agugliaro, F., & Barón, V. (2016). Analysis of charging stations for electric vehicles in Spain. ICREPQ, (págs. 494-499). Madrid.
- National Institute of health, U.S.A.. Long-term sequelae of electrical injury.
- Nieuwenhuis, J. (2015). E-mobility in the Netherlands.
- Norwegian Directorate for Civil Protection (DSB). Risk Assessment and handling of fire in lithium-ion batteries, noviembre 2011, Tonsberg.
- Pacheco, C. Prohibidos los coches eléctricos: es el gran problema que se están encontrando fabricantes y compradores. Auto Bild, octubre de 2024.
- Peças Lopes, J., Soares, F., & Rocha Almeida, P. (2009). Identifying Management Procedures to Deal with Connection of Electric Vehicles in the Grid. IEEE Power Tech Conference. Bucharest.
- PlugShare. (2017). PlugShare. Obtenido de <https://www.plugshare.com/>
- RENAULT Academy. Cuaderno del cursillista, formación carrocería, Renault Fluence Z.E.
- RENAULT Academy. Cuaderno del cursillista, formación carrocería, Renault Kangoo.
- RENAULT Academy. Cuaderno del cursillista, formación carrocería, Renault Twizy.
- Reuters.com. (2013). Germany ends tax disadvantage for corporate electric cars.
- Obtenido de <http://www.reuters.com/article/germany-electricvehicles-taxidUSL5N0EJ1Y320130607>
- Sahuquillo, M. (30-V-2017). How Estonia persuaded drivers to go electric. El País.
- Sbordone, D., Bertini, I., Di Pietra, B., Falvo, M., Genovese, A., & Martirano, L. (March 2015). EV fast charging stations and energy storage technologies: A real implementation in the smart micro grid paradigm. Electric Power Systems Research, 96-108.
- Searle, S., Lutsey, N., & Lingzhi, J. (2014). Evaluation of State-level. U.S. electric vehicle incentive.
- Shengyin, L., Yongxi, H., & Mason, S. (2016). A multi-period optimization model for the deployment of public electric vehicle charging stations on network. ELSEVIER, Transportation Research Part C(65), 128-143.
- Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., & van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption.
- Terra, F. (2017). Los contaminantes atmosféricos: las partículas en suspensión (PM). Obtenido de <http://www.terra.org/categorias/articulos/los-contaminantesatmosfericos-las-particulas-en-suspension-pm>.

- Tesla. (2016). www.tesla.com/es_ES/supercharger.
- THEMA, C. g. (2015). Mapping of TSO and DSO roles and responsibilities related to information exchange.
- TUV-SUD, Baterías de litio ventajas y riesgos, <https://www.tuvsud.com/es-es/centro-recursos/articulos-de-opinion/baterias-litio-ventajas-riesgos>
- USCS, T. U. (2017). Market brief – E-Mobility in France (2016).
- Van den Oosterkamp, P., Koutstaal, P., van der Welle, A., de Joode, J., Lensstra, J., van Hussen, K., & Haffner, R. (2014). The role of DSO in a Smart Grid environment.
- Veldman, E., & Verzijlbergh, R. (2015). Distribution Grid Impacts of Smart Electric Vehicle Charging From Different Perspectives. *IEEE Trans. on Smart Grid*, 6(1), 333-342.
- Viera Pérez, Juan Carlos. Carga rápida de baterías Ni-Cd y Ni-MH de media y gran capacidad. Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Oviedo.
- Zapico Gutiérrez, P.; Alonso de Linaje Aguirre, J.; Alonso de Linaje Díez, J.A.; Rodríguez Llamas, A.C.; Safety in accidents in electric cars. *Rev. Técnica Industrial*, nº: 334, págs. 58-63, marzo 2023, Madrid.
- <https://www.metromadrid.es/es/nota-de-prensa/2023-10-27/la-comunidad-de-madrid-impedira-el-acceso-de-patinetes-electricos-al-transporte-publico-para-garantizar-la-seguridad-de-los-usuarios?page=9>
- <https://www.renfe.com/es/es/grupo-renfe/comunicacion/renfe-al-dia/sala-de-prensa/renfe-prohibe-acceso-patinetes-electricos-todos-trenes-viajeros>
- <https://www.motor.no/aktuelt/elbiller-brenner-langt-sjeldnere-enn-diesel--og-bensinkjoret-og-viser-tall-fra-landets-brannvesen/199867?ref=warpnews.org>
- <https://echa.europa.eu/es/search-for-chemicals>
- <https://www.autocasion.com/actualidad/noticias/naviera-noruega-no-transportara-coches-electricos-riesgo-incendio>
- Real Decreto 184/2022, de 8 de marzo, por el que se regula la actividad de prestación de servicios de recarga energética de vehículos eléctricos.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (en especial la ITC-BT 52).
- EC 61140. Protection against electric shock. Common aspects for installation and equipment.
- IEC 60529 - Amendment 2. Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).
- IEC 60364-7-722. Low-voltage electrical installations: o Part 7-722: Requirements for special installations or locations –Supplies for electric vehicles.
- ISO 6469-3. Electrically propelled road vehicles - Safety specifications: o Part 3: Protection of persons against electric shock.
- ISO/FDIS 17409. Electrically propelled road vehicles - Connection to an external electric power supply - Safety requirements.
- ISO 17840. Road vehicles.

Security

Real Decreto 184/2022, de 8 de mar-

Tecnologías de hibridación renovable: marco regulatorio, reducción de costes obtenidos y derechos de propiedad industrial

Renewable hybridization technologies: regulatory framework, reduction of costs obtained and intellectual property rights

Francisco Javier Moledo Frojan^{1*}, Claudia Sáez Durán² y Ane Moledo Uribe^{3**}

Resumen

El objetivo principal de este trabajo es la evaluación de la reducción de costos que se logra o se puede lograr al implementar la hibridación en instalaciones de energía renovable. Para ello, se procederá con una revisión exhaustiva de la literatura especializada para identificar y analizar los factores económicos y las estrategias que respaldan estos ahorros.

Asimismo, dentro de los objetivos de esta investigación se encuentran la identificación y localización de patentes relacionadas con la hibridación de fuentes de energía renovable. Este aspecto es de suma importancia, ya que permite conocer las innovaciones tecnológicas y las soluciones técnicas que se han desarrollado en este campo, lo que, a su vez, contribuye a la comprensión integral de la evolución y del estado actual de esta área de investigación.

En resumen, este trabajo se propone como una contribución significativa para el conocimiento en el campo de la hibridación de energías renovables, al evaluar los aspectos económicos involucrados y rastrear las patentes relevantes, con el objetivo de proporcionar una visión completa y actualizada de esta técnica y sus aplicaciones en el contexto de la transición hacia fuentes de energía más sostenibles.

Palabras clave

Hibridación, energías renovables, capex, opex, patente.

Abstract

The main objective of this work is the evaluation of the cost reduction that is achieved or can be achieved by implementing hybridization in renewable energy facilities. For this purpose, a thorough review of the specialized literature will be carried out to identify and analyse the economic factors and strategies that support these savings.

Likewise, the identification and location of patents related to the hybridization of renewable energy sources are within the objectives of this research. This aspect is of utmost importance, since it allows us to know the technological innovations and technical solutions that have been developed in this field, which, in turn, contributes to the comprehensive understanding of the evolution and current state of this area of research.

In summary, this work is proposed as a significant contribution to knowledge in the field of hybridization of renewable energies, by evaluating the economic aspects involved and tracking the relevant patents, with the aim of providing a complete and updated view of this technique and its applications in the context of the transition towards more sustainable energy sources.

Keywords

Hybridization, renewable energies, capex, opex, patent.

Recibido/received: 27/01/2025. Aceptado/accepted: 28/02/2025.

¹ Profesor doctor ingeniero industrial.

² Máster en Ingeniería Energética Sostenible.

³ Estudiante de grado en Tecnologías Industriales.

*Universidad del País Vasco. Escuela de Ingeniería de Bilbao. Plaza Ingeniero Torres Quevedo, 1. 48013 Bilbao.

** Universidad Antonio de Nebrija, Escuela Politécnica Superior, C. de Sta. Cruz de Marcenado, 27, Centro, 28015 Madrid

Autor para correspondencia: Francisco Javier Moledo Frojan; e-mail: franciscojavier.moledo@ehu.eus



Foto: Shutterstock.

MARCO REGULATORIO DE LAS TECNOLOGÍAS DE HIBRIDACIÓN RENOVABLE

Se analizan a continuación las regulaciones establecidas en algunos países europeos con respecto a los sistemas híbridos y su acceso y conexión a la red eléctrica, así como en el marco nacional.

Marco regulatorio europeo sobre tecnologías de hibridación renovable

En la Unión Europea (UE) no existe un marco regulatorio específico a nivel técnico ni objetivos establecidos para la hibridación de tecnologías renovables. Sin embargo, sí que está permitida la instalación de este tipo de parques de generación de energía renovable al estar reglamentados los requerimientos de conexión de red necesarios al añadir nuevos módulos de generación a una instalación existente. De acuerdo con las más recientes actualizaciones del Reglamento 2019/943 sobre el mercado interior de la electricidad y la Directiva 2019/944, que establece normas comunes para el mercado interior de la electricidad, estas representan un marco general en el que no detallan la definición ni se promueven explícitamente las nue-

vas tecnologías de hibridación, aunque tenga un enfoque definido en el fomento de la flexibilidad en las redes y sostenibilidad del sistema, además de estimular el autoconsumo.

La UE también ha establecido el Mecanismo Conectar Europa (CEF) para facilitar la financiación de proyectos de infraestructura energética, incluidos los proyectos de energías renovables y la hibridación. El CEF está enfocado en la mejora y la interconexión de las redes energéticas en toda la UE, con el fin de lograr un sistema energético más eficiente y sostenible y, de esta manera, fortalecer la seguridad energética, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar el desarrollo económico sostenible. Asimismo, la UE ha estado impulsando la integración de diversas fuentes de energía renovable mediante la investigación y la financiación de proyectos a través de programas como Horizonte 2020 y el Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas (EFSE).

La responsabilidad de las competencias en energía está asignada de forma conjunta entre la UE y los Estados miembros. La UE permite a estos legislar en aquellos aspectos en los que la propia UE no haya propuesto legislación o no hayan quedado com-

pletamente definidos, dejando espacio para su regulación a nivel nacional. Estos principios son especialmente relevantes en este caso, dado que, si bien la Unión Europea permite la hibridación eléctrica renovable, es necesario que cada Estado miembro desarrolle su enfoque para que la hibridación renovable se adapte a las particularidades de su mercado y a los objetivos compartidos.

A continuación, se detallan algunas de las regulaciones y normativas establecidas por parte de algunos de los Estados miembros de la UE de acuerdo con la hibridación de energía renovable, como las relacionadas con el acceso y la conexión a la red eléctrica.

En Francia, se ha establecido un esquema llamado S3REnR47 para el reparto de costes de conexión a la red entre las instalaciones renovables en cada región. El organismo regulador (CRE) ha emitido directrices de obligado cumplimiento a los gestores de red que incluyan las instalaciones híbridas en este esquema, así como el almacenamiento. El objetivo es que el aumento de la potencia debido al almacenamiento no genere costes adicionales. Además, se plantea la necesidad de cuantificar y establecer

incentivos específicos para el almacenamiento de energía, con el objetivo de reconocer sus efectos beneficiosos en la gestión de la red eléctrica.

Grecia, por su parte, cuenta con la Ley 4495/2017 en la que se establecen los procedimientos a llevar a cabo para la construcción y la operación de proyectos piloto que integren tecnologías renovables y almacenamiento de energía. Por otro lado, elaboraron la Ley 4643/2019 que tiene como objetivo simplificar el proceso de obtención de licencias para instalaciones híbridas, y se dejó la autorización de condiciones y procedimientos en manos del Ministerio de Energía, para adaptarse a la situación específica de cada proyecto. Además, incluye modificaciones que facilitan la financiación de proyectos híbridos ubicados en islas que no están conectadas a la red nacional.

Irlanda ha establecido grupos de trabajo en el marco de la iniciativa FlexTech en los que colaboran el Operador del Sistema de Transmisión de Irlanda (EIRGRID) y el Operador del Sistema de Transmisión de Irlanda del Norte (SONI), con el objetivo de desarrollar regulaciones, abordando temas clave como hibridación, almacenamiento, gestión de la demanda y generación a pequeña escala. Por otro lado, se está evaluando el aumento de la potencia instalada en más del 120 % en instalaciones existentes sin modificar la capacidad máxima del punto de conexión y desarrollar mecanismos para conmutar capacidad de evacuación entre instalaciones con el mismo punto de conexión. Además, están analizando mecanismos para compartir un único punto de conexión entre entidades legales separadas.

En Polonia se están llevando a cabo subastas por lotes tecnológicos, incluyendo una específica para instalaciones híbridas renovables, en las que si no se logran los factores de carga establecidos o los déficits de generación, se penaliza a la instalación. De esta manera, se consigue reducir el riesgo para instalaciones con perfiles de generación más estables, como pueden ser las centrales multicomcombustible, hidráulicas e híbridas renovables.

En el año 2019, National Grid, el Operador del Sistema en el Reino Unido, planteó una propuesta para revisar los cargos de conexión a la

red de transporte (conocidos como TNUoS charges) con el objetivo de adaptarlos a las instalaciones híbridas. De esta manera, aplica una reducción de los cargos de conexión de los sistemas de almacenamiento a la red de transporte con el fin de favorecer su integración.

Marco regulatorio nacional sobre tecnologías de hibridación renovable

En el caso de las regulaciones nacionales establecidas en el ámbito de la hibridación renovable, se pueden descartar dos reales decretos que han impulsado la implantación de este tipo de tecnologías:

- Real Decreto 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. (RD 23/2020). Conforme al Real Decreto Ley 23/2020, de 23 de junio, en él se ha establecido la opción de llevar a cabo proyectos de hibridación en instalaciones de generación existentes manteniendo el punto de conexión y la capacidad de acceso. Por tanto, permite tanto la combinación de diferentes tecnologías o con una misma tecnología, como la instalación de una potencia superior a la que puede ser evacuada en un momento determinado siempre y cuando sea técnicamente posible y se respeten los límites de evacuación durante su operación. Además, el RD 23/2020 especifica que para realizarse, a solicitud de un permiso de acceso de la instalación, al menos una de las fuentes de energía debe ser de origen renovable o debe incorporar almacenamiento. De esta manera, se consigue la optimización de evacuación de energía y, en consecuencia, se aumenta la utilización de la red existente, el aprovechamiento de recursos renovables y se mejoran las sinergias ambientales, además de agilizar el desarrollo de proyectos renovables y reducción de los costos para los consumidores finales.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Por su parte, el Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, establece el procedimiento para solicitar y gestionar las

condiciones de acceso y conexión destinadas a la hibridación de instalaciones de generación eléctrica, incluyendo la actualización de los permisos anteriores si fuera necesario. Además, en el capítulo IV se definen los requisitos para distinguir la energía generada en instalaciones híbridas que pueda acogerse al régimen retributivo específico y los criterios que deben cumplir los nuevos módulos de generación eléctrica que se añadan a las instalaciones ya existentes, así como mecanismos de retribución. Uno de los criterios a cumplir es que la potencia instalada de la tecnología que tiene otorgados los permisos de acceso y de conexión no sea inferior al 40 % de la capacidad de acceso otorgada en el permiso de acceso.

En este mismo capítulo se especifica de conformidad de acuerdo con el apartado 12 del artículo 33 de la Ley 24/2013 que se permite a los titulares de instalaciones híbridar, ya sea con una fuente de energía renovable o almacenamiento y con permisos de acceso y conexión vigentes, evacuar la energía utilizando el mismo punto de conexión y capacidad de acceso concedida previamente.

Otro de los aspectos que se detallan en el RD 1183/2020 es que las instalaciones de producción híbridas deben proporcionar al operador del sistema la información en tiempo real tanto para la instalación en su totalidad como desagregada para cada módulo de generación. Esto incluye, en caso necesario, también la información de las instalaciones de almacenamiento.

El régimen retributivo específico regulado en el RD 113/2020 solo será aplicable a las instalaciones híbridas incluidas en uno de los siguientes tipos:

- Hibridación de tipo 1: combinaban combustibles con origen en la biomasa.
- Hibridación de tipo 2: instalaciones que hibridaban termosolar con biomas.
- Hibridación tipo 3: instalaciones con derecho a la percepción del régimen retributivo específico a la que se incorpore una tecnología renovable de las definidas en los grupos y subgrupos de la categoría b) del artículo 2.

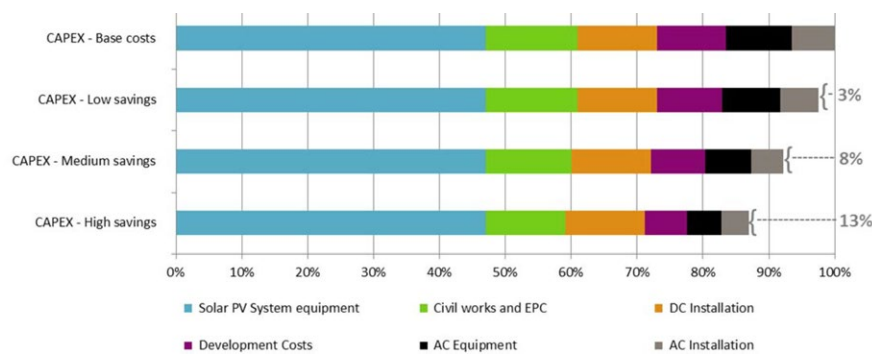


Figura 1. Estimación del ahorro total de CAPEX que puede obtenerse mediante la integración de un parque solar en un parque eólico existente (ARENA, 2016).

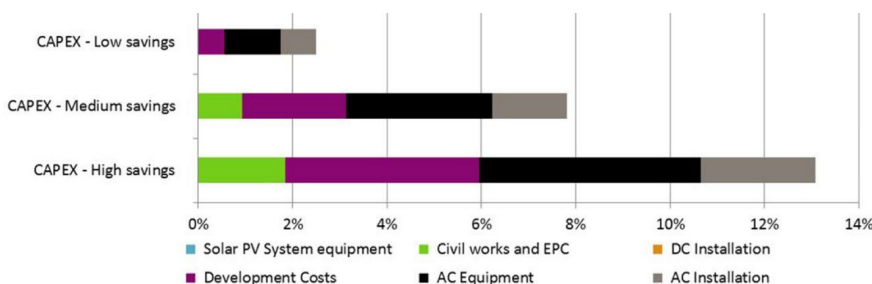


Figura 2. Estimación del ahorro de CAPEX mediante la integración de un parque solar en un parque eólico existente (ARENA, 2016).

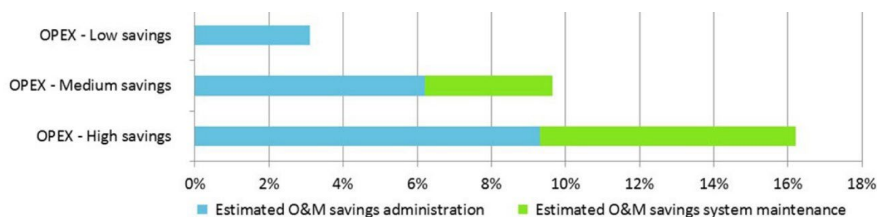


Figura 3. Estimación del ahorro total de OPEX que puede obtenerse mediante la ubicación conjunta de un parque solar en un parque eólico existente (ARENA, 2016).

Deben contar con los equipos de medida necesarios para determinar la cantidad de energía generada por cada una de ellas. Esto asegurará una adecuada retribución según los regímenes económicos que les correspondan.

En general, las regulaciones eléctricas nacionales abordan cuestiones como el acceso a la red, los procedimientos de conexión, los requisitos técnicos y las tarifas de conexión. Estas regulaciones pueden aplicarse a los proyectos de energía renovable independientes y a los sistemas híbridos que combinan diferentes tecnologías renovables.

Análisis económico

Son pocos los estudios que se han realizado para evaluar el ahorro de costes de potencial que tiene como conse-

cuencia la hibridación de dos o más tecnologías renovables.

Actualmente, Australia es el único país que ha realizado un estudio gubernamental relativo al potencial de hibridación de la energía eólica con la fotovoltaica. El estudio exhaustivo para estimar el ahorro de costes potencial llevado a cabo por la Australian Government Energy Agency (ARENA) en 2016 analiza las diversas posibilidades de hibridar ambas tecnologías, y se centra, concretamente, en la instalación de plantas fotovoltaicas en parques eólicos existentes en funcionamiento.

Asimismo, hace una estimación del ahorro que supone esta instalación, tanto en costes de instalación (CAPEX) como en costes de operación y mantenimiento (OPEX).

En los gráficos de barras de las figuras 1, 2 y 3 se observan las estima-

ciones basadas en el desglose de costes de un parque solar fotovoltaico típico de 20-50 MW. El ahorro se calcula a partir de un parque solar fotovoltaico equivalente conectado a una subestación existente. Hay que destacar que las cifras expuestas se basan en el mercado de los costes de proyectos solares a escala comercial, que están sujetos a modificaciones en función de cada proyecto.

Se proponen varios escenarios en los que va a variar el ahorro estimado. Como se puede apreciar en la figura 1, los costes de los equipos fotovoltaicos necesarios para el parque solar no cambiarán con respecto al caso base. Sin embargo, se pueden obtener ahorros importantes en la infraestructura de conexión a la red y en la instalación, así como en los costes de desarrollo, que se consiguen mediante ahorros en los costes del terreno, las aprobaciones de desarrollo y los estudios.

La figura 2 expone de manera detallada los ahorros de las partidas en las que se observan reducciones significativas en las estimaciones del CAPEX, por tanto, la conexión en corriente alterna y los equipos necesarios. Asimismo, se espera obtener ahorros parciales en los costes de gestión y desarrollo debido a la sinergia y la colaboración en el proyecto conjunto.

En el caso de los dos últimos escenarios, además, se observan reducciones en los casos de obra civil, por ejemplo, por el acondicionamiento del emplazamiento.

Por otro lado, en la figura 3 se muestra un desglose de los ahorros estimados para el periodo de explotación y mantenimiento. Se observa que la reducción de los costes de explotación y mantenimiento puede reportar ahorros adicionales a los del CAPEX. El mayor porcentaje de ahorro se encuentra en los costes de administración e información. De acuerdo con AECOM, el ahorro sería de entre el 3 % y el 16 % en costes de explotación y mantenimiento del parque solar.

A modo de conclusión de este estudio, se estima que pueden obtenerse importantes ahorros en el CAPEX entre el 3 % y el 13 %. El mayor ahorro en el CAPEX correspondería a la parte fotovoltaica de la instalación híbrida, concretamente en la obra civil, el desarrollo del proyecto y en los equipos e infraestructura de conexión

a red.

Además, también pueden obtenerse importantes ahorros en funcionamiento y mantenimiento, y se pueden generar entre el 3 % y el 16 % de ahorros en el OPEX.

Hay que destacar el análisis práctico incluido en el estudio sobre la hibridación de parques eólicos existentes australianos con nuevas instalaciones fotovoltaicas. Concluye que bastaría un límite máximo de recortes a la producción del 5 % para obtener instalaciones híbridas eólicas-FV con una potencia adicional equivalente al 25-49 % de la potencia del parque eólico.

La Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA Renovables, 2021) ha presentado un informe titulado Hibridación en la generación renovable. Análisis sobre el panorama actual y futuro en España, y entre otros muchos temas, todos ellos relacionados con la hibridación, también entran a evaluar el ahorro que supone la hibridación renovable. El estudio se ha basado en algunas hibridaciones brownfield que se están proyectando en España. Estas hibridaciones combinan tecnología eólica con solar y comparten un punto de conexión a la red. Este enfoque busca encontrar soluciones eficientes para aprovechar al máximo las capacidades y los recursos disponibles en el sistema energético. Para ello, se estudiaron dos proyectos híbridos que combinan energía eólica y fotovoltaica. En el proyecto 1 se integra una planta eólica de 26 MW con otra fotovoltaica de 21 MW, con pérdidas de producción del 0 % y del 5,9 %, respectivamente. Por otro lado, el proyecto 2 combina una planta eólica de 24 MW con otra fotovoltaica de 24 MW, con pérdidas de producción del 0 % y del 9,5 %, respectivamente.

En la tabla 1 se recogen los ahorros obtenidos en las partidas del CAPEX y OPEX para cada uno de los proyectos.

Por tanto, los ahorros se logran en diversas áreas, como en las infraestructuras de conexión a la red, lo que implica una reducción de los costes de infraestructura y, por consiguiente, en la partida de obra civil. Cabe destacar que no se obtiene ahorros en la instalación del parque híbrido renovable, es decir, en los equipos empleados para la constitución de la planta. La

		Proyecto 1	Proyecto 2
CAPEX	Ahorro en costes de desarrollo, autorizaciones y servicios	20-30 %	20-30 %
	Ahorro en infraestructuras eléctricas	70-80 %	50 %
	Ahorro en conexión a la red	85 %	90 %
OPEX	Ahorro en operación	25 %	20 %
	Ahorro en mantenimiento	10 %	10 %

Tabla 1. Ahorros por línea de coste (APPA Renovables, 2021)

compartición de instalaciones entre la parte eólica y la parte solar también supone ahorros adicionales en los gastos de infraestructura.

En la hibridación se asume, como mínimo, que comparten la misma conexión a la red y la misma subestación, lo que conlleva un mismo coste de interconexión. Por ello, se puede observar que los mayores ahorros se obtienen en estas partidas del CAPEX.

Asimismo, se optimizan los gastos relacionados con la operación y el mantenimiento de las instalaciones, y también se obtienen beneficios en los costes asociados al desarrollo del negocio. Los gastos de explotación y de mantenimiento serán más bajos en el caso del parque híbrido, dado que ambas plantas están ubicadas en un único emplazamiento o en proximidad cercana.

A efectos globales, y teniendo en consideración el peso de cada uno de los conceptos sobre el CAPEX, el ahorro que se alcanza hibridando ambas instalaciones se sitúa en torno al 10-12 %, mientras que los ahorros en los OPEX oscilan entre el 10 % y el 15 %.

Estos resultados muestran cómo la hibridación puede contribuir de manera significativa a mejorar la eficiencia económica y el rendimiento de los proyectos de energías renovables.

Además, comparando los resultados de estudios expuestos se puede apreciar que en ambos casos los ahorros se encuentran identificados en la obra civil, en la infraestructura a red eléctrica y en los costes de operación y mantenimiento.

Al adentrarse en los sectores en los que se logra el ahorro, es importante mencionar que el diseño eficiente desempeña un papel crucial al reducir los costes de inversión. Como ya se

ha demostrado en los estudios anteriores, estas eficiencias se pueden obtener mediante sinergias generadas y la utilización de instalaciones preexistentes. La magnitud de estos ahorros estará determinada por los requisitos técnicos establecidos por las autoridades y los organismos relevantes. Estos requisitos técnicos tienen un impacto significativo en los costes de administración, el establecimiento de puntos de acceso, las conexiones entre distintas plantas o unidades de producción y en la implementación de los sistemas de medición necesarios para el funcionamiento adecuado del proyecto.

La posibilidad de compartir los costos a lo largo de la vida útil de los activos entre dos parques ubicados en la misma área ofrece la oportunidad de disminuir el coste anual por MW instalado en el mantenimiento de ambas plantas. Esto es posible gracias a la integración de las instalaciones, lo que optimiza la eficiencia operativa y reduce los gastos asociados al mantenimiento y funcionamiento de ambas instalaciones.

Asimismo, al contar con varias tecnologías en un mismo punto de conexión a la red, es posible aplicar una estrategia conjunta en la operación diaria de los mercados, lo que se traduce en una mayor eficiencia en las previsiones de producción y en la reducción de desvíos en la generación de energía. Esta integración permite optimizar la gestión de los recursos disponibles y maximizar el aprovechamiento de las condiciones cambiantes del mercado, contribuyendo así a una operación más eficiente y sostenible.

Cuando se dispone de dos tecnologías con diferentes curvas de generación, un parque híbrido puede aumentar la cantidad total de MWh vendidos en comparación con el uso

de una sola tecnología. A pesar de que dos parques que operan de manera independiente podrían tener una mayor capacidad de evacuación, en un parque híbrido una gestión adecuada del vertido puede permitir que la instalación híbrida sea más rentable. Esto es posible cuando se encuentra el equilibrio entre la optimización de costos y la capacidad de generar ingresos. De este modo se aprovecha al máximo la generación combinada de ambas tecnologías y se obtiene una mayor eficiencia en la producción y venta de energía.

El aumento en la producción de energía se basa en el incremento de las horas equivalentes de operación de la instalación híbrida, lo que optimiza el aprovechamiento de la capacidad del punto de conexión y permite dimensionar adecuadamente las instalaciones para maximizar el retorno y minimizar la energía desechada debido a la incapacidad de evacuarla simultáneamente.

Además, este tipo de parques tienen la posibilidad de participar en mercados de servicios complementarios, como el mercado de regulación de secundaria, el mercado de capacidad y el nuevo mercado de activación de energías de equilibrio. El acceso a estos mercados estará sujeto a modificaciones regulatorias que puedan surgir, lo que aumentará la capacidad de generar ingresos para estas tecnologías híbridas. Al diversificar sus fuentes de ingresos, los parques híbridos se vuelven más resilientes y pueden aprovechar oportunidades adicionales para optimizar su rentabilidad y contribuir aún más al desarrollo sostenible de la energía renovable.

A pesar de que la publicación del Real Decreto 1183/2020 ha aclarado la viabilidad de la hibridación de plantas, siempre que cuenten con los equipos de medida necesarios para determinar la energía generada por cada tecnología, es importante considerar que el término de retribución a la operación podría verse afectado. Esto se debe a que la hibridación puede reducir las horas equivalentes en favor de la energía generada por la tecnología incorporada, lo que puede tener un impacto en la remuneración recibida por el proyecto. No obstante, el reconocimiento y la adecuación de los marcos regulatorios y de retribu-

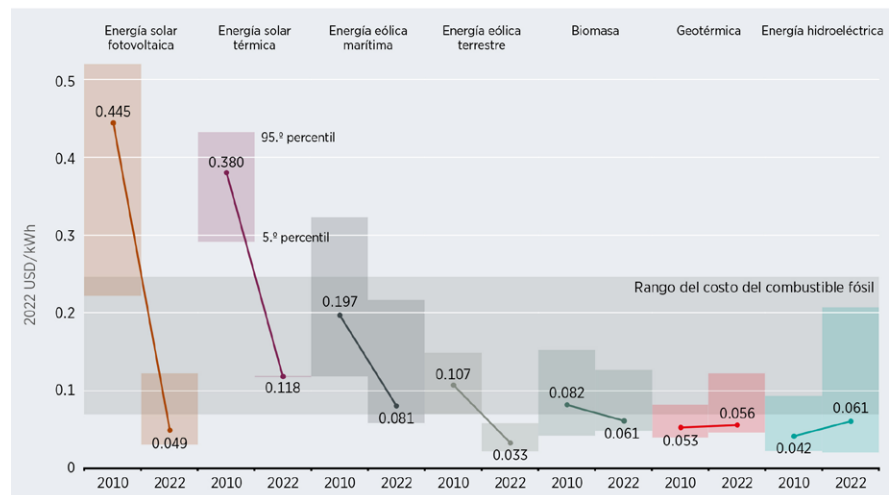


Figura 4. Costes totales de instalación, factor de capacidad y LCOE de las nuevas instalaciones fotovoltaicas y eólicas terrestres y marinas, 2010-2022 (IRENA, 2023).

ción a estos escenarios híbridos serán fundamentales para incentivar la implementación y el desarrollo óptimo de estos sistemas combinados de generación de energía renovable.

Otro punto importante que destacar es el coste de los paneles fotovoltaicos, que está en constante decaimiento y esto se ve reflejado en el coste total de la instalación. En la figura 4 se puede observar cómo el coste total de la inversión de la energía solar fotovoltaica ha tenido una tendencia a la baja constante y casi lineal, pues ha disminuido de 0,445 USD/kWh en 2010 a 0,049 USD/kWh en 2022, es decir el 89 %. El coste de inversión de la energía eólica terrestre y marina también ha disminuido, pero no tan significativamente. Esto se ve reflejado en el costo medio ponderado mundial de la electricidad (LCOE) generada por nuevas instalaciones solares fotovoltaicas y proyectos eólicos terrestres y marinos, que también ha disminuido (APPA Renovables, 2021). Entre 2010 y 2022, el LCOE medio ponderado mundial de nuevos proyectos solares fotovoltaicos a escala de distribución se redujo en el 89 %, mientras que la energía eólica terrestre y la eólica marina experimentaron reducciones del 68 % y del 60 %, respectivamente. Estos resultados demuestran la creciente viabilidad y competitividad de las energías renovables en comparación con las alternativas no renovables.

Además, se produjeron mejoras significativas en el rendimiento, especialmente en la energía eólica terres-

tre, lo que incrementó los factores de capacidad. En el caso del factor de capacidad de las instalaciones solares, ya se consigue un rendimiento del 20 %.

Se ha llevado a cabo un estudio con el propósito de calcular el ahorro generado por la hibridación de ciertos proyectos que han comenzado su proceso en el Ministerio para la Transición Ecológica de España con el fin de compararlo con los estudios previamente mencionados. Los proyectos sujetos al análisis son los siguientes:

- Reventones, planta fotovoltaica 26 MW + Reventones, parque eólico 34 MW (Murcia).
- Almendros II, fotovoltaica 32 MW + Almendros II, eólico 28 MW (Murcia).
- Valdefuentes, fotovoltaica 27,8 MW + Parque Eólico Valdefuentes 28 MW (Huelva).

Para realizar la estimación del ahorro en el CAPEX de las instalaciones, se consideraron costes de inversión de 1.673 €/kW para la energía eólica y 900 €/kW en el caso de fotovoltaica. Utilizando esta información y teniendo en cuenta la potencia de cada instalación, se calculó la inversión necesaria si se llevara a cabo el desarrollo de las instalaciones de manera independiente. Posteriormente, se compararon estos cálculos con los presupuestos de inversión estimados mencionados en el anuncio del Boletín Oficial del Estado (BOE) de cada uno de los proyectos de hibridación.

Para realizar una comparación precisa con el valor del presupuesto de ejecución del material proporcionado

por el BOE con la estimación basada en los datos de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), fue necesario agregar el 20 % de los costos de conexión a la red asociados al proyecto. Es importante destacar que, de cada proyecto, el BOE proporciona el valor del presupuesto de ejecución del material, sin incluir el 13 % de los gastos generales y el 6 % de beneficio industrial.

Los resultados del ahorro en el CAPEX al combinar las instalaciones solares fotovoltaicas y eólicas en los proyectos de estudio se presentan en la tabla 2. Se observa que el ahorro varía entre el 16 % y el 20 %, lo que representa un porcentaje ligeramente superior en comparación con los estudios previamente mencionados.

Además, si se llegase a condicionar la prioridad de acceso para las energías renovables a la igualdad de condiciones en el mercado, aún sería más importante reducir el coste de producción por megavatio-hora de los procesos de generación con energías renovables a través de la hibridación (Balbás, 2016).

Por consiguiente, diversos estudios respaldan la conclusión de que la hibridación de fuentes de energía renovable, como la solar fotovoltaica y la eólica, supondrá ahorros de, aproximadamente, el 9 % al 15 % en los costos de inversión (CAPEX) y del 10 % al 15 % en los costos operativos (OPEX).

PATENTES

La patente ES2859732T3 describe un método para direccionar la energía desde un sistema híbrido de energía eólica-solar hacia una red eléctrica. Los paneles fotovoltaicos generan energía en corriente continua al estar expuestos a la luz solar. Para acoplar esta energía a la red eléctrica, se emplea un inversor que transforma la salida de corriente continua de los paneles fotovoltaicos en una señal de corriente alterna adecuada para su conexión a la red.

Por otro lado, las turbinas eólicas generan una salida de energía en corriente alterna. Sin embargo, la frecuencia y la fase de esta salida dependen de la velocidad de rotación y de la posición del rotor dentro del generador de la turbina. Por ende, la energía de corriente alterna producida por el

Costes de instalación IRENA 2021 (€/kW)					
Eólica	1.673				
Fotovoltaica	900				
Datos BOE					
		Potencia (MW)		Financiación (M€)	
Proyecto	FV	Eólica	Hibridación	Presupuesto de ejecución material	Presupuesto de ejecución material + coste de conexión*
REVENTONES	34	26	60	15,80	19
ALMENDROS	28	32	60	14,60	17,50
VALDEFUENTES	28	27,80	55,80	15,50	18,60
*Los costes de conexión eléctrica están en el 15-20% del presupuesto de ejecución material					
IRENA 2021					
Proyecto	Coste del proyecto (€/kW)	Presupuesto (M€)	Ahorro (%)		
REVENTONES	1338	16,10	18		
ALMENDROS	1261	15,10	16		
VALDEFUENTES	1288	15,50	20		

Tabla 2. Ahorro producido en el CAPEX de varios proyectos híbridos

Proyecto	Ahorro CAPEX
Reventones	18 %
Almendros	16 %
Valdefuentes	20 %

sistema de energía eólica se rectifica habitualmente para obtener una señal de energía de corriente continua intermedia.

Cada inversor representa un costo adicional para el sistema de energía en términos de gastos de componentes, pérdida de potencia y complejidad. Por ende, se requieren sistemas y métodos que permitan convertir la energía proveniente de fuentes eólicas y solares de manera que pueda ser fácilmente integrada en la red eléctrica, al tiempo que se reduzca el número de componentes y los costes asociados a los inversores redundantes.

Mediante el procedimiento descrito en esta patente, es posible reducir el número de inversores necesarios para transformar la energía generada por la fuente en una forma adecuada para ser vertida a la red eléctrica.

El procedimiento consiste en recibir dos señales de energía de corriente continua como entrada y también

recibir una o más señales de control desde la red eléctrica. Luego, en función de, al menos, alguna de estas señales de control, se dirigen algunas de las señales de energía de corriente continua de entrada para formar una señal de energía de corriente continua de salida. Finalmente, esta señal de energía de corriente continua de salida se transforma en una señal de energía de corriente alterna de salida, lista para ser transmitida a través de la red eléctrica.

El sistema puede contar con inversores de corriente alterna a corriente continua para transformar las señales de energía de corriente alterna provenientes de la energía eólica en, al menos, una señal de energía de corriente continua derivada.

Adicionalmente, se suministra un controlador encargado de direccionar la energía desde las fuentes de energía hacia la red eléctrica. El controlador cuenta con entradas para recibir se-

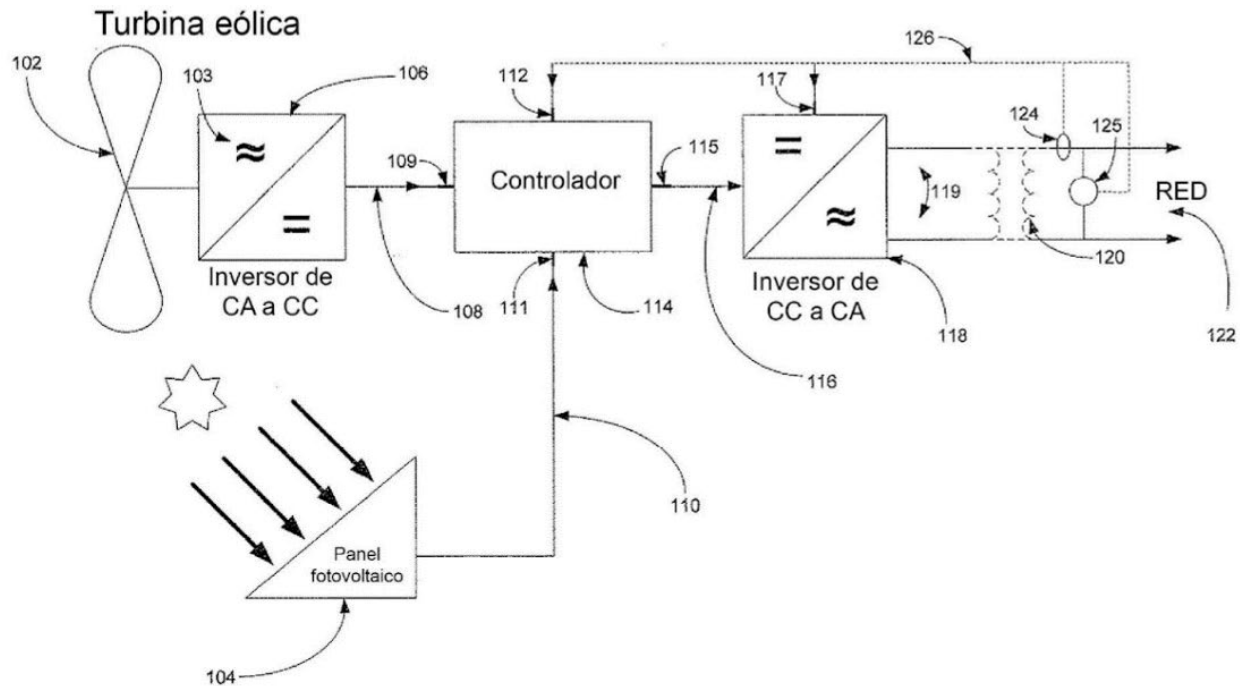


Figura 5. Diagrama de conexión a red eléctrica de un sistema eólico-fotovoltaico híbrido. (ES2859732T3). CA: corriente alterna; CC: corriente continua.

ñales de energía de corriente continua provenientes de ambas fuentes de energía (eólica y solar fotovoltaica). Además, el controlador dispone de una entrada para recibir señales de control procedentes de la red eléctrica.

Según el procedimiento establecido en la patente, un controlador es capaz de supervisar y dirigir la energía rectificada proveniente de una o más turbinas, así como la energía de corriente continua generada por uno o más paneles fotovoltaicos hacia una única salida de corriente continua

compartida. Posteriormente, esta salida de corriente continua común se puede convertir (a corriente alterna) para ser inyectada en la red eléctrica.

Mediante el uso de un controlador de entrada de corriente continua múltiple con una salida de corriente continua compartida, es posible reducir significativamente el número de inversores de salida, como se puede apreciar en la figura 5, que representa un diagrama del sistema de inyección a la red eléctrica. Esta solución permite mayor eficiencia y simplificación del sistema al minimizar el uso de inversores y, a su vez, facilita la integración de la energía generada desde diferentes fuentes renovables en la red eléctrica.

La patente US2018372073A1 detalla un sistema de turbina híbrida eólica-fotovoltaica que incluye módulos fotovoltaicos incorporados en las palas de una turbina eólica de eje vertical con el propósito de generar energía. Este enfoque permite utilizar la energía del viento y la radiación solar con un solo dispositivo para producir energía eléctrica renovable de manera continua y sostenible.

Como se puede observar en el esquema que se presenta en la figura 6, los paneles fotovoltaicos son de película delgada y flexible y están integrados en las palas de una turbina eólica de eje vertical tipo "H". Esta

turbina está compuesta por cinco palas igualmente espaciadas a intervalos de 72 grados. Los paneles fotovoltaicos empleados en este dispositivo son ligeros, flexibles y tienen la capacidad de doblarse hasta 30 grados para ajustarse a la curvatura de las palas.

El sistema está equipado con un controlador de carga híbrido que se encuentra conectado a dos baterías de 12 V. Este controlador de carga híbrido supervisa y combina las energías de corriente continua y corriente alterna generadas por los módulos fotovoltaicos y el aerogenerador, respectivamente, para almacenar con posterioridad la energía resultante en las baterías.

Este sistema de turbina híbrida fotovoltaica aborda las limitaciones que enfrentan los sistemas fotovoltaicos convencionales en términos de mantenimiento y operatividad. Uno de estos desafíos es el aumento de la temperatura de los paneles fotovoltaicos debido a la radiación solar que no se convierte en electricidad, lo que implica una disminución de la eficiencia eléctrica general. Sin embargo, este problema se atenúa en el presente sistema cuando las palas de la turbina entran en movimiento, ya que el calor generado se disipa más rápidamente hacia el entorno circundante, por lo que se reduce la temperatura de los paneles y mejora su rendimiento.

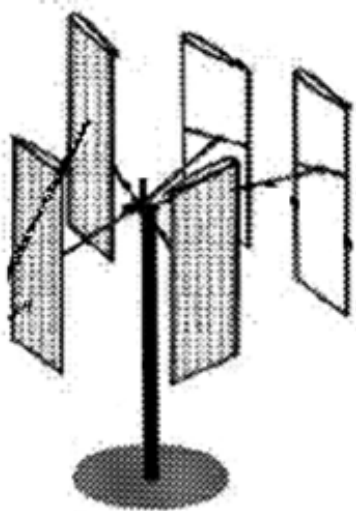


Figura 6. Esquema del sistema de turbina híbrida eólica-fotovoltaica (US2018372073A1).

Otra de las ventajas a destacar del sistema de turbina híbrida fotovoltaica-eólica propuesto en esta patente es que, al integrar dos tecnologías de generación de energía renovable en un solo dispositivo, se reduce el terreno requerido para la instalación del proyecto. En otras palabras, en el mismo espacio se puede generar mayor cantidad de energía, es decir, una instalación de mayor potencia.

Las diversas láminas del sistema redirigen una porción de la luz solar incidente hacia otros paneles fotovoltaicos. De este modo, se genera un incremento en la corriente de salida de estos paneles y, por ende, un aumento en el rendimiento. Este enfoque permite prescindir de la necesidad de utilizar un seguidor solar.

También la patente US10514001B2 describe un sistema híbrido de turbina híbrida eólica-fotovoltaica que se representa en la figura 7.

La matriz de captación solar 100 está soportada estructuralmente por el mástil principal y el marco de montaje 300. La energía solar concentrada se redirige a los compartimentos de almacenamiento motor térmico 290, 290', que actúan como fuentes de calor para el calor del motor 250, montados en el montaje de plataforma de mantenimiento principal 200. La eficiencia del motor térmico aumenta 30 significativamente con los regeneradores 275, 275' incorporados en el diseño del motor térmico.

El mástil principal y bastidor de montaje 300 también proporciona un soporte estructural para la turbina de viento de eje vertical de montaje (molino de viento brazo y la cuchilla de montaje) 400. El molino de viento brazo y cuchilla de montaje gira en el principal eje de transmisión vertical 600. El momento estructural y apoyo axial del 35 conjunto de mástil y marco principal es proporcionado por la placa de base del rotador 525. El eje vertical o control de acimut para todo el conjunto es proporcionado por el conjunto de rotador de base 500 que soporta la placa de base del rotador 525.

La electricidad se produce a partir de una inducción eléctrica del generador 205 accionado tanto por el motor térmico 250 como por la turbina eólica 400. De esta manera, el sistema de generación eléctrica según

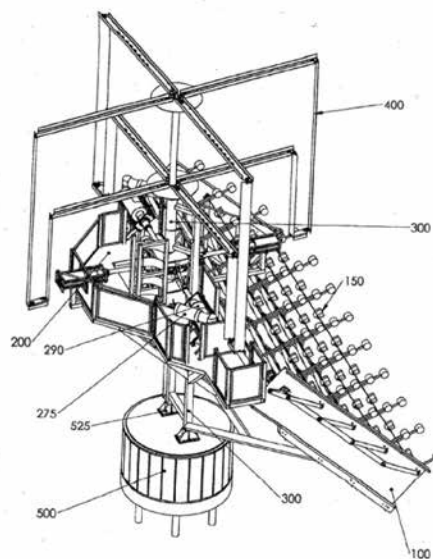


Figura 7. Vista en perspectiva que muestra un molino de viento de eje vertical colocado sobre un conjunto con colectores de espejo solar concentradores circulares y que usa un motor térmico para impulsar un eje de salida (US10514001B2).

US10514001B2 comprende un motor térmico (250); un conjunto de recolección de energía solar (100); una turbina eólica de eje vertical (400) que comprende una serie de palas de molino de viento vertical (400) desplazadas lateralmente desde y giratorias alrededor de un eje central, y medios de generación de electricidad (205).

El conjunto de recolección de energía solar (100) comprende un conjunto de espejos parabólicos 10 (116) dispuestos para recolectar y transmitir energía solar al motor térmico (250). La turbina eólica de eje vertical (400) está montada sobre el conjunto de recolección de energía solar (100). De esta manera, el eje de transmisión de salida común (600) está situado en el mismo eje que el eje central del aerogenerador de eje vertical (400), y está conectado para ser accionado por dicho aerogenerador de eje vertical (400) y dicho motor térmico (250); con lo cual, los medios de generación de electricidad (205) están conectados aleje de transmisión de salida común (600) para producir electricidad.

VENTAJAS DE LA HIBRIDACIÓN SOLAR Y EÓLICA

La hibridación de solar con eólica presenta las siguientes ventajas:

- Reducción de la inversión en infraestructuras de red eléctrica: al compartir nodo eléctrico ambas instalaciones, se evita la construcción de nuevas líneas eléctricas y subestaciones, lo que implica también me-

nor impacto medioambiental.

- Incremento del factor de capacidad en el punto de acceso: las diferentes curvas de carga de cada una de las tecnologías complementarias suponen un aumento del factor de capacidad de la planta, que se traduce en un mayor número de horas inyectando electricidad. Habrá horas en las que no haya radiación solar, pero en las que sí sopla el viento, lo cual contribuye a la estabilidad de la red eléctrica al reducir picos de producción.
- Optimización del mantenimiento, las inversiones y la formación del personal: la reducción de infraestructura conlleva una menor inversión de CAPEX y, en consecuencia, menos costes de mantenimiento, con lo que el ahorro de OPEX también es significativo. Además, el personal encargado del mantenimiento en un proyecto puede ser formado para también llevar a cabo tareas para la otra tecnología, fomentando así la empleabilidad y el desarrollo del personal.

CONCLUSIONES

Para concluir, este trabajo ha resaltado las notables ventajas proporcionadas por las tecnologías híbridas de energía renovable. A lo largo de esta investigación, se han abordado diversos aspectos relacionados con la combinación de diferentes fuentes de energía renovable.

En lo que respecta al marco le-

gal de las instalaciones híbridas, se requiere un desarrollo que brinde mayor flexibilidad para que las tecnologías de fuentes renovables puedan integrarse. De esta manera, pueden reconocer y clarificar aún más las posibles alternativas de hibridación, así como la hibridación con instalaciones de almacenamiento. Además, es necesario seguir agilizando y simplificando la tramitación administrativa en aquellas instalaciones ya existentes que deseen ampliarse en régimen de hibridación de diferentes tecnologías.

En el contexto estatal, es necesario modificar el marco regulatorio para ofrecer más oportunidades a las instalaciones que buscan expandir su capacidad. Para ello, una solución podría ser mediante incentivos y la habilitación de la instalación de sistemas de almacenamiento, lo que proporcionaría mayor flexibilidad a la red eléctrica.

Del mismo modo, es necesario elaborar el marco legal para este tipo de instalaciones en los procesos operativos, con el propósito de evitar restricciones o impedimentos para aquellas instalaciones que deseen participar en estos sistemas y opten por agregar un nuevo módulo de generación.

De acuerdo con las diferentes modalidades de hibridación, una amplia variedad de tecnologías es compatibles entre sí, lo que genera resultados positivos en términos de optimización de la producción de energía. Entre todas estas combinaciones, destaca especialmente la elevada compatibilidad observada en las plantas de energía solar fotovoltaica y las de energía eólica. Por esta razón, en el análisis de la literatura científica, la mayoría de los proyectos identificados son aquellos en los que se combina, precisamente, estas dos fuentes de energía renovable o adicionalmente con sistemas de almacenamiento.

En cuanto al análisis económico llevado a cabo para evaluar el beneficio financiero que ofrecen este tipo de proyectos, se puede afirmar que la combinación de fuentes de energía renovable, como la solar fotovoltaica y la eólica, se traducirá en un ahorro de, aproximadamente, del 9 % al 15 % en los gastos de inversión (CAPEX) y del 10 % al 15 % en los

gastos operativos (OPEX). Es importante destacar que este ahorro puede aumentar significativamente gracias a las patentes mencionadas en este trabajo. La patente ES2859732T3, por su parte, proporciona ahorros en la partida de equipos e infraestructura en el CAPEX, ya que detalla un método para dirigir la energía generada por un sistema híbrido de energía eólica-solar hacia una red eléctrica. Por otro lado, las patentes US2018372073A1 y US10514001B2, que describen sistemas de turbina híbrida eólica-fotovoltaica, ofrecen la posibilidad de reducir los costes relacionados con la obra civil y el alquiler de terrenos, dado que se requiere un espacio menor para la instalación del proyecto.

En resumen, la opción de la hibridación se presenta como una estrategia esencial para abordar de manera efectiva la crisis energética actual, proporcionando una solución sostenible y respetuosa con el entorno natural. Esta apuesta por la hibridación no solo ofrece una respuesta a los desafíos energéticos del presente, sino que también contribuye de manera significativa a la preservación del medio ambiente y optimiza el proceso de producción, además de generar ahorros económicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Australian Government Energy Agency (ARENA). AECOM Australia Pty Ltd; 15.03.2016. Disponible en: <https://arena.gov.au/assets/2016/03/AECOM-Wind-solar-Co-location-Study-1.pdf>.
- APPA Renovables. Hibridación en la generación renovable. Análisis sobre el panorama actual y futuro en España. Everis; 2021.
- Balbás García Francisco Javier. Perspectivas y posibles escenarios de las renovables en el sistema eléctrico español. Técnica Industrial. 2016; 313:70-76.
- Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE (versión refundida). Publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea del 14 de junio de 2019.
- EDP. Blog de la energía. Disponible

en: <https://www.edpenergia.es/es/blog/>.

- ES2859732T3: Inversores eólicos-solares híbridos. López Miguel Bartolomé. General Electric Company; 2020.
- IRENA (2023). Costos de generación de energías renovables en 2022. Agencia Internacional de Energías Renovables; Abu Dabi.
- Real Decreto Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. Publicado en: BOE núm. 175, de 24 de junio de 2020. Departamento: Jefatura del Estado. Referencia: BOE-A-2020-6621.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Publicado en: BOE núm. 340, de 30 de diciembre de 2020. Departamento: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Referencia: BOE-A-2020-17278.
- Reglamento (UE) 2019/943 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019 relativo al mercado interior de la electricidad (versión refundida). Publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea del 14 de junio de 2019.
- US10514001B2: Combined wind and solar power generating system. Armstrong Ross D, 2015. Solar Wind Reliance Initiatives SWRI LTD.
- US2018372073A1: Photovoltaic-wind hybrid turbine system. Anas IQ. Al Trabsheh, Muhammad Abdul Majeed Hareb, Mahmoud Raouf Kahla. Abu Dhabi University; 2018.
- Bases de datos de patentes**
- Bases de datos de la Oficina Japonesa de Patentes (JPO). Disponible en: www.jpo.go.jp.
- Bases de datos y sitio de la Oficina Estadounidense de Patentes y Marcas (USPTO). Disponible en: www.uspto.gov.
- Bases de datos y sitio web de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM). Disponible en: www.oepm.es.
- Bases de datos y sitio web de la Oficina Europea de Patentes (EPO). Disponible en: www.epo.org.

Diseño e implementación del nuevo nudo con forma de lazo transfixiante para la unión de dos elementos

Design and execution of the new knot shaped as a transfixing loop to join two elements

José María Abad Morenilla¹, Ángel Sutil Blanco², José Ignacio García López², Adela Fuentes Sanz³, Fernando García de Lucas⁴

Resumen

El nudo es una entidad de enlace entre elementos cuya estructura se vincula tanto a la realidad macroscópica como a la microscópica. El objetivo del presente estudio fue describir una novedad técnica en cuanto al desarrollo y la aplicación práctica de una variedad de nudo en forma de lazo transfixiante para interconectar dos estructuras.

Se procede a desarrollar de forma esquemática la anatomía del nuevo nudo, cuya aplicación inicial fue en el campo de la medicina, más en concreto en la cirugía ortopédica y traumatología. La reparación tendinosa de la mano fue el marco de actuación del lazo.

La ejecución del nudo en la reparación del tendón extensor largo del pulgar de la mano lesionada demostró su efectividad. Supuso un método de unión sólido y eficaz, protagonista de una transferencia entre el tendón dañado y otro tendón sano agonista.

El nudo con forma de lazo transfixiante es una herramienta novedosa y original para conectar elementos. Si bien su empleo práctico inicial fue en el terreno quirúrgico, existe una potencial aplicación en el campo industrial.

Palabras clave

Reparación del tendón extensor largo del pulgar, transferencias tendinosas en la mano, aplicación práctica de los nudos, nudos quirúrgicos, cirugía de mano, nuevo nudo.

Abstract

A knot is a link structure between elements whose structure is linked to both gross and microscopic reality. The objective of this study was to describe a technical novelty in terms of development, and practical application of a variety of knot in the form of a transfixing loop to interconnect two structures.

The anatomy of the new knot, whose initial application was in the field of medicine, is developed in a schematic way, more specifically in orthopaedic surgery and traumatology. Tendon repair of the hand was the framework of action of the loop.

The execution of the knot in the repair of the long extensor tendon of the injured thumb proved its effectiveness. It implied a solid and effective bonding method, the protagonist of a transfer between the damaged tendon and another agonist healthy tendon.

The transfixing loop knot is a novel and original tool for connecting elements. Although its initial practical use was in the surgical field, there is a potential application in industrial use.

Keywords

Extensor Pollicis Longus repair, hand tendon transfers, practical application of knots, surgical knots, hand surgery, new knot.

Recibido/received: 25/01/2025

Aceptado/accepted: 28/02/2025

1. Consultor médico en Centro de Cirugía Ortopédica y Traumatología (COT).

2. Adjunto COT.

3. Directora médica COT.

4. Director médico nacional COT. Hospital FREMAP Majadahonda. Ctra. de Pozuelo, 61. 28222 Majadahonda (Madrid).

*Correspondence: José María Abad Morenilla; e-mail: jm.abad.morenilla@gmail.com

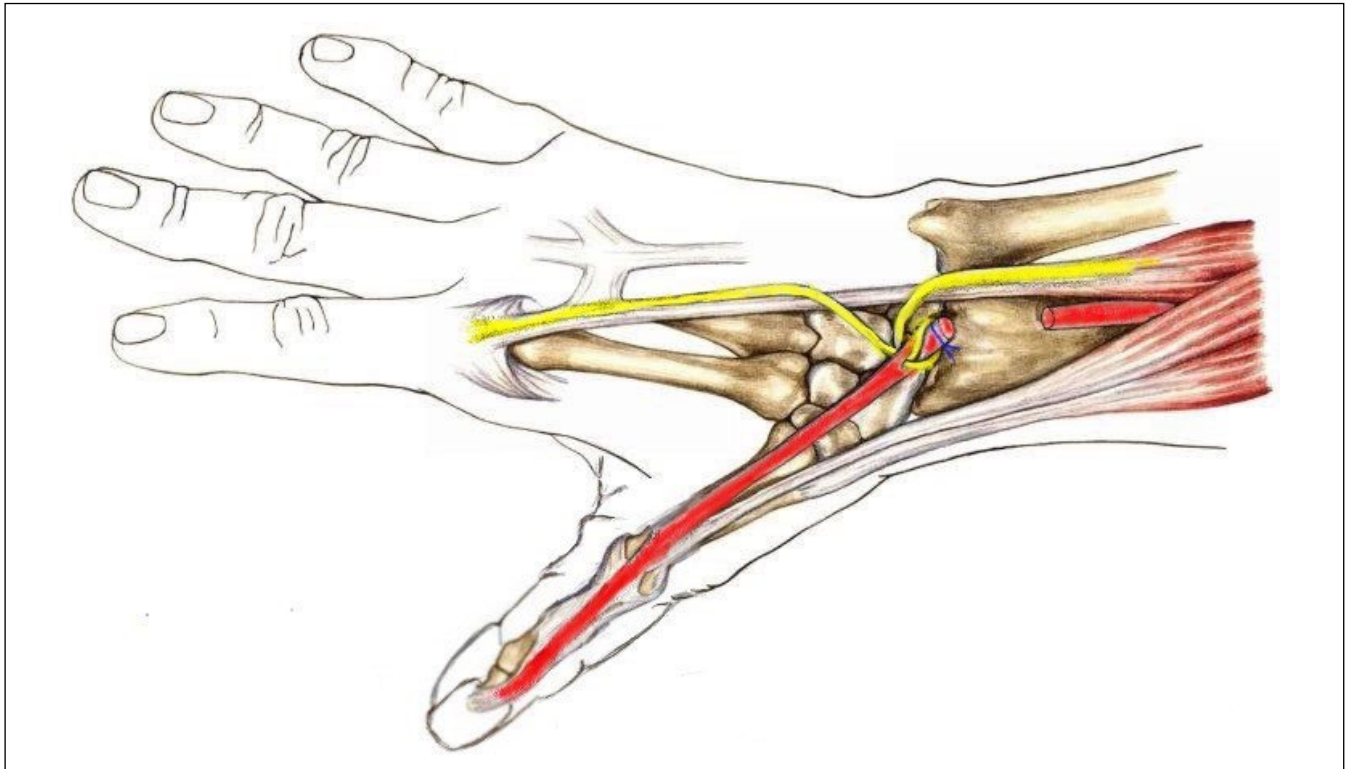


Imagen cedida por los autores del artículo.

1. Introducción

Según la Real Academia de la Lengua Española, el nudo es un “lazo que se estrecha y cierra de modo que con dificultad se pueda soltar por sí solo, y cuanto más se tira de cualquiera de sus cabos, más se aprieta”.

Históricamente, cabe recordar que durante todo el desarrollo de la vida humana los nudos han tenido un sentido práctico y útil para las múltiples actividades del día a día, en uso doméstico y cotidiano, como la pesca, la caza y ornamental. La necesidad de unir estructuras separadas o dañadas, de una forma sólida y firme en su ensamblaje, ha sido clave para el desarrollo del nudo. Por ello es tan singular como importante en la sociedad. Todas las áreas industriales han promovido el desarrollo de múltiples aplicaciones, para conseguir como premisas los objetivos de seguridad, fortaleza y sencillez en la unión.

Una muestra de esta progresión es la que la industria textil aporta en el diseño y la producción de tejidos fundamentales para nuestro confort diario. Del mismo modo en el área médica y más especialmente en la cirugía la innovación industrial ha aportado mejoras especialmente en las suturas quirúrgicas. Con ello, se ha

podido aumentar la calidad de la unión en sus específicas aplicaciones, y se ha conseguido mejorar tanto la fiabilidad como la seguridad en las reparaciones realizadas sobre tejidos vivos. Todas estas aportaciones realizadas promueven, en consecuencia, el desarrollo industrial, económico y social de las poblaciones humanas.

Más de 4.000 tipos nudos están recogidos en la literatura. Cada uno marca un diseño específico en su forma de realizarlo y en su propia morfología. Cada tipología tiene unas propiedades que definen sus características específicas, lo cual condicionará su uso para un ámbito en concreto:

- Agarre o fortaleza de la unión.
- Estabilidad que refleja la posibilidad de que no se deshaga.
- Reversibilidad al poder deshacerlo voluntariamente.
- Debilitamiento, que presupone el hecho de que, al realizarlo, se hace más frágil la unión.
- Autobloqueo, que expresa el hecho de que al tirar de ambos cabos el nudo se cierra y se estabiliza por completo.

La función esencial será la sujeción entre dos elementos o

cuerdas. Otras menos importantes pueden ser de cambio de morfología, acortamiento de los cabos, escritura y ornamentación. En el entorno de su aplicación se pueden reseñar las siguientes:

- Uso doméstico como la costura.
- Pesca, navegación y deportes náuticos.
- Uso ornamental y decorativo.
- Industria general y especialmente la textil.
- Industria quirúrgica con el desarrollo de materiales y elementos de sutura.

En relación con este último apartado, se ha podido desarrollar este trabajo para presentar un nudo nuevo y, por ello, distinto a los actualmente aplicados inicialmente en el ámbito médico quirúrgico, pero que puede tener utilidad en otros entornos en los que se utilice. Su nombre es el nudo con lazo transfixiante, con el que se puede ejecutar un enlace de dos elementos cordones independientes manteniéndolos sujetos de una forma firme y segura.

Se ha desarrollado esta técnica para unir segmentos tendinosos de distinto calibre y origen, transmitiendo una función motora abolida debido a una lesión.

2. Materiales y métodos

En el nudo se basa la verdadera innovación sobre la que se fundamenta la posterior técnica quirúrgica de la reparación tendinosa.

Para su ejecución se dispone de dos elementos cordinales de distinto calibre; el elemento más fino se utiliza para unirse al de mayor grosor. Se posicionan ambos cabos de forma paralela. Se realiza un ojal en el medio del elemento grueso, en el punto señalado para realizar el cruce de ambos (Figs. 1 y 2).

El primer elemento, de menor calibre, se introduce en el espesor del segundo y lo atraviesa hasta formar un asa o bucle (Figs. 3-5).

Se pasa por dentro del lazo hasta atrapar el extremo libre del grueso. Una vez atrapado, se desliza con un trayecto inverso, hasta volver a pasar por el lazo, se cruzan ambos y se finaliza así el lazo transfixiante. Esta asa será la que rodeando al segundo elemento lo envolverá con la imagen de lazada, lo que provoca la unión de ambos de una forma sólida y segura (Figs. 6-8).

El diseño del nuevo nudo debe considerarse del todo original, y

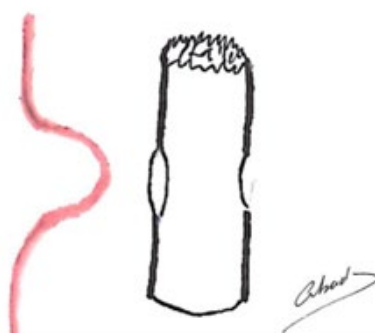


Figura 1. El elemento donante se aproxima al ojal del elemento receptor, enfrentándose a él.

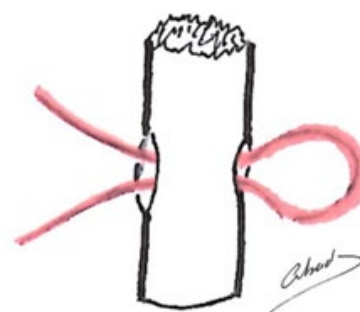


Figura 2. El elemento donante se introduce por el espesor del elemento receptor.



Figura 3. El asa con forma de lazo del elemento donante se aproxima al extremo del elemento receptor.



Figura 4. Vista frontal del paso del elemento donante por el ojal del elemento receptor para formar el lazo.



Figura 5. Vista dorsal del paso del elemento donante por el elemento receptor para formar el lazo.



Figura 6. Vista lateral del paso del elemento donante por el ojal.



Figura 7. Vista lateral del lazo del elemento donante sobre el elemento receptor.



Figura 8. Vista dorsal del lazo del elemento donante sobre el elemento receptor.

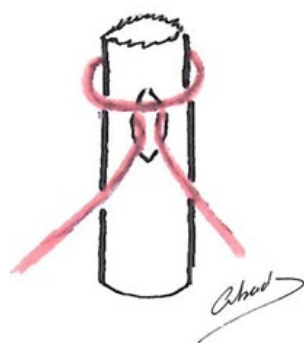


Figura 9. Vista frontal final del lazo del elemento donante sobre el elemento receptor.

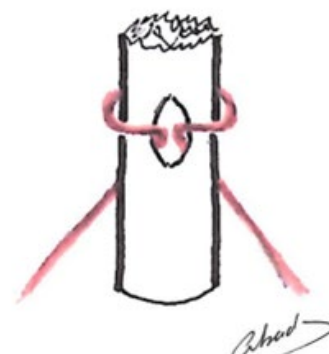
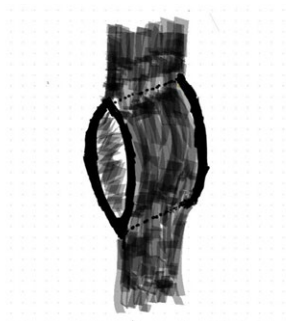
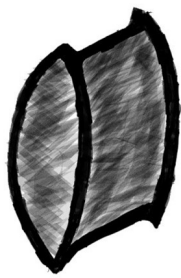
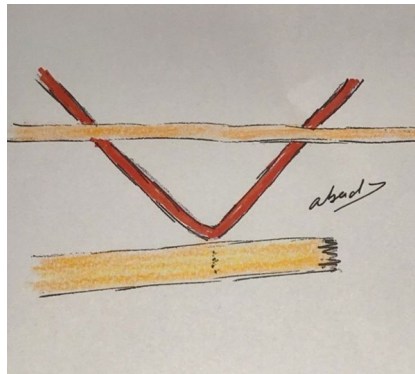
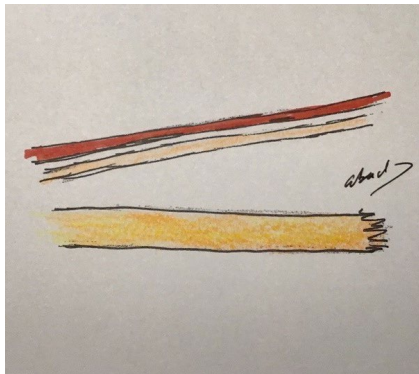


Figura 10. Vista dorsal final del lazo del elemento donante sobre elemento receptor.



Figuras 11 y 12. Dispositivo de protección metálico para proteger el ojal en una cuerda.



Figuras 13 y 14. Situación en paralelo de ambos y localización del punto de unión

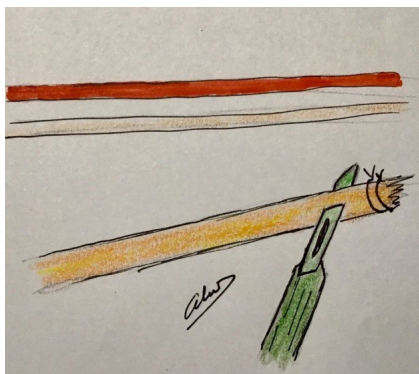


Figura 15. En ese punto se realiza un ojal en el centro del extensor largo del pulgar.

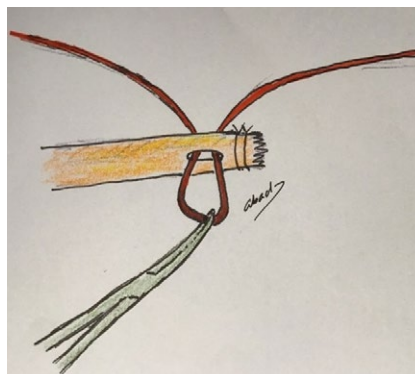


Figura 16. El tendón motor se pasa por el ojal del extensor largo del pulgar.

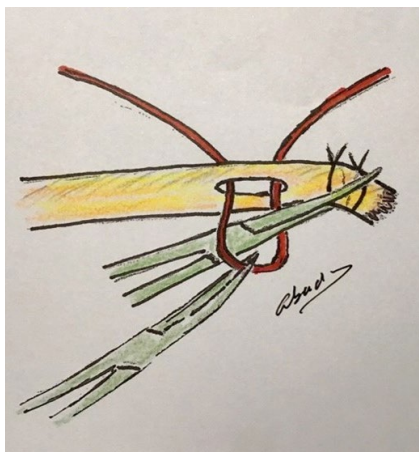


Figura 17. Pasando una pinza por el lazo se atrapa el extremo libre del extensor largo del pulgar.

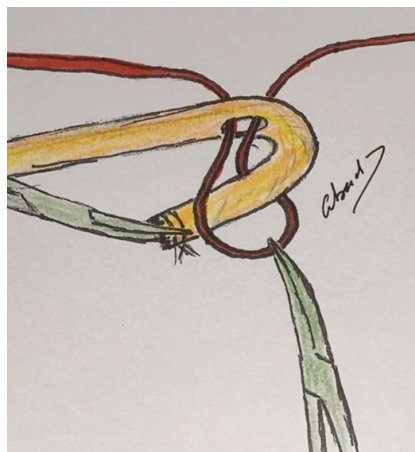


Figura 18. Con el extensor largo del pulgar sujeto por la pinza se retrocede hasta volver a pasar por el lazo.

puede ser utilizado para distintas aplicaciones tanto en el ambiente industrial en general como en el quirúrgico de la reparación tendinosa, como se explicará en el desarrollo de este trabajo (Figs. 9 y 10).

Se podrá fabricar un dispositivo de protección para insertar en el ojal del elemento grueso para así asegurar la eficacia del lazo y fortalecer la unión, evitando dañar ambos elementos (Figs. 11 y 12).

Aplicaciones para su uso

Aunque se postula el lazo transfixiante para actividades industriales, textiles, actividades deportivas (como náutica o escalada), uso doméstico u ornamental, su empleo original fue dentro del ámbito quirúrgico como aportación técnica para la reparación de tendones seccionados.

Aplicación del nudo con lazo transfixiante en la reparación de tendones

La técnica del lazo para la reparación de lesiones tendinosas, especialmente en la reparación de la rotura del extensor largo del pulgar, ha demostrado eficacia y resultados clínicos satisfactorios. Para esta, se ha desarrollado la técnica del lazo en las transferencias del extensor corto del pulgar o del extensor propio del índice al extensor largo del pulgar deteriorado. La transferencia realizada para reparar el extensor largo del pulgar con la técnica del lazo ha sido eficaz y segura, y se ha conseguido la recuperación de la extensión del pulgar, con lo que se ha reafirmado el valor del nudo con lazo como medio de unión.

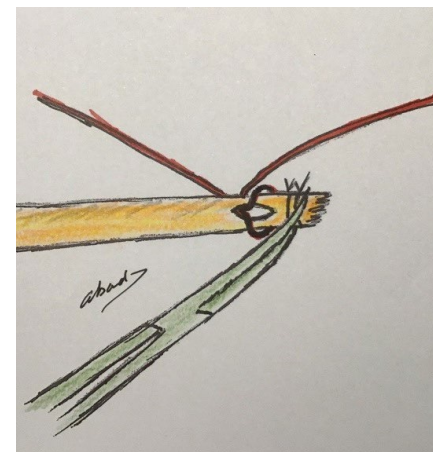


Figura 19. Resultado final tras el lazo del extensor sobre el extensor largo del pulgar.

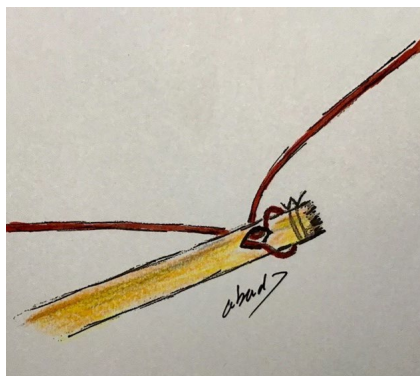


Figura 20. Resultado final de la transferencia extensor con el lazo transfixiante para la reparación.

Diseño e implementación del nudo con el lazo, para la reparación del extensor largo del pulgar, utilizando, como transferencia dinámica, el extensor corto del pulgar o el extensor propio del índice (figs. 13-20).

3. Resultados

La aplicación en la práctica clínica del nudo antes descrito se resume en la capacidad de sustituir la función motora perdida, tras un mecanismo lesional abierto o cerrado del tendón extensor largo del pulgar. El nudo es la herramienta que posibilita que otro tendón asuma la unidad motora funcional del tendón lesionado mediante la tracción de este.

4. Discusión

El método presentado diseña de un modo novedoso la forma de unir dos

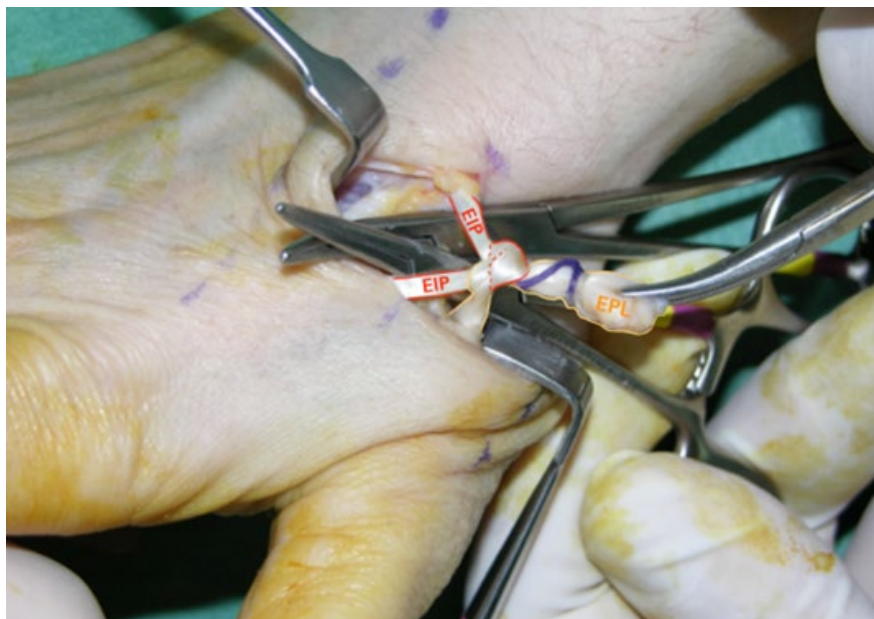


Figura 21. Nudo con el lazo continuo transfixiante.

elementos de aspecto cordonal que garantiza su fortaleza y su seguridad. Es importante reseñar que el desarrollo del método se llevó a cabo en un entorno quirúrgico que buscó reparar el tendón extensor largo del pulgar con una transferencia dinámica en la que se utilizó la técnica del nudo con lazo continuo transfixiante para unir otro tendón motor al extensor largo del pulgar lesionado. Es un nudo para enlazar dos elementos.

Se denomina “lazo” por la forma que presenta antes de envolver el extensor largo del pulgar, “continuo”

por no soltar la inserción del tendón motor y “transfixiante” por pasar por el interior con un ojal en el seno del extensor largo del pulgar antes de realizar la lazada. Aportar algo nuevo tanto a la industria en general como a la técnica quirúrgica antes reseñada fundamentó el objetivo de este trabajo para conseguir su difusión científica. Más aún cuando se ha comprobado clínicamente la fiabilidad, seguridad y fortaleza de la unión conseguida, avalada por los resultados obtenidos en otros trabajos. Antes de esta técnica, otros métodos han sido

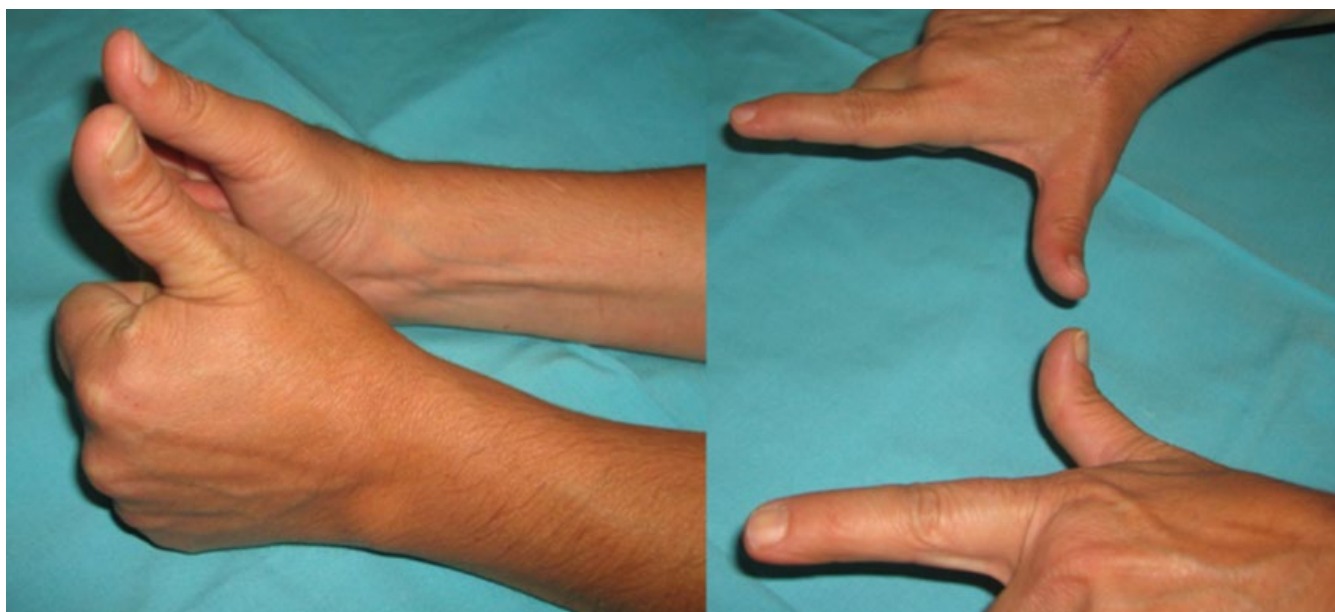


Figura 22. Resultado final.

publicados en la literatura para realizar esta reparación y también han mostrado resultados satisfactorios. La técnica de unión descrita por Pulvertaft es quizás la más utilizada y comentada. Así mismo, múltiples estudios de carácter biomecánico analizan de forma comparativa las diversas formas de enlace y unión de estructuras en el ámbito de la cirugía de reparación tendinosa, Pulvertaft weave, spiral linking, side to side, end weave y tipo lazo, analizando fuerza, resistencia y elasticidad. El fin de este trabajo no fue competir con ellas, sino aportar una herramienta más, para enfrentarse a la reparación del extensor largo del pulgar, con sus valores antes reseñados y, al mismo tiempo, la exportación al conocimiento industrial, para su empleo en nuevas aplicaciones.

5. Conclusiones

El nudo con el lazo transfixiante es una nueva y original forma para unir elementos. Sus propiedades más significativas son seguridad, eficiencia y fortaleza. Su utilidad en la cirugía está demostrada en los trabajos anteriormente publicados. Futuras apli-

caciones en la industria tendrán la oportunidad de evaluarlo con mayor detalle.

La aplicación de la técnica del lazo transfixiante en la reparación tendinosa y, en especial, del tendón extensor largo del pulgar es una aportación muy válida a la cirugía de la mano.

Referencias

- Abad JM, Sutil Blanco A, Varillas D, García de Lucas F. Reparación del tendón extensor pollicis longus, mediante la técnica del lazo con el extensor pollicis brevis. *Rev Iberoam Cir Mano*. 2018;46(01):12-9.
- Bidic SM1, Varshney A, Ruff MD, Orenstein HH. Biomechanical comparison of lasso, Pulvertaft weave, and side-by-side tendon repairs. *Plast Reconstr Surg*. 2009;124(2):567-71.
- Hage JJ. Heraklas on knots: Sixteen surgical nooses and knots from the first century A.D. *World J Surg*. 2008;32(4):648-55.
- Jae-Chul Yoo YEP. Arthroscopic Knot Tying. *Shoulder Arthrosc*. 2014; Part II(14):161-9.
- Jeon SH, Chung MS, Baek GH, Lee YH, Kim SH, Gong HS. Comparison of loop-tendon versus end-weave methods for tendon transfer or grafting in rabbits. *J Hand Surg Am*. 2009;34(6):1074-9.
- Kulikov YI, Dodd S, Gheduzzi S, Miles AW, Giddins GE. An in vitro biomechanical study comparing the spiral linking technique against the pulvertaft weave for tendon repair. *J Hand Surg Eur Vol*. 2007;32(4):377-81.
- Patel KA, Thomas WEG. Sutures, ligatures and staples. *Surgery*. 2008;26(2):48-53.
- Pulvertaft RG. Tendon grafts for flexor tendon injuries in the fingers and thumb. A study of technique and results. *J Bone Joint Surg Br*. 1956;38-B(1):175-94.
- Real Academia Española, Diccionario de la lengua española, 23.^a ed. Madrid: Espasa, 2014.
- Wu YF, Cao Y, Zhou YL, Tang JB. Biomechanical comparisons of four-strand tendon repairs with double-stranded sutures: effects of different locks and suture geometry. *J Hand Surg Eur Vol*. 2011;36(1):34-9.

Ingeniero Interno Residente: una necesidad del Sistema Nacional de Salud

Resident Engineer: a necessity for the National Health System

Francisco Jesús Reguera Gil¹, José Antonio Arenilla Rodríguez²

Resumen

Este documento propone la implantación de la figura del ingeniero interno residente (IIR) en el Sistema Nacional de Salud (SNS) como un modelo de formación especializada para ingenieros en el ámbito sanitario, análogo a la formación sanitaria especializada (FSE) de los profesionales clínicos. Se justifica la necesidad de esta figura ante la creciente complejidad tecnológica de los entornos hospitalarios y su impacto en la seguridad del paciente. Se identifican seis especialidades clave para la formación del IIR: mantenimiento de instalaciones industriales, proyectos y obras, ingeniería electromédica, ingeniería biomédica, tecnología de la información y comunicación e ingeniería de procesos y calidad.

El documento analiza el marco normativo vigente y las modificaciones necesarias para la incorporación del IIR en los centros sanitarios. Destaca la necesidad de regulación, acreditación de centros y definición de competencias. Asimismo, se resalta el impacto positivo que esta figura tendría en la calidad asistencial, la optimización de recursos y la innovación tecnológica en el sector salud. Finalmente, se concluye que la incorporación del IIR fortalecería la seguridad del paciente y la eficiencia operativa del SNS, y consolidaría un modelo de formación especializado para ingenieros en el ámbito sanitario.

Palabras clave

Ingeniero interno residente (IIR), formación sanitaria especializada (FSE), ingeniería sanitaria, seguridad del paciente, gestión hospitalaria, infraestructuras hospitalarias, equipamiento electromédico, innovación tecnológica en salud, normativa sanitaria, optimización de recursos, mantenimiento hospitalario, calidad asistencial, ingeniería biomédica.

Abstract

This document proposes the implementation of the Internal Resident Engineer (IRI) position in the National Health System (NHS) as a specialized training model for healthcare engineers, analogous to the Specialized Healthcare Training (SHT) for clinical professionals. The need for this position is justified in light of the growing technological complexity of hospital environments and its impact on patient safety. Six key specialties are identified for IRI training: industrial facility maintenance, projects and works, electromedical engineering, biomedical engineering, information and communications technology, and process and quality engineering.

The document analyzes the current regulatory framework and the necessary modifications for the incorporation of IRI positions in healthcare centers, highlighting the need for regulation, accreditation of centres, and definition of competencies. It also highlights the positive impact this position would have on the quality of care, resource optimization, and technological innovation in the healthcare sector. Finally, it is concluded that the incorporation of the IIR would strengthen patient safety and the operational efficiency of the NHS, consolidating a specialized training model for engineers in the healthcare field.

Keywords

Resident Internal Engineer (IIR), Specialized Healthcare Training (FSE), healthcare engineering, patient safety, hospital management, hospital infrastructure, electromedical equipment, technological innovation in healthcare, healthcare regulations, resource optimization, hospital maintenance, healthcare quality, biomedical engineering.

Recibido/received: 21/02/2025

Aceptado/accepted: 17/03/2025

1 Grado en Ingeniería Eléctrica. Ingeniero técnico industrial del Servicio de Ingeniería y Mantenimiento del Área de Gestión Sanitaria Jerez, costa noroeste y sierra de Cádiz del Servicio Andaluz de Salud. Profesor del departamento Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cádiz. Miembro de la Asociación Técnica de Ingenieros del Servicio Andaluz de Salud (ATISAS).

2 Ingeniero técnico industrial. Graduado en Ingeniería Mecánica. Jefe de Servicio de Ingeniería y Mantenimiento del Área de Gestión Sanitaria Sur de Sevilla del Servicio Andaluz de Salud. Presidente de ATISAS.

Autores para correspondencia: josea.arenilla.sspa@juntadeandalucia.es; franciscoj.reguera.sspa@juntadeandalucia.es



Hospital Universitario de Jerez de la Frontera. Imagen cedida por los autores del artículo.

1. INTRODUCCIÓN

Como punto de partida de este documento básico se va a ejemplificar con un suceso que acaece diariamente en los centros sanitarios:

En un quirófano actúan diferentes profesiones de la actividad asistencial como pueden ser cirugía, traumatología, anestesiología y enfermería quirúrgica. Los profesionales que ejercen dichas tareas, además de haber recibido formación universitaria en la materia, obligatoriamente han tenido que participar en una formación en residencia (formación sanitaria especializada, a partir de ahora FSE) en un centro sanitario del Servicio Nacional de Salud (SNS en adelante) durante determinados años (dependiendo de la especialidad elegida), lo cual ha contribuido a que hayan alcanzado un elevado nivel de destreza y de conocimientos de la profesión y de la especialidad, lo que redundará en una mejor atención al paciente.

Sin embargo, los profesionales que se dedican a la Ingeniería en el ámbito sanitario y que son responsables de las instalaciones (electricidad, climatización, etc.) y los equipos que están presentes en el quirófano (mesa de anestesia, arco quirúrgico, mesa quirúrgica y demás) y en contacto directo con pacientes y profesionales no han tenido esa opción, sino más bien todo lo contrario, pues han basado su aprendizaje en el comúnmente denominado método del ensayo y error, de tal forma que sería necesario que dicho profesional adquiriese de una manera reglada los conocimientos clínicos y la pericia

del entorno asistencial (Pérez-Mañanes, Rubén, 2024).

La figura del ingeniero interno residente (IIR a partir de ahora) podría resolver la cuestión planteada, aunque, naturalmente, no sería la única solución posible. Es la propuesta que se lanza desde la Asociación Técnica de Ingenieros del Servicio Andaluz de Salud (ATISAS a partir de ahora) a la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH, en adelante).

2. OBJETO

Se redacta el presente informe con el fin de establecer un documento básico inicial sobre la implantación de la figura IIR en el SNS. Se justificará la implantación de dicha figura mediante una analogía y comparación con la FSE.

También se realizará un breve análisis sobre el marco normativo existente y sus modificaciones necesarias con el fin de dar cobertura a la presencia del IIR en centros sanitarios.

3. ANTECEDENTES

La implantación de la FSE en España ha supuesto que el SNS tenga un alto prestigio y producción científica (Fernández Pardo, Jacinto, 2015); sin embargo, el recorrido ha sido largo y tortuoso con múltiples actualizaciones y cambios, todo ello enfocado a la mejora continua de la actividad asistencial y a la adaptación a las nuevas exigencias de la sociedad.

En la actualidad hay, legalmente, 57 especialidades sanitarias que se encuentran bajo el formato de la FSE y que se pueden desglosar de

la siguiente forma (Ministerio de la Presidencia, 2008):

- 42 especialidades de Medicina (acceso desde la titulación universitaria de Medicina).
- 7 especialidades de Enfermería (acceso desde la titulación universitaria de Enfermería).
- 1 especialidad de Farmacia (acceso desde la titulación universitaria de Farmacia).
- 1 especialidad de Psicología (acceso desde la titulación universitaria de Psicología).
- 6 especialidades multidisciplinares (acceso desde diversas titulaciones universitarias).

A dichas especialidades de FSE se ha llegado tras un camino largo y tortuoso del cual se expone una parte a continuación.

En 1955 se promulgó la primera normativa sobre especialidades (de tipo médico) (Jefatura del Estado, 1955); sin embargo, dicha disposición no produjo el resultado esperado debido al poco rigor a la hora de emitir las titulaciones de especialidades (Fernández Pardo, Jacinto, 2015).

Por ello, a mediados de la década de 1960 diversos grandes hospitales (Hospital General de Asturias y Clínica Puerta del Hierro, entre otros) decidieron optar por importar la metodología de formación en el lugar de trabajo que estaba implantada en Estados Unidos, pese a que entraba en contradicción con la normativa en vigor de 1955 (Morales Santos, A. et al., 2010).

Todo este movimiento auspiciado y promovido internamente por los hospitales consiguió que, a finales de

la década de 1970, primero mediante una Orden (Ministerio de Sanidad y Seguridad Social, 1977) y después mediante real decreto (Presidencia del Gobierno, 1978), se regularizase la formación de posgrado y en residencia.

En 1982 se regula la especialidad de Farmacia Hospitalaria (Presidencia del Gobierno, 1982). Ya en 1984, debido al desarrollo legislativo de las comunidades autónomas y a la integración en la Comunidad Económica Europea (Fernández Pardo, Jacinto, 2015), se promulga una nueva normativa en la cual se regula la formación médica especializada y la obtención del título de médico especialista (Presidencia del Gobierno, 1984).

Cabe destacar la polémica que surgió a mediados de la década de 1990 cuando se exigió por parte de la Administración la especialidad de Medicina Familiar y Comunitaria para poder ocupar plazas de medicina general en el SNS (Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, 1993), lo cual fue muy contestado por parte de los estudiantes de Medicina de la época (Ruiz, 1994), pues era necesario obtener la especialidad correspondiente para poder ejercer como médico general. Ello obliga a realizar una pequeña reflexión en este momento. ¿Sería posible hoy pensar en ejercer una actividad médica o asistencial sin haber recibido la correspondiente FSE?

Posteriormente, se empiezan a desarrollar las diferentes especialidades que completan el panorama actual de especialidades en Ciencias de la Salud como pueden ser:

- Radiofísica Hospitalaria (Ministerio de la Presidencia, 1997).
- Psicología Clínica (Ministerio de la Presidencia, 1998).
- Enfermería con siete especialidades (Ministerio de la Presidencia, 2005).

Incluso hoy en día se están tramitando o promoviendo cambios en las diferentes especialidades, bien sea por fusión de algunas de ellas como puede ocurrir con la especialidad de Análisis Clínicos y Bioquímica (Urrutia, 2024b), añadiendo nuevas especialidades a la formación de residencia en Medicina como Urgencias (Ministerio de Sanidad, 2024) y Ge-



Quirofano con luces quirúrgicas avanzadas, equipo médico, pantallas de computadora y preparación estéril para el próximo procedimiento quirúrgico. Foto: Shutterstock.

nética (Magraner, 2024) o mediante una especialidad hasta ahora inexistente como puede ser la de Fisioterapia (Urrutia, 2024a).

Todo ello quiere decir que la FSE tiene un carácter sumamente dinámico, puesto que se tienen en cuenta los avances de la tecnología y de la ciencia que se han ido produciendo, además de las necesidades de la sociedad y de los propios profesionales a la hora de actualizar y completar las diferentes especialidades del ámbito asistencial que se desarrollan bajo el ámbito de la FSE.

4. SEGURIDAD DEL PACIENTE

En la actualidad, la seguridad del paciente se ha convertido en un objetivo estratégico de cualquier organización dedicada al cuidado de la salud (Saura Llamas et al., 2021). En España, a partir de 2005 y promulgado por el Ministerio de Sanidad, se han establecido los objetivos de dicha estrategia orientados a mejorar la cultura de la seguridad y de la gestión del riesgo sanitario, la formación de los profesionales, la implementación de prácticas seguras y la implicación de los pacientes y ciudadanos (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2015).

Si se recupera el ejemplo que se ha mostrado en la introducción, es evidente que los profesionales del ámbito asistencial intervienen de forma directa sobre la seguridad de ese paciente que está siendo intervenido en

el quirófano. Y también es evidente la importancia de la formación que hayan recibido esos profesionales con el fin de que el proceso quirúrgico sea realizado con el mínimo riesgo para el paciente.

Sin embargo, ¿qué ocurre con el entorno físico del propio quirófano? ¿Qué ocurre con la instalación eléctrica? ¿Y con la climatización y la ventilación fundamental a para evitar infecciones nosocomiales (Saran et al., 2020)? ¿Y con los gases medicinales y la mesa de anestesia o la lámpara de quirófano? ¿Y con el instrumental que ha debido ser esterilizado previamente? Lógicamente, dicho entorno físico resulta crucial para garantizar también la seguridad del paciente (Carayon et al., 2006). De hecho, los episodios adversos relacionados con el equipamiento médico se sitúan entre las 10 primeras causas de estos, con lo cual es necesario que por parte de las instituciones sanitarias se garantice la seguridad, fiabilidad y la precisión de los dispositivos médicos (Wang, 2012). En España, el 17 % de los episodios adversos sufridos por los pacientes entre los años 2009 y 2017 tuvieron su origen en el equipamiento electromédico (Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, 2018).

En relación con este apartado merece mención especial la especialidad de Radiofísica Hospitalaria (Ministerio de la Presidencia, 1997), pues la necesidad de dicha formación es-

pecializada surge a raíz del accidente del acelerador lineal ocurrido en Zaragoza en diciembre de 1990 (Criado, 1991) como se puso de manifiesto por parte de la Sociedad Europea de Terapia Radiológica y Oncología (Argos, 1991).

5. ESPECIALIDADES

Para poder establecer las especialidades que podrían componer una formación en residencia del ingeniero sanitario, es necesario, como primer paso, acudir a la normativa estatal en vigor relacionada con el estatuto del personal de gestión y servicios (Ministerio de Trabajo, 1971) (aún en vigor en lo relacionado con las tareas encomendadas a cada una de las categorías definidas). En dicho estatuto, en lo concerniente a las funciones a desarrollar por el ingeniero técnico industrial se pueden destacar las siguientes:

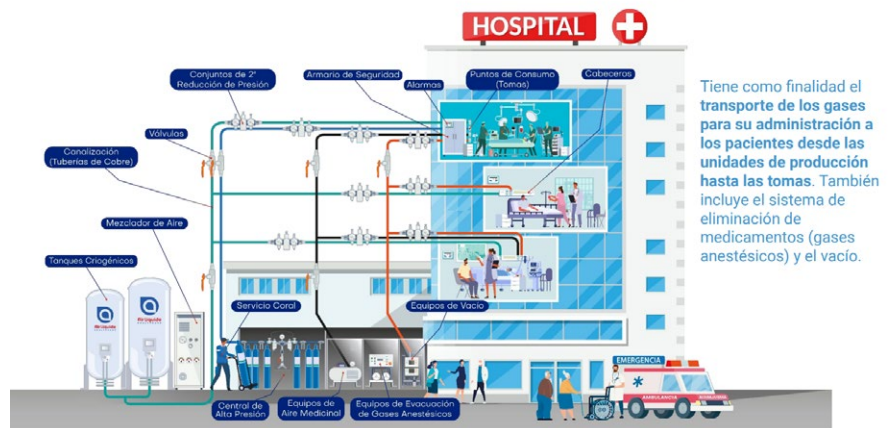
- Con dependencia jerárquica del administrador de la institución, le corresponde la organización y responsabilidad directa del mantenimiento y conservación de las instalaciones de todo tipo, así como las operaciones menores de entretenimiento de los edificios.
- Confeccionar proyectos presupuestarios de aquellas obras e instalaciones que sean necesarias en la institución.
- Conocer diariamente las pequeñas obras a realizar, señalando y dirigiendo el orden y la forma en que deben ser resueltas.

Además, en cuanto a normativa de organización y gestión sanitaria (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1987) se suscriben a la División de Gestión y Servicios Generales todo lo concerniente a obras y mantenimiento. Por tanto, se puede extraer de la normativa mencionada dos especialidades de manera muy clara:

- Mantenimiento y conservación de instalaciones.
- Proyectos y obras.

La especialidad relacionada con la instalación y el mantenimiento de equipamiento electromédico también se debe tener en cuenta, debido a la importancia de dichos equipos en los centros sanitarios, su complejidad y diversidad (Jamshidi et al., 2014) y un coste de mantenimiento que puede superar el de adquisición del

Sistema de Distribución de Gases Medicinales (SDGM)



Sistema de distribución de gases medicinales y vacío. Fuente: AIR LIQUIDE HEALTHCARE.

propio activo, además de que las instituciones sanitarias no se benefician de la excelencia en el mantenimiento relacionado con los equipos electromédicos, mientras que en otro tipo de sectores industriales sí se ha conseguido la excelencia en la gestión del mantenimiento correspondiente (Dhillon, 2011).

Para que quede clara la importancia de esta especialidad, se debe tener en cuenta que hay un grado superior de formación profesional relacionado con la Electromedicina (técnico superior en Electromedicina Clínica) creado en 2015 con sus correspondientes horas de formación en centro de trabajo (550 horas) (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015) de tal forma que actualmente 23 centros imparten ese ciclo formativo a lo largo del territorio español (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2025). ¿Por qué no formar también en el lugar de trabajo a los titulados universitarios de Ingeniería en este ámbito como sí ocurre con los técnicos de formación profesional?

En un sondeo realizado por ATISAS y presentado por la en AEIH (Reguera et al., 2023), se constató que las tareas relacionadas con el mantenimiento de instalaciones, de equipamiento electromédico y las relacionadas con proyectos y obras son las que más ocupan a los profesionales de Ingeniería en los centros sanitarios público, lo cual refuerza, sin duda alguna, la necesidad de la presencia de estas tres especialidades en el posible recorrido formativo a implantar.

Sin embargo, la evolución de la tecnología, de la informática y su necesidad de establecer protocolos de seguridad frente al ataque de terceros y las mayores exigencias en cuanto a los estándares de calidad en los procesos asistenciales, logísticos y de eficiencia hacen necesario plantearse otras especialidades más allá de las tres referenciadas anteriormente como:

- Biomedicina.
- Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).
- Procesos y calidad.

Desarrollando con más profundidad las seis especialidades que se proponen en cuanto a su contenido de funciones y tareas se tendrían las siguientes: Instalaciones Industriales, Proyectos y Obras, Ingeniería Electromédica/Clínica, Ingeniería Biomédica, Tecnología de la Información y Comunicación e Ingeniería de Procesos y Calidad.

5.1 Instalaciones Industriales

Instalaciones industriales es una especialidad en la que se incluiría todo lo relacionado con el mantenimiento preventivo, correctivo, técnico-legal y todas las acciones necesarias para mantener la funcionalidad y la seguridad de las instalaciones técnicas que dan soporte a la actividad asistencial y no asistencial (como cocina, lavandería, esterilización, etc.). Dentro de esta especialidad se pueden incluir los siguientes sistemas y subsistemas:

- Sistema eléctrico:
 - Instalaciones de baja tensión.
 - Instalaciones de alta tensión.
 - Suministros de emergencia

(grupos electrógenos, sistemas de alimentación ininterrumpida, etc.).

o Quirófanos y salas de intervención (ITC-BT-38).

• Sistema mecánico:

o Instalaciones de producción de energía (calor, frío, vapor).

o Instalaciones de climatización y ventilación.

o Instalaciones de vapor.

o Instalaciones de gases medicinales.

o Instalaciones contraincendios.

o Instalaciones de aparatos elevadores.

o Instalaciones de transporte neumático.

o Instalaciones de gases y líquidos combustibles.

• Sistema fluido:

o Instalaciones de agua fría de consumo humano y agua caliente sanitaria.

o Instalaciones de tratamiento de agua para usos especiales (hemodiálisis).

o Prevención y control de legionela.

En esta especialidad sería conveniente tener en cuenta, para lo relacionado con la capacitación del ingeniero de mantenimiento, la norma UNE al respecto (AENOR, 2015a).

5.2 Proyectos y Obras

Las obras que se realizan en un centro sanitario deben tener en cuenta multitud de normativa aplicable, además de tener que garantizar la compatibilidad con la propia actividad asistencial, con lo cual se trata de actuaciones de gran complejidad organizativa.

Además, la humanización de los espacios es un objetivo que debe ser alcanzado por los servicios sanitarios hoy en día, dada la influencia que tiene el contexto físico sobre los pacientes (Ulrich et al., 2008). Por tanto, es natural pensar en esta especialización que, no hay que olvidar, siempre ha estado presente en las organizaciones y ahora se hace más necesaria que nunca, pues la infraestructura debe ser flexible para poder adaptarse a las nuevas necesidades sobrevenidas como pueden ser una pandemia. Las funciones de esta especialidad estarían relacionadas con:

- Planificación urbanística y ordenamiento de espacios.



Grupos electrógenos puestos en marcha, en 2021, en el Hospital de Jerez.

- Análisis de viabilidad de obras/reformas.
- Diseño de espacios e instalaciones.
- Redacción de proyectos y memorias técnicas.
- Seguimiento, gestión y control de obras.

5.3 Ingeniería Electromédica/ Clínica

El equipamiento electromédico, debido a su diversidad (desde los equipos más sencillos como pueden ser un pulsioxímetro o tensiómetro hasta activos de alta tecnología como pueden ser una tomografía computarizada, una resonancia magnética o un acelerador lineal), complejidad y trato directo con pacientes y profesionales del ámbito asistencial, requiere de una supervisión y control constante de un equipo de profesionales de la ingeniería. En esta especialidad se realizan las siguientes funciones y tareas:

- Instalación y configuración: instalar y poner en marcha equipos médicos.
- Mantenimiento preventivo y correctivo: realizar inspecciones, calibraciones y reparaciones para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos.
- Gestión de la tecnología médica: supervisar y gestionar el inventario de equipos médicos, elaborar planes de mantenimiento y evaluar nuevas adquisiciones.
- Capacitación: entrenar al personal médico y técnico en el uso adecuado de los equipos.

- Asistencia técnica: brindar soporte técnico a los usuarios de los equipos médicos.
- Elaboración de documentación técnica: crear manuales de usuario, protocolos de mantenimiento y otros documentos técnicos.
- Control de calidad: asegurar que los equipos médicos cumplan con las normas de seguridad y calidad.
- Evaluación de riesgos: identificar y evaluar los riesgos asociados con el uso de la tecnología médica.
- Prevención de accidentes: implementar medidas para prevenir accidentes y garantizar la seguridad de los pacientes y el personal médico.

En esta especialidad sería conveniente tener en cuenta, para lo relacionado con la capacitación del ingeniero de mantenimiento, la norma UNE al respecto (AENOR, 2015a).

5.4 Ingeniería Biomédica

La especialidad de Ingeniería Biomecánica se encuentra cada vez más instaurada en los centros sanitarios y les aporta un gran valor añadido (Acebillo y José Artells, 2004). En la actualidad se imparten en España 21 másteres universitarios (dentro del Plan Bolonia, no como título propio). relacionados con esta especialidad (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2025). Entre las tareas dentro de este ámbito se podrían enumerar las siguientes:

- Diseño y desarrollo de dispositivos médicos.

- Ingeniería de tejidos: desarrollo de tejidos y órganos artificiales utilizando células y biomateriales para reemplazar o reparar tejidos dañados.
- Biomateriales: investigación y desarrollo de materiales biocompatibles para su uso en implantes, dispositivos médicos y sistemas de administración de fármacos.
- Terapia génica: desarrollo de técnicas para la manipulación genética con fines terapéuticos, como la corrección de genes defectuosos.
- Ingeniería de proteínas: diseño y producción de proteínas con propiedades específicas para su uso en medicamentos y diagnósticos.
- Bioinformática: aplicación de la informática al análisis de datos biológicos, como secuencias de ADN y proteínas.
- Procesamiento de imágenes: desarrollo de algoritmos para el análisis y la visualización de imágenes médicas, como resonancias magnéticas y tomografías computarizadas.
- Procesamiento de señales: análisis de señales fisiológicas, como electrocardiogramas y electroencefalogramas, para el diagnóstico y la monitorización de pacientes.
- Modelos computacionales: creación de modelos matemáticos y computacionales para simular el funcionamiento de órganos y sistemas del cuerpo humano.
- Simulaciones: utilización de modelos para estudiar procesos fisiológicos, predecir la respuesta a

tratamientos y diseñar nuevos dispositivos médicos.

5.5 Tecnología de la Información y la Comunicación

No cabe duda de que la gestión de la tecnología de la información y la comunicación (TIC) es fundamental en un centro sanitario, más si cabe cuando se pueden recibir ciberataques mediante los cuales, no solo se filtran datos sensibles de los usuarios, sino que se ponga en riesgo el funcionamiento de equipamiento e instalaciones. Por tanto, las tareas se encontrarían relacionadas con los ámbitos de:

- Redes de comunicaciones y ciberseguridad.
- Sistemas de información.
- Telemedicina e inteligencia artificial.

5.6 Ingeniería de Procesos y Calidad

La mejora continua, algo fundamental en el sector de la salud, se puede vertebrar a través de dos bloques diferenciados, pero relacionados entre sí:

- Procesos.
- Gestión de la calidad.

La Ingeniería de Procesos puede tener un impacto positivo en los procesos que ocurren en un centro sanitario tanto si son del ámbito asistencial (atención a pacientes, procesos quirúrgicos, etc.), como del no asistencial (logística, compras y demás). La implementación de diferentes metodologías, como puede ser LEAN,

suponen una mejora de los flujos de trabajo (Fuentes et al., 2023), una disminución de los tiempos de espera de pacientes (Martins Drei y Sérgio de Arruda Ignácio, 2022) y un ahorro de costes considerable (Sales Coll et al., 2024).

En cuanto a la gestión de la calidad, en la actualidad hay multitud de normativa que desarrolla diferentes procesos relacionados con la calidad en las organizaciones y se establecen los estándares pertinentes con el fin de asegurar su mejora continua y son de aplicación directa en los centros sanitarios los relacionados con:

- Servicios sanitarios (AENOR, 2017).
- Gestión medioambiental (AENOR, 2015b).
- Gestión de gases medicinales (AENOR, 2021).

6. ANÁLISIS NORMATIVO

La implantación de la formación de Ingeniería especializada en centros sanitarios para ingenieros residentes (similar al sistema MIR para médicos) requeriría de una serie de modificaciones normativas y de la implicación de diversos estamentos y Administraciones. A continuación, se realiza un análisis de las principales áreas a considerar.

6.1 Marco legal y normativo

Dentro del marco legal y normativo destacan:

- Creación de una nueva especialidad. Sería necesario modificar la Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de Ordenación de las profesiones sanitarias, para incluir la Ingeniería especializada en salud como una nueva profesión sanitaria o, alternativamente, crear una ley específica que regule el ejercicio de esta profesión en el ámbito sanitario.
- Definición de competencias. Se deberían establecer las competencias específicas de los ingenieros residentes en salud y diferenciarlas de las de otros profesionales sanitarios. Esto implicaría la creación de un real decreto que establezca el programa formativo de la especialidad, con sus objetivos, contenidos, duración y sistema de evaluación.
- Acreditación de centros. Se necesitaría un sistema de acreditación



Cuadro general de baja tensión, en el Hospital de Jerez.

de centros sanitarios para la formación de ingenieros residentes que garantice el cumplimiento de los requisitos mínimos de calidad. Esta acreditación podría ser otorgada por el Ministerio de Sanidad, en colaboración con las comunidades autónomas.

- **Sistema de acceso.** Se debería establecer un sistema de acceso a la formación de Ingeniería especializada, similar al examen MIR, que garantice la igualdad de oportunidades y la selección de los candidatos más idóneos.

6.2 Administraciones implicadas

Las Administraciones implicadas serían:

- **Ministerio de Sanidad:** tendría un papel fundamental en la elaboración y la aprobación de la normativa, la acreditación de centros y la gestión del sistema de acceso.
- **Ministerio de Universidades:** debería colaborar en la definición del programa formativo y en la integración de la formación especializada en los planes de estudio de las universidades.
- **Comunidades autónomas:** serían responsables de la gestión de los centros sanitarios acreditados y de la contratación de los ingenieros residentes.
- **Colegios profesionales:** los colegios de ingenieros deberían participar en la definición de las competencias profesionales y en la elaboración del programa formativo.
- **Sociedades científicas:** las sociedades científicas relacionadas con la ingeniería biomédica y la ingeniería clínica podrían aportar su experiencia y su conocimiento en la definición de las áreas de especialización y en la elaboración del programa formativo.
- **Centros sanitarios:** los hospitales y otros centros sanitarios tendrían que adaptarse para acoger a los ingenieros residentes y proporcionarles la formación práctica necesaria.

6.3 Aspectos a considerar

Entre los aspectos a considerar destacarían:

- **Financiación:** se debe definir un sistema de financiación para la formación de los ingenieros residentes que podría incluir la participa-

ción del Estado, las comunidades autónomas y los propios centros sanitarios.

- **Retribuciones:** es importante establecer unas retribuciones adecuadas para los ingenieros residentes que les permitan dedicarse plenamente a su formación.
- **Integración en el sistema sanitario:** una vez finalizada la formación, se debe facilitar la integración de los ingenieros especializados en el sistema sanitario, tanto en el ámbito público como en el privado.

7. CONCLUSIONES

La creciente complejidad tecnológica del entorno sanitario exige una formación especializada para los ingenieros que desarrollan su labor profesional en dicho ámbito. La figura del IIR surge como una respuesta a esta necesidad de formación en el lugar de trabajo (no tiene por qué ser la única posibilidad a tener en cuenta, obviamente), y permite a los profesionales de la Ingeniería adquirir competencias específicas en un contexto multidisciplinar, colaborando con los profesionales del ámbito asistencial. El IIR se formaría en las particularidades del entorno sanitario y se familiarizaría con tecnologías médicas, normativas de seguridad, gestión de riesgos y procesos clínicos.

Mediante la implantación del IIR se conseguiría:

- **Mejora de la calidad asistencial:** un ingeniero con formación específica puede optimizar el uso de la tecnología médica, contribuyendo a diagnósticos más precisos, tratamientos más efectivos y una mejor atención al paciente.
- **Aumento de la seguridad del paciente:** el IIR, con su conocimiento en seguridad industrial y gestión de riesgos, puede identificar y prevenir posibles fallos en equipos y sistemas y, de este modo, minimizar el riesgo de incidentes.
- **Innovación tecnológica:** la interacción con profesionales sanitarios fomenta la creatividad y la innovación e impulsa el desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones para la mejora de la atención sanitaria.
- **Optimización de recursos y procesos:** el IIR puede contribuir a la gestión eficiente de los recursos tecnológicos, optimizando su



Logotipo de la ATISA (Asociación Técnica de Ingenieros del SAS, Servicio Andaluz de Salud).

mantenimiento y prolongando su vida útil.

- **Desarrollo profesional:** creación de una carrera profesional atractiva para los ingenieros especializados en la materia. Estandarización de la categoría profesional de ingeniería en el SNS, pues hay una gran disparidad de funciones, tareas y responsabilidades que dependen del centro sanitario donde se encuentre el profesional (Reguera et al., 2023). (¿Por qué cualquier profesional del ámbito asistencial tiene clara sus funciones y tareas independientemente del centro sanitario donde se encuentre y un ingeniero no?)

REFERENCIAS

- Acebillo, J. y José Artells, J. (2004). "La Biomedicina como factor de creación de valor y crecimiento económico", *Revista de Administración Sanitaria Siglo XXI*, 2(3), pp. 357-374. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-administracion-sanitaria-siglo-xxi-261-articulo-la-biomedicina-como-factor-creacion-13066636>.
- AENOR (2015a). *Mantenimiento. Cualificación del personal de mantenimiento*, UNE-EN 15628:2015. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0054662> (accedido: 7 de enero de 2025).

- AENOR (2015b). Sistemas de gestión medioambiental, UNE-EN ISO 14001:2015. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0055418> (accedido: 7 de enero de 2025).
- AENOR (2017). Sistemas de gestión de la calidad. Aplicación de la Norma EN ISO 9001:2015 en los servicios sanitarios, UNE-EN 15224:2017. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0059222> (accedido: 7 de enero de 2025).
- AENOR (2021). Gestión de gases de uso medicinal en el ámbito sanitario, UNE 179010:2021. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0066565> (accedido: 7 de enero de 2025).
- Argos, L. (1991). “El accidente del Clínico de Zaragoza, una cadena de fallos humanos única en el mundo, según los expertos”, *El País*, 12 octubre. Disponible en: https://elpais.com/diario/1991/10/12/sociedad/687222014_850215.html (accedido: 16 de marzo de 2025).
- Carayon, P., Schoofs Hundt, A., Karsh, B.-T., Gurses, A. P., Alvarado, C. J., Smith, M. y Flatley Brennan, P. (2006). “Work system design for patient safety: the SEIPS model”, *Quality and Safety in Health Care*, 15(suppl 1), p. i50. doi:10.1136/qshc.2005.015842.
- Colegio oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (2018). “Guía de gestión y mantenimiento de equipamiento electromédico”. Disponible en: <https://www.coi-im.es/publicaciones/guia-de-gestion-y-mantenimiento-de-equipamiento-electromedico/> (accedido: 16 de marzo de 2025).
- Criado, A. (1991). “Tercera muerte por radioterapia en Zaragoza en el «accidente más grave del mundo», según el Insalud”, *El País*, 22 febrero. Disponible en: https://elpais.com/diario/1991/02/22/sociedad/667177213_850215.htm (accedido: 16 de marzo de 2025).
- Dhillon, B. S. (2011). “Medical equipment reliability: a review, analysis methods and improvement strategies”, *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, 18(04), pp. 391-403. doi:10.1142/S0218539311004317.
- Fernández Pardo, Jacinto (2015). “Formación especializada en España: del internado rotatorio a la troncalidad”, *Educación Médica*, 16(1), pp. 57-67. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2015.04.003>.
- Fuentes, L. B. E. H., Gardim, L., Silva, T. O. D., Moura, A. A. D. y Bernardes, A. (2023). “Applying Lean Healthcare in the hospitalization and patient discharge process: an integrative review”, *Revista Brasileira de Enfermagem*, 76(5), p. e20220751. doi:10.1590/0034-7167-2022-0751.
- Jamshidi, A., Abbasgholizadeh Rahimi, S., Ait-Kadi, D. y Ruiz, A. (2014). “Medical devices inspection and maintenance; a literature review”, en *IIE Annual Conference and Expo 2014*, pp. 3895-3904.
- Jefatura del Estado (1955). Ley de 20 de julio de 1955 sobre Enseñanza, título y ejercicio de las especialidades médicas, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1955-10411> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Magraner, X. (2024). “Genética nace como especialidad fechando en 2026 sus primeras plazas MIR”, *Redacción Médica*, 5 diciembre. Disponible en: <https://www.redaccionmedica.com/secciones/medicina/genetica-nace-como-especialidad-fechando-en-2026-sus-primeras-plazas-mir-4607> (Accedido: 25 de enero de 2025).
- Martins Drei, S. y Sérgio de Arruda Ignácio, P. (2022). “Lean healthcare applied systematically in a medium-sized medical clinic hospitalization”, *Journal of Health Organization and Management*. Emerald Publishing Limited, 36(5), pp. 666-689. doi:10.1108/JHOM-05-2021-0194.
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2025). “Ingeniería Biomédica”. Disponible en: <https://www.ciencia.gob.es/qedu.html> (accedido: 11 de marzo de 2025).
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). Real Decreto 838/2015, de 21 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Electromedicina Clínica y se fijan los aspectos básicos del currículo, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2015/09/21/838> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (2025). “Técnico Superior en Electromedicina Clínica”. Disponible en: https://www.educacion.gob.es/centros/buscarCentros?ensenanzaFP=122_1005 (accedido: 11 de marzo de 2025).
- Ministerio de la Presidencia (1997). Real Decreto 220/1997, de 14 de febrero, por el que se crea y regula la obtención del título oficial de Especialista en Radiofísica Hospitalaria, boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/02/14/220> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de la Presidencia (1998). Real Decreto 2490/1998, de 20 de noviembre, por el que se crea y regula el título oficial de Psicólogo Especialista en Psicología Clínica, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1998/11/20/2490> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de la Presidencia (2005). Real Decreto 450/2005, de 22 de abril, sobre especialidades de Enfermería, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2005/04/22/450/con> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de la Presidencia (2008). Real Decreto 183/2008, de 8 de febrero, por el que se determinan y clasifican las especialidades en Ciencias de la Salud y se desarrollan determinados aspectos del sistema de formación sanitaria especializada, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2008/02/08/183/con> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno (1993). Real Decreto

- 853/1993, de 4 de junio, sobre ejercicio de las funciones de Médico de Medicina General en el Sistema Nacional de Salud, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1993/06/04/853/con> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Sanidad (2024). “Acceso Extraordinario al título de Especialista en Medicina de Urgencias y Emergencias”. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/areas/profesionales/Sanitarias/profesionales/tituloEspecialista/home.htm> (accedido: 25 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Sanidad y Consumo (1987). Real Decreto 521/1987, de 15 de abril, por el que se aprueba el Reglamento sobre Estructura, Organización y Funcionamiento de los Hospitales gestionados por el Instituto Nacional de la Salud, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1987/04/15/521/con> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Sanidad y Seguridad Social (1977). Orden de 9 de diciembre de 1977 por la que se regula la formación de postgraduados en las Instituciones de la Seguridad Social, Administración Institucional y otros Centros hospitalarios, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1977-29881> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministerio de Trabajo (1971). Orden por la que se aprueba el Estatuto de Personal no Sanitario al Servicio de las Instituciones Sanitarias de la Seguridad Social, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1971-913 (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ministro de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2015). “Estrategia de Seguridad del Paciente del Sistema Nacional de Salud”. Disponible en: https://seguridaddelpaciente.sanidad.gob.es/docs/Estrategia_Seguridad_del_Paciente_2015-2020.pdf (accedido: 29 de noviembre de 2024).
- Morales Santos, A., del Cura Rodríguez, J.L. y Vieito Fuentes, X. (2010). “Normativa de la formación del residente de Radiodiagnóstico: estatuto del residente y ley de especialidades”, Radiología, (52), pp. 58-66.
- Pérez-Mañanes, Rubén (2024). “La necesidad de crear el INIR, una formación reglada para los ingenieros que están en el corazón del sistema sanitario”, *Primero de Medicina*, 3, pp. 10-11.
- Presidencia del Gobierno (1978). Real Decreto 2015/1978, de 15 de julio, por el que se regula la obtención de títulos de especialidades médicas, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1978-22162> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Presidencia del Gobierno (1982). Real Decreto 2708/1982, de 15 de octubre, por el que se regulan los estudios de especialización y la obtención del título de Farmacéutico Especialista, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1982-28299 (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Presidencia del Gobierno (1984). Real Decreto 127/1984, de 11 de enero, por el que se regula la formación médica especializada y la obtención del título de Médico Especialista, Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1984-2426> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Reguera, F., Arenilla, J. A., Giraldo, J. M. y Montiel Santiago, F. Ja. (2023). “Análisis de la presencia de los ingenieros en los centros sanitarios públicos”, en. 40o Seminario de Ingeniería Hospitalaria, A Coruña, España.
- Ruiz, R. (1994). “Los alumnos de medicina arrancan a Sanidad una solución en cinco años a su conflicto”, *El País*, 23 diciembre. Disponible en: https://elpais.com/diario/1994/12/23/sociedad/788137201_850215.html (accedido: 25 de noviembre de 2024).
- Sales Coll, M., De Castro, R., Ochoa De Echagüen, A. y Martínez Ibáñez, V. (2024). “Economic Impact of Lean Healthcare Implementation on the Surgical Process”, *Healthcare*, 12(5), p. 512. doi:10.3390/healthcare12050512.
- Saran, S., Gurjar, M., Baronia, A., Sivapurapu, V., Ghosh, P. S., Raju, G. M. y Maurya, I. (2020). “Heating, ventilation and air conditioning (HVAC) in intensive care unit”, *Critical Care*, 24(1), p. 194. doi:10.1186/s13054-020-02907-5.
- Saura Llamas, J., Astier Peña, M. P. y Puntos Felipe, B. (2021). “La formación en seguridad del paciente y una docencia segura en atención primaria Patient safety training and a safe teaching in primary care”, *Atención Primaria*, 53. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S021265672100233X?via%3Dihub> (accedido: 24 de noviembre de 2024).
- Ulrich, R. S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H.-B., Choi, Y.-S., Quan, X. y Joseph, A. (2008). “A review of the research literature on evidence-based healthcare design.”, *HERD. United States*, 1(3), pp. 61-125. doi:10.1177/193758670800100306.
- Urrutia, P. (2024). “El grado de Fisioterapia da «amparo legal» a la creación de especialidades”, *Redacción Médica*, 24 noviembre. Disponible en: <https://www.redaccionmedica.com/secciones/otras-profesiones/el-grado-de-fisioterapia-da-amparo-legal-a-la-creacion-de-especialidades-7657> (accedido: 3 de diciembre de 2024).
- Urrutia, P. (2024). “La nueva FSE de Laboratorio, sin monopolio médico y costará 220.000 euros”, *Redacción Médica*, 21 febrero. Disponible en: <https://www.redaccionmedica.com/secciones/ministerio-sanidad/la-nueva-fse-de-laboratorio-sin-monopolio-medico-y-costara-220-000-euros-9539> (accedido: 25 de noviembre de 2024).
- Wang, B. (2012). *Medical Equipment Maintenance: Management and Oversight*, Synthesis Lectures on Biomedical Engineering. doi:10.2200/S00450ED-1V01Y201209BME045.

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.

La Fundación Técnica Industrial entrega el III Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad, y a los mejores artículos técnicos publicados en la revista Técnica Industrial

Los premios se entregaron el pasado 13 de diciembre, en un acto celebrado en el salón de actos del Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM), en formato híbrido (presencial y telemático). La empresa ACTEGA Artística recibió el Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad de la Fundación Técnica Industrial, en su tercera edición, por su proyecto de innovación tecnológica empresarial ROTARflow.

El acto comenzó con las palabras de bienvenida del presidente de la Fundación Técnica Industrial y el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), José Antonio Galdón Ruiz, que destacó la calidad de los trabajos presentados a estos premios, tanto de la Fundación como de la revista Técnica Industrial. Además, felicitó a los premiados y mostró su agradecimiento a los Colegios (como patronos de la Fundación) y a la UAITIE por los premios que otorgan a los "mejores artículos técnicos".

Estos premios se enmarcan en los fines de la Fundación, que trata de promocionar, desarrollar, proteger y fomentar la investigación científica y técnica en el campo industrial. Como profesionales de la Ingeniería Técnica Industrial, "somos muy conscientes de la importancia que tiene el tejido industrial para la evolución y la innovación, así como para el desarrollo de cualquier economía y sociedad".

En cuanto a la revista Técnica Industrial, recordó que la publicación tiene 72 años de historia, y es fruto del trabajo de muchas personas, que han venido trabajando y apostando por el tejido industrial, la innovación y el desarrollo, y que tuvieron que enfrentarse a muchas dificultades, hasta llegar a la sociedad moderna, y logrando superar los retos



José Antonio Galdón Ruiz, presidente de la Fundación Técnica Industrial y del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), inaugura el acto.

que tenían por delante.

También se refirió a la evolución que ha experimentado la profesión en nuestro país, que está a punto de cumplir 175 años de existencia, cuando hacia 1850, España necesitaba profesionales que pusieran en marcha los procesos industriales que estaban emergiendo en esos momentos.

"La profesión ha evolucionado mucho y tiene que seguir haciéndolo", señaló.

También tuvo palabras de agradecimiento para las personas que durante todos estos años han hecho posible que tengamos innovación y prosperidad en la sociedad actual. "Este es el mayor ejemplo de lo que significa la sostenibilidad: crear un mundo mejor para las generaciones que nos siguen", destacó.

Por último, felicitó a Ángel Buendía Esparcia, colegiado de Albacete, autor de la letra del himno de la profesión, y a

la empresa ACTEGA Artística, ganadora del III Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad, ya que su proyecto es una muestra significativa de cómo tiene que ser la evolución y competitividad de las empresas.

A continuación, el gerente de la Fundación Técnica Industrial, Santiago Crivillé, dio paso a la conferencia "Inteligencia Artificial: conceptos y estado actual", a cargo de Rafael Monteagudo, secretario general del Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM), y jefe del Departamento de Eficiencia Energética de Fomento de Construcciones y Contratas.

Premios a los Mejores Artículos Técnicos

Tras esta interesante conferencia, y avanzando en la programación del acto, se procedió a la entrega de los "Premios a los Mejores Artículos Técnicos" de la revista Técnica Industrial, publicados en los números que van del 328 (marzo de 2021) al 336 (noviembre de 2023). Todos ellos, cerca de un total de 50 artículos, han sido valorados por el jurado calificador de los premios, y destacan por su calidad técnica, investigadora, y su contribución al avance del conocimiento en el ámbito industrial y de la innovación.

La directora de la revista Técnica Industrial, Mónica Ramírez, nombró los artículos ganadores de los premios correspondientes a las categorías en las que participan los Patronos de la Fundación, y que constan de varias modalidades en función de la temática que trate.

Modalidad B: Innovación Tecnológica

- Premio "PRINCIPADO DE ASTURIAS", dotado con 1.200€, otorgado por el Colegio Principado de Asturias.



Mónica Ramírez, directora de la revista Técnica Industrial, presenta los "Premios a los Mejores Artículos Técnicos".



Rafael Monteagudo, secretario general del Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM), y jefe del Departamento de Eficiencia Energética de Fomento de Construcciones y Contratas, presenta su conferencia sobre "Inteligencia Artificial".

Artículo ganador: "Sistema de transporte rápido personal compatible con infraestructura ferroviaria actual y evaluación de su potencial aplicación en el Metro de Madrid".

Autores: Rubén Oliva Domínguez, Miguel Fernández Muñoz, Ignacio Valiente Blanco y Efrén Díez-Jiménez.

- Premio "VALENCIA", dotado con 600€, otorgado por el Colegio de Valencia.

Artículo ganador: "Detección de la posición y tamaño de una grieta mediante impacto-eco y MCSD".

Autores: Rafael Medina Ferro, Patricia García Albaladejo, Fernando Barrio Parra, Bárbara Biosca Valiente, Jesús María Díaz Curiel y Lucía Arévalo Lomas.

Modalidad C: Ingeniería y Medio Ambiente

- Premio "CANARIAS", dotado con 1.200€, otorgado por el Colegio de Santa Cruz de Tenerife y el Colegio Las Palmas.

Artículo ganador: "Estudio de la corrosión en equipos de una EDAR para la planificación de medidas preventivas".

Autores: María Dolores Sánchez Blanco, Félix Cesáreo Gómez de León Higes, y Francisco Javier Navarro Sánchez.

Modalidad D: Empresa y Calidad

- Premio "MASTIA", dotado con 600€, otorgado por el Colegio de la Región de Murcia.

Artículo ganador: "Simulación numérica de la aplicación de corrientes de inducción al desmontaje eficiente de vías en placa ferroviarias".

Autores: Ane Onaíndia Rodríguez-Maribona, Olatz Oyarzábal de Celis, Aimar Orbe Mateo, Roque Borinaga Treviño, Javier Canales Abaitua, Ernesto García Vadillo.

Modalidad E: Divulgación Técnica

- Premio "ARAGÓN", dotado con 1.000€, otorgado por el Colegio de Aragón.

Artículo ganador: "Optimización topológica aplicada al diseño de componentes plásticos inyectados reforzados con fibra corta".

Autores: Juan Antonio Almazán Lázaro, Ángel López Liñán, José Ángel Moya Muriana, Carmelo Latorre Castilla.

Estos premios ya habían sido entregados a los ganadores por parte de los citados Colegios.

A continuación, se entregaron los premios a los artículos de la **Modalidad A: Mejores artículos técnicos**.

En esta modalidad participan los dos

mejores artículos de cada categoría. De entre todos ellos, se elige a los dos mejores artículos, y por ello este premio consta de dos apartados:

En primer lugar, el Premio "FUNDACIÓN TÉCNICA INDUSTRIAL", dotado con 750€ en metálico, más un vale por 250€ en servicios del COGITI, otorgado por la Fundación.

El artículo ganador fue "Simulación numérica de la aplicación de corrientes de inducción al desmontaje eficiente de vías en placa ferroviarias".

Recogió el premio una de sus autoras, Ane Onaindía, que fue entregado por el presidente del Consejo General y de la Fundación Técnica Industrial, José Antonio Galdón Ruiz. La autora del artículo agradeció a la Fundación y a la revista Técnica Industrial la concesión de este premio, y destacó la oportunidad que le brindaron para publicar su primer artículo, ya que "gracias a ello pude publicar mi primer artículo y para mí fue un paso muy importante para el comienzo de mi vida laboral". También quiso mencionar a sus profesores de la Escuela de Ingeniería Técnica de la Escuela de Bilbao, "que fueron partícipes en la realización del artículo, y les ha hecho mucha ilusión que nos hayan dado este premio. Les doy también las gracias, ya que me animaron y ayudaron a redactar el artículo. Cuatro años después puedo decir que trabajo en este sector y me dedico a la vía ferroviaria. Para mí es un auténtico honor recibir este premio y estar hoy aquí para recogerlo", señaló.

El segundo apartado de la Modalidad A: Mejores Artículos Técnicos es el correspondiente al Premio "Unión de Asociaciones", dotado con 600€, otorgado



José Antonio Galdón entrega el Premio de la Fundación Técnica Industrial, dentro de la Modalidad A: Mejores Artículos Técnicos.

por la Unión de Asociaciones de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE).

El artículo ganador se titula "Optimización topológica aplicada al diseño de componentes plásticos inyectados reforzados con fibra corta". Recogieron el premio tres de sus autores: Juan Antonio Almazán Lázaro, Ángel López Liñán y José Ángel Moya Muriana, que se dedican al sector del plástico, en Jaén, "en una industria relativamente grande, donde las simulaciones son nuestro día a día". El premio fue entregado por Ramón Grau Lanau, presidente de la UAITIE.

Precisamente, para conocer un poco más sobre la materia tratada en este artículo ganador, hubo una presentación acerca del contenido y las innovaciones de la tecnología que se exponían en el mismo.

Himno de la profesión

Una vez finalizada la entrega de premios a los "Mejores Artículos Técnicos", se dio paso a otra parte del acto, centrada en el reconocimiento a Ángel Buendía Esparcia, colegiado de Albacete, por su destacada contribución en la creación de la letra del Himno de la Profesión. El gerente de la Fundación, Santiago Crivillé, dio a conocer el proceso que se había llevado a cabo para la elección de dicha letra, entre las propuestas que se presentaron al concurso, por parte de los colegiados de la institución que quisieron participar.

Tras recibir un diploma de reconocimiento, entregado por José Antonio Galdón, el autor de la letra del "Himno de la profesión", Ángel Buendía, dirigió unas palabras al público asistente al evento. En primer lugar, quiso agradecer a la Fundación que hayan elegido su composición para la letra del himno. "Es



Ramón Grau, presidente de UAITIE, entrega el "Premio Unión de Asociaciones" a los autores ganadores, dentro de la Modalidad A: Mejores Artículos Técnicos.



Santiago Crivillé Andreu, gerente de la Fundación Técnica Industrial.

para mí un honor. Realizar el himno supone una responsabilidad muy grande, no queriendo caer, al mismo tiempo, en la vanidad. A los ingenieros nos gusta resolver problemas, y dar solución a una necesidad. Por ello, para mí fue un reto participar en el concurso”, expresó.

“Nuestra profesión es como la sal en las comidas. Pedir a alguien de ciencias que escriba un himno parece un antagonismo, pero al final, la ecuación es sencilla: un himno se mueve por emociones, por aquellas que aúnan a un grupo de personas que se mueven por intereses comunes, y las variables en este problema estaban ahí para resolverlas. A partir de ahí, como buen ingeniero técnico, todo fue tiempo, trabajo y metodología, pruebas y más pruebas, y la incertidumbre del resultado final. Como reto, ha estado bien, ya que creo que se ha conseguido el objetivo esperado: llegar a ser el himno de toda una profesión, y que éste la pueda representar”, añadió.

“Esto no es un trabajo de una sola persona. En la Antigüedad, una obra se sustentaba por tres columnas: la sabiduría o idea, la fuerza o empuje, y la belleza. En este proyecto, se están dando estos tres mismos principios. Por mi parte, he puesto la semilla, la base del himno, pero vosotros, compañeros y compañeras, habéis dado el visto bueno, habéis movido el engranaje y dado el empuje para que al final aparezca en juego el artista, que ha hecho que surja la tercera columna, que la obra tenga belleza. Hablo, por supuesto, del compositor y los músicos, que harán que esta obra, o por lo menos se intente, pueda perdurar en el futuro. Ahora habrá que ajustar la letra a la melodía, que quedará para la poste-

ridad”, concluyó.

Empresa ganadora: ACTIGA Artística

La última parte del acto fue la entrega del III Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad a la empresa ACTIGA Artística.

Como explicó el gerente de la Fundación Técnica Industrial, Santiago Crivillé Andreu, antes de la entrega del galardón, “el fundamento de este premio es apoyar y fomentar la innovación industrial, dando a conocer el esfuerzo empresarial, que representa la innovación técnica aplicada a las mejoras de los procesos industriales y a la sostenibilidad. El premio va dirigido a proyectos desarrollados y aplicados en España por grandes, pequeñas y medianas empresas. La finalidad del mismo es la promoción, incentivación y divulgación de este esfuerzo, muchas veces ignorado, y que no es suficientemente valorado”. El gerente de la Fundación leyó el acta del premio, en el que se indicaba que el jurado calificador eligió, el pasado 16 de octubre, a la empresa ACTIGA Artística, como la ganadora entre las seis que se presentaron a dicho premio.

El jurado calificador estuvo formado por José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI y de la Fundación Técnica Industrial; María Àngels Pèlach Serra, presidenta de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería de Àmbito Industrial; José Manuel Prieto Barrio, subdirector general de Calidad y Seguridad Industrial del Ministerio de Industria y Turismo, y José Miguel Guerrero, presidente de CONFEMETAL.

José Manuel Prieto y José Antonio Galdón entregaron el galardón del premio a Teresa Ramos Barbosa, directora

general (managing director), e Ismael Vázquez García, jefe de proyectos (project manager) de ACTIGA Artística, por su innovación denominada “Rotarflow”.

El jefe de proyectos realizó una presentación de dicho proyecto ganador, pero antes quiso hacer una mención especial a los miembros del equipo de ACTEGA Artística, ya que “un proyecto como este es la suma de las aportaciones de mucha gente. Estamos muy contentos con los resultados de este proyecto, y queremos dar las gracias a la Fundación Técnica Industrial por este reconocimiento”.

ACTEGA Artística es una empresa con más de cien años de historia, que en la actualidad centra su actividad en el diseño, fabricación, distribución y servicio postventa de compuestos sellantes base agua para envases metálicos, así como en el diseño, fabricación, distribución y servicio postventa del equipamiento de aplicación de sellantes.

El campo de aplicación de las tecnologías diseñadas por ACTEGA Artística incluye a los grandes grupos multinacionales fabricantes de latas de aluminio de bebidas. Esta empresa ha desarrollado una tecnología disruptiva que permite el diseño, desarrollo, implantación y digitalización del proceso de monitorización y ajuste automático del peso de compuesto sellante aplicado en tapas de envases metálicos (latas). La innovación incluye el tratamiento de la enorme cantidad de datos generados (Big Data) por el sistema para su análisis, pudiendo mostrar resultados estadísticos de una forma comprensible, así como habilitar la monitorización remota en tiempo real.



Ángel Buendía Esparcia recibe su diploma acreditativo en reconocimiento “por su destacada contribución en la creación de la letra del Himno de la Profesión”.



José Manuel Prieto, subdirector general de Calidad y Seguridad Industrial del Ministerio de Industria y Turismo, clausura el acto de la entrega de premios.

Clausura del evento

Por último, en el acto de clausura del evento, intervino José Manuel Prieto, subdirector general de Calidad y Seguridad Industrial del Ministerio de Industria y Turismo, que señaló que “entre todos tenemos que poner nuestro granito de arena para que los jóvenes apuesten por la ingeniería. Hay gente que vale mucho, jóvenes que están muy preparados y es para sentirnos realmente orgullosos. Impresiona ver el proyecto ganador del premio de la Fundación, y les doy la enhorabuena por esta iniciativa y por haberla llevado a la práctica”.

Prieto destacó también que “la industria tiene un gran reto por delante, ya que tiene que hacerse más sostenible y debe ser descarbonizada, pero en los aspectos medioambientales tenemos que ir más allá, ahora hablamos de una gran cantidad de material reciclado en los productos, una serie de medidas que no es sólo el ahorro energético. Todos tenemos que avanzar en esta materia, y además tenemos escenarios geopolíticos complicados”. Asimismo, mencionó la reciente aprobación del proyecto Ley de Industria y Autonomía Estratégica. “Tenemos que apostar por



Ismael Vázquez García, jefe de proyectos (project manager) de ACTEGA Artística, presenta el proyecto innovador “Rotarflow”.

las tecnologías en Europa”, subrayó, e hizo referencia a la situación que se vivió durante la pandemia del Covid-19, cuando se produjo el problema de déficit de las mascarillas y de respiradores. “Vivimos situaciones tremendas, cuando no había capacidad de producción de los materiales elementales para producir las mascarillas”.

“El tejido industrial y los profesionales son los que tienen todos los méritos, y os animo a ver el anteproyecto de Ley aprobado, ya que la industria es importante, y desde el ministerio siempre vamos a escuchar, y ayudaros a seguir haciendo, entre todos, industria”, concluyó su intervención. Más información en www.fundaciontindustrial.es.



José Manuel Prieto y José Antonio Galdón entregan el III Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad a la empresa ACTIGA Artística, representada por Teresa Ramos Barbosa, directora general (managing director), e Ismael Vázquez García, jefe de proyectos (project manager), por su innovación denominada “Rotarflow”.

IV Edición

Premio Fundación Técnica Industrial

***“Innovación
Tecnológica Empresarial
y Sostenibilidad”***

Convocatoria 2025



www.fundaciontindustrial.es

El ministro de Industria y Turismo recibe al presidente del COGITI y al decano del Colegio de Barcelona

El ministro de Industria y Turismo, Jordi Hereu, en el marco del Congreso Nacional de Industria celebrado el pasado 16 de enero, en Barcelona, recibió al presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), José Antonio Galdón Ruiz, y al miembro de la Junta Ejecutiva de dicho Consejo y decano del Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona, Miquel Darnés, para abordar algunas

cuestiones relativas al Proyecto de Ley de Industria y Autonomía Estratégica.

Galdón y Darnés trasladaron el apoyo del COGITI a esta necesaria iniciativa legislativa, al tiempo que presentaron una propuesta de consenso sobre la figura de la persona técnica titulada competente, que solucionaría muchos problemas actuales. Tras el encuentro, se seguirá trabajando sobre esta cuestión con el equipo del Ministerio de Industria y Turismo.



En el encuentro con el ministro de Industria y Turismo, Jordi Hereu, se trataron algunas cuestiones relativas al Proyecto de Ley de Industria y Autonomía Estratégica.

El presidente de COGITI participa en el LXXII Congreso de la AERRAITI



José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI, ofrece una ponencia a los alumnos de la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingeniería del Ámbito Industrial (AERRAITI).

José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI, participó el pasado 11 de marzo en el Congreso, organizado por la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingeniería del Ámbito Industrial (AERRAITI), que ha reunido durante 5 días, en el campus de Elche (Alicante) de la Universidad Miguel Hernández, a los delegados de estudiantes de universidades de todo el país.

Como es habitual, la AERRAITI invitó a participar en su Congreso al presidente de COGITI, José Antonio Galdón Ruiz, una cita a la que acude siempre que le es posible, para compartir estos momentos de encuentro e interacción con los estudiantes de

Ingeniería de la rama industrial, al que suelen acudir medio centenar de representantes de alumnos procedentes de escuelas universitarias de todo el país.

El presidente de COGITI participó en la mesa de apertura del LXXII Congreso, y posteriormente ofreció a los alumnos una ponencia sobre temas concernientes a la profesión de Ingeniero Técnico Industrial, que suscitan gran interés entre los estudiantes. En esta ocasión, se centró en el "Proyecto de Ley de Industria y Autonomía Estratégica", y en relación con ello, lo concerniente al "técnico competente".

Tras su ponencia, los alumnos pudieron preguntar y charlar con José Antonio Galdón acerca de los temas tratados en ella, y sobre otros asuntos que les preocupan como futuros ingenieros. Además, el presidente les recordó que siempre encontrarán en los colegios profesionales un aliado para su formación y desarrollo profesional, ya que además de las funciones propias de las organizaciones colegiales, encontrarán en ellas los servicios y las herramientas que ponen a disposición de los colegiados/as para facilitar su incorpora-

ción al mercado laboral o mejorar su situación actual, a través del portal ProEmpleoIngenieros del COGITI; su formación a lo largo de la vida, con el reciclaje continuo de los conocimientos que requiere un ingeniero, mediante el portal Ingenieros Formación, y el Sistema de Acreditación DPC Ingenieros, que acredita la formación y experiencia a lo largo de la vida profesional, entre otros.

La Delegación de Estudiantes de la Escuela Politécnica Superior (EPSE) de Elche, de la Universidad Miguel Hernández (UMH), fue la encargada de organizar el Congreso de la AERRAITI en esta ocasión. Además de las asambleas de estudiantes que se llevaron a cabo, se organizaron también charlas, como la que impartió la empresa PLD Space, impulsada por la UMH.

Este evento ha contado con el apoyo de la Escuela Politécnica Superior de Elche, del Vicerrectorado de Estudiantes y Coordinación, del Consejo Social y de la Delegación General. Además, colaboran la Fundación UMH, los ayuntamientos de Elche y de Alicante, PLD Space, COGITI, COITIA (Alicante), MILMOH y E-ZERO.

Jornada “Protección contra incendios en edificios: la seguridad como prioridad”, celebrada en el Congreso de los Diputados

La jornada se celebró el pasado 14 de febrero en la Comisión de Vivienda y Agenda Urbana de la Cámara Baja, donde los ponentes pidieron un “compromiso firme” para atender las demandas planteadas e impulsar la pertinente reforma legislativa.

El presidente de COGITI, José Antonio Galdón Ruiz, participó en una mesa redonda, moderada por la portavoz del Observatorio de Nuevos Riesgos de Incendio, Carola Zárate, que contó también con la participación de destacadas figuras en el ámbito de la seguridad contra incendios, como el director del Observatorio de Nuevos Riesgos de Incendio, Andrés Pedreira; o el presidente de la Fundación Fuego, Pablo Muñoz.

Andrés Pedreira Ferreiro compartió con los asistentes a la jornada, entre los que se encontraban diputados y senadores, un dato clave: los incendios en fachada de edificios se han multiplicado por siete en los últimos 30 años; lo que demuestra la «importancia» de incluir este asunto en la agenda política para «revisar la normativa y exigir materiales no combustibles» en construcción y rehabilitación.

En colaboración con otras 18 entidades de distintos sectores, desde aseguradoras hasta ingenierías o servicios de bomberos, el OBS ha elaborado un manifiesto que exige la «no combustibilidad» en componentes y sistemas completos de edificación.

La jornada comenzó con una “Mesa técnica”, formada por expertos de diversas entidades, como la Asociación Profesional de Técnicos de Bomberos (APTB), la Fundación Fuego y el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), que alertaron de que España está a la cola de Europa en la protección contra el fuego, permitiendo materiales combustibles en edificios de alto riesgo o de difícil evacuación.

El Observatorio de Nuevos Riesgos de Incendios (OBS) reclama una revisión urgente de la normativa contra incendios en España. Andrés Pedreira, director de OBS, advierte de que 200 personas fallecen al año



Ponentes de la “Mesa técnica” sobre la protección contra incendios en edificios, celebrada en el Congreso de los Diputados, entre los que se encontraba José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI (a la dcha. de la imagen).

en incendios residenciales, y destaca la necesidad de exigir materiales no combustibles en fachadas. Por su parte, COGITI, como entidad adherida al OBS, respalda esta iniciativa para reforzar la seguridad en un parque inmobiliario envejecido. La colaboración entre administraciones, ingenieros y expertos será clave para avanzar en la protección de los edificios.

En este sentido, José Antonio Galdón, presidente de COGITI, señaló, durante su intervención, que “este año cumplimos 175 años como profesión”, y precisamente su regulación obedece a que “nuestro deber es vigilar la seguridad industrial, la seguridad de las personas, y también en materia de incendios”. Asimismo, recordó que el artículo 51.1 de la Constitución Española establece que “los poderes públicos garantizarán la defensa de las personas consumidoras y usuarias, protegiendo, mediante procedimientos eficaces, la seguridad, la salud y los legítimos intereses económicos de los mismos”.

“Los poderes públicos tienen que implantar, por tanto, medidas eficaces para la seguridad y salud de los ciudadanos. Es una obligación y un derecho”. A ello hay que añadir el trabajo que desempeñan los profesionales que trabajan en el sector de la edificación, la eficiencia energética de los edificios, la seguridad en la protección contra incendios, etc., y es necesario conciliar todos y cada uno de los factores que entran en juego para que la vivienda sea habitable, eficiente, y segura, al mismo tiempo.

Galdón recordó, además, que casi el 30% de los accidentes que se producen en los inmuebles son de índole eléctrica, debido fundamentalmente a la falta de mantenimiento de los edificios y de las instalaciones eléctricas en viviendas, teniendo en cuenta que el parque edificatorio de España se sitúa en los 45 años de antigüedad, de media.

En su opinión, los Informes de Evaluación de Edificios (IEE) tendrían que poner el foco también las instalaciones contra incendios.

Reunión con el alcalde de Murcia para organizar actos conjuntos de la efeméride del 175 aniversario de la profesión en la celebración de los 1.200 años de historia de la ciudad

Este año es muy especial para la Ingeniería Técnica Industrial, al cumplirse el 175 aniversario de la profesión y los estudios reglados. Esta efeméride coincide en el tiempo con los actos que se están llevando a cabo en la ciudad de Murcia, y que se desarrollarán a lo largo de 2025, para conmemorar sus 12 siglos de historia.

El presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), José Antonio Galdón Ruiz, junto al decano y secretario del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de la Región de Murcia (COITIRM), Miguel Ángel Sola y José Ignacio Tomás Espín, respectivamente, han mantenido una reunión, el pasado 19 de febrero, con el alcalde de Murcia, José Ballesta, para trasladarle la importancia de la efeméride del 175 aniversario de la profesión, y avanzar los actos y celebraciones que está previsto llevar a cabo por ese motivo, a lo largo de este año.

José Antonio Galdón ha manifestado

su satisfacción por mantener un encuentro con el primer edil de la capital murciana, y poder encajar algunos de los actos que están organizando dentro de la celebración de los 1.200 años de historia de la ciudad. "Siempre es un placer, y este año #Murcia 1200 contará con muchas actividades que prepara el decano y todo el equipo de COITIRM, para recordar, agradecer e impulsar la innovación y el progreso en los 175 años de nuestra profesión", ha expresado. Por su parte, el alcalde de Murcia, José Ballesta, ha felicitado a los ingenieros técnicos industriales, por "su trabajo diario, que aporta bienestar y seguridad a los murcianos".

Entre los actos previstos, se rendirá homenaje a diversos murcianos ilustres que han generado algunos de los mayores hitos de la ingeniería en el mundo, como el ingeniero Juan de la Cierva (autogiro), Isaac Peral (inventor del submarino) o Emilio Pérez Piñero, creador de las estructuras espaciales desmontables y desplegadas.



Un momento de la reunión entre el alcalde de Murcia, José Ballesta, el presidente del COGITI, José Antonio Galdón, el decano del Colegio de la Región de Murcia, Miguel Ángel Sola, y el secretario, José Ignacio Tomás Espín.

Los foros sobre energías limpias con las que trabajan los ingenieros, como el hidrógeno verde, las energías renovables o la fotovoltaica, también tendrán espacio de análisis y proyección en los diversos eventos. La aportación de la IA a la ingeniería que resuelve los problemas de las personas marcará parte de los eventos y conferencias que tendrán lugar a lo largo del año.

El portal ProEmpleoIngenieros de COGITI participó en el III Foro de Empleo ESCET de la Universidad Rey Juan Carlos

El Aulario II del Campus de Móstoles (Madrid) de la URJC acogió el III Foro de Empleo, el pasado 6 de febrero, ya consolidado como un referente en la conexión entre estudiantes, empresas e instituciones, y que ha brindado a los futuros ingenieros la oportunidad de conocer de primera mano las múltiples salidas profesionales disponibles en el mercado laboral.

El foro ha estado dirigido principalmente a estudiantes de tercer y cuarto curso de los distintos grados de la Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología (ESCET), así como a alumnos de másteres

y egresados recientes. También ha contado con la participación de estudiantes de primeros cursos interesados en explorar opciones para su futuro profesional.

Por ello, en el marco del foro, César Sebastián Martín-Sanz, responsable de Recursos Humanos y de la Plataforma ProempleoIngenieros del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), ha impartido una conferencia a los alumnos de Ingeniería de la rama industrial de la URJC. En su ponencia, ha presentado los servicios y ventajas del Portal ProempleoIngenieros, una herramienta cla-

ve para la búsqueda de perfiles especializados en ingeniería, y ha proporcionado información sobre los perfiles más demandados en el sector y consejos prácticos para la inserción laboral.

Además del COGITI, el evento ha contado también con la participación del Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM), en su afán por reforzar su compromiso de estar presente año tras año en estos foros, promoviendo el desarrollo profesional de los futuros ingenieros y fomentando el networking entre estudiantes, profesionales y empresas.

Celebrados los I Foros de Colegios Profesionales de Canarias y Albacete

El pasado 23 de marzo se celebraba, en la sede del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Las Palmas, el **I Foro de Colegios Profesionales de Canarias**, como punto de encuentro que nace con voluntad de continuidad, en respuesta a los propios colegios profesionales, que demandan un espacio donde volcar propuestas, compartir y aportar experiencias.

El acto de inauguración estuvo a cargo de Nieves Lady Barreto Hernández, consejera de Presidencia, Administraciones Públicas, Justicia y Seguridad del Gobierno de Canarias, y Loreto Gómez Guedes, presidenta del Colegio Oficial de Farmacéuticos de Las Palmas. La consejera destacó la apuesta del Gobierno de Canarias por reforzar la relación con las organizaciones profesionales del archipiélago y su aportación a la sociedad.

Tras la inauguración, el foro comenzó con la ponencia del vicepresidente de Unión Profesional y presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), José Antonio Galdón Ruiz, en la que puso en valor y agradeció la organización de este I Foro, en el que participaron la práctica totalidad de los colegios profesionales de Canarias, y abordó "La importancia de los colegios profesionales", para la sociedad.

Para Galdón, "este Foro da buena muestra del enorme compromiso de los colegios profesionales con la sociedad, con una gran cantidad de iniciativas y actuaciones enmarcadas en la calidad,



Mesa redonda "Colegios profesionales y sociedad", en el I Foro de Colegios Profesionales de Albacete.

seguridad y garantía de los servicios profesionales. En definitiva, Administración y Colegios compartiendo fines y sumando esfuerzos, algo que debe estar siempre presente y en todos los ámbitos".

Durante su ponencia, el presidente de COGITI hizo un repaso por la historia los colegios profesionales, y habló sobre cómo les afecta la nueva legislación, además de referirse a la Directiva de Servicios y Mercado Interior.

Por otra parte, el pasado 6 de marzo, se celebró el **I Foro de Colegios Profesionales de Albacete**, que contó también con José Antonio Galdón, que asistió en calidad de vicepresidente de Unión Profesional.

Este espacio, con el lema "Yo también defiendiendo la colegiación", nace como un punto de encuentro entre profesionales, colegios profesionales, administraciones

y empresas. Durante la jornada, los asistentes han tenido oportunidad de reflexionar sobre el importante papel que juegan los colegios profesionales en la sociedad y su contribución al desarrollo social, económico y cultural.

Además de José Antonio Galdón, la inauguración contó con la intervención del alcalde de Albacete, Manuel Serrano, y de Javier González, representante de Instituciones y Colectivos de Globalcaja; mientras que la apertura del acto estuvo a cargo de Loli Ríos Defez, presidenta de la Asociación de Periodistas de Albacete, así como la presentación de los decanos y ponentes.

En el Foro participaron los 19 colegios profesionales de Albacete, que representan a cerca de 16.000 profesionales de ámbitos tan variados como la sanidad, el derecho, las ingenierías, la arquitectura o los servicios a empresas y ciudadanos.

En el acto de inauguración, José Antonio Galdón puso de manifiesto la destacada presencia de las corporaciones colegiales en la ciudadanía, mediante el acompañamiento a sus profesionales y el trabajo que desarrollan para que las profesiones respondan al papel que les ha sido encomendado.

Tras la inauguración, se celebró una mesa redonda en la que se debatió sobre la conexión de los colegios profesionales y la sociedad, abordando temas como la contribución de los colegios al bienestar social y la necesidad de fortalecer los vínculos con las universidades, las administraciones públicas y el sector empresarial. Más información www.cogiti.es.



José Antonio Galdón Ruiz, presidente de COGITI y vicepresidente de Unión Profesional, pronuncia su conferencia "La importancia de los colegios profesionales", en el I Foro de Colegios Profesionales de Canarias.

Daniel Santamargarita y David Molinero

Graduados en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial, ganadores del segundo premio al mejor artículo científico 2023 del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

“Nuestro proyecto se basa en el diseño y la puesta en marcha de un convertidor de potencia que permita realizar una conexión entre la catenaria ferroviaria y diferentes cargas o redes”

Mónica Ramírez

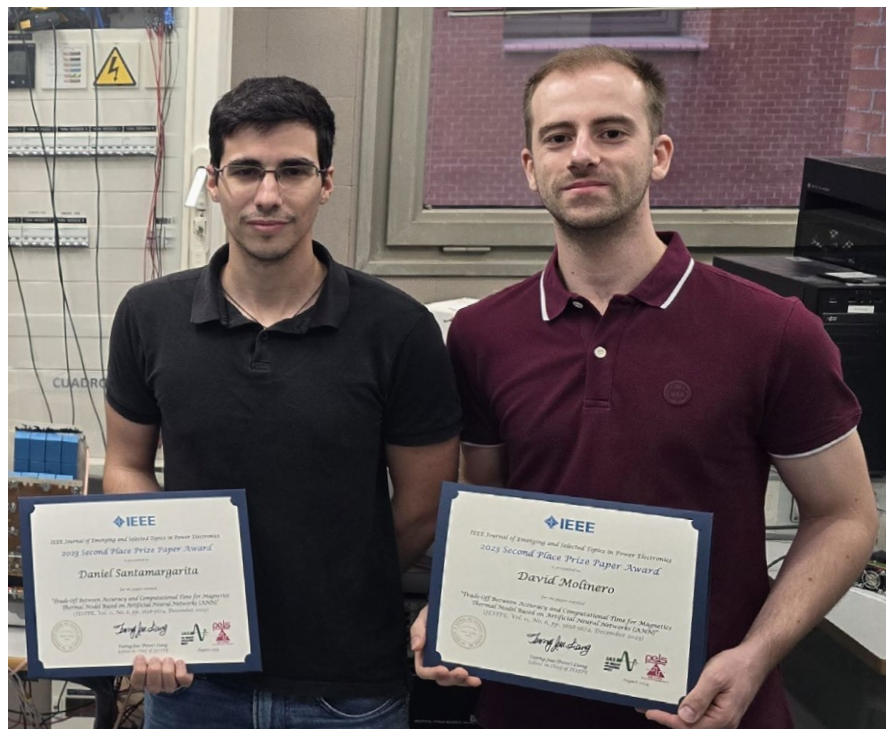
Daniel Santamargarita y David Molinero son investigadores del grupo de Ingeniería Electrónica Aplicada a los Sistemas de Energías Renovables (GEISER) de la Universidad de Alcalá, y han creado una inteligencia artificial que permite realizar el diseño de un transformador 30 veces más rápido.

Ambos son un ejemplo de que, con tenacidad y esfuerzo, se pueden alcanzar las metas propuestas. Daniel Santamargarita (Coria, Cáceres, 1995), colegiado de Guadalajara, ha completado su Doctorado en Ingeniería Electrónica, en 2023, en la Universidad de Alcalá. Su actividad investigadora se centra en la aplicación de técnicas de optimización avanzadas para el diseño de convertidores de potencia de media tensión y transformadores de media frecuencia, empleando simulaciones de elementos finitos y redes neuronales.

David Molinero (Alcalá de Henares, 1998), colegiado también de Guadalajara, prepara actualmente su Doctorado en la citada universidad. Su investigación se centra en el desarrollo y la optimización de un convertidor de media tensión basado en semiconductores SiC. Desde 2023, trabaja, además, como ingeniero de control de convertidores de potencia en Gamesa Electric.

La investigación que han llevado a cabo estos dos ingenieros, en materia de inteligencia artificial, les ha permitido ganar el segundo premio al mejor artículo científico de todo 2023 en una de las mejores revistas internacionales del sector, del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), con sede corporativa en Nueva York.

¿Cómo fueron los inicios de la investigación que habéis llevado a cabo?



Daniel Santamargarita y David Molinero posan con sus diplomas acreditativos del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

¿De dónde partió la idea?

Daniel Santamargarita (D.S). - La investigación surgió a partir de un proyecto cuyo objetivo principal era establecer una interconexión entre la catenaria ferroviaria de Media Tensión DC, la red AC y diversas cargas aisladas, con el fin de aprovechar la extensa capilaridad de la red ferroviaria en este país.

Actualmente, existen convertidores de potencia capaces de realizar esta conexión; sin embargo, requieren grandes espacios y costosas instalaciones. Esta investigación logró reducir significativamente el tamaño del convertidor, transformándolo en un sistema *plug and play*, lo que elimina la necesidad de instalaciones complejas y costosas, permitiendo así maximizar el aprovechamiento de

la red ferroviaria. Entre los usos más relevantes y beneficiosos de esta solución se encuentra la posibilidad de crear una red de puntos de recarga para vehículos eléctricos distribuida por todo el país.

Con el propósito de optimizar al máximo el convertidor de potencia, se identificó que el elemento más limitante era el transformador de media frecuencia, siendo la gestión térmica su principal desafío. Para abordar este problema, se observó que los modelos térmicos existentes eran demasiado precisos pero lentos, o bien poco precisos y más rápidos. Esto llevó a la necesidad de desarrollar un nuevo modelo, integrando redes neuronales artificiales y simulaciones por elementos finitos (FEM) para alcanzar un equilibrio entre precisión y

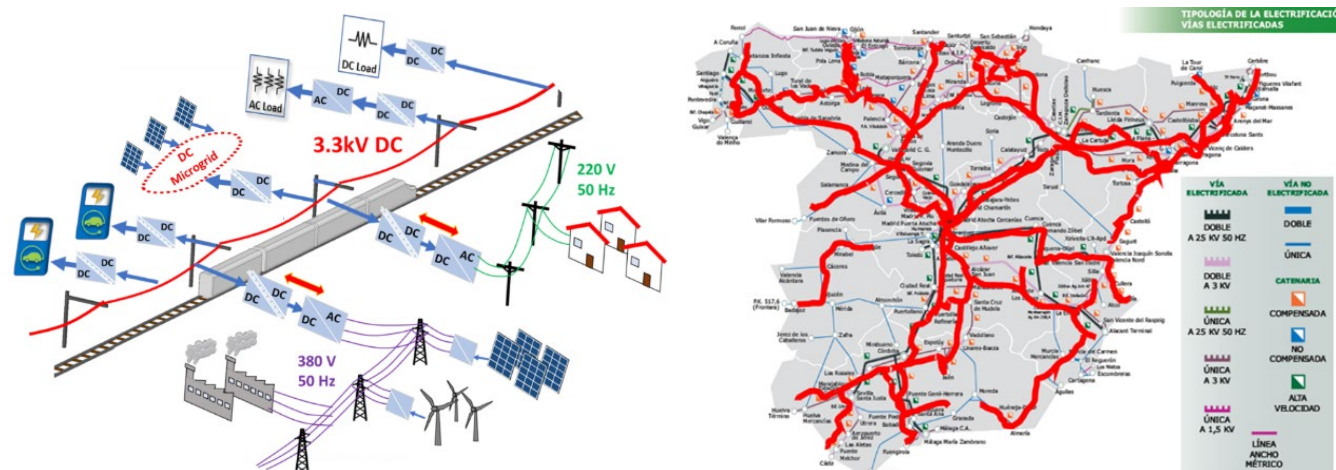


Figura 1 (a y b). a) Ejemplo de red ferroviaria dotada de convertidores de potencia para diferentes aplicaciones y b) Red ferroviaria española.

rapidez en la gestión térmica del sistema.

¿En qué consiste básicamente el proyecto desarrollado?

D.S.- El proyecto se basa en el diseño y la puesta en marcha de un convertidor de potencia que permita realizar una conexión entre la catenaria ferroviaria y diferentes cargas o redes.

El proyecto desarrollado se encuentra dentro de mi tesis doctoral, que abarca todos los aspectos del diseño del convertidor de potencia. No se limita únicamente al transformador de media frecuencia, sino que también incluye el diseño y la gestión térmica de los semiconductores, la selección de condensadores de filtrado, el diseño de las conexiones entre componentes para minimizar las inductancias parásitas, el control, y la optimización de los diferentes modos de operación. La complejidad del diseño y la cantidad de variables del mismo, al final, llevó a realizar una optimización por fuerza bruta; esta optimización requería estudiar 1,6 millo-

nes de posibles combinaciones, lo cual hace inviable el uso de cualquier modelo relativamente lento. Las simulaciones de elementos finitos empleadas para validar térmicamente el diseño requieren 5 minutos por cada una de ellas, lo que implicaría 15 años para generar el diseño final usando esta técnica.

Gracias al modelo creado, se ha podido reducir el tiempo de diseño mediante optimización por fuerza bruta a 1,6 días (asumiendo que se tiene que crear el modelo de 0 en cada nuevo diseño). Esta disminución del tiempo es debido a que las redes neuronales creadas son capaces de ejecutarse en el orden de los milisegundos, obteniendo resultados con un error inferior al 1%.

El documento que resume el trabajo realizado está disponible en línea para todo el mundo en la biblioteca de la UAH (<https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/56822>).

¿Cuáles son las principales innovaciones de dicha investigación y qué aportan de relevante con respecto a

otras utilidades similares?

David Molinero (D.M.) - En concreto el premio viene derivado de la creación de una red neuronal a partir de datos de simulaciones térmicas de elementos finitos. Como se comentó anteriormente, estas simulaciones son muy lentas pero muy precisas, y en muchos casos quedan relegadas al proceso de validación, una vez se tiene un diseño final.

Dada la complejidad del sistema al que nos enfrentábamos, nosotros necesitábamos utilizar estas simulaciones en el proceso de diseño, por lo que necesitábamos una herramienta mucho más rápida que las simulaciones FEM. Esta fue la motivación que nos llevó a recurrir a la inteligencia artificial, en concreto, a las redes neuronales. Las redes neuronales ya se han utilizado con anterioridad en el campo de la Electrónica de Potencia, ya sea para calcular pérdidas de componentes o para controlar el funcionamiento de equipos, pero hasta ahora no se había trabajado en un modelo térmico basado en redes neuronales tan detallado como el nuestro. Un modelo térmico basado en redes neuronales combina lo mejor del resto de modelos: la precisión de los modelos FEM y la velocidad de los modelos analíticos.

Esta tecnología innovadora tiene el potencial de transformar por completo el paradigma del diseño de transformadores de media frecuencia. ¿Cuándo se podría comenzar a implementar?

D.M.- Nosotros esperamos que pronto, por lo menos en el campo de la investigación. Adaptar esta tecnología a la industria es algo más difícil porque las empresas ya cuentan con procesos muy

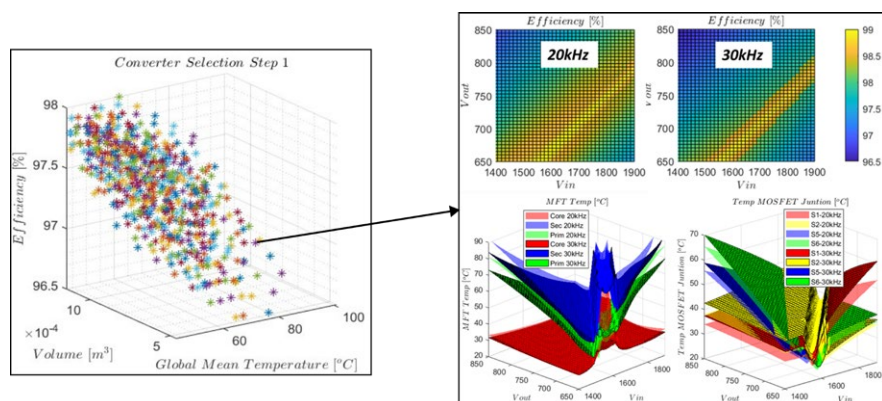


Figura 2. Mapa de todas las combinaciones posibles a la hora de diseñar un convertidor (diseños posibles de MFT y puntos de operación para cada uno de ellos).

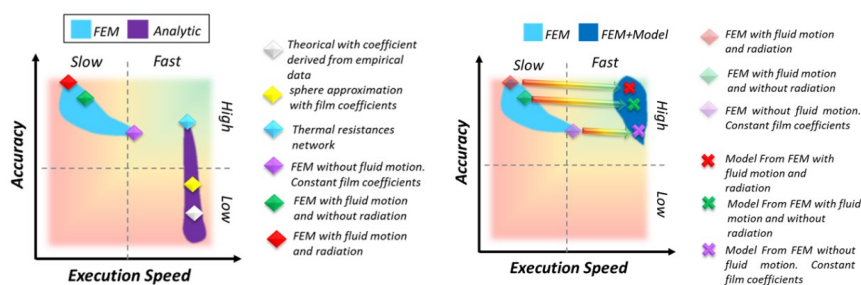


Figura 3. Comparación de precisión y velocidad de métodos para análisis térmico (métodos analíticos, simulación FEM, modelo de red neuronal a partir de simulaciones FEM).

definidos en las etapas de diseño, y suele costar actualizarse a nuevas herramientas, sobre todo por falta de tiempo. Aun así, en el campo de la Electrónica de Potencia todo avanza muy rápido y es obligatorio actualizarse a las últimas novedades tecnológicas, por lo que las empresas del sector privado también apuestan, cada vez más, por la Inteligencia Artificial. Por tanto, esperamos que nuestra investigación motive al sector a utilizar la IA y las redes neuronales como una herramienta más.

¿Cómo afectaría su implementación al sector?

D.S.- La metodología propuesta responde a la necesidad creciente de soluciones más compactas, eficientes y escalables en sectores como la movilidad eléctrica, la generación y almacenamiento de energía renovable, así como en la electrificación ferroviaria y sistemas híbridos de potencia.

Además, el diseño acelerado mediante el uso de redes neuronales térmicas ofrece a los ingenieros una herramienta poderosa que no solo reduce significativamente los tiempos de desarrollo, sino que también simplifica la toma de decisiones durante las etapas iniciales de diseño. Esto les permite explorar múltiples configuraciones en un tiempo récord, optimizando aspectos críticos como la gestión térmica, las pérdidas y la densidad de potencia, sin necesidad de realizar numerosas simula-

ciones lentas por elementos finitos (FEM).

¿Pensáis que generará nuevos empleos relacionados con la creación y el procesamiento de los datos necesarios para entrenar esta inteligencia artificial?

D.S.- Consideramos que la implementación de la metodología propuesta impulsará la generación de nuevos empleos en áreas clave relacionadas con el uso de inteligencia artificial, especialmente en el diseño térmico de sistemas de potencia, identificado como un aspecto crítico en estos proyectos. Esto provocará una creciente demanda de especialistas en simulaciones FEM para la creación y procesamiento de datos, ingenieros en machine learning para entrenar y optimizar redes neuronales, y profesionales capaces de integrar ambas herramientas y aplicarlas en el diseño. Asimismo, será necesario contar con técnicos que validen experimentalmente los modelos y expertos en infraestructura de datos que gestionen los recursos computacionales. En conjunto, esta tecnología promoverá el desarrollo de perfiles híbridos que combinen inteligencia artificial, diseño eléctrico y térmico, así como optimización, acelerando la transformación digital en el sector energético.

¿Hasta dónde pensáis que se puede llegar, en términos de investigación, con los avances de la inteligencia artificial

(IA)?

D.M.- Hay factores que invitan a ser muy optimistas. En 2024 hemos visto cosas que hace 5 años pensábamos que estaban muy lejos y serían cosa del futuro, como ChatGPT o las IA de generación de imágenes, video o audio. Estas son una muestra de la capacidad computacional que ya tiene la IA, por lo que en la investigación está suponiendo una herramienta nueva muy potente a la que todavía nos estamos adaptando, y estamos encontrando nuevas aplicaciones cada día. Sin embargo, todavía no es la utopía que muchos piensan que es. De momento, la IA no es capaz de sustituir al 100% el trabajo de una persona, y todavía queda un largo camino para ello. Hacen falta personas cualificadas que sean capaces de analizar de manera crítica el comportamiento y los resultados de la Inteligencia Artificial. De momento, nosotros la tratamos como una herramienta que nos facilita el trabajo y nos ahorra mucho tiempo.

Como investigadores, ¿tenéis otros proyectos en mente?

Sí, seguimos explorando posibles aplicaciones de la inteligencia artificial en el ámbito de la electrónica de potencia. En nuestras publicaciones más recientes, hemos presentado usos innovadores de las redes neuronales de visión artificial, como la generación de imágenes térmicas a partir de mapas de pérdidas (<https://ieeexplore.ieee.org/document/10696942>), y la estimación de parámetros que no pueden ser medidos directamente. Por ejemplo, hemos desarrollado métodos que permiten determinar la temperatura máxima en el interior de un componente inaccesible para un sensor térmico, a partir de mediciones simples con sensores de bajo coste (<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10230880>).

Además, estas redes neuronales no se limitan únicamente a los modelos térmicos; actualmente las estamos utilizando para optimizar el comportamiento de los convertidores. Esto incluye la generación de nuevas estrategias de modulación que, debido a su alta complejidad, son imposibles de desarrollar mediante modelos matemáticos tradicionales. Estas aplicaciones destacan el potencial de la inteligencia artificial para superar los límites de las metodologías convencionales en el diseño y operación de sistemas de potencia (<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10509195>).

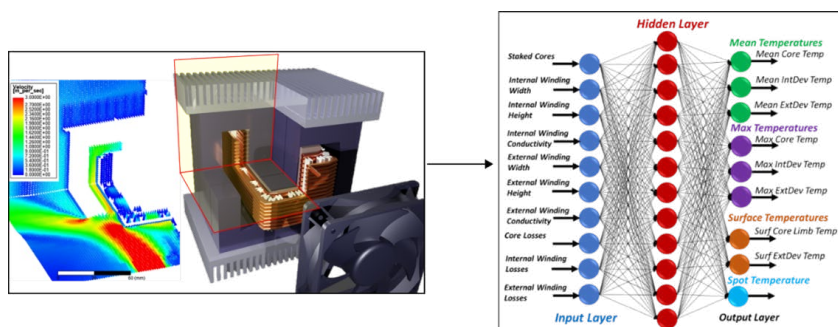


Figura 4. Arquitectura de la red neuronal entrenada a partir de simulaciones FEM.

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

Convocatoria nº 40

60
ECTS

100%
on line

Titulación
oficial por
**Universidad
Francisco
de Vitoria**

Institución
colaboradora:
**Aranzadi
LA LEY**



Convocatoria: 29 de mayo 2025 a marzo 2026



Modalidad: 100% on line (Aula virtual UFV)



Duración: 9 meses (60 ECTS)



Prácticas en empresa: 200 horas



Programa bonificable por Fundae



Beca del 36,60% con estudios previos en PRL

Reconocimiento de prácticas por experiencia laboral



Titulación oficial (BOE nº 47 de 24 de febrero de 2011)

**¿Qué pasaría si la *SEGURIDAD*
fuera tan importante como
cumplir con la *LEY*?**

Este Máster oficial te brinda la formación que necesitas para poder trabajar como **TÉCNICO SUPERIOR EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES** ya sea en un servicio de prevención ajeno, como trabajador designado en una pequeña empresa o como técnico del servicio de prevención propio de grandes empresas y organizaciones.

Este Máster incluye en su plan de estudios la totalidad de los contenidos regulados por la normativa aplicable y te capacita para el desempeño de las funciones de nivel superior en las 3 disciplinas técnicas preventivas:

- Seguridad en el trabajo
- Higiene industrial
- Ergonomía y psicología aplicada

85%
aprobados

Próxima convocatoria:

- › **Cierre de las inscripciones con descuentos:**
Hasta el 31 de abril de 2025
- › **Cierre de las inscripciones:**
Hasta el 10 de mayo de 2025



Director del Máster
Eduardo Simal

Licenciado en Ciencias Químicas. Técnico Superior en PRL en SPI Ibermutuamur, en la actualidad CUALTIS, S.L.U. Experiencia en proyectos de consultoría en prevención de riesgos laborales y como formador en materia de prevención tanto presencial como a distancia y on line.

MÁS INFORMACIÓN:

alicia.calderon@aranzadilaley.es | 669 814 158

**Una formación que se
quedará contigo**



ACTEGA Artística, empresa ganadora del III Premio a la Innovación Tecnológica, Empresarial y Sostenibilidad de la Fundación Técnica Industrial

Revolucionando el proceso de aplicación de sellantes con el sistema ROTARflow de ACTEGA Artística

ACTEGA Artística

En la industria del envase metálico, la precisión y la eficiencia son factores críticos para garantizar la calidad y la sostenibilidad de los productos. ACTEGA Artística, una empresa líder en la fabricación de sellantes, así como en soluciones innovadoras para su aplicación, ha desarrollado el sistema ROTARflow redefiniendo los estándares en la aplicación de sellantes para tapas de latas.

El sistema ROTARflow combina tecnología digital avanzada con una filosofía centrada en la mejora continua de procesos. Diseñado para abordar los desafíos tradicionales en el revestimiento de tapas, este sistema automatiza y optimiza la aplicación de sellantes, eliminando la necesidad de ajustes manuales y reduciendo significativamente las variaciones en la calidad del producto.

Acerca de ACTEGA Artística

La empresa fue fundada en 1906 en Vigo, para dar servicio a las necesidades de la industria conservera del momento (productos químicos y sellantes, entre otros) y es miembro de la alemana ALTA-NA AG desde 1998. Con una trayectoria de excelencia y un compromiso inquebrantable con la innovación, ACTEGA se dedica al desarrollo de recubrimientos, sellantes, tintas y adhesivos de alta calidad para diversas industrias, con un enfoque particular en el sector del envase metálico.

Con presencia global y plantas de producción en Europa, América y Asia, ACTEGA está en una posición privilegiada para atender las necesidades de sus clientes en cualquier parte del mundo. La empresa trabaja en estrecha colaboración con fabricantes de envases, asegurando que sus productos cumplan con las demandas específicas de cada mer-

cado, desde alimentos y bebidas hasta productos farmacéuticos y cosméticos. Esta cercanía con el cliente permite a ACTEGA anticiparse a las tendencias de la industria y desarrollar soluciones que marquen la diferencia.

ACTEGA Artística posee una amplia experiencia en la industria del envase metálico para alimentos, bebidas y envases metálicos para uso general. Además de ser un proveedor líder de sellantes base agua para mercados altamente regulados, también proporciona soluciones técnicas innovadoras que abarcan desde sistemas de alimentación hechos a medida, hasta equipos auxiliares y piezas de repuesto. Su misión es proporcionar soluciones tecnológicas que no solo cumplan con los estándares más exigentes, sino que también impulsen la sostenibilidad y la eficiencia en toda la cadena de valor.

Cómo funciona ROTARflow

El sistema ROTARflow utiliza caudalímetros de alta precisión y algoritmos inteligentes para monitorear en tiempo real la cantidad de sellante aplicada en cada tapa destinada al cierre del envase metálico. En caso de detectar desviaciones del peso nominal establecido, ajusta automáticamente los parámetros de aplicación para garantizar que cada pieza reciba la cantidad exacta de material necesaria. Esto no solo asegura la uniformidad del producto final y minimiza el desperdicio de materiales, sino que también previene problemas como fugas, contaminación y fallos en el sellado del envase, que podrían comprometer la seguridad del producto final.

Otra de las características destacadas del sistema ROTARflow es su capacidad para integrar servicios digitales. Esto permite supervisar los pesos del sellante y los parámetros de aplicación



ACTEGA Artística S.A.U.

desde cualquier dispositivo conectado a internet, ofreciendo trazabilidad completa y datos en tiempo real. Con esta información a su disposición, las empresas pueden tomar decisiones más informadas y responder rápidamente a cualquier incidencia en la línea de producción.

Beneficios clave de ROTARflow

1. Mejora en la eficiencia operativa. Al automatizar el proceso de aplicación de sellantes, ROTARflow reduce la necesidad de intervención manual, ahorrando tiempo y recursos.
2. Calidad consistente. El monitoreo continuo y los ajustes automáticos aseguran que cada tapa cumpla con los estándares de calidad más exigentes.



Unidad de medida de un ROTARflow.

- 3.Reducción de desperdicios. La aplicación precisa minimizar el uso excesivo de sellantes, contribuyendo a la sostenibilidad y reduciendo los costos de material.
- 4.Acceso a datos en tiempo real. Los servicios digitales integrados facilitan la toma de decisiones basadas en datos, mejorando la gestión de la producción.
- 5.Trazabilidad completa. La capacidad de rastrear cada paso del proceso asegura transparencia y facilita el cumplimiento de normativas.

Impulsando la sostenibilidad y la innovación

La introducción de ROTARflow no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también refuerza el compromiso de ACTEGA Artística con la sostenibilidad. Al optimizar el uso de materiales y reducir los desperdicios, este sistema ayuda a las empresas a alcanzar sus objetivos de sostenibilidad sin comprometer la calidad.

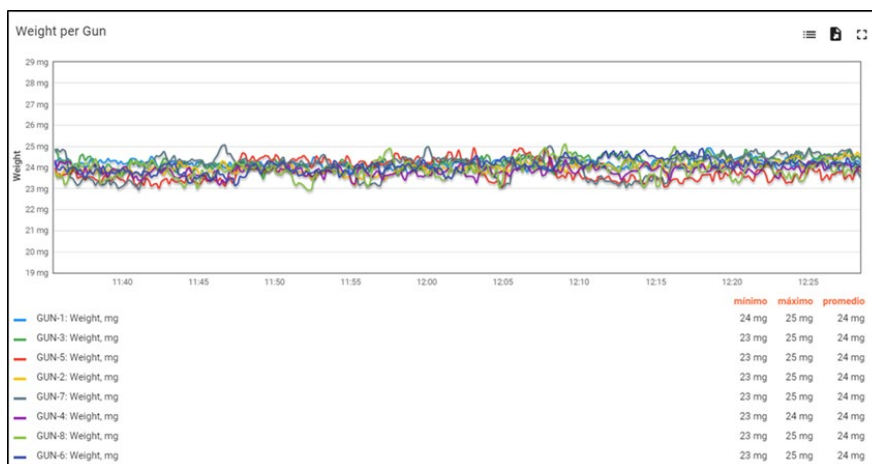
En un mercado cada vez más competitivo, contar con tecnologías innovadoras como ROTARflow puede marcar la diferencia. Este sistema no solo aborda las necesidades actuales de la industria, sino que también establece un nuevo estándar para el futuro del envasado metálico.

Automatización y digitalización del engomado con ROTARflow

El peso del sellante es el parámetro básico de control de calidad del sellante aplicado. La industria de la fabricación de tapas está aumentando la capacidad de producción gracias a las engomadoras multicabezales de hasta 10 inyectores cada vez más rápidas, por encima de 2.600 tapas por minuto por engomadora. Sin embargo, los procedimientos de control y ajuste de pesos siguen siendo altamente manuales, dependiendo en gran medida de la pericia del operario.

Los procesos de control y ajuste de pesos son minuciosos y requieren paradas de línea que limitan la frecuencia de verificación a un mínimo necesario. En muchos casos, estas comprobaciones solo se realizan una vez cada cuatro horas, lo que puede derivar en grandes desviaciones antes de ser corregidas.

ROTARflow monitoriza y recoge continuamente datos de los pesos del sellante aplicado, junto con los parámetros de engomado necesarios para obtenerlos. Basándose en estos datos, toma decisio-



ROTARflow monitoriza y recoge continuamente datos de los pesos del sellante aplicado, junto con los parámetros de engomado necesarios para obtenerlos.

nes automáticas y, si es necesario, ajusta en tiempo real la presión del sellante y la altura de las agujas de los inyectores individuales.

Si el sistema detecta que, dentro del rango de ajuste establecido, no es posible engomar dentro de las especificaciones, puede detener la producción y generar una alerta para revisión manual.

Los datos de producción y ajustes en tiempo real, así como los históricos, pueden consultarse en línea, permitiendo la generación automática de informes y facilitando la auditoría del proceso.

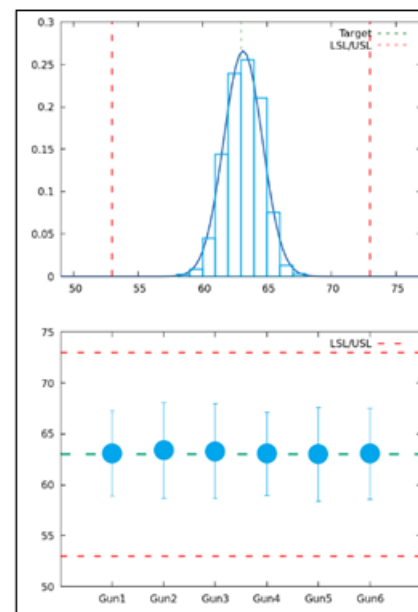
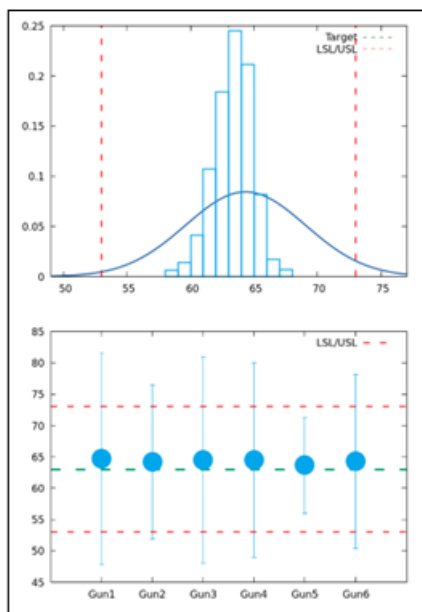
Maximizar la capacidad de proceso y reducir costes

Con su sistema de medición continua y ajuste automático, ROTARflow consigue

una estabilidad de pesos con una variabilidad mínima. Esto se traduce en un ahorro significativo de sellante, ya que permite trabajar con márgenes más ajustados dentro de las especificaciones.

Por ejemplo, en lugar de aplicar 24 ± 5 mg, el sistema permite operar con 21 ± 2 mg, lo que representa una reducción de consumo superior al 10%. Además, la reducción de tapas fuera de especificación disminuye el desperdicio y los costes de producción, aumentando la eficiencia global de la línea de producción.

Gracias a su tecnología avanzada y enfoque en la mejora continua, ROTARflow está posicionando a ACTEGA como un referente en la digitalización y automatización de la industria del envasado metálico.



Ejemplo del proceso sin (a la izquierda) y con (a la derecha) el sistema ROTARflow

María del Carmen Guardiola Cano

Campus Manager en L'Oréal

“Es importante mostrar la relevancia de la ingeniería y su impacto positivo en la sociedad”

Mónica Ramírez

María del Carmen Guardiola es Ingeniera Técnica Industrial y confiesa que le apasiona el trabajo en equipo, la gestión de proyectos y la oportunidad de contribuir al bienestar en el ámbito profesional, “con un enfoque innovador y personal”. Su objetivo es crear entornos laborales que prioricen el bienestar de los empleados, ofreciendo servicios de excelencia e impulsando la innovación. En la actualidad es directora de la sede social de L'Oréal, en París, donde reside desde hace algo más de dos décadas.

Nuestra ingeniera destacada 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 (UAIIE), y que incluye la exposición itinerante “Mujeres ingenieras de éxito”, que recorre los distintos Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España.

Con relación a su formación académica, es Ingeniera Técnica Industrial, especialidad en Mecánica, por la Universidad de Burgos, ¿qué le motivó a realizar estos estudios?

Desde pequeña me gustaron mucho las matemáticas y la física, y eso fue, en primer lugar, la razón que me orientó hacia una carrera técnica. Lo que más me gusta de la ingeniería es que nunca te cansas de aprender y, además, requiere capacidad para analizar situaciones complejas, encontrar soluciones lógicas, creativas e innovadoras, y esto me encanta.

Tras cursar sus estudios de Ingeniería, dio comienzo su carrera profesional en L'Oréal, concretamente en su



María del Carmen Guardiola Cano

planta industrial de Burgos. ¿Cómo fueron sus inicios en dicha empresa?

Aún recuerdo con cariño mis primeros días en L'Oréal. La verdad es que, desde el primer momento, me sentí como en casa con el equipo de producción. Encontrar un ambiente tan humano, sobre todo al empezar en un mundo nuevo como el laboral, es una suerte; eso te da una seguridad y un apoyo que no tiene precio.

¿Cómo ha sido, desde entonces, su trayectoria profesional en los diferentes puestos operacionales que ha ocupado?

Mis primeros años en la empresa fueron un periodo de intenso aprendizaje sobre la industria, especialmente en el área de producción. Ocupé diversos puestos en los departamentos de logística, planificación, fabricación e ingeniería, lo que me permitió adquirir una visión integral del proceso productivo antes de asumir roles de mayor responsabilidad.

En 2003 se instala en París, donde comienza una nueva etapa profesio-

nal, trabajando como responsable de proyectos en el departamento de Ingeniería. ¿Qué supuso para usted cambiar de país e iniciar esta nueva etapa de su vida?

Mudarme a París representó un punto de inflexión en mi vida. Mirando hacia atrás, veo con claridad el profundo impacto que tuvo en mí, tanto en lo personal como en lo profesional. Sumergirme en una cultura diferente me obligó a cuestionar mis ideas preconcebidas, a romper con estereotipos, y a ampliar mi visión del mundo y de mí misma. Enfrentar los retos del día a día en un lugar nuevo me hizo más independiente, adaptable y resiliente. Conocer gente de diferentes culturas me enseñó a ser más tolerante, empática y a comprender otras perspectivas. Descubrir nuevas ideas, costumbres y formas de pensar despertó mi creatividad y me inspiró a innovar. Aunque al principio la adaptación y el idioma fueron difíciles, las recompensas de esta experiencia superan con creces cualquier obstáculo.

Después de todas estas experiencias, ¿cómo llegó al puesto que desempeña en la actualidad? ¿Cuáles son sus principales funciones?

Como mencioné previamente, inicié mi trayectoria en el sector industrial, desempeñando diversas funciones en el área de producción. Tras varios años en esta área, decidí orientarme hacia la gestión y dirección de proyectos, comenzando en el departamento de ingeniería y, posteriormente, especializándome en proyectos de transformación, “new ways of working” y construcción de sedes administrativas. Desde 2023, soy directora de la sede social de L'Oréal en Francia. En mi cargo actual, junto con mi comité de dirección, tenemos la responsabilidad de la seguridad, la higiene y la creación de un entorno laboral agradable, innovador y moderno, con un nivel de servicio excelente. Priorizamos la

sostenibilidad, la ética y la inclusión, basándonos en nuestros valores humanos, la calidad y el profesionalismo de nuestros equipos, y un firme compromiso con la excelencia en la atención a cada uno de nuestros empleados.

¿Qué es lo que más le gusta de su trabajo?

Me apasiona el trabajo en equipo, la gestión de proyectos y la oportunidad de contribuir al bienestar en el trabajo con un enfoque innovador y personal. Mi objetivo es crear entornos laborales que prioricen el bienestar de los empleados, ofreciendo servicios de excelencia e impulsando la innovación. Busco fomentar una cultura de colaboración y un ambiente positivo, donde cada individuo puede desarrollar su máximo potencial. La eficiencia y la optimización de procesos son fundamentales, pero siempre con un enfoque centrado en las personas y en su desarrollo integral.

¿Cuáles son los retos y dificultades con los que se encuentra en el desempeño de su trabajo?

La irrupción del teletrabajo y los modelos híbridos tras la pandemia exige un cambio cultural que priorice la adaptabilidad, la comunicación y el bienestar en un entorno laboral en constante transformación. Si bien el teletrabajo ofrece flexibilidad, un exceso puede debilitar la cultura empresarial, dificultando la conexión entre empleados y la transmisión de valores, impactando la comunicación, la colaboración y la innovación.

Para maximizar los beneficios del teletrabajo y mitigar sus riesgos, es clave un enfoque equilibrado que combine la flexibilidad con las ventajas de la presencialidad. Esto requiere un liderazgo que fomente la confianza y la comunicación a distancia mediante herramientas y metodologías ágiles. Asimismo, la flexibilidad laboral, con horarios adaptables y opciones de teletrabajo, se convierte en esencial para la conciliación, necesitando políticas claras y herramientas de gestión del tiempo.

En definitiva, el futuro del trabajo exige un equilibrio entre la flexibilidad del teletrabajo y la conexión que ofrece la presencialidad, construyendo una cultura adaptable, comunicativa y centrada en el bienestar.

¿Qué valor añadido considera que pueden aportar los ingenieros de la

rama industrial en este ámbito profesional?

Los ingenieros técnicos industriales aportan una combinación única de habilidades técnicas, analíticas y de gestión que les permite optimizar procesos, liderar proyectos, implementar nuevas tecnologías y contribuir a la innovación y la sostenibilidad en una amplia gama de sectores. Su enfoque holístico y su capacidad para resolver problemas complejos los convierten en profesionales valiosos para cualquier organización.

A pesar de la considerable demanda de ingenieros por parte de las empresas (el índice de desempleo en esta profesión es prácticamente nulo), se aprecia una falta de vocaciones por estos estudios, de forma generalizada, ¿a qué piensa que es debido?

Es muy importante comunicar e informar a todos los jóvenes sobre las diferentes ramas de la ingeniería y las oportunidades profesionales que ofrecen. Aunque la demanda es alta, algunos estudiantes pueden tener una idea limitada de las salidas profesionales que ofrece la ingeniería. Es importante informarles sobre la diversidad de opciones y las oportunidades de desarrollo profesional.

Además de esto, siguen persistiendo estereotipos que asocian la ingeniería con una profesión masculina, lo que puede desanimar a las mujeres a optar por esta carrera. De la misma forma, la falta de visibilidad de ingenieros e ingenieras en los medios de comunicación y en la sociedad, en general, puede contribuir a la falta de interés. Es importante mostrar la relevancia de la ingeniería y su impacto positivo en la sociedad.

¿Qué les diría a los jóvenes estudiantes de educación secundaria que estén dudando si estudiar una ingeniería, y especialmente a las alumnas?

Sé que la ingeniería puede parecer difícil, con mucha matemática y física. Pero va mucho más allá de las fórmulas: se trata de creatividad, diseño e innovación para crear soluciones que mejoren la vida de todos. Desarrollarás un pensamiento crítico y analítico clave para resolver problemas, y aprenderás a trabajar en equipo, comunicarte con eficacia y liderar proyectos. Superar los retos de esta carrera te dará una confianza enorme para lograr tus metas.

Además, piensa en el impacto que puedes tener: podrás contribuir a un futuro

“Los ingenieros técnicos industriales aportan una combinación única de habilidades técnicas, analíticas y de gestión que les permite optimizar procesos, liderar proyectos, implementar nuevas tecnologías y contribuir a la innovación y la sostenibilidad en una amplia gama de sectores”

ro sostenible, desarrollando tecnologías que respondan a los desafíos del mundo, como el cambio climático. Y si eres mujer, ¡la ingeniería te espera con los brazos abiertos! Hay mucha demanda, buenos salarios y la oportunidad de romper barreras, inspirando a otras a seguir tus pasos. Es un campo que no para de crecer, así que nunca dejarás de aprender y tendrás muchísimas oportunidades para especializarte, liderar y asumir nuevos retos.

Desde 2012 compagina su labor en la empresa con su participación en la formación de gestión de recursos humanos, en la universidad de la Sorbona-Paris, concretamente en el máster de coaching en la empresa. ¿Qué puede contarnos sobre ello?

Convencida de que, ante los cambios estratégicos que viven las empresas, los enfoques puramente técnicos se quedan cortos, y que la línea entre lo profesional y lo personal es cada vez más difusa, decidí ampliar mis horizontes formándome en la gestión de recursos humanos. Las empresas, ante nuevos desafíos, necesitan algo más que eficiencia técnica. La creciente complejidad del mercado, la globalización y las nuevas tecnologías demandan integrar la dimensión humana. Competencias interpersonales, inteligencia emocional, gestión del talento y capacidad de construir equipos resilientes: estos son los factores clave para el éxito, y la colaboración y la cooperación, la base para alcanzarlos.

Mi formación en ingeniería me da una base sólida en análisis y pensamiento

estratégico. Sin embargo, sentía que me faltaba comprender profundamente a las personas, sus motivaciones y su potencial. Además, entendí la importancia de la confianza en uno mismo para liderar equipos y tomar decisiones con seguridad. Formarme en recursos humanos fue una evolución, una apuesta por una visión más completa del mundo empresarial, donde colaborar y cooperar son esenciales para lograr objetivos comunes. Busqué complementar mis habilidades analíticas con la capacidad de conectar con las personas, comprender sus necesidades y crear entornos que fomenten su desarrollo. En definitiva, quería ser una profesional más versátil, preparada para los retos del futuro, capaz de liderar desde una perspecti-

va humana, entendiendo el poder de la cooperación... y esto es lo que transmito a los estudiantes del Máster que yo acompaño.

Actualmente reside en París. ¿Se plantea regresar a España en un futuro próximo y continuar aquí su trayectoria profesional?

Después de más de dos décadas residiendo en París, no he sentido la necesidad de regresar a España. Mi trabajo aquí es plenamente satisfactorio, y tanto mi marido como mis dos hijos están encantados con la vida parisina. Mi marido es de nacionalidad alemana, y Francia, de hecho, representa un punto intermedio ideal entre Alemania y España en términos de ubicación geográfica y de cierta mezcla cultural.

¿Cuáles son sus próximos proyectos?

Llevo poco más de un año en mi nuevo puesto, y tenemos numerosos proyectos en marcha. Nos centramos en la renovación de los espacios de trabajo para crear entornos modernos, digitales y que promuevan la colaboración. Asimismo, damos gran importancia a la imagen de marca para fortalecer la cultura corporativa y el sentido de pertenencia.

Trabajamos en el desarrollo de nuevos servicios para nuestros empleados, incluyendo la mejora de la restauración interna, con el objetivo de que nuestra sede refleje la esencia de "la maison L'Oréal". Entre nuestros proyectos futuros, se encuentran la optimización de la seguridad, la digitalización de procesos y la implementación de tecnologías de edificio inteligente.

El XXV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica se celebrará en junio

El XXV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, que se realiza bienalmente y está promovido por la Asociación Española de Ingeniería Mecánica (AEIM), se celebrará del 10 al 13 de junio de 2025, en Santander. En su XXV edición, la conferencia está organizada por los grupos vinculados a la Ingeniería Mecánica de la Universidad de Cantabria (UC), y tendrá lugar en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación de la citada universidad.

El XXV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica es el principal lu-

gar de encuentro para el intercambio de conocimiento científico y técnico, experiencias profesionales, proyectos competitivos y principales avances en el campo de la Ingeniería Mecánica en España. El principal objetivo es ofrecer, por tanto, un foro para la presentación y discusión de los últimos desarrollos científicos y tecnológicos en esta materia, y de modo específico en las siguientes áreas temáticas: biomecánica, cinemática computacional, dinámica de sistemas multicuerpo, educación en ingeniería mecánica, fiabilidad y mantenimiento, historias de las máquinas y los me-

canismos, ingeniería de fabricación y metrología, o ingeniería ferroviaria, entre muchas otras.

Todos los resúmenes y trabajos que se reciban serán revisados por el Comité Científico del Congreso. Los que sean finalmente aceptados deberán ser presentados en el Congreso por uno de los autores, bien como presentación oral, o bien como póster, y serán publicados en las actas del Congreso, en la revista "Anales de Ingeniería Mecánica", que edita la Asociación Española de Ingeniería Mecánica.

Para más información: <https://cnim25.unican.es/>

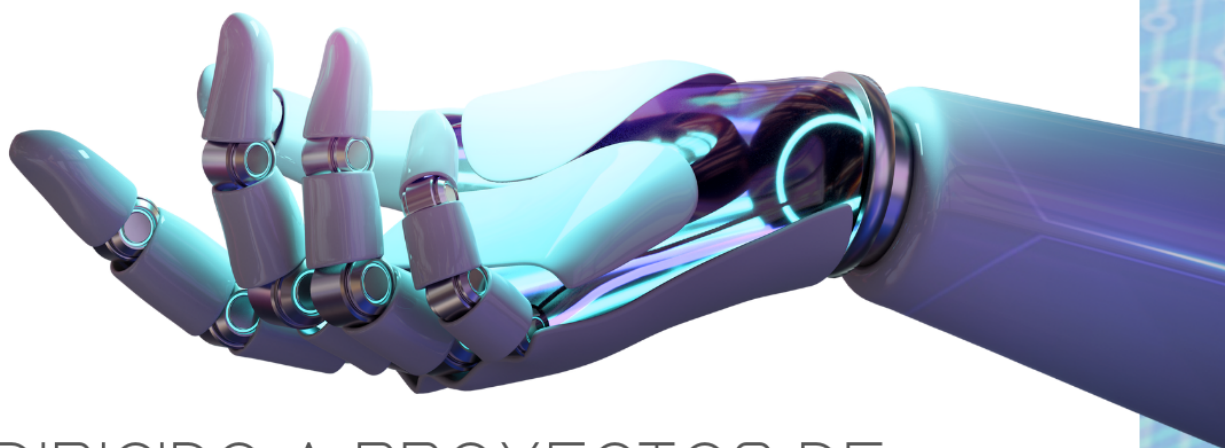


CONVOCATORIA 2025

PREMIO GALICIA



CONSELLO GALEGO DE
ENXEÑEIROS TÉCNICOS INDUSTRIAIS



DIRIGIDO A PROYECTOS DE
APLICACIÓN INDUSTRIAL DE LA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

PREMIO: 1.800€

FECHA LIMITE: 30/09/25





BARCELONA

>> Advanced Factories 2025: la cita imprescindible del sector industrial español llega del 8 al 10 de abril a Barcelona

Más de 37.000 profesionales se darán cita en Fira de Barcelona para descubrir las últimas tecnologías en automatización, robótica, inteligencia artificial y 'greentech', presentadas por más de 680 firmas expositoras.

El Industry 4.0 Congress reunirá a más de 430 expertos que analizarán el futuro de la industria y compartirán sus experiencias en la implementación de procesos de automatización y tecnologías 4.0.

Advanced Factories, el evento líder en automatización industrial, robótica, inteligencia artificial y tecnologías 4.0 del sur de Europa, regresa con su novena edición, que tendrá lugar del 8 al 10 de abril en Fira de Barcelona Gran Vía. La feria, que se ha consolidado como una de las citas ineludibles para los profesionales del sector industrial, se convertirá en el escaparate en el que más de 680 firmas expositoras mostrarán las últimas soluciones y tecnologías que permiten mejorar la eficiencia, productividad y sostenibilidad en empresas manufactureras. Bajo el lema "Redefining Automation with Green Tech", este año la feria va a proporcionar los instrumentos para hacer frente a las directivas europeas que buscan descarbonizar el sector industrial.

Además, este año Advanced Factories volverá a celebrarse simultáneamente con AMT, la feria comercial bienal de máquina-herramienta de última generación para la industria metal mecánica, reuniendo conjuntamente a más de 37.000 profesionales industriales que acudirán con el objetivo de encontrar las tecnologías más punteras para mejorar la productividad de sus fábricas y centros de producción. "Para un sector de gran peso dentro de la economía nacional como es el industrial, la celebración anual de Advanced Factories es una fecha ineludible en el calendario ferial de nuestro país. Cada año, Advanced Factories reúne a miles de profesionales industriales para descubrir las últimas novedades en automatización industrial, robótica, software de gestión de plantas industriales, cloud industrial, sistemas integrados de la producción, gemelo digital, machine learning, ciberseguridad, big data, IoT, inteligencia artificial y realidad virtual y aumentada (VR/AR), con el objetivo de mejorar la productividad industrial", señala Albert Planas, director general de Advanced Factories.

Los profesionales también acuden a Advanced Factories en

busca de conocimiento y herramientas para implementar con éxito la automatización o la recién llegada inteligencia artificial en sus plantas. Por ello, el Industry 4.0 Congress, el mayor congreso europeo sobre innovación industrial, centrará el debate en cómo la tecnología puede ser la mejor aliada para redefinir los procesos de producción y avanzar hacia una industria más sostenible y descarbonizada.

En cinco auditorios simultáneos, más de 430 expertos compartirán sus experiencias industriales en automatización, robotización, integración de sistemas e implementación de nuevas tecnologías 4.0, analizando tendencias y aplicaciones futuras en el sector industrial. Así, directivos de empresas líderes de diferentes segmentos de la industria compartirán el proceso de transformación de sus plantas hacia fábricas inteligentes y conectadas. Es el caso del sector de la automoción con las experiencias de Stellantis, Michelin, Seat Cupra, Nissan, Gestamp, Horsh (Grupo Renault), Mercedes-Benz o Fersa; del sector químico y farmacéutico con Almirall, Novaltia, Basf, B. Braun, Hipra o Towa Pharma; de la alimentación y bebidas con Coca-Cola, Damm, Grupo Agora, Noel, Pastas Gallo o Kellanova (nueva marca de Kellogg's); del sector aeronáutico como Airbus o GKN; de la moda y textil con Selmark y Pikolin; del metal con Dicomol, Grupo Arania, Temsa, Inoxforma, Anudal, Eines Canela, Hiperbaric, Kinsa, La Farga, Gutmar, o Doga; y de otros sectores como el energético con Moeve y Naturgy, entre otros.

Además de los foros verticales, el Industry 4.0 Congress también contará con agendas específicas como el CIO's Summit, el Foro de Ciberseguridad Industrial, el Foro de Inteligencia Artificial, el 3D Printing Forum, el Congreso Nacional de Gestores de Polígonos Industriales, o el Metal Industry 4.0 Summit, enfocado a la industria metalúrgica.

Asimismo, Advanced Factories acogerá también diferentes actividades de networking en las que encontrar socios, establecer sinergias y crear alianzas, como el Leadership Summit -un almuerzo para los directivos de firmas líderes industriales-, los Factories of the Future Awards 2025 -galardones que reconocen la apuesta por la innovación y la implementación de tecnologías 4.0 en las plantas de producción-, el Industry Startup Forum -que reúne las startups con las soluciones más innovadoras para el sector industrial-, el Talent Marketplace -un espacio en el que profundizar sobre los nuevos perfiles profesionales relacionados con la industria 4.0- o los tours tecnológicos para descubrir las últimas soluciones y técnicas en producción avanzada.

HUELVA

>> El Congreso Nacional de Hidrógeno Verde se consolida como el gran punto de encuentro y de negocios de la industria a nivel internacional

El II Congreso Nacional de Hidrógeno Verde, que se ha celebrado en Huelva del 4 al 6 de febrero, y que promueve la Federación Onubense de Empresarios (FOE), ha presentado su balance de resultados, en el que destaca que el evento se ha consolidado como punto de encuentro y de negocios de referencia de la gran industria a nivel internacional, como ha subrayado el presidente de la FOE, José Luis García-Palacios Álvarez.

En su intervención, García-Palacios Álvarez, ha señalado que "el Congreso Nacional de Hidrógeno Verde no es solo un evento, es una declaración de intenciones, ya que sirve para visibilizar que Huelva será el mayor parque industrial verde del sur de Europa en los próximos años". Además, ha recalcado que el Congreso "se consagra como epicentro del hidrógeno verde para la industria a nivel internacional", y ha avanzado que ya se ha empezado a trabajar en la tercera edición, que se celebrará de nuevo en Huelva el próximo mes de febrero. Asimismo, ha hecho hincapié en la importancia de la colaboración público-privada para llevar a cabo este encuentro, y ha afirmado que "el respaldo institucional y empresarial refuerza el liderazgo de Huelva en la transición energética".

El Congreso en cifras

El Congreso ha contado finalmente con 1.234 congresistas registrados, además de 172 periodistas acreditados para seguir su desarrollo. En total, 1.406 acreditaciones expedidas

de 28 nacionalidades distintas en la segunda edición de este evento (200 más que en la primera), que también ha acogido a 450 empresas, más de 80 ponentes y a representantes de 40 instituciones, asociaciones, clústeres y valles de hidrógeno de España, Europa y Latinoamérica. Sin duda, un respaldo unánime de los sectores del Hidrógeno Verde y de las energías renovables que ha supuesto una gran oportunidad para poner en valor el destacado protagonismo del hidrógeno verde en el desarrollo de la actividad económica.

Además, durante el evento se han celebrado un total de 1.024 encuentros de negocios, con el objetivo de fomentar la colaboración nacional e internacional entre empresas para promover alianzas, inversiones conjuntas y la puesta en marcha de nuevos proyectos. Estos encuentros 'B2B' han tenido como uno de sus escenarios la Sala Andalucía TRADE, la Agencia Empresarial para la Transformación y el Desarrollo Económico, perteneciente a la Consejería de Economía, Hacienda y Fondos Europeos de la Junta de Andalucía, que ha organizado estas reuniones concertadas a través de su plataforma, contabilizando un total de 398 encuentros.

La experiencia de networking del II Congreso Nacional de Hidrógeno Verde se ha completado con una zona expositora de 1.000 metros cuadrados de superficie, duplicando a la de la primera edición, que ha permitido alcanzar los 40 stands participantes, en los que han estado presentes tanto instituciones nacionales e internacionales como las empresas líderes del sector del hidrógeno verde y las energías renovables.

El Congreso Nacional de Hidrógeno Verde, que celebrará su tercera edición también en Huelva, del 4 al 6 de febrero de 2026, ha contado con el patrocinio de empresas líderes de la industria energética y destacadas entidades.



Luis Arroyo, director del Congreso; Pilar Miranda, alcaldesa de Huelva; José Luis García-Palacios Álvarez, presidente de la Federación Onubense de Empresarios; David Toscano, presidente de la Diputación Provincial de Huelva; y José Manuel Correa, delegado del Gobierno de la Junta de Andalucía en Huelva (de izquierda a derecha), en la presentación del balance de resultados del Congreso.

MADRID

>> FEINDEF duplica su espacio y se consolida como uno de los grandes eventos europeos de defensa

FEINDEF 25, la IV edición de la Feria Internacional de Defensa y Seguridad de España, se consolida como uno de los grandes eventos de referencia en Europa para el sector. En su próxima edición, que tendrá lugar en Madrid los días 12, 13 y 14 de mayo, la feria dará un salto significativo al duplicar su espacio expositivo respecto a la anterior edición, pasando de 40.000 a más de 60.500 metros cuadrados.

Con esta expansión, FEINDEF 25 se perfila como la edición más ambiciosa hasta la fecha, consolidándose como un punto de encuentro estratégico para empresas, instituciones y delegaciones internacionales. Su crecimiento refleja el éxito de las ediciones anteriores y refuerza su papel como plataforma clave para impulsar la innovación tecnológica en el sector.

Incorporación de un pabellón exclusivo de exposición estática



Ante el crecimiento de la demanda, la organización de FEINDEF 25 ha ampliado su espacio expositivo con la incorporación de un nuevo pabellón que estará dedicado en exclusiva a la exposición estática, donde se exhibirán sistemas avanzados de tecnología militar, equipamiento de vanguardia e innovaciones en ciberseguridad, inteligencia artificial y logística. Además, los asistentes podrán conocer de primera mano plataformas terrestres, navales y aéreas, sistemas de mando y control, así como avances en sostenibilidad y dualidad tecnológica aplicados al ámbito de la defensa y la seguridad.

BARCELONA

>> Empresas líderes presentarán en IOTSWC soluciones para la transformación industrial

IOT Solutions World Congress (IOTSWC), el principal evento global en transformación de la industria mediante el uso de tecnologías disruptivas cuenta con la participación confirmada de algunas de las compañías de referencia mundial en el ámbito del Internet de las Cosas (IoT), que darán a conocer sus soluciones tecnológicas para contribuir a la transformación del sector industrial. Además, dedicará una jornada a analizar las ventajas del sistema de transmisión de datos LoRaWAN, y

anuncia los nombres de los primeros ponentes de su congreso internacional.

En su décimo aniversario, y bajo el lema "Conecta con el siguiente nivel", el salón organizado por Fira de Barcelona reunirá del 13 al 15 de mayo a más de 350 expositores directos e indirectos de todo el mundo, como Avanci, Edge Impulse, Emnify, iot squared o STMicroelectronics, entre otros, que mostrarán sus últimas innovaciones para dar un impulso al proceso de transformación tecnológica del sector industrial, especialmente en el entorno digital, con la aplicación del Internet of Things (IoT), Inteligencia Artificial, Gemelos Digitales, Realidad Aumentada o la conectividad 5G.

Cuestiones como la Ingeniería Digital, que transformará a todos los sectores, y la irrupción de los Agentes de Inteligencia Artificial, con su impacto en la optimización empresarial y en el mercado laboral, serán también protagonistas de la edición de este año.

IOTSWC 2025 contará con la presencia de un elevado número de expositores procedentes de países como Alemania, Canadá, China o India, así como con la participación del Consorci de la Zona Franca que presentará DFactory, sus instalaciones para el fomento y el desarrollo de la industria 4.0.

Además de contar con una amplia zona expositiva y un congreso internacional, en el que se abordarán cuestiones relacionadas con la IA, la supercomputación o los vehículos autónomos, IOT Solutions World Congress dará visibilidad a las start-ups más innovadoras en el StartUp Pavilion y contará con presentaciones comerciales de los expositores en The Dome, la carpa inmersiva 360° del salón.

IOTSWC se celebrará juntamente con Barcelona Cybersecurity Congress, evento en el que se presentarán herramientas y aplicaciones que tienen como objetivo aumentar el grado de seguridad digital de empresas e industrias.





Premio MUPITI

Convocatoria 2025

Fecha Límite: 30/09/2025

Ingeniería para las personas

Premio: 2.000€



La sostenibilidad: un camino hacia la innovación industrial responsable

Matthias Meier

No hay duda de que cada vez somos más conscientes de la necesidad de proteger nuestro planeta, la industria se enfrenta a un desafío crucial: ¿cómo podemos seguir innovando y creciendo sin comprometer el futuro de las próximas generaciones? Esta pregunta no solo es relevante, sino que se ha convertido en el motor de cambio para muchas empresas que buscan redefinir su papel en la sociedad.

El reto de la economía circular

La transición hacia una economía circular no es solo una tendencia, sino una necesidad imperativa. En el sector industrial, esto implica repensar cada etapa del ciclo de vida de nuestros productos. Desde el diseño inicial hasta el fin de su vida útil, cada decisión debe estar orientada a minimizar el impacto ambiental y maximizar la eficiencia de los recursos.

Un ejemplo de este enfoque es el desarrollo de plataformas de reciclaje para componentes industriales. Imagina un sistema donde las empresas pueden devolver sus piezas usadas para que sean recicladas y reincorporadas al ciclo productivo. Este tipo de iniciativas no solo reduce la huella de carbono, sino que también crea un vínculo más estrecho entre fabricantes y usuarios, fomentando una responsabilidad compartida por el medio ambiente.

Innovación sostenible en materiales

La búsqueda de materiales más sostenibles está revolucionando la industria. Los plásticos técnicos de alto rendimiento, por ejemplo, están demostrando ser una alternativa viable y ecológica en muchas aplicaciones. Estos materiales no solo son duraderos y eficientes, sino que también pueden ser reciclados al final de su vida útil, cerrando así el ciclo de producción.

Nosotros, por ejemplo, hemos puesto todo nuestro empeño en el desarrollo de bicicletas fabricadas casi enteramente con plásticos reciclados. Este proyecto no solo demuestra la versati-

lidad y resistencia de estos materiales, sino que también inspira a repensar cómo podemos utilizar los recursos que ya tenemos de maneras innovadoras y sostenibles.

Eficiencia energética y reducción de residuos

La sostenibilidad en la industria también significa optimizar nuestros procesos para reducir el consumo de energía y la generación de residuos. Las fábricas modernas están adoptando tecnologías que permiten reutilizar prácticamente todos los residuos generados durante la producción. Esta práctica no solo es beneficiosa para el medio ambiente, sino que también puede resultar en ahorros significativos para las empresas.

Por otro lado, la implementación de componentes libres de lubricación en maquinaria industrial está marcando un antes y un después, en términos de eficiencia y limpieza. Estos avances no solo reducen el mantenimiento y los tiempos de inactividad, sino que también eliminan la necesidad de lubricantes potencialmente dañinos para el medio ambiente.

Asimismo, con nuevas formulaciones, pruebas exhaustivas y procesos de producción adaptados, optamos por una amplia gama de productos alternativos libres de PFAS (sustancias perfluoralkiladas y polifluoroalkiladas), adelantándonos a la decisión de la Agencia Europea de Sustancias Químicas (ECHA), que está considerando una posible prohibición de estas sustancias.

El papel de la tecnología en la sostenibilidad

En cuanto al papel de la tecnología en la sostenibilidad, la automatización y la robótica están jugando un papel crucial en la creación de procesos más sostenibles. Los robots de bajo coste están haciendo que la automatización sea accesible para empresas de todos los tamaños, permitiéndoles optimizar sus operaciones y reducir el desperdicio de

recursos.

Herramientas online para el diseño y configuración de componentes también están contribuyendo a la sostenibilidad, al permitir a los clientes experimentar y optimizar sus soluciones antes de la producción, reduciendo así el desperdicio de materiales y energía.

Una llamada a la acción colectiva

La verdadera sostenibilidad solo puede lograrse a través de un esfuerzo colectivo. Nosotros, como parte importante de la industria, nos sentimos con la responsabilidad de inspirar y guiar este cambio. Tratamos de fomentar una cultura de innovación que no solo busque el beneficio económico, sino que también considere el impacto ambiental y social de nuestras acciones.

Desde esta tribuna, me gustaría invitar a los distintos actores del sector industrial a reflexionar sobre cómo podemos contribuir, entre todos, a un futuro más sostenible. Ya sea a través de la adopción de nuevas tecnologías, la implementación de prácticas de economía circular o simplemente repensando nuestros procesos diarios, cada paso cuenta.

El camino hacia la sostenibilidad es un viaje continuo de aprendizaje y mejora. No se trata solo de cumplir con regulaciones o seguir tendencias, sino de reimaginar fundamentalmente cómo hacemos las cosas.

Con creatividad, compromiso y colaboración, podemos construir una industria que no solo sea próspera, sino que también sea un motor de cambio positivo para nuestro planeta.

En este viaje hacia un futuro más verde y sostenible, cada innovación, por pequeña que sea, nos acerca un poco más a nuestro objetivo. Mantenemos el deseo de hacer que todo sea un poco mejor, no solo para nosotros, sino para las generaciones que vendrán.

Matthias Meier es CEO de igus España.

La ingeniería se vive en las aulas: UAITIE lanza un proyecto pionero en Madrid para inspirar vocaciones STEM

La Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE) ha presentado oficialmente el proyecto "Madrid acerca la ingeniería a la sociedad", una ambiciosa iniciativa que cuenta con el respaldo del Ayuntamiento de Madrid dentro del programa de Fomento del Asociacionismo 2024-2025. El objetivo principal es acercar las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) al entorno educativo, despertando desde edades tempranas el interés por las profesiones científico-técnicas.

El acto de presentación se celebró el pasado 13 de diciembre en el CEIP García Morente (Puente de Vallecas), y reunió a autoridades municipales, representantes institucionales y comunidad educativa. La jornada estuvo presidida por Nuria Piriz Pérez, asesora del concejal presidente de la Junta Municipal del Distrito, quien subrayó la necesidad de fomentar vocaciones STEM en las aulas. En el mismo sentido se manifestaron representantes de UAITIE, como su vicepresidente, Fernando Martín, quien destacó la evolución del proyecto y su impacto creciente en la educación primaria.

Durante el evento se ofreció una experiencia interactiva en torno a la exposición "Mujeres Ingenieras de Éxito", con recursos de realidad aumentada y actividades didácticas adaptadas a los niveles de 5º y 6º de Primaria. Esta exposición, junto con una Unidad Didáctica específica, constituye el núcleo pedagógico del programa. Profesores autores de sus contenidos, como Gonzalo y Javier, presentaron dinámicas centradas en mujeres referentes del ámbito ingenieril, promoviendo el pensamiento crítico, la creatividad y la igualdad de género.

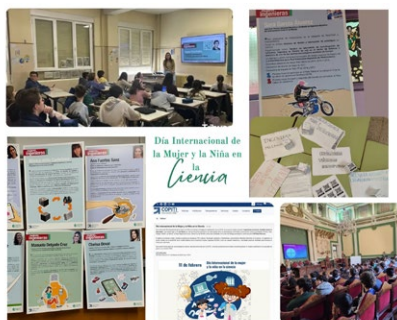
El acto culminó con un recorrido por las aulas, donde se desarrollaban talleres prácticos, así como una conexión en directo con otro centro participante. Esta innovadora propuesta educativa no solo estrecha la relación entre ingeniería y sociedad, sino que refuerza el papel del asociacionismo en la construcción de un futuro más inclusivo y tecnológicamente avanzado. La UAITIE reafirma su compromiso con la divulgación científica y el impulso de iniciativas que inspiren a las nuevas generaciones.

UAITIE moviliza más de 30 centros educativos por el Día de la Mujer y la Niña en la Ciencia

Con motivo del 11 de febrero, Día Interna-



Foto de familia en el acto de presentación del proyecto "Madrid acerca la Ingeniería a la Sociedad".



Collage conmemorativo del "Día internacional de la mujer y la niña en la ciencia".

cional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, la UAITIE impulsó una acción simultánea en más de 30 centros escolares, de la mano de 13 asociaciones provinciales. Bajo el lema "Impulsando vocaciones científicas desde la diversidad", la jornada incluyó actividades interactivas, paneles con realidad aumentada, y la exhibición de la unidad didáctica Mujeres Ingenieras de Éxito.

La iniciativa, desplegada en distintas provincias, buscó despertar el interés por las disciplinas STEM entre niñas y jóvenes, reforzando el compromiso de UAITIE con la inclusión, la equidad de género y la promoción del talento femenino en la ciencia y la ingeniería. Este evento se suma a otras acciones emblemáticas que la institución promueve a nivel nacional.

La exposición "Mujeres Ingenieras de Éxito" vuelve a Badajoz con motivo del 50º aniversario de la Escuela de Ingenierías Industriales

En el marco de la conmemoración del 50º aniversario de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura, la exposición itinerante Mujeres Ingenieras de Éxito de UAITIE regresa a Badajoz con el propósito de seguir visibilizando el papel de la mujer en la ingeniería.

La muestra, que se inauguró el 18 de marzo, podrá visitarse hasta finales de abril,



Cartel de la exposición "Mujeres Ingenieras de Éxito", de UAITIE, inaugurada en Badajoz.



está compuesta por 30 paneles ilustrativos que recorren la vida y logros de referentes femeninos del ámbito ingenieril.

Organizada con la colaboración de la Asociación de Ingenieros Técnicos Industriales de Badajoz, esta iniciativa refuerza el compromiso institucional con la igualdad de oportunidades y la promoción de vocaciones STEM, convirtiéndose en un espacio de inspiración para estudiantes y futuros profesionales.

X Edición del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica 2025

La UAITIE ha lanzado oficialmente la convocatoria del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica 2025, consolidado como uno de los concursos más prestigiosos en el ámbito juvenil STEM de España.

Dirigido a estudiantes de ESO, Bachillerato y Ciclos Formativos de Grado Superior, este certamen busca fomentar el interés por la ciencia y la tecnología, premiando la creatividad y el espíritu investigador de los jóvenes. Los ganadores de cada categoría recibirán un premio valorado en 1.000 euros, y los centros educativos impulsores, 500 euros en material tecnológico. Una década inspirando talento con el respaldo de la Fundación Caja de Ingenieros.

Nikola Tesla: el genio que revolucionó la electricidad

Inventor, visionario y un hombre adelantado a su tiempo. Pocos nombres en la historia de la ciencia encierran tanto misterio como el de Nikola Tesla. Considerado uno de los mayores inventores de la humanidad, su mente brillante sentó las bases de la electricidad moderna, la radio y la transmisión inalámbrica de energía.

Mónica Ramírez

Desde la corriente alterna hasta el control remoto, Tesla imaginó un mundo en el que la energía fuera libre y accesible para todos. Hoy, su legado resurge como un símbolo de innovación y genialidad incomprendida.

Nikola Tesla nació el 10 de julio de 1856, en el pequeño pueblo de Smiljan, en la actual Croacia, que en aquel entonces formaba parte del Imperio austro-húngaro. Fue el cuarto hijo de Milutin Tesla, un sacerdote ortodoxo serbio, y de Georgina Mandić, de la que se dice que era un ama de casa con un talento excepcional para la creación de herramientas y dispositivos caseros.

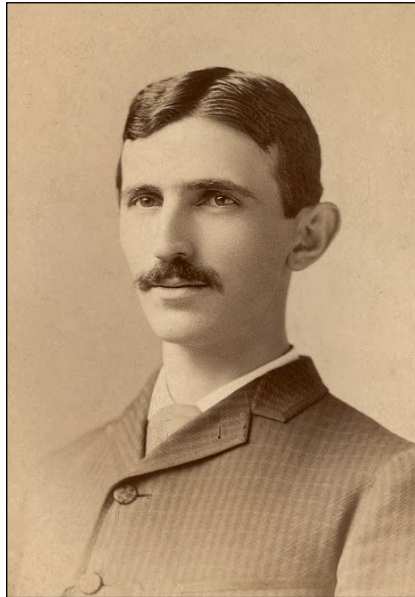
Desde pequeño, Tesla mostró una gran curiosidad por los fenómenos naturales. Sus diversas biografías publicadas señalan que su fascinación por la electricidad comenzó a los tres años, cuando mientras acariciaba a su gato, notó cómo una serie de chispas iluminaban la oscuridad. Su padre le explicó que era la misma fuerza que se manifestaba en el cielo durante una tormenta: la electricidad. Aquel momento marcaría el inicio de una vida dedicada al descubrimiento y la innovación.

Durante su infancia, Tesla fue un estudiante brillante, con habilidades excepcionales para las matemáticas y las ciencias, capaz de visualizar inventos en su mente con un detalle preciso, sin necesidad de realizar esquemas o planos.

En 1875, ingresó en la Universidad Politécnica de Graz, en Austria, donde estudió ingeniería eléctrica. Sin embargo, su obsesión por el estudio lo llevó a desarrollar problemas de salud y finalmente abandonó la universidad sin obtener un título. Más tarde, asistió a la Universidad Carolina en Praga, pero la muerte de su padre y la falta de recursos económicos lo obligaron a interrumpir su educación.

De Europa a América

Tras dejar la universidad, Tesla trabajó en varias compañías eléctricas en Eu-



Nikola Tesla hacia 1885. Fuente: Wikimedia Commons.

En 1888, Tesla encontró un aliado en George Westinghouse, un empresario que creía en el potencial de la corriente alterna, e iniciaron una batalla contra Edison, en lo que se conoció como la “guerra de las corrientes”

ropa. En 1880, se trasladó a Budapest, donde trabajó en la Compañía Nacional de Teléfonos de Hungría. Fue allí donde comenzó a desarrollar su idea de un motor de corriente alterna. En Budapest conoció a Nebojša Petrović, un joven inventor serbio que vivía en Austria. A pesar de que su encuentro fue breve, trabajaron juntos en un proyecto usando turbinas gemelas para generar energía continua. Para cuando se produjo la apertura de la central telefónica en 1881,

en Budapest, Tesla se había convertido en el jefe de electricistas de la compañía, y fue más tarde ingeniero del primer sistema telefónico del país. También desarrolló un dispositivo que, de acuerdo con ciertas fuentes, era un repetidor telefónico o amplificador, pero que, según otros, pudo haber sido el primer altavoz.

Posteriormente, en 1882, se trasladó a París para trabajar en la Continental Edison Company, la filial europea de la compañía de Thomas Edison. Según su biografía, ese mismo año concibió el motor de inducción e inició el desarrollo de varios dispositivos que usaban el campo magnético rotativo, por los cuales recibió patentes en 1888.

En 1884, con apenas 28 años y con poco más que un maletín lleno de ideas y una carta de recomendación, emigró a Nueva York para trabajar con Edison, en la empresa Edison Machine Works, antes de emprender el camino por su cuenta, pues con la ayuda de socios para financiar y comercializar sus ideas, Tesla fundó laboratorios y empresas en Nueva York para desarrollar dispositivos eléctricos y mecánicos.

En su carta, Charles Batchelor, supervisor de Tesla en Europa, había escrito a Edison: “Conozco a dos grandes hombres, y usted es uno de ellos. El otro es el joven portador de esta carta”. Edison, conocido por su pragmatismo y su enfoque comercial, contrató a Tesla de inmediato. Sin embargo, la relación entre ambos fue problemática desde el inicio. Edison defendía la corriente continua (CC) como el futuro de la electricidad, mientras que Tesla promovía la corriente alterna (CA), que era más eficiente para la transmisión a largas distancias.

La tensión entre ambos se agravó cuando Tesla, confiando en la palabra de Edison, aceptó el desafío de mejorar los generadores de corriente continua de la compañía a cambio de una

recompensa de 50.000 dólares. Según cuentan en sus biografías, cuando Tesla logró la mejora, Edison se negó a pagarle, alegando que su oferta había sido una broma. Ofendido, Tesla renunció y comenzó a trabajar por su cuenta.

En 1886, Tesla fundó su propia compañía, la Tesla Electric Light & Manufacturing. Los primeros inversores no estuvieron de acuerdo con sus planes para el desarrollo de un motor de corriente alterna y finalmente lo relevaron de su puesto en la compañía. Por este motivo, trabajó como obrero en Nueva York, de 1886 a 1887, para mantenerse y reunir capital para su próximo proyecto.

En 1887, construyó un motor de inducción sin escobillas, alimentado con corriente alterna, que presentó en el American Institute of Electrical Engineers (Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos), un año después.

La “guerra de las corrientes”

En 1888, Tesla encontró un aliado en George Westinghouse, un empresario que creía en el potencial de la corrien-

te alterna. Westinghouse compró las patentes de Tesla y juntos iniciaron una batalla contra Edison, en lo que se conoció como la “guerra de las corrientes”.

Según diversas fuentes, Edison, decidido a demostrar la peligrosidad de la corriente alterna, emprendió una campaña de desprestigio en la que electrocutaba animales públicamente para mostrar los “peligros” del sistema de Tesla. Incluso participó en la invención de la silla eléctrica, con el objetivo de asociar la corriente alterna con la muerte.

Sin embargo, la superioridad técnica del sistema de Tesla quedó demostrada en 1893, cuando la Exposición Universal de Chicago fue iluminada por completo con corriente alterna. Dos años después, en 1895, se inauguró la primera central hidroeléctrica en las Cataratas del Niágara utilizando el sistema de Tesla, marcando el inicio de la electrificación a gran escala.

De 1892 a 1894, Tesla ejerció como vicepresidente del Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos (American

Institute of Electrical Engineers), el precursor, junto con el Institute of Radio Engineers, del actual Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Inventos y Descubrimientos

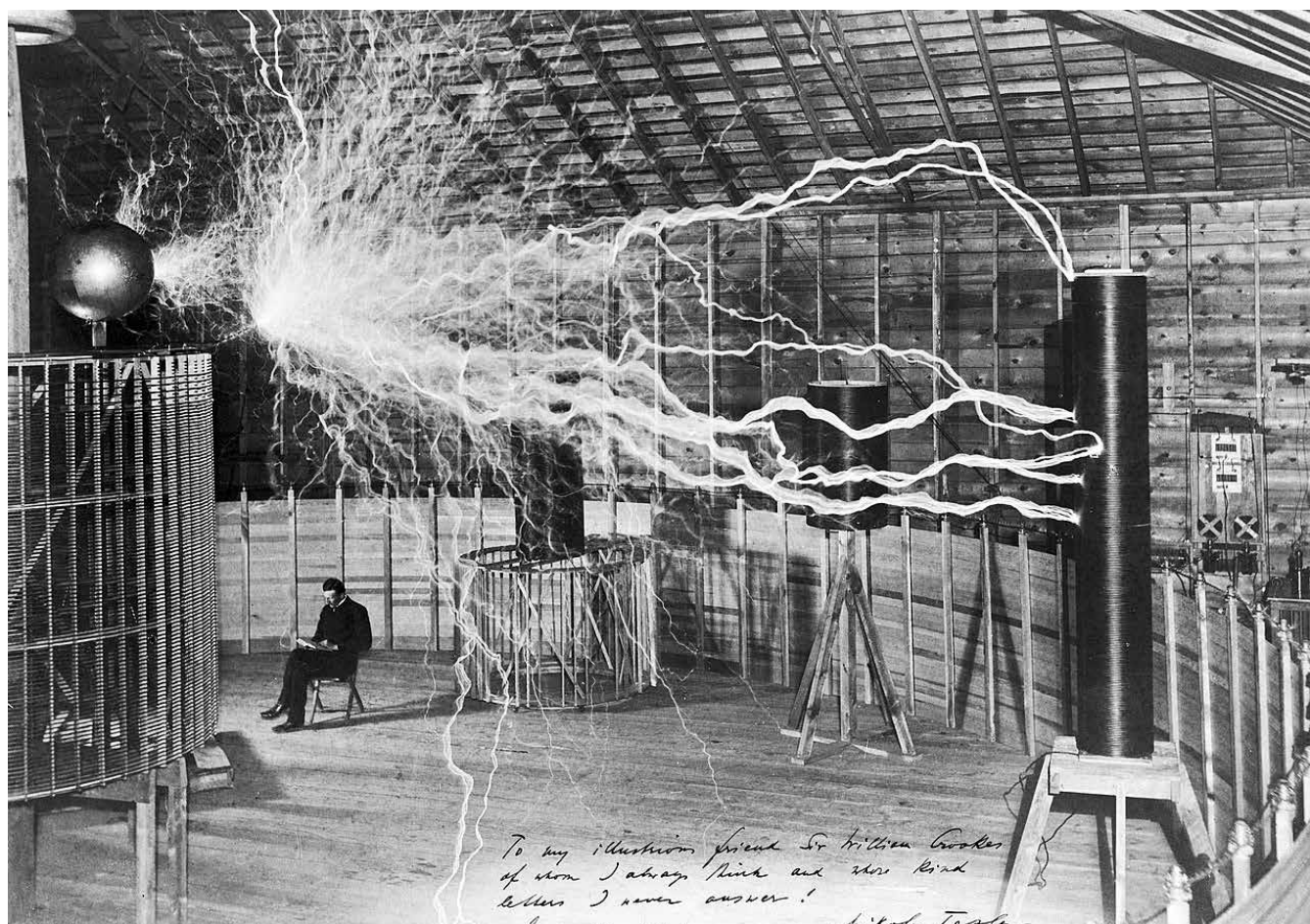
Tesla fue un inventor prolífico, que registró más de 278 patentes a lo largo de su vida. Entre sus invenciones más destacadas se encuentran:

Corriente alterna y motores de inducción

El motor de inducción sin escobillas desarrollado por Tesla sigue siendo la base de muchos dispositivos eléctricos modernos. Su sistema de corriente alterna es el que utilizamos hoy en día en la distribución eléctrica mundial.

La bobina de Tesla

Uno de sus inventos más icónicos, la bobina de Tesla es un transformador de alta frecuencia capaz de generar espectaculares descargas eléctricas. Aunque inicialmente diseñada para la transmisión inalámbrica de energía,



Nikola Tesla en su laboratorio en Colorado Springs hacia 1900. Fuente: Wikimedia Commons.

hoy en día se utiliza en experimentos científicos y espectáculos de alta tensión.

Iluminación inalámbrica

Tesla experimentó con la posibilidad de encender lámparas sin necesidad de cables, una idea adelantada a su tiempo, que sentó las bases de la tecnología de carga inalámbrica que usamos en la actualidad.

Radio y telecomunicaciones

A pesar de que el italiano Guillermo Marconi recibió el crédito por la invención de la radio en 1909, la Corte Suprema de Estados Unidos reconoció en 1943 que Tesla había patentado la idea antes que él. Este reconocimiento llegó poco después de su muerte.

Precisamente, Marconi recibió el premio Nobel por la invención de la radio. Tesla batalló durante años para que le fuera reconocido a él el mérito de esta invención, ya que se consideraba su verdadero inventor. Presentó la patente de su radiotransmisor en 1897, dos años antes de que Marconi lograra su primera transmisión de radio. Sin embargo, muchos libros mencionan aún a Marconi como el inventor de la radio.

Control remoto

En 1898, Tesla presentó un barco teledirigido mediante radio en el Madison Square Garden de Nueva York, marcando el nacimiento del control remoto.

Wardenclyffe y la transmisión de energía inalámbrica

Uno de sus proyectos más ambiciosos fue la Torre Wardenclyffe, un sistema destinado a transmitir energía eléctrica sin cables a cualquier parte del mundo. Sin embargo, la falta de financiación llevó a su fracaso y posterior demolición en 1917.

Vida personal

A pesar de su genio, Tesla llevó una vida solitaria. Nunca se casó ni tuvo hijos. Explicó que su celibato era necesario para mantener su foco en el trabajo. “El inventor no tiene tiempo para las distracciones del amor”, solía decir.

En realidad, Tesla fue un hombre incomprendido. Su personalidad excéntrica y su falta de habilidades comerciales lo llevaron a perder varias de

sus invenciones frente a empresarios más hábiles, como Edison y Marconi.

Según sus biografías, Tesla tenía un fuerte trastorno obsesivo-compulsivo. Estaba obsesionado con el número tres, lo que lo llevaba a realizar acciones en múltiplos de este número, como dar tres vueltas a la manzana antes de entrar en un edificio. También tenía una fobia extrema a los gérmenes y lavaba sus manos constantemente. Su repulsión por la suciedad lo llevó incluso a despedir a empleados por no seguir sus estándares de higiene.

Además, Tesla desarrolló un profundo apego por las palomas. Durante sus últimos años, pasaba horas alimentándolas en parques de Nueva York y afirmaba que una de ellas, de color “blanco puro”, era su compañera más fiel. Según su propio testimonio, sentía un amor especial por esa paloma, describiéndola como “el ser más cercano a su corazón”.

Sus problemas financieros aumentaron con los años, y en la década de 1930 vivía en hoteles de Nueva York, acumulando deudas, que finalmente fueron cubiertas por Westinghouse como una forma de reconocer sus contribuciones a la humanidad.

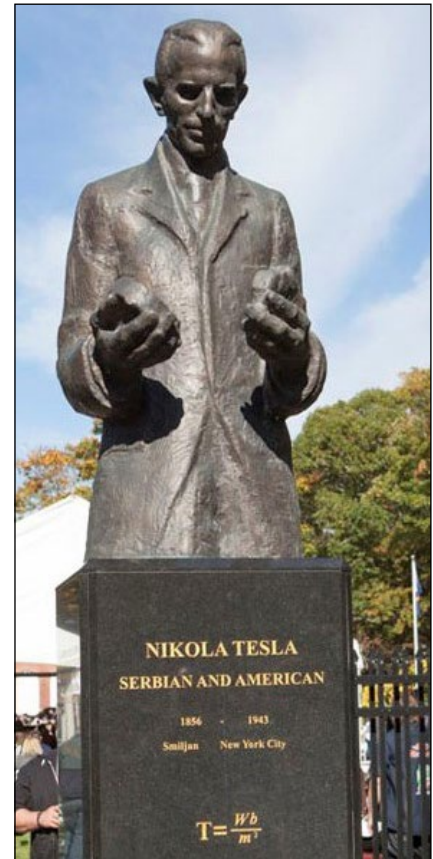
El final de un genio olvidado

Los últimos años de Tesla estuvieron marcados por la pobreza y el aislamiento. El 7 de enero de 1943, Nikola Tesla murió solo en su habitación del Hotel New Yorker, víctima de una trombosis coronaria. Dos días después, el FBI confiscó todos sus documentos y estudios, temiendo que sus invenciones cayeran en manos enemigas durante la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, se dice que muchos de sus proyectos seguían siendo incomprensibles incluso para los científicos de la época.

Su funeral, celebrado en la Catedral de San Juan el Divino, contó con la asistencia de más de 2.000 personas, aunque, en vida, su genialidad había sido poco reconocida.

Reconocimientos a Tesla

Décadas después de su muerte, Tesla comenzó a recibir el reconocimiento que le fue negado en vida. En 1960, la unidad de inducción magnética del Sistema Internacional fue nombrada “tesla” en su honor. Su legado ha sido reivindicado por científicos y entusiastas, y su figura ha cobrado nueva relevancia.



Monumento de Nikola Tesla en Nueva York. Fuente: Wikimedia Commons.

Hoy, su nombre es sinónimo de innovación y visión de futuro. Empresas como Tesla, Inc., la compañía de automóviles eléctricos fundada por Elon Musk, rinden homenaje a su memoria. En Belgrado, su legado se conserva en el Museo Nikola Tesla, donde se exhiben sus inventos y documentos. Almacena más de 160.000 documentos originales, alrededor de dos mil libros y diarios, más de 1.200 piezas técnicas históricas en exhibición, cerca de 1.500 fotografías y placas fotográficas de objetos técnicos, instrumentos y aparatos originales, y aproximadamente mil planos y dibujos. El Archivo Nikola Tesla fue inscrito en el Programa Memoria del Mundo de la Unesco en 2003, por sus aportaciones decisivas a la historia de la electrificación del mundo y los futuros avances tecnológicos en este ámbito.

Tesla fue un hombre adelantado a su tiempo. Aunque murió solo y empobrecido, su visión sigue iluminando el mundo, recordándonos que la verdadera grandeza no siempre es recompensada en vida, pero su impacto perdura para la eternidad.

Mupiti Vida

PRÉSTAMO

¿Qué
pasaría
si...

...algún
día?
faltas ?



Seguro de vida vinculado a préstamo hipotecario

El **Seguro Mupiti Vida Préstamo** es un seguro cuya cobertura básica es el fallecimiento por cualquier causa, siendo el beneficiario la entidad financiera por el importe pendiente de amortizar. La diferencia hasta el capital asegurado tendrá como beneficiarios a los que el mutualista haya designado.

La cuota se calcula en función de la edad del mutualista y de los capitales asegurados, siendo anual y prepagable, con la opción de fraccionarlo con periodicidad mensual, trimestral o semestral.

Más información en:

900 820 720

virginia@mupiti.com

www.mupiti.com

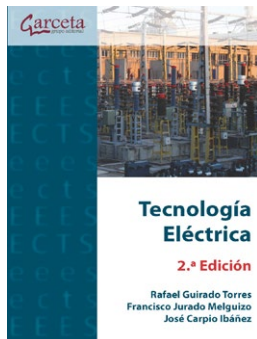


Tecnología eléctrica (2ª edición)

Rafael Guirado, Francisco Jurado y José Carpio

Editorial Garceta. 582 págs.

ISBN 978-84-1903-461-8



En nuestra sociedad actual la energía eléctrica está presente en la práctica totalidad de las actividades, por lo que se considera como un bien básico y su consumo se contempla como un indicador del nivel de desarrollo de cualquier país. La Tecnología Eléctrica, como tecnología asociada a la generación, transporte, distribución y consumo de la energía eléctrica, constituye una herramienta básica para la aplicación y desarrollo de la energía eléctrica.

El objetivo de este libro es ofrecer una visión general y a la vez rigurosa de los fundamentos y de los aspectos más importantes que aborda la Tecnología Eléctrica. En su contenido se desarrollan las herramientas básicas del análisis y diseño de los sistemas e instalaciones eléctricas, y se describen los principales equipos y aparatos que las componen, haciendo también referencia constante a las normas que son de aplicación.

Se pueden distinguir tres partes o bloques temáticos en este libro:

- El sistema eléctrico, su representación y análisis, donde se explica qué es un sistema eléctrico y se describen los distintos tipos de centrales de producción de energía eléctrica existentes. A continuación, se presentan los modelos eléctricos de los elementos básicos que se encuentran en los sistemas eléctricos, como son las máquinas eléctricas, las líneas y los cables, y las cargas que representan a los consumidores. Por último, se explican los dos estudios básicos para el análisis del sistema, tanto en régimen permanente (el flujo de cargas), como en condiciones de fallo (cortocircuitos y fallos a tierra).
- Los aparatos y equipos eléctricos, corresponde a los elementos y equipos de un sistema eléctrico que se encar-

gan de la protección y seguridad de las redes: relés, fusibles, interruptores automáticos y protectores de sobretensión. También se tratan las partes principales de las redes eléctricas, como los centros de transformación y los transformadores de potencia, que son uno de los elementos principales del sistema eléctrico.

- Las instalaciones de baja tensión, donde se analizan desde el punto de vista de la seguridad, incluyendo las instalaciones de puesta a tierra y su seguridad frente a sobrecargas y cortocircuitos. Por último, se describen las distintas formas de protección contra los choques eléctricos. Se hace también referencia a la normativa de aplicación, especialmente al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

A lo largo del libro se incluyen numerosos ejemplos que ayudan a comprender los conceptos individuales expuestos o la relación entre ellos. Los colegiados/as de algún Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales disponen de un descuento del 15% en los libros de esta editorial durante todo 2025, y los gastos de envío son gratuitos. Para ello, deben acceder a la página web de Editorial Garceta (<https://www.garceta.es/>) e introducir el código COGIT2025 cuando se vaya a realizar la compra del ejemplar.

Magia con electrónica: una nueva herramienta para aprender electrónica de forma diferente

Julio Caso de los Cobos Fidalgo

102 págs.

ISBN 978-84-09-45008-4



“Magia con electrónica” es un innovador libro que fusiona el fascinante mundo del ilusionismo con los principios de la electrónica, creando una experiencia de aprendizaje única. Diseñado tanto para entusiastas de la tecnología como para magos aficionados, este libro ofrece

una nueva perspectiva sobre cómo los componentes electrónicos pueden ser utilizados para crear efectos mágicos sorprendentes.

A través de sus páginas, los lectores podrán descubrir cómo configurar y manejar componentes electrónicos comerciales, como sensores, luces LED y motores, combinándolos con microcontroladores como Arduino o ESP32. Cada capítulo guía al lector paso a paso en la construcción de efectos mágicos, desde trucos simples como hacer que una campana de hotel descubra una carta, hasta efectos más complejos como controlar la activación a distancia de un efecto mágico, utilizando una varita que emite distintos códigos según la muevas.

El libro también incluye tutoriales sobre cómo desarrollar aplicaciones mágicas mediante la programación de microcontroladores, lo que permite a los usuarios personalizar sus propios efectos. Además, enseña cómo conectar placas electrónicas comerciales para ampliar las posibilidades creativas y técnicas, facilitando la creación de proyectos más elaborados y sorprendentes.

Una de las características más destacadas de “Magia con electrónica” es que contiene códigos QR, que permiten acceder a videos explicativos actualizables (por tanto, no será necesario adquirir una segunda edición del libro), para que todo quede explicado a la hora de crear los diferentes efectos. Además, el lector tendrá acceso exclusivo a una sección privada de la web desarrolloapp.top, donde puede encontrar recursos adicionales, actualizaciones y más videos explicativos. Esta plataforma también alberga una comunidad activa, donde los usuarios pueden plantear dudas, compartir sus proyectos, y colaborar con otros apasionados del ilusionismo tecnológico.

En resumen, “Magia con electrónica” no sólo es una herramienta educativa, sino una puerta de entrada a un mundo donde la tecnología y la magia se encuentran, permitiendo a sus lectores transformar simples componentes en sorprendentes ilusiones electrónicas.

Julio Caso de los Cobos Fidalgo es ingeniero técnico industrial. Los interesados en adquirir el libro “Magia con electrónica”, pueden contactar con él a través del e-mail: juliocaso@hotmail.com.

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

Acorde a la Resolución del Servicio Público de Empleo Estatal, por la que se aprueba la convocatoria para la concesión de subvenciones públicas destinadas a la financiación de formación mediante microcréditos, dentro de la Inversión “Adquisición de nuevas competencias para la transformación digital, verde y productiva”, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia -Financiado por la Unión Europea- Next Generation EU, presentamos el programa de formación promovido por el Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI), que será desarrollado y ejecutado íntegramente en www.ingenierosformacion.com abierto a todos los usuarios de la plataforma que deseen participar en él.

¡Matricúlate Gratis!

150h/ 10 semanas de formación

Gestión eficiente de la energía en la ingeniería

JUSTIFICACIÓN

La gestión de la energía en la industria es esencial para que las empresas mejoren sus procesos, utilicen recursos de manera eficiente, aumenten la productividad y reduzcan las emisiones de CO2. Muchas industrias están priorizando la sostenibilidad y la eficiencia en la producción. La capacitación adecuada es una ventaja significativa para los ingenieros que buscan especializarse en este campo.



OBJETIVOS

Gestionar de manera adecuada los distintos aspectos en relación con la energía, especialmente con la eficiencia energética, en cualquiera de las ramas de la ingeniería.

CONTENIDOS (resumen)

Módulo 1

Eficiencia energética en la industria

Módulo 2

Eficiencia energética en edificación

Módulo 3

Certificación energética de edificios

Módulo 4

Auditorías energéticas

Módulo 5

Tarificación y contratación de la energía

Creación y dinamización de comunidades energéticas

JUSTIFICACIÓN

El ingeniero debe prepararse para avanzar hacia un modelo energético nuevo que sea justo, democrático, descentralizado, limpio, renovable y digital, en el cual el consumidor se convertirá en el protagonista principal.



OBJETIVOS

- Definir una comunidad energética identificando su papel como herramienta clave en el cambio de modelo energético y transición energética para la mitigación del cambio climático
- Identificar el marco normativo de las comunidades energéticas
- Identificar y dinamizar los distintos actores que integran las comunidades energéticas
- Identificar las actividades a desarrollar en el marco de las comunidades energéticas

CONTENIDOS (resumen)

MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN A LAS COMUNIDADES ENERGÉTICAS

MÓDULO 2: MARCO NORMATIVO DE LAS COMUNIDADES ENERGÉTICAS

MÓDULO 3: DINAMIZACIÓN DE LA COMUNIDAD ENERGÉTICA

MÓDULO 4: ACTIVIDADES DE LAS COMUNIDADES ENERGÉTICAS

MÓDULO 5: CREACIÓN DE LA COMUNIDAD ENERGÉTICA

Modalidad e-learning.

***El curso se impartirá integralmente vía Internet en la Plataforma de Formación.**

Ampliar información:

web: www.ingenierosformacion.com

e-mail: secretaria@ingenierosformacion.com

Tlf: 985 73 28 91