

Técnica Industrial

322

ROBÓTICA INDUSTRIAL

NUEVO RÉCORD EN LA IMPLANTACIÓN DE ROBOTS INDUSTRIALES
ESPAÑA SE POSICIONA EN LA 12ª POSICIÓN EN SUMINISTRO MUNDIAL
EN 2020 HABRÁ MÁS DE 3 MILLONES DE ROBOTS OPERATIVOS

EXOESQUELETOS, EL CAMINO HACIA LA ROBOTIZACIÓN HUMANA
ENTREVISTA CON LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ROBÓTICA Y AUTOMATIZACIÓN (AER)



- > EL QUINTO MÉTODO DE TRANSPORTE: LA VISIÓN DE ZELEROS SOBRE HYPERLOOP
- > LA NANOTECNOLOGÍA EN LAS ENERGÍAS RENOVABLES
- > LABORATORIOS INTELIGENTES: UN NUEVO INSTRUMENTO DE APRENDIZAJE
- > GUÍA RÁPIDA DEL PROGRAMA DE EVALUACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS EÓLICOS WASP 11



PREMIO ESPECIAL EMPRENDEDORES 2018

Destinado a reconocer los trabajos cuyo resultado se traduzca en la creación de un negocio o empresa que conlleve iniciativas emprendedoras en el ámbito empresarial e industrial y a la generación de empleo.

Primer Premio
5.500 €

Accésit emprendedor
2.500 €

Organiza:



Patrocina:



Para proyectos
de **Ideas Prácticas**
Emprendedoras

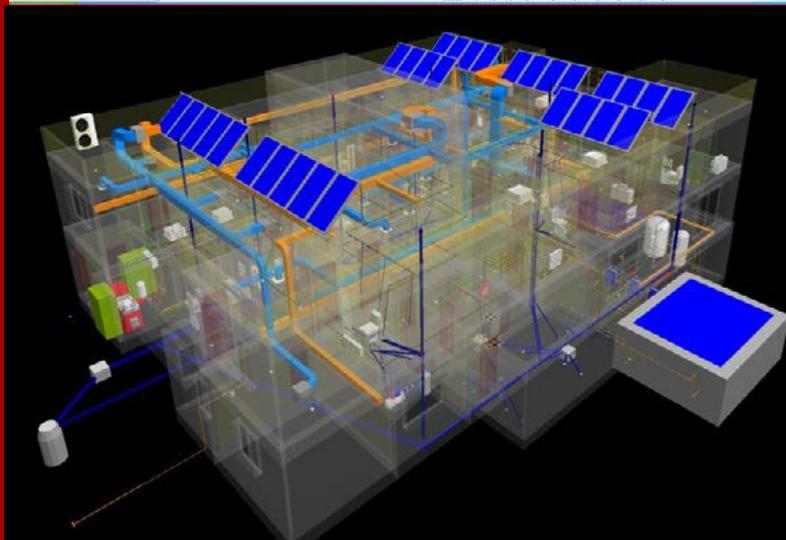
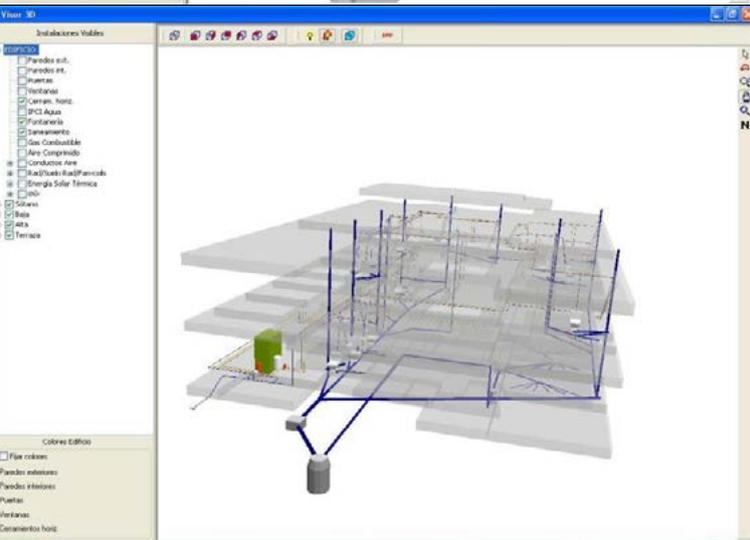
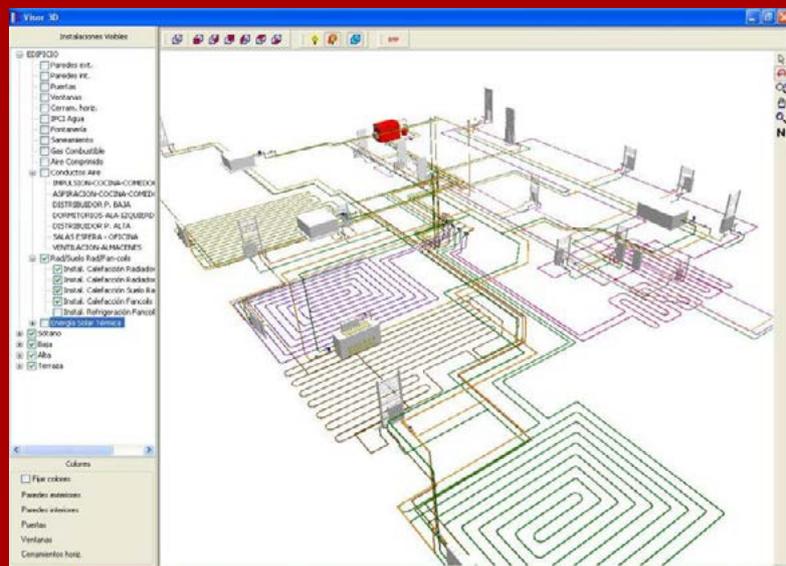
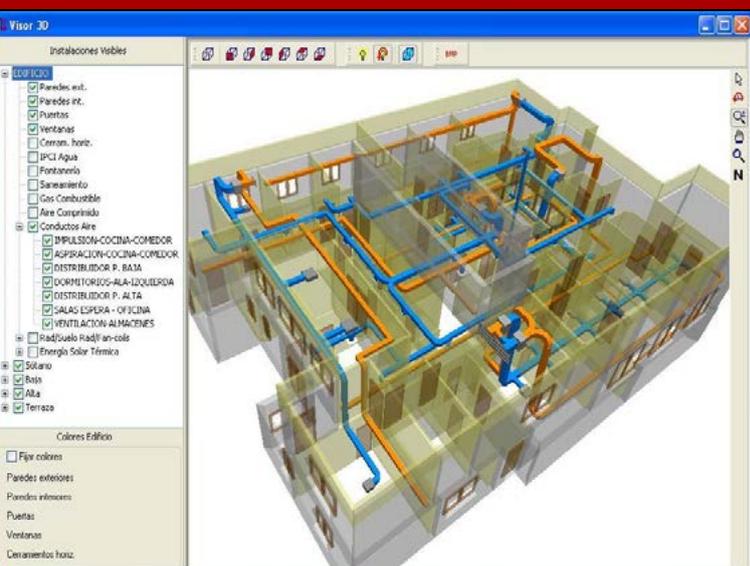
Más información en:
www.fundaciontindustrial.es/premios-y-becas

Edificación

CIEBT: Instalaciones Eléctricas BT
 VIVI: Instalaciones Eléctricas en Edificios de Viviendas
 IPCI: Protección contra Incendios por agua
 FONTA: Fontanería: Agua fría y agua caliente sanitaria
 SANEA: Instalaciones de Saneamiento
 GASCOMB: Instalaciones Receptoras de Gases Combustibles
 AIRECOMP: Aire Comprimido y Gases Industriales
 CATE: Cargas Térmicas de Invierno y Verano
 CONDUCTOS: Conductos de Aire para Ventilación y Climatización
 RSF: Radiadores, Suelo Radiante y Fancoils
 SOLTE: Energía Solar Térmica
 REFRI: Cálculo de tuberías y equipos de expansión directa

Urbanización

ALP: Redes de Alumbrado Público
 REDBT: Redes Eléctricas de Distribución BT
 CMBT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas BT
 REDAT: Redes Eléctricas de Distribución AT
 CMAT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas AT
 CT: Centros de Transformación de Interior e Intemperie
 ABAST: Redes de Abastecimiento de Agua y Riego
 ALCAN: Redes de Alcantarillado
 RENOVABLES: Energías Renovables: Fotovoltaica y Eólica



CTE
CÓDIGO TÉCNICO
DE LA EDIFICACIÓN

RITE

RBT

Nuevo Reglamento AT
(RD 223/2008)

RLAT

Reglamento Combustibles
Gaseosos (RD 919/2006)

RCG

SENCILLEZ EN EL MANEJO, POTENCIA EN EL CÁLCULO



EN PORTADA Robótica industrial

10 El eslabón perdido entre el mundo digital y físico

La robótica industrial constituye hoy en día una de las áreas más importantes de investigación y desarrollo tecnológico. Los robots industriales alcanzaron un nuevo récord en 2017 (últimos datos disponibles), al llegar a las 380.550 unidades vendidas en todo el mundo, lo que representa un aumento del 29% respecto al año anterior (294.300 unidades)

Mónica Ramírez

14 ENTREVISTA Salvador Giró CEO del Grupo Infaimon y vicepresidente de la Asociación Española de Robótica y Automatización (AER): "Tendremos un problema muy grave si no formamos a más profesionales en el sector".

16 ENTREVISTA Miguel Garcés Moreno Especialista de robots industriales y robots colaborativos en Omron Electronics Iberia S.A.U.: "El futuro me lo imagino trabajando en perfecta armonía con máquinas y robots".

Foto de portada: Shutterstock.

ACTUALIDAD

04 Exoesqueletos, el camino hacia la robotización humana

Los exoesqueletos robóticos ya no son cosa del futuro. Los modelos, cada vez más avanzados, ofrecen a personas con problemas de movilidad reducida la posibilidad de caminar o usar sus brazos sin necesidad de ayuda. La industria también se beneficia de las bondades de esta tecnología, que permite llevar nuestro cuerpo a extremos, sin necesidad de convertirnos en superhéroes. **Mónica Ramírez**

18 La tecnología como aliada de la eficiencia

En un mundo tan activo y globalizado como el actual, las empresas han de ser rápidas y eficientes con todos sus recursos. La tecnología ha llegado para resolver los problemas que puedan surgir en las organizaciones, y se ha convertido en un aliado indispensable para lograr una mayor eficiencia y mejorar los procesos.

20 TRIBUNA El futuro de la ingeniería

Miquel Darnés

22 ENTREVISTA David Gallego Clavero Ingeniero técnico industrial y diseñador de maquinaria industrial: "Un proyecto innovador requiere mucha dedicación y esfuerzo, pero es muy gratificante".

24 ENTREVISTA Miguel Hernando Gutiérrez Profesor de la Universidad Politécnica de Madrid e investigador en el área de Robótica: "La Universidad tiene que recuperar el amor por el conocimiento entre sus alumnos"

88 Ferias y congresos

ARTÍCULOS

26 ORIGINAL

El quinto método de transporte: la visión de Zeleros sobre Hyperloop

The fifth mode of transport: Zeleros' vision of hyperloop

Daniel Orient, David Pistoni, Juan Vicen, Sergio Hoyas



32 ORIGINAL

La nanotecnología en las energías renovables: análisis de aplicaciones desarrolladas, reducción de costes y derechos de propiedad industrial

Nanotechnology in renewable energies: analysis of developed applications, cost reduction and industrial property rights

Francisco Javier Moledo Froján, Gaizka Orbezua Fernández



40 ORIGINAL

Laboratorios inteligentes: un nuevo instrumento de aprendizaje

SmartLab: a new learning tool

J. Martínez Román, A. Sapena Baño, J. Pérez Cruz, M. Pineda Sanchez, M. Riera Guasp, R. Puche Panadero



INFORMES

46 Indicador de efectividad en mantenimiento

Brau Clemenza

48 Guía rápida del programa de evaluación de emplazamientos eólicos WAsP 11

Pablo Zapico Gutiérrez, Pedro García Merayo, Fernando Silván y José Alejandro Alonso de Linaje Díez

58 Mejora de la fiabilidad de los sistemas de dragas

Patricia Ullrich

INGENIERÍA Y HUMANIDADES

90 Publicaciones

92 El ingenio de Juanelo Turriano

Conocido como el "Arquímedes renacentista", Juanelo Turriano fue el creador de una de las mayores obras de la ingeniería hidráulica del Renacimiento español: el Artificio de Toledo

PROFESIÓN

03 Editorial Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030

José Antonio Galdón Ruiz

60 José Antonio Galdón Ruiz, reelegido presidente de COGITI

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), que integra a 49 colegios profesionales y cerca de 80.000 colegiados, ha renovado los cargos de su Junta Ejecutiva de cara a los próximos cuatro años.

60 Su Majestad El Rey recibe a las corporaciones profesionales

El presidente del COGITI, José Antonio Galdón Ruiz, que también es vicepresidente de Unión Profesional, agradeció su apoyo institucional al sector industrial, y su "compromiso con las profesiones y, por lo tanto, con el desarrollo de nuestra sociedad".

61 El COGITI participa en el I Congreso Nacional de Tecnología

Profesores de la asignatura de Tecnología, principalmente Ingenieros Técnicos Industriales, se dieron cita del 8 al 9 de febrero en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Málaga, en el marco del I Congreso Nacional de Tecnología, organizado por la Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado de Tecnología (PEAPT), el Centro del Profesorado de Málaga (Junta de Andalucía), y la citada Escuela.



62 Los Ingenieros Técnicos Industriales contribuirán a evitar la electrocución de aves

El acuerdo prevé acciones formativas, a través de la plataforma de formación e-learning del COGITI, para evitar las electrocuciones de aves, sobre todo en el marco del proyecto europeo AQUILA a-LIFE.

62 Estudiantes de todo el país se congregan en las Jornadas Estatales de Ingeniería Industrial (JEDII)

Como es habitual, el COGITI participó en este evento, como entidad invitada, y en esta ocasión contó con la conferencia de la vicepresidenta de la institución, Ana Jáuregui Ramírez.



63 Las ingenieras reivindican una mayor diversidad de género en el ámbito de la ingeniería

Bajo el título de "Taller de formación para el fomento del asociacionismo entre las mujeres ingenieras", la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAIITE) organizó una jornada en su sede corporativa, en la que participaron numerosos asistentes, la mayoría mujeres.

64 Conferencias del presidente del COGITI en Lleida y Valencia

En fechas recientes, José Antonio Galdón, presidente del COGITI, viajó a Lleida y Valencia para ofrecer sendas conferencias en el ámbito universitario.

64 Unión Profesional aprueba el Modelo común del Desarrollo Profesional Continuo

La Asamblea General de Unión Profesional ha aprobado el Modelo UP DPC, en un contexto social en el que los profesionales han de mantenerse actualizados en sus conocimientos y competencias a lo largo de su ejercicio profesional. Esta actualización ha de ser reconocida y supervisada por organismos competentes, como son los colegios profesionales.

66 ENTREVISTA Camilo Pérez Corral Ingeniero técnico industrial y presidente ejecutivo de Curvados Quintín S.L. y BioCurve S.L.: "La innovación es la única forma de poder seguir en el mercado".

68 Matachana Group, referente mundial en el campo del 'infection control'

Matachana atesora ya un largo recorrido a través de la historia reciente de la industria en España y, desde su fundación en el año 1962, ha conseguido proyectar un crecimiento nacional e internacional para consolidar una importante implantación global.

70 TRIBUNA Aprovechamiento hidroeléctrico en la provincia de Zamora

José Luis Hernández Merchán

74 ENTREVISTA Juan Antonio Monsoriu Serra Director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València.

76 Educación, investigación y empleo se dan cita en la primera edición de Ágora Internacional

78 TRIBUNA Megacities Fernando Doncel

80 TRIBUNA Declaración responsable frente a licencia urbanística

José Luis Hernández Merchán

83 Engineida

84 APUNTES FORENSES Forensis Luis Francisco Pascual Piñeiro

86 ENTREVISTA José María Cortés Díaz Profesor de Seguridad e Higiene del Trabajo en Ingeniería Técnica Industrial y de formación superior en Prevención de Riesgos Laborales de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla.

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 la Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti).

Fundación Técnica Industrial

Comisión Permanente

Presidente José Antonio Galdón Ruiz

Vicepresidenta Ana M^a Jáuregui Ramírez

Secretario Jesús E. García Gutiérrez

Tesorero Fernando Blaya Haro

Vocales Antonio Miguel Rodríguez Hernández y José Luis Hernández Merchán

Gerente Luis Francisco Pascual Piñeiro

Patronos

Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales (UAIITE), 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 Fernando Martín Fernández

Badajoz Vicenta Gómez Garrido

Illes Balears Juan Ribas Cantero

Barcelona Miquel Darnés i Cirera

Bizkaia Alberto García Lizaranzu

Burgos Agapito Martínez Pérez

Cáceres Fernando Doncel Blázquez

Cádiz Domingo Villero Carro

Cantabria Enrique González Herbera

Castellón José Luis Ginés Porcar

Ciudad Real José Carlos Pardo García

Córdoba Manuel Caballano Bravo

Gipuzkoa Santiago Beasain Biurrarena

Girona Jordi Fabrellas Payret

Granada Isidro Román López

Guadalajara Juan José Cruz García

Huelva David Muñoz de la Villa

Jaén Rafael Fernández Mesa

La Rioja Jesús Velilla García

Las Palmas José Antonio Marrero Nieto

León Miguel Ferrero Fernández

Lleida Ramón Grau Lanau

Lugo Jorge Rivera Gómez

Madrid José Antonio Galdón Ruiz

Málaga José B. Zayas López

Manresa Àngel Vilarasau Soler

Región de Murcia César Nicolas Martínez

Navarra Luis Maestu Martínez

Ourense Santiago Gómez-Randulfe Álvarez

Palencia Jesús de la Fuente Valtierra

Principado de Asturias Enrique Pérez Rodríguez

Salamanca José Luis Martín Sánchez

S. C. Tenerife Antonio M. Rodríguez Hernández

Segovia Fernando García de Andrés

Sevilla Ana M^a Jáuregui Ramírez

Soria Levy Garjo Tarancón

Tarragona Antón Escarré París

Toledo Ángel Carrero Romero

Valencia Angélica Gómez González

Valladolid Francisco Javier Escribano Cordovés

Vigo Jorge Cerqueiro Pequeño

Vilanova i la Geltrú Xavier Jiménez García

Zamora Jose Luis Hernández Merchán

Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030

El origen de todas y cada una de las profesiones que hoy conocemos, y de las que están por venir, reside siempre en necesidades sociales del momento y, por ende, debemos tener bien claro que éste es el fin último de las mismas; es decir, aportar a la sociedad un conjunto de valores y capacitaciones técnicas, que permitan continuar el desarrollo y la prosperidad social.

Esto nos lleva, por tanto, a una situación donde debe existir una total armonía entre el progreso y las profesiones, donde la permanente adaptación de los profesionales al entorno sea capaz de satisfacer los cambiantes requerimientos.

Por ello, resulta primordial e imprescindible el papel de las profesiones y de los profesionales para llevar a cabo la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 aprobada por la ONU, donde se fijan 17 objetivos y 169 metas con la mirada puesta en mejorar la vida de las personas, basadas en la prosperidad y el cuidado del planeta.

Todos los objetivos son esenciales, y en todos ellos será imprescindible la participación de los profesionales, pero en este caso me quiero detener en el que para mí es uno de los más importantes y que, además, afecta de lleno a mi profesión, que no es otro que el de Industria, Innovación e Infraestructuras (Objetivo nº 9).

Y es muy importante, porque no cabe duda de que es el sector industrial (manufacturero) el que aporta una mayor estabilidad económica y social, a través del empleo, y es este sector el que ha permitido evolucionar las sociedades, hasta tal punto que se ha venido utilizando el término industrializado como sinónimo de desarrollado; algo que en la actualidad no resulta nada apropiado si se pone la vista en ciertas economías emergentes.

“NO SE TRATA SOLO DE MÁS INDUSTRIA, QUE TAMBIÉN, SINO DE MEJOR INDUSTRIA, Y PARA ELLO HEMOS DE TENER EN CUENTA QUE EN EL SECTOR INDUSTRIAL NO VALE TODO SI QUEREMOS CONSEGUIR REALMENTE LOS OBJETIVOS DE PROGRESO Y DESARROLLO”

Es por ello que se requiere una reflexión especial en este punto, y si bien es cierto que el modelo industrial de Europa y EEUU, entre otros, han supuesto la base de la prosperidad social que hoy conocemos, también se corre el riesgo de que sea ésta misma la que produzca la involución en otros países en vías de desarrollo, por el afán competitivo a costa de la mano de obra barata y esquilmar los recursos naturales.

Y para mí, hay un hito importante en la historia que conviene recordar por lo que supuso en su día, y que es totalmente aplicable en la actualidad en países en vías de desarrollo, y me refiero al modelo de Henri Ford. Una vez implantada la producción en cadena con largos turnos de trabajo y mal pagados, se multipli-

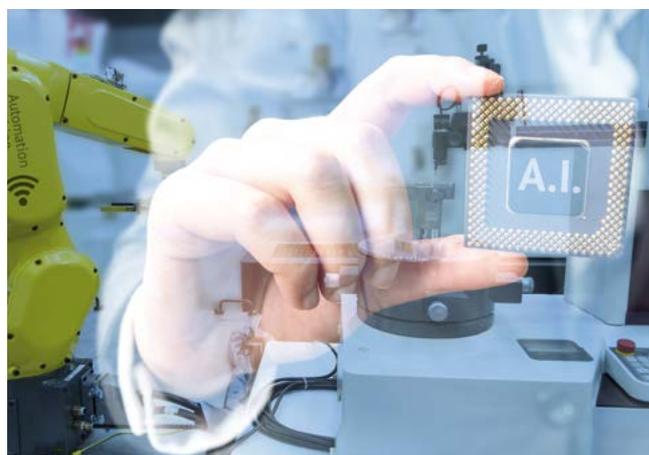


Foto: Shutterstock.

có el absentismo y se produjo una estampida de trabajadores, lo que no solo disminuyó la productividad, sino que puso en riesgo la continuidad de la industria por la falta de mano de obra, y ello le llevó a tomar las soluciones que debemos tener muy presentes. No solo redujo el horario de trabajo estableciendo un turno más, sino que además duplicó el sueldo a los trabajadores y redujo el precio de su Ford T a menos de la mitad, y este conjunto de actuaciones fue lo que le catapultó al éxito empresarial y además introdujo un importante desarrollo social, que permitió, entre otras cosas, que sus propios trabajadores pudiesen comprar los coches que fabricaban.

Por tanto, no se trata solo de más industria, que también, sino de mejor industria, y para ello hemos de tener en cuenta que en el sector industrial no vale todo si queremos conseguir realmente los objetivos de progreso y desarrollo que aporta.

La industria es sinónimo de competitividad, porque aquella industria que no es competitiva desaparece, pero también es sinónimo de innovación, porque aquella que no se adapta a los cambios hará lo propio. Los avances tecnológicos que a su vez están generados en parte por la propia industria deben de ser implantados e interiorizados, y en ello tienen una máxima responsabilidad los profesionales.

La inteligencia artificial, la realidad virtual, la digitalización, la realidad aumentada, la robótica, el big data, la impresión 3D, etc., requieren de los mejores Ingenieros y profesionales que sean capaces de trasladar esas tecnologías disruptivas a las industrias y empresas, que posibiliten por tanto la competitividad que necesita el sector.

Y todo ello debe venir además acompañado de unos valores y principios éticos que respeten el entorno y la dignidad humana, porque de otro modo no será posible conseguir el efectivo desarrollo sostenible que una buena industria puede proporcionar.

José Antonio Galdón Ruiz

Presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España



Exoesqueletos, el camino hacia la robotización humana

Los exoesqueletos robóticos ya no son cosa del futuro. Los modelos, cada vez más avanzados, ofrecen a personas con problemas de movilidad reducida la posibilidad de caminar o usar sus brazos sin necesidad de ayuda. La industria también se beneficia de las bondades de esta tecnología, que permite llevar nuestro cuerpo a extremos, sin necesidad de convertirnos en superhéroes

Mónica Ramírez

La escalada de la robotización en el sector de la industria no ha hecho más que comenzar. Este auge es especialmente significativo en las plantas de ensamblaje de la automoción, donde auténticos ejércitos de robots montan a la perfección los vehículos en tiempo récord y sin defectos. Sin embargo, contrariamente a lo que se pudiera pensar, los robots no acabarán con el trabajo de los profesionales a pie de línea de montaje. De hecho, todo parece indicar que las líneas de producción lograrán una integración total del humano y la máquina.

Tanto es así que desde hace unos años, en algunas plantas industriales ya se está probando con éxito la utilidad de acoplar un robot al cuerpo del trabajador. Es lo que se conoce como exoesqueleto o exotraje, que se adhiere a la espalda, los brazos y las piernas del operario. De

este modo, le permite levantar y manipular piezas pesadas, reduciendo así su esfuerzo, cansancio y las lesiones que un trabajo de este tipo le puede acarrear.

No obstante, lejos de lo que pudiéramos pensar, los exoesqueletos no son una tecnología nueva; su desarrollo se produjo en la década de 1960, pero fue principalmente con fines militares. En la actualidad, su lógica evolución ha llevado a intentar integrar los exoesqueletos en algunas de las grandes compañías de la automoción, del metal o del ámbito naval, donde sus operarios están probando la utilidad de esta nueva tecnología en sus procesos productivos.

Primeras pruebas en Ford España

Uno de estos casos nos lleva hasta la planta de Ford en Almussafes (Valencia), que se coloca a la vanguardia en cuanto a la realización de pruebas con exoes-

queletos, en su línea de montaje.

La utilización de estos dispositivos se concibe como una ayuda a los operarios que ejecutan tareas en las que haya que realizar posturas que puedan resultar problemáticas, desde el punto de vista ergonómico. Están fabricados con fibra de carbono, titanio y otras técnicas de diseño y fabricación que los hacen ligeros y resistentes. Una de sus ventajas es que no dan calor, y pueden ser activos (con motores o hidráulicos), lo que proporciona parte de la energía que necesita el operario de la línea de montaje para moverse y realizar su trabajo, o pasivos, y están indicados sobre todo para poder levantar y manipular piezas que de otro modo resultarían demasiado pesadas.

La planta de Valencia se convierte así en pionera en el sector de la automoción, tanto en número de prototipos de exoesqueleto utilizados, como en la cantidad

de horas de uso y número de operarios (unos 100) que se han presentado voluntarios para participar en este proyecto, cuyo objetivo es mejorar las condiciones de trabajo en la línea de montaje.

Los modelos de exoesqueleto que se han venido probando durante los últimos meses responden a dos categorías distintas, buscando un refuerzo en la espalda y en los hombros, respectivamente. Lo que realmente se estudia es el efecto de protección y apoyo contra el cansancio y las lesiones que se pueden producir al llevar a cabo tareas repetitivas, y en las que no se puede recurrir a otras soluciones como los robots colaborativos (cobots).

Detrás de esta iniciativa está la colaboración de Ford con las propias empresas fabricantes de exoesqueletos, y con el equipo de ingenieros que permite adecuar las especificaciones de esta tecnología a las exigentes rutinas de producción de la fábrica de Almussafes.

“Mi trabajo puede ser como ir al gimnasio, y tienes que estar realmente en forma para realizar algunas de las tareas. El exoesqueleto supone una gran diferencia, me siento mucho más fresco al final del turno de trabajo”, asegura el operario Ramón Navarrete, que trabaja montando interiores de vehículo.

Los usuarios de los exoesqueletos realizan una gran cantidad de movimientos o manejan piezas incómodas, como depósitos de combustible. Para Israel Benavides, ingeniero responsable del proyecto en Almussafes, “la idea es dar un soporte a los operarios para proteger la espalda cuando tienen que inclinarse hacia delante; se trata de levantar el mismo peso, pero desde una postura más cómoda y redistribuyendo el esfuerzo muscular”.

“Automatizar es complicado porque requiere un espacio extra que a veces no existe en una línea de producción, y no puede instalarse una máquina grande o robot. El exoesqueleto tiene una ventaja en ese sentido, ya que permite al operario seguir trabajando”, explica Benavides. Además, los exoesqueletos que forman parte de este programa son regulables y pueden ajustarse a las distintas complejidades físicas.

Los próximos meses supondrán un impulso definitivo para este proyecto. Por una parte, a través de la realización de pruebas en la línea de montaje de mayor duración y más intensivas y, por otra, por el inicio de una colaboración con la Uni-



versidad Politécnica de Valencia para ampliar estudios en aspectos ergonómicos.

El objetivo final es seleccionar el mejor prototipo, y posteriormente contactar con el ámbito universitario para hacer pruebas de biomecánica, cambio térmico, contracción muscular, etc., con el fin de determinar el efecto final de los exoesqueletos sobre los operarios, los beneficios y las desventajas (antes y después del uso).

En este sentido, Benavides aclara a este respecto que en estos tests no buscan sólo medir la contracción del grupo muscular al que se destina el exoesqueleto, como pueden ser hombros o espalda, sino ver cómo reacciona todo el cuerpo.

De este modo, la carga se distribuye a los músculos más fuertes. Es decir, este tipo de exoesqueleto no aporta una fuerza “extra”, sino que realiza un reparto más equitativo del esfuerzo que se hace al cargar un peso, para reducir la fatiga y el riesgo de lesión, de manera que el esfuerzo se soporta mejor.

En Europa, el 61% de las enfermedades laborales se deben a trastornos musculoesqueléticos, debido a los esfuerzos realizados. Este hecho, unido al envejecimiento de las plantillas, hace necesaria la introducción de las nuevas tecnologías en los procesos de fabricación.

Por otra parte, la compañía automovilística también está trabajando en el ámbito legislativo, puesto que los exoesqueletos todavía no están contemplados en ciertos aspectos, como pueden ser los seguros. Como suele suceder con

la tecnología más innovadora, su utilización y práctica llega antes que la normativa y la legislación que pueda existir al respecto.

Exoesqueleto infantil, un éxito de la I+D española

La robótica aplicada a la medicina constituye, sin duda, otro de los campos en los que esta tecnología tiene mucho que ofrecer para mejorar la calidad de vida de las personas. Cada vez conocemos más casos sobre los avances en el diseño de los exoesqueletos biónicos que facilitan la movilidad de aquellas personas con movilidad reducida, o incluso con parálisis en las piernas. En estos casos, el dispositivo, que se acopla a las piernas del paciente, reproduce el funcionamiento del sistema locomotor humano. En este sentido, el exoesqueleto podría cubrir una necesidad vital que actualmente no tiene ninguna solución, además de prevenir las complicaciones derivadas de la pérdida de la movilidad.

Las empresas de ingeniería española tienen mucho que aportar. La firma Marsi Bionics, una pequeña *spin off* del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha desarrollado el primer exoesqueleto pediátrico portable del mundo, en colaboración con la empresa de ingeniería Escribano Mechanical & Engineering, que ha cedido la primera unidad al Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

La empresa Escribano, con sede en Alcalá de Henares, cuenta con 300 trabajadores en su plantilla, de los que casi la mitad son ingenieros y más del 10% doctores. En su apuesta por impulsar el I+D aplicado a la sociedad, destaca la construcción del primer exoesqueleto robótico infantil del mundo, que permite demorar el avance de la Atrofia Muscular Espinal (AME). De esta forma, los niños afectados por dicha enfermedad podrán acceder a una nueva terapia para retrasar los síntomas de la enfermedad, y lograr lo hasta hace poco era imposible: ponerse de pie y empezar a caminar con ayuda del exoesqueleto.

El dispositivo pesa unos 14 kilos, pero los niños apenas notan su peso. “El exoesqueleto se adapta a las condiciones de marcha, y los niños tienen la sensación de flotar”, explica Elena García, ingeniera de Marsi Bionics. Se trata de un cuerpo rígido, que tiende a adaptarse al cuerpo humano, con una estructura telescópica que puede modificarse según la altura y

el tamaño del usuario. Además, cuenta con sensores que detectan la fuerza, la intención de movimiento e incluso los problemas de contracturas a nivel articular. Cada pierna del exoesqueleto cuenta con cinco motores, que permiten a los niños impulsarse en cualquier dirección.

La inversión total en investigación y desarrollo aportada por ambas empresas asciende a casi 10 millones de euros, y cada unidad tiene un precio aproximado de 30.000 euros, aunque también se contempla la opción del alquiler por un precio que rondaría los 2.800 euros mensuales.

El proyecto es un ejemplo de colaboración entre lo público y lo privado para el desarrollo de productos innovadores. Durante cuatro años, el citado hospital ha trabajado junto a las firmas para perfeccionar los aparatos. "La combinación de clínicos que se hacen preguntas con empresas que intentan solucionarlas es

el cóctel perfecto para que las cosas salgan bien", asegura Jaume Pérez Payarols, director de Innovación e Investigación del Hospital Sant Joan de Déu. El proyecto también ha recibido financiación de la Comisión Europea.

Como reconoce Ángel Escribano, presidente de la empresa, es una tecnología cara, lo que supone una barrera para el uso particular, aunque confía en que podrá reducir los costes en los próximos años para hacer el tratamiento más accesible. La firma también está probando escalar de tamaño la tecnología para utilizarla en otro tipo de terapias en personas adultas, como el ictus "de rodilla".

Exoesqueleto terapéutico

Por otra parte, el pasado mes de febrero, se presentaba el primer exoesqueleto terapéutico que dará servicio en Baleares a pacientes con lesión medular, daño cerebral y otras enfermedades neuro-

lógicas. Se trata del primer dispositivo robótico de nueva generación de estas características que se instala en España y el tercero en Europa. Las prestaciones de este modelo único, que tan solo pesa 17 kilogramos, permite atender a pacientes con diferentes medidas y pesos, además de ofrecer la posibilidad de caminar tanto en superficies internas como externas, incluidas aceras, hierba y rampas de poca inclinación, lo que lo convierte en el modelo más versátil del mercado.

El futuro de la medicina robótica será uno de los sectores con mayor crecimiento en la próxima década, junto con la robótica industrial. Y es que el envejecimiento de la población occidental tendrá que conllevar un aumento de los recursos destinados a la investigación sanitaria y de ayuda a las personas mayores. Los expertos aseguran que pronto veremos, de manera habitual, robots acompañantes o exoesqueletos asistenciales.

¿Cómo funciona un exoesqueleto?

Exoesqueleto mecánico, exoesqueleto de potencia, exoesqueleto robótico, o también conocido como servoarmadura, exomarco o exotraje, es una máquina móvil consistente en un armazón externo (comparable al exoesqueleto de un insecto) y un sistema de potencia de motores o hidráulicos, que proporciona al menos parte de la energía para el movimiento de los miembros.

Una serie de sensores biométricos detectan las señales nerviosas que el cerebro envía a los músculos de nuestras extremidades cuando vamos a comenzar a andar. En ese momento, la unidad de procesamiento del exoesqueleto responde a las señales, las procesa y hace actuar al exoesqueleto en una fracción de segundo.

El origen de la palabra *exo* es griego, y significa fuera. De manera opuesta al esqueleto humano normal, que sostiene el cuerpo desde adentro, un exoesqueleto sostiene al cuerpo desde afuera.

Elementos del exoesqueleto

- Marco:

De forma habitual está fabricado con materiales ligeros, y debe ser lo suficientemente fuerte para sostener el peso del cuerpo, así como el peso del exoesqueleto y sus componentes.

- Sensores:

Capturan la información sobre cómo el usuario desea moverse. Los sensores pueden ser manuales, como una palanca, o eléctricos, y detectar los impulsos fisiológicos generados por el cuerpo. También pueden estar combinados con dispositivos, como un control remoto y un detector de movimiento, que permite a quien lo usa cambiar

el movimiento de caminar a subir escalones, por ejemplo. La información capturada por los sensores es enviada a la computadora para ser analizada.

- Controlador:

Actúa como el cerebro del dispositivo. El controlador es una computadora a bordo, que toma la información capturada por los sensores y controla a los actuadores. La computadora coordina a los distintos actuadores en el exoesqueleto, y permite al exoesqueleto y su usuario, pararse, caminar, moverse, subir o descender.

- Actuadores:

Si el marco es como los huesos del cuerpo, y el controlador es el cerebro, los actuadores actúan como los músculos que ejercen el movimiento; usualmente son motores eléctricos o hidráulicos. Al utilizar la energía de las baterías y la información enviada por la computadora, los actuadores mueven el exoesqueleto y la persona que lo usa.

- Baterías:

Tienen que tener la suficiente potencia para hacer funcionar el exoesqueleto la mayor parte del día y ser fáciles de reemplazar. Las baterías deben ser ligeras y pequeñas para que el exoesqueleto no sea ni pesado ni voluminoso. También deben ser de recarga rápida, para que el dispositivo esté listo al día siguiente para volver a funcionar. Para la adquisición de señales musculares se utilizan electrodos EMG (electromiográficos), puesto que se necesita conocer la posición de cada articulación, con el fin de asignar la nueva posición del exoesqueleto.

El desarrollo y la investigación en el campo de los exoesqueletos involucran diversos ámbitos de la ingeniería electrónica, como los sistemas de comunicación, la instrumentación electrónica, el control y la potencia; así como a grupos interdisciplinarios que aportan otros conocimientos, especialmente en las áreas de la mecánica y la salud.

ELIMINE LAS CADENAS DE SUS OPERACIONES

Las cadenas de rodillos siguen siendo una solución muy utilizada. Sin embargo, existen otras que pueden sustituir a esta desfasada opción. Hay una alternativa mejor en el mercado que puede hacer que su vida sea más sencilla. Las correas son una alternativa sin óxido ni aceite que ofrece un rendimiento superior al de las cadenas de rodillos, además de durar hasta tres veces más y pesar hasta un 96 % menos. Descubra las ventajas de las correas de Gates en términos de funcionalidad, tiempo de actividad y rendimiento.

SOLUCIONES DE TRANSMISIÓN POR CORREA DE GATES
LIBERE SU NEGOCIO DE LAS OBSOLETAS CADENAS DE RODILLOS

WWW.GATES.COM

3X VEZES
MÁS VIDA

SIN ACEITE
OXIDO NI

UN PESO UN
96% INFERIOR



DRIVEN BY POSSIBILITY™

El eslabón perdido entre el mundo digital y físico

La robótica industrial constituye hoy en día una de las áreas más importantes de investigación y desarrollo tecnológico. Los robots industriales alcanzaron un nuevo récord en 2017 (últimos datos disponibles), al llegar a las 380.550 unidades vendidas en todo el mundo, lo que representa un aumento del 29% respecto al año anterior (294.300 unidades)



Foto: Shutterstock.

Mónica Ramírez

La Industria 4.0 no se concibe sin la robótica, pero tampoco sin el resto de tecnologías asociadas a la evolución industrial. En la batalla por la competitividad, la productividad y la sostenibilidad, el liderazgo en la tecnología de la robótica será la clave diferenciadora, y es que el crecimiento del mercado mundial de robots industriales continúa a un ritmo impresionante. China continúa liderando el mercado global de integración de robots desde el año 2013, y es el país que registró el mayor crecimiento, con un 58%. Se estima que el país asiático integre 210.000 unidades en 2020, es decir, el 40% del total de ventas de robots industriales, cuya cifra girará en torno a las 520.900 unidades.

En Estados Unidos el aumento fue del 6%, y en Alemania, del 8%, según la Federación Internacional de Robótica (IFR). Por sectores, la industria automovilística continúa liderando la demanda mundial de robots. En 2017 se vendieron alrededor de 125.000 unidades en este ámbito, lo que equivale a un crecimiento del 21% respecto a 2016. Por su parte, los sectores de mayor crecimiento en 2017 fueron la industria del metal (+54%), la electrónica (+27%) y la alimentaria (+19%).

En relación al volumen de ventas, Asia mantiene los niveles más altos: Chi-

na instaló alrededor de 138.000 robots industriales en 2017, seguido de Corea del Sur (40.000 unidades) y Japón (38.000 unidades).

En América, Estados Unidos constituye el mayor mercado individual, con alrededor de 33.000 robots industriales vendidos, mientras que Europa está liderada por Alemania, con cerca de 22.000 unidades vendidas. Estos datos reflejan, sin duda, el importante papel que juega la robótica no sólo en la revolución industrial, sino también en el ámbito social. En este sentido, el uso de robots colaborativos y robots de servicio en la atención médica es muy prometedor, ya que ayudará a que las economías avanzadas proporcionen una atención de calidad ante el rápido envejecimiento de la población. Otros desarrollos recientes en robótica están impulsados por los avances en Inteligencia Artificial (IA), que permiten a los robots detectar y responder a su entorno, por lo que podrán funcionar como asistentes de las personas. En los últimos años han surgido nuevos retos de la colaboración hombre-máquina que en la robótica tradicional no existían.

En lo que respecta a nuestro país, el sector de la robótica industrial se encuentra en un buen momento. El último informe de la Federación Internacional de Robótica (IFR) lo posiciona entre los 12 primeros países en número de ventas

de robots en el año 2017. El incremento en las ventas con respecto al año anterior fue de un 7% que, aun estando por debajo de la media mundial, representa un valor destacado. Por su parte, la previsión del crecimiento estimado del mercado español, para el periodo 2019-2021, se sitúa entre el 10% y el 15% anual; lo que lleva a pensar que se convertirá en uno de los sectores más activos en el crecimiento de nuestra economía.

Para hacernos una idea, la Asociación Española de Robótica y Automatización (AER) aporta un dato significativo: en la actualidad, dos de cada mil trabajadores son robots, y según las previsiones, en 2020 habrá en el mundo más de tres millones de ellos "plenamente operativos" en sectores como la industria automovilística, la electrónica, el metal, la química o la industria alimentaria, entre otros. Es más, un reciente estudio de PwC, subraya que la paulatina incorporación de la robótica en los sistemas productivos, hará posible un crecimiento de la economía mundial de un 14% en el año 2030.

Automoción, sector líder

El sector con mayor desarrollo y proyección en el ámbito de la robótica y la automatización es el de la automoción, que acapara casi seis de cada diez robots, lo que supone un 55% del mercado, y supera de este modo a otros sectores

donde este tipo de maquinaria juega también un papel importante, como el de alimentos y bebidas o el del metal.

En España, el número de robots vendidos en el sector de la automoción, en 2017, alcanzó el 51% del total, ya que es el más propenso a la utilización de inteligencia artificial para sus plantas de ensamblaje y fabricación de vehículos. Según el último informe de AER, más de la mitad de los robots vendidos dicho año se suministraron al sector del automóvil, lo que significa más de 2.000 robots. Debemos destacar también que el número de robots en funcionamiento dentro de la industria automovilística supera probablemente a día de hoy las 16.000 unidades. “Uno de los parámetros que se utiliza en robótica industrial es la densidad de robots, o lo que es lo mismo, el de número de estos por cada 10.000 trabajadores en la industria. En el caso del sector del automóvil estaríamos hablando de una densidad de 155 robots”, explica Salvador Giró, vicepresidente de AER.

A nivel mundial, 170.000 robots participan en los procesos de producción de la industria del automóvil, aunque la robotización también tiene una amplia presencia en la extracción de minerales, el suministro de electricidad u otras ramas manufactureras. En concreto, independientemente del sector al que estén destinados, más de la mitad de los robots (el 57,1 %) se dedica a la manipulación y a la carga y descarga de máquinas; seguido del 19,3% que se utilizan para tareas de soldaduras, el 14,3 % para usos no especificados, el 3,6 % para montaje y desmontaje, y el 3 % en materiales.

Un estudio del *think tank* Bruegel, formado por grupo de expertos dedicados a la investigación de políticas en temas económicos, y uno de los más influyentes de Europa, señala que en los mercados asiáticos ya existen más de un millón de robots funcionando, y de ellos, la tercera parte está en China, donde el número de autómatas está creciendo a un ritmo anual del 21%; por lo tanto, el triple que en Europa o en España (6%).

Sin embargo, la Unión Europea sigue siendo el enclave con un mayor número de robots, debido principalmente a la opulenta industria del automóvil; lo que explica que en 2020, según la patronal de fabricantes de autómatas, habrá algo más de tres millones de robots plenamente operativos en todo el mundo. De hecho, en los países más volcados actualmente en el proceso de automatización de la in-

dustria, encontramos una proporción de cuatro robots por cada 1.000 trabajadores, como es el caso de Alemania, o de 2,5 en países como Italia o Suecia.

Más de 4.000 unidades vendidas

La venta de robots en España, en 2017, superó las 4.000 unidades, lo que nos llevó a alcanzar la decimosegunda posición a nivel global en este aspecto. Según AER, el stock de robots en uso ronda las 35.000 unidades, lo que nos sitúa en el decimocuarto puesto en el ranking de países con mayor densidad de robots en el mundo.

Nos encontramos en un proceso de automatización sin precedentes que no ha hecho más que comenzar. Este crecimiento se debe, en gran parte, a que el coste de fabricar un robot es cada vez más reducido y su rendimiento, por el contrario, es cada vez mayor.

Salvador Giró, vicepresidente de AER, destaca que en estos momentos se está constatando “una gran evolución en la utilización de robots en el mercado de la máquina-herramienta, ya que existen sinergias evidentes entre las dos tecnologías, que hacen que la tendencia natural sea ir utilizando cada vez más robots en el sector de la industria, y los empresarios están tomando conciencia de ello”.

Además, apunta que probablemente donde se observa una decidida tendencia es en la incorporación de la robótica colaborativa; es decir, en la comunicación entre máquinas. “Indudablemente, es en la sensorización donde juega un papel fundamental la visión artificial, así como en la comunicación de nuestras máquinas, robots y sensores empleando la IIOT. Todo ello ligado a la capacidad que poseemos actualmente de generar una inmensa cantidad de datos, y que mediante su análisis podemos realizar un mantenimiento predictivo del funcionamiento de nuestras factorías”, explica Giró.

El sector demanda más ingenieros

En el ámbito de la Industria 4.0, donde la robótica representa una parte importante de la tecnología utilizada, se advierte una clara necesidad de especialización de los ingenieros en desarrollar procesos productivos en la industria, a nivel de investigación y programación, tanto de los sistemas, como en la elaboración y mejora de los procedimientos.

Para Salvador Giró, “siempre es difícil especular sobre lo que puede acontecer en el futuro, pero lo que advertimos a

día de hoy es que existe una gran falta de profesionales en automatización y digitalización industrial. Atendiendo a las exigencias actuales, lo que sí podemos afirmar es que la demanda de trabajadores en este sector es muy superior a la oferta; es decir, no existen suficientes profesionales para cubrir todos los puestos de trabajo. Si tenemos en cuenta la gran necesidad futura de automatización de las empresas industriales, tendremos un problema muy grave si no formamos más profesionales en este sector”.

El ingeniero especializado en robótica realiza principalmente informes de evaluaciones, así como actualizaciones de estado de la máquina para eliminar sus fallos. Además, diseña y construye robots inteligentes que utilizan distintas técnicas de automatización para que actúen por sí mismos, con una intervención humana mínima respecto a controles o reportes. En este sentido, combina áreas como electrónica, informática, mecánica, física o matemáticas.

Esta rama de la ingeniería le permite desempeñar su trabajo en cualquier organización o empresa que requiera profesionales capacitados para diseñar y manejar plataformas robóticas. Los ingenieros también pueden trabajar en compañías que precisen integrar sistemas automatizados para optimizar un proceso productivo. En cualquier caso, en lo que a estudios se refiere, es fundamental tener una base en ingeniería mecánica, electrónica y automatización industrial.

Esta rama de la ingeniería cuenta, por lo tanto, con una buena salida profesional. El auge de la robótica se aprecia, además, en diversos ámbitos, que van desde la medicina, a través de los exoesqueletos, hasta la maquinaria industrial para grandes fábricas. Asimismo, existen varios tipos de robótica.

- La robótica industrial: máquinas que cumplen tareas repetitivas para completar acciones concretas en una fábrica.

- Robótica nanotecnológica: aparatos que resuelven problemas fundamentalmente médicos, diseñados para la cura de ciertas enfermedades.

- Robótica domótica: automatización de procesos en la construcción de viviendas.

- Robótica de exploración: configuración de programas que analizan archivos buscando patrones.

- Robótica militar: aviones sin tripulación, pero equipados con armamento dirigido.

Alianza de la robótica europea

En junio de 2014, la Comisión Europea y 180 empresas y organismos de investigación del consorcio europeo euRobotics presentaron el Programa SPARC. Se trata de la iniciativa civil más ambiciosa en el ámbito de la investigación e innovación robótica, que tiene como objetivo reforzar la posición de Europa en el mercado de la robótica mundial, y se prevé que alcance los 60.000 millones de euros en el año en 2020.

Sin embargo, no era la primera vez que se creaba una alianza para este tipo de desarrollos, pues anteriormente ya se habían dado dos pasos importantes: EUROP (Plataforma Tecnológica Europea de Robótica) y EURON (Red Europea de Investigación Robótica).

Aunque la principal línea de trabajo y desarrollo está relacionada con el montaje de coches, procesos de ensamblaje y vehículos autónomos, también son objeto de investigación áreas tecnológicas como la medicina, la tecnología asistencial, el transporte, la automatización de actividades agrícolas, el medioambiente, la seguridad civil o los hogares, entre otras. Y es que el potencial de la robótica va mucho más allá del trabajo en las fábricas: desde ayudar a enfermeras en hospitales hasta inspeccionar plantas de energía peligrosas y trabajos agrícolas tediosos.

El objetivo del Programa SPARC es impulsar, por lo tanto, el desarrollo tecnológico, pero no solo dentro del marco de la producción industrial, sino también con el fin de mejorar la calidad de vida y la sostenibilidad.

Se espera que el programa genere más de 240.000 puestos de trabajo en Europa, y que se aumente la participación del continente en este mercado en un 42%, lo que implica el crecimiento de la cifra de negocio del sector en unos 4.000 millones de euros anuales de 2014 a 2020.

La participación española en esta iniciativa comprende organizaciones como el Instituto Tecnológico de Aragón, la Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste, el Grupo Tecnalia o la Fundación Cartif, además de diversas universidades. La primera convocatoria de propuestas para el programa SPARC se ha realizado bajo el programa Leadership in Enabling and Industrial Technologies (LEIT) del nuevo programa europeo de investigación e innovación Horizonte 2020.

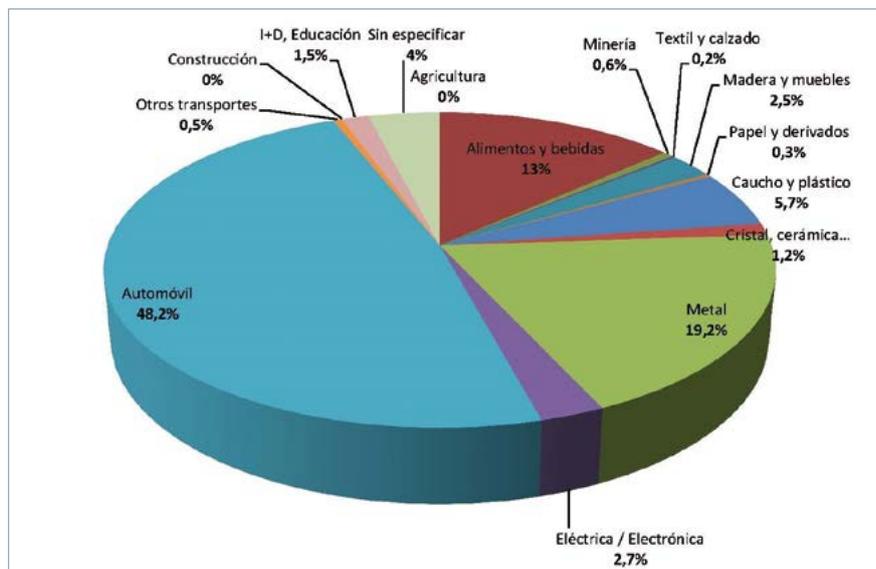


Gráfico 1. Distribución de robots por sectores en España. Estudio Anual 2017. Fuente: AER.

En el momento de la presentación del Programa SPARC, Neelie Kroes, vicepresidenta de la Comisión y responsable de la Agenda Digital Europa, advirtió de que “Europa tiene que ser un productor, y no solo un consumidor, de robótica. Los robots hacen mucho más que reemplazar a los humanos, a menudo hacen cosas que nosotros no podemos o no queremos hacer, mejorando así nuestra seguridad y nuestra calidad de vida. Integrar a los robots en la industria europea nos ayudará a crear y mantener puestos de trabajo”. Por su parte, Bernd Liepert, presidente de euRobotics, declaró que “SPARC asegurará la competitividad de la industria robótica europea. Las soluciones de automatización basadas en robots son esenciales para superar los desafíos sociales más apremiantes de la actualidad: desde el cambio demográfico hasta la movilidad y la producción sostenible”.

Cada cierto tiempo, las instituciones, las empresas y los organismos que participan en el proyecto, se reúnen para compartir y difundir sus experiencias. En este sentido, el European Robotics Forum (ERF2019), la reunión más influyente de la comunidad robótica de Europa, se celebra este año en Bucarest (Rumanía), entre los días 20 y 22 de marzo, donde cerca de 1.000 expertos europeos en robótica asisten a la 10ª edición de la conferencia. ERF2019 será la sede de una importante exposición en la que empresas, universidades e institutos de investigación mostrarán los prototipos, productos, servicios y proyectos

europeos más avanzados financiados en el marco del programa de investigación de la UE Horizonte 2020.

Ayudas europeas a las pymes

“En el entorno industrial, ser competitivo es directamente proporcional a automatizar, y los gerentes de las pymes lo saben. Otro tema distinto es la facilidad de que disponen las pymes para invertir en este proceso. En este punto es en el que la administración debería tomar conciencia y activar planes de automatización, con el fin de que no sólo nuestras empresas sean competitivas a nivel industrial, sino que nuestro país sea puntero en este entorno”, con estas palabras describe el vicepresidente de la Asociación Española de Robótica y Automatización (AER), Salvador Giró, la situación actual de las pymes.

En el marco de las ayudas a las pymes en Europa, en diciembre de 2018, la Comisión Europea concedió 66 millones de euros a proyectos de robótica e inteligencia artificial dentro del llamamiento de Digitalización de la Industria Europea del programa Horizonte 2020. La finalidad es que estos proyectos ayuden a las pymes hacia su digitalización mediante aplicaciones robóticas y de inteligencia artificial.

La financiación se repartirá entre cuatro proyectos y una acción de coordinación y apoyo (CSA, por sus siglas en inglés). Por una parte, encontramos el proyecto DIH^2, compuesto por una red de 26 centros de innovación digital (Digital Innovation Hubs, DIHs), que

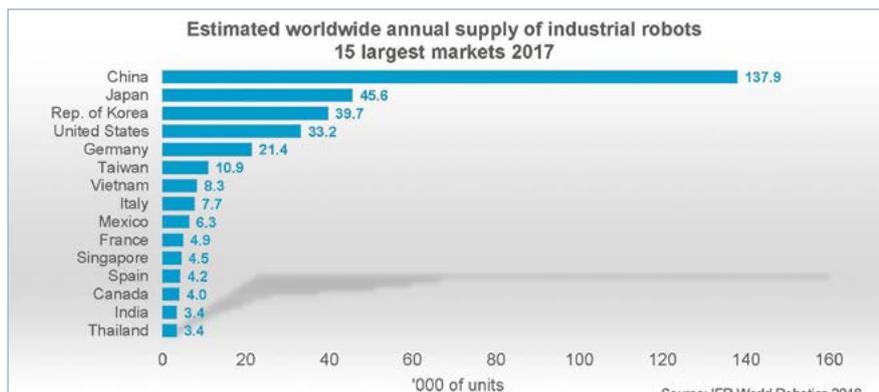


Gráfico 2. Suministro anual estimado de robots industriales en los 15 mercados más grandes (2017). Fuente: IFR.

quiere alcanzar los 170 DIHs. Su objetivo es generar tecnologías innovadoras y disruptivas a más de 300.000 pequeñas y medianas fábricas.

DIH-Hero es otro de los proyectos seleccionados, que creará una red paneuropea de DIHs especializados en robótica sanitaria. La red se centrará en ayudar a las empresas a crear productos y servicios innovadores para el mercado de la salud.

Por su parte, el proyecto Trinity apostará por crear una red de centros de innovación digital multidisciplinares formados por centros de investigación, empresas y universidades para trabajar en diferentes áreas, aunque la robótica avanzada y las herramientas digitales serán el motor de toda la red. También prestará especial atención a la privacidad de datos y a la ciberseguridad para respaldar la introducción de sistemas robóticos avanzados en los procesos de producción.

Por último, el proyecto RIMA tiene como objeto establecer una red de 13 DIH para facilitar el uso de la robótica en labores de inspección y mantenimiento. La idea es trabajar para aumentar la competitividad, mejorar la productividad y fomentar redes industriales sostenibles.

El resto de los 66 millones de euros adjudicados se destinarán a actuaciones de coordinación y apoyo "Rodin", dirigido por euRobotics, que recopilará información de las redes y desarrollará la colaboración entre los centros de innovación digital.

Impacto en el empleo

La revolución tecnológica no sólo impacta a las empresas, sino que también tiene una enorme incidencia en la sociedad. Uno de los principales retos se sitúa

precisamente en el empleo del futuro y en las nuevas capacidades profesionales requeridas. La robótica ocupará funciones que ahora son realizadas por humanos, y por lo tanto, los nuevos perfiles profesionales, además de tener amplios conocimientos en matemáticas, ciencias o tecnologías, deberán ser especialmente féreos en aspectos que un robot nunca llegará a realizar.

Una de las cuestiones más controvertidas en materia de empleo, es la hipótesis sobre la pérdida de profesionales que se producirá en los próximos años, por la implantación de máquinas y robots en determinados puestos de trabajo. En este sentido, un informe del servicio de estudios de La Caixa plantea que un 43% de los puestos de trabajo actualmente existentes en España tiene un riesgo elevado (con una probabilidad superior al 66%) de poder ser automatizado a medio plazo, mientras que el resto de los puestos de trabajo queda repartido a partes iguales entre el grupo de riesgo medio (entre el 33% y el 66%) y bajo (inferior al 33%).

Por su parte, un informe de CCOO sobre el impacto de la digitalización en la economía pone de relieve que la deslocalización industrial, que supone trasladar plantas completas a países emergentes para aprovechar sus bajos costes de producción, está amenazada "porque un robot no entiende de fronteras ni de costes sociales". Es decir, produce lo mismo y al mismo coste en cualquier parte del mundo, lo que hará, según CCOO, que las industrias nacionales, como ya está sucediendo en algunos países, recuperen todos los procesos de la cadena de valor con la correspondiente creación de empleo en el país inversor, normalmente con menos riesgos en términos geopolíticos, seguridad jurídica o tipo de cambio.

Para Salvador Giró, vicepresidente de la Asociación Española de Robótica y Automatización (AER), "las estadísticas actuales reflejan que en los países con mayor número de robots, y por ende mayor automatización, se comprueba que tienen una tasa de desempleo muy inferior a los países menos automatizados. Corroborando dicha afirmación, el pasado año el Foro Económico Mundial (WEF) pronosticaba que el 2025 las máquinas inteligentes asumirán el 52% de las tareas en el entorno industrial. Esto comportará una pérdida de 75 millones de puestos de trabajo a nivel global, pero a su vez creará unos 133 millones de empleos, y por tanto, el balance positivo será de 58 millones". A su juicio, este análisis conlleva una lectura muy interesante, ya que "nos está anunciando que el tipo de trabajo cambiará, y que precisaremos cubrir puestos de trabajo que se ajusten a esos nuevos requisitos".

Experiencias innovadoras

Europa parte de una buena posición en el campo de la robótica, con un 32% de los actuales mercados internacionales. En concreto, la robótica industrial tiene alrededor de un tercio del mercado mundial, mientras que en el mercado de robots de servicios profesionales más pequeños, los fabricantes europeos producen el 63% de los robots no militares. La posición europea en el mercado de robots de servicio representa una cuota de mercado del 14%.

En este contexto, Europa cuenta con un gran número de historias de éxito en el campo de la robótica. Una de ellas nos lleva hasta la costa del Mar del Norte, donde encontramos el primer robot offshore "Anymal", que lleva a cabo la inspección de plataformas eólicas marinas. El pasado mes de noviembre, la plataforma robótica "de cuatro patas" *Anymal*, equipada con un cabezal sensor personalizado, realizó de forma autónoma varias tareas de inspección de la plataforma en una instalación piloto, lo que lo convierte en el primer robot offshore autónomo del mundo.

La compañía se asoció con el operador de sistemas de transmisión Tenet, una compañía holandesa-alemana involucrada en la producción de energía eólica marina, que suministra energía a más de 41 millones de personas. *Anymal* navegó de forma autónoma en la plataforma y procesó los protocolos de inspección. La misión, completamente au-

AÑOS	Nº de unidades	Total acumulado histórico	% >	TOTAL REAL (*)
2004	2.826	25.406	12,5	22.212
2005	2.599	28.005	10,2	24.031
2006	2.527	30.532	9,0	26.016
2007	2.515	33.047	8,2	27.701
2008	2.461	35.508	7,4	29.029
2009	1.833	37.341	5,1	29.729
2010	2.019	39.360	5,4	30.545
2011	3.006	42.366	7,6	31.741
2012	2.355	44.721	5,5	31.984
2013	2.850	47.571	6,4	31.893
2014	2.129	49.700	4,4	32.048
2015	3.710	53.410	7,5	33.338
2016	3.221	56.631	6,0	34.528

Evolución del parque de robots en España. Fuente: AER.

tónoma, abarcó un total de 16 puntos de inspección como medidores, palancas, niveles de agua y aceite, así como otras mediciones visuales y térmicas.

Un próximo paso en la evolución de la robótica será ver cómo los robots móviles se mueven y actúan de manera autónoma en entornos no estructurados fuera de las fábricas. Para que esto se haga realidad, los robots necesitan demostrar varias cuestiones, como habilidades avanzadas de movilidad superando obstáculos, escaleras y terrenos naturales accidentados; de interacción con sofisticadas capacidades de control de fuerza, y de autonomía para misiones como inspección, transporte o intervención.

Por otra parte, la cooperación entre robots y humanos es el siguiente paso en la fabricación de automóviles. Desde los años 50 del siglo XX, las plantas de coches empezaron a utilizar robots, y hoy en día el proceso de fabricación de un automóvil está automatizado al 70%.

Sin embargo, en la zona de montaje todavía hay multitud de procesos que no han podido automatizarse. Y es que el hecho de que una persona comparta espacio con una máquina no es algo tan sencillo. Para empezar, esto puede resultar peligroso para el trabajador, ya que si el brazo mecanizado choca contra él, podría provocarle un gran daño. Además, el robot también podría confundir una parte de la anatomía de su compañero con la pieza que debe sujetar y colocar. Para evitar este tipo de situaciones, Volkswagen está desarrollando nuevos enfoques en la colaboración hombre-robot (HRC, Human Robot Collaboration, por sus siglas en inglés).

En su Smart Production Lab de Wolfsburg, la sede central de VW, 40 ingenieros están dotando a los brazos

mecánicos de Kuka y otros fabricantes de autómatas de una cantidad ingente de sensores. Estos hacen que los robots puedan detectar la presencia de sus compañeros de carne y hueso, aunque requiera una programación tan compleja que todo se encuentra en fase de desarrollo. El Mobile Intelligent Robotic Co-Worker es un robot con dos brazos sobre una plataforma móvil que los investigadores intentan que se asemeje lo más posible a la manera de sujetar, moverse y trabajar que tienen los operarios, a los que podría ayudar a la hora de levantar las piezas más pesadas, aunque tiene la precisión para tomar un simple tornillo.

Por otra parte, la startup Wandelbots, del vivero que Volkswagen mantiene en su planta de Dresde, ha desarrollado una chaqueta sensorizada gracias a la cual el robot colaborativo es capaz de leer todos los movimientos de su compañero.

Otro ejemplo de innovación lo encontramos en nuestro país, donde el Centro Tecnológico de Cataluña (Eurocat) lidera un proyecto tecnológico europeo, que llevará al mercado un nuevo sistema inteligente, con el propósito de impulsar el trabajo conjunto entre operarios y robots, sin necesidad de barreras físicas de protección e incrementando considerablemente la productividad.

Este proyecto, denominado Sharework, se aplicará en escenarios industriales reales en los sectores de la automoción, el ferrocarril, el metal y la fabricación de bienes de equipo. En una primera fase, el proyecto analizará el entorno de trabajo y las necesidades del trabajador, para desarrollar, a continuación, la tecnología, y aplicar la colaboración hombre-robot, de una forma sistemática y efectiva.

Tras un primer desarrollo, la tecnología se evaluará, validará e integrará en el entorno industrial, que contará con "un sistema de inteligencia artificial destinado a la mejora de la eficiencia de los procesos de fabricación", como ha señalado el coordinador del proyecto, Jesús Pablo González.

El proyecto Sharework proporciona la inteligencia, los métodos y las herramientas necesarias para la adopción efectiva de la colaboración humano-robot en procesos de fabricación con déficit de automatización. El proyecto desarrolla un sistema robótico capaz de comprender el entorno y predecir las acciones humanas gracias a inteligencia artificial y datos de proceso. La tecnología desarrollada tendrá, por lo tanto, la capacidad de hacer que un robot actúe en un entorno donde la seguridad humana esté garantizada.

El proyecto, que cuenta con la participación de 15 empresas de seis países europeos diferentes, está coordinado por la Unidad Tecnológica de Robótica y Automatización de Eurecat, y engloba seis instituciones de investigación y ocho socios industriales, además de un organismo de estandarización.

La robótica y la inteligencia artificial cuentan con un enorme potencial para transformar muchos aspectos de nuestra vida. Por ello, es necesario contar con un carácter colaborativo de la innovación en robótica, que responda en parte a los complejos desafíos que plantea. A menudo, las factorías o fábricas no disponen en su organigrama de la pericia necesaria, y deben buscarla fuera, firmando, por ejemplo, acuerdos conjuntos de desarrollo con empresas especializadas en robótica.

La automatización ocupa un papel cada vez más preponderante en las estrategias empresariales. En este sentido, las empresas consolidadas más grandes, como ABB (Suiza), Kawasaki Heavy Industries, Yaskawa, Fanuc (Japón), y KUKA (Alemania) son muy activas en I+D. Sin embargo, la robótica industrial requiere fuertes inversiones, y pueden pasar años hasta que una investigación en cuestión dé sus frutos. Por ello, quizás sean las empresas de origen universitario, constituidas al hilo de los diferentes avances, las que están impulsando la evolución del sector y, sin duda, los graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales tienen mucho que aportar en este ámbito.

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 en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España presentamos el renovado PORTAL COGITI TOOLBOX donde encontrarás el mejor Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción.

PROMOCION
especial

cype
SOFTWARE

PACK COMPLETO SOFTWARE CYPE

87%
Descuento

ARQUÍMEDES

- + GENERADOR PRECIOS
- + MEDICIÓN AUTOMÁTICA

CYPELEC REBT

- + IMPLANTACIÓN

CYPECAD BASE LT30

CYPECAD MEP CTE

CYPECAD MEP CLIMATIZACIÓN

P.V. ~~7.812€ + IVA~~

990€ + IVA



Arquímedes
Mediciones
Presupuestos



CYPECAD BASE LT30
Estructuras - Hormigón
Pilares



CYPELEC REBT
Baja tensión Rebt.



CYPECAD MEP CTE
Cad BIM



CYPECAD Climatización
Climatización RITE



Salvador Giró

CEO del Grupo Infaimon y vicepresidente de la Asociación Española de Robótica y Automatización (AER)

“Tendremos un problema muy grave si no formamos a más profesionales en el sector”

Mónica Ramírez

Salvador Giró, CEO del Grupo Infaimon, compañía multinacional líder en el mercado de la Visión Artificial en los países de habla hispana, lleva más de 30 años desarrollando el sector de la visión por computador y análisis de la imagen. También es vicepresidente de la Asociación Española de Robótica y Automatización (AER), definido como el clúster de referencia en el entorno de la Industria 4.0.

A nivel general, ¿cómo ve la situación del sector de la robótica en la actualidad? ¿Y en nuestro país?

En la actualidad, el sector de la robótica industrial en España se halla en un momento óptimo. De acuerdo con el informe de la Federación Internacional de Robótica (IFR) del año pasado, nuestro país se encuentra posicionado entre los 12 primeros en número de ventas de robots en el año 2017. El incremento en ventas con respecto al año anterior fue de un 7% que, aun estando por debajo de la media mundial, representa un valor muy respetable.

¿Y a medio y largo plazo?

El crecimiento estimado del mercado español entre los años 2019 a 2021 se prevé que sea de doble dígito oscilando entre el 10% y el 15% anual. Parece evidente, pues, que este se convertirá en uno de los sectores más activos en el crecimiento de nuestra economía.

¿Qué sectores lideran el uso de robots en España?

No voy a desvelar ningún secreto si afirmo que es una evidencia que el sector con mayor desarrollo es el del automóvil, como en la mayoría de países del mundo. Por lo que a nosotros se refiere, el número de robots vendidos en este sector en 2017 alcanzó el 51% del total. Sin embargo, cada vez con más frecuencia se observa una mayor diversificación de las ventas en otros sectores, entre los cuales destacarían el metal y la maquinaria,



Salvador Giró

la alimentación, los plásticos, el embalaje, etc. Parece ser que su utilización se está extendiendo con mayor rapidez en los entornos mencionados, dada la mayor diversidad de robots disponibles.

La venta de robots en el mercado español depende en gran medida de la industria automovilística, ¿tienen datos estadísticos sobre la densidad de robots en este sector?

Más de la mitad de los robots vendidos el año anterior se suministraron al sector del automóvil, lo que significa más de 2.000 robots. Debemos destacar también que el número de robots en funcionamiento dentro de la industria automovilística supera probablemente a día de hoy las 16.000 unidades.

Uno de los parámetros que se utiliza en robótica industrial es la densidad de robots, o lo que es lo mismo, el del número de robots por cada 10.000 trabajadores en la industria. En el caso del sector del automóvil estaríamos hablando de una densidad de 155 robots.

¿Y en la industria en general?

La venta de robots en España, en el año

anterior, superó las 4.000 unidades, lo que nos llevó a alcanzar la decimosegunda posición a nivel global en este aspecto. El stock de robots en uso está cerca de las 35.000 unidades, lo que nos posiciona como el decimocuarto país con mayor densidad de robots en el mundo.

¿Prevé una importante transformación del sector de la máquina-herramienta?

Estamos constatando una gran evolución en la utilización de robots en el mercado de la máquina-herramienta. Existen sinergias evidentes entre las dos tecnologías, que hacen que la tendencia natural sea ir utilizando cada vez más robots en este sector. Es un proceso lógico de automatización al más alto nivel de nuestra industria.

¿Cuáles son las principales tendencias actuales en robótica y automatización?

Tras una dura crisis que se prolongó durante demasiados años, los empresarios tomaron conciencia de la necesidad de automatizar nuestras industrias. En este proceso de automatización en general, la robótica juega un papel preeminente. Probablemente donde se observa una decidida tendencia es en la incorporación de la robótica colaborativa, es decir, en la comunicación entre máquinas; indudablemente, es en la sensorización, donde juega un papel fundamental la visión artificial, así como en la comunicación de nuestras máquinas, robots y sensores empleando la IIOT. De forma innegable, todo ello ligado a la capacidad que poseemos actualmente de generar una inmensa cantidad de datos, y que mediante su análisis podemos realizar un mantenimiento predictivo del funcionamiento de nuestras factorías.

¿Cómo definiría la relevancia de la robótica dentro de la Industria 4.0?

El concepto de Industria 4.0 es un término que ha llegado para quedarse, ya no se trata de una revolución, sino que estamos en una evolución relacionada con la completa digitalización de nuestra indus-

tria. La robótica es una de las tecnologías con más protagonismo en este proceso de digitalización y automatización. No se concibe la Industria 4.0 sin la robótica, pero tampoco se concibe sin el resto de tecnologías asociadas a esta evolución industrial.

Las grandes empresas están concienciadas de la importancia de la digitalización y la automatización de procesos, pero ¿sucede lo mismo con las pymes?

Por supuesto, las pymes son perfectamente conscientes de la importancia de la automatización y la digitalización, se trata de ser competitivo o no, en un mercado global. Nuestros empresarios saben que o automatizan sus industrias o no tienen futuro. La mano de obra barata ya no supone una herramienta para ser competitivo, simplemente hay que ver lo que está ocurriendo en China o Vietnam. Son dos de los países con el coste laboral más bajo, pero sin embargo se trata de dos de los países que más robots han incorporado en los últimos años. En el entorno industrial, ser competitivo es directamente proporcional a automatizar, y los gerentes de las pymes lo saben. Otro tema distinto es las facilidades de que disponen las pymes para invertir en este proceso. En este punto es en el que la administración debería tomar conciencia y activar planes de automatización, con el fin de que no sólo nuestras empresas sean competitivas a nivel industrial, sino que nuestro país sea puntero en este entorno.

¿Cómo mejora la robótica la productividad, los costes y la calidad?

La robótica, del mismo modo que ocurre con otros mecanismos de automatización industrial, nos ayuda a evaluar los costes exactos de cada proceso productivo. Se puede calcular con exactitud el número de elementos producidos en un tiempo determinado, los costes de implantación y de utilización, permitiendo al mismo tiempo aumentar la calidad de los productos elaborados. La automatización contribuye a llegar a márgenes de error, durante la producción, ínfimos o inexistentes, de forma que se puede garantizar en cierto modo que toda la producción alcanza el nivel de calidad especificado. Debemos ser conscientes de que la robótica, a día de hoy, está direccionada a realizar los procesos repetitivos y tediosos, dejando las labores más sofisticadas y de mayor valor añadido a las personas.

Para los profesionales del sector, liderado fundamentalmente por ingenieros, es fundamental la formación. ¿Cuáles son los focos de especialización en la robótica industrial?

La robótica representa sólo una parte de la tecnología utilizada en la Industria 4.0. Se advierte una clara necesidad en nuestra industria de especialización de los ingenieros en desarrollar procesos productivos en la industria, a nivel de investigación y programación tanto de los sistemas, como en la elaboración y mejora de los procedimientos. La robótica, y por extensión la automatización industrial, no está sólo dirigida a ingenieros, conlleva también una gran necesidad de incorporación de puestos de trabajo de profesionales formados en ciclos formativos.

En el ámbito de la creación de empleo en este sector, ¿qué previsiones tienen?

Siempre es difícil especular sobre lo que puede acontecer en el futuro, pero lo que advertimos a día de hoy es que existe una gran falta de profesionales en automatización y digitalización industrial. Atendiendo a las exigencias actuales, lo que sí podemos afirmar es que la demanda de trabajadores en este sector es muy superior a la oferta; es decir, no existen suficientes profesionales para cubrir todos los puestos de trabajo. Si tenemos en cuenta la gran necesidad futura de automatización de las empresas industriales, tendremos un problema muy grave si no formamos a más profesionales en este sector.

Según mi punto de vista, existen dos estrategias a tomar para solventar este problema. Por una parte, las empresas deben promover planes de formación entre sus empleados para adaptarlos a las nuevas necesidades; esto debe llevarse a cabo desde este mismo momento, para empezar a cubrir las exigencias actuales.

Por otra parte, es fundamental cambiar los planes de estudio en nuestro sistema educativo, introduciendo asignaturas técnicas orientadas a la automatización desde los niveles más elementales de nuestra educación, incluyendo materias ligadas a la robótica y a las nuevas tecnologías.

Afortunadamente nuestra cultura favorece el trabajo en este entorno, sólo tenemos que fijarnos en los concursos internacionales de robots, donde siempre encontramos uno o varios equipos que acceden a las finales y que en numerosas veces ganan.

También se habla de la pérdida de profesionales por la implantación de las máquinas en determinados puestos de trabajo, ¿qué opina sobre ello?

Las estadísticas actuales sobre este tema desmienten la afirmación. En los países con mayor número de robots, y por ende mayor automatización, se comprueba que tienen una tasa de desempleo muy inferior a los países menos automatizados. El pasado año el Foro Económico Mundial (WEF) pronosticaba que el 2025 las máquinas inteligentes asumirán el 52% de las tareas en el entorno industrial. Esto comportará una pérdida de 75 millones de puestos de trabajo a nivel global, pero a su vez creará unos 133 millones de empleos, y por tanto, el balance positivo será de 58 millones. Dicho análisis conlleva una lectura muy interesante, ya que nos está anunciando que el tipo de trabajo cambiará, y que precisaremos cubrir puestos de trabajo que se ajusten a esos nuevos requisitos.

¿Cuáles son los principales retos y dificultades a los que se enfrenta la robótica y la automatización?

Uno de los retos principales, en general, es hacer que la utilización de estas tecnologías sea cada vez más fácil para el usuario, y de esta forma poder llegar a cubrir el mayor número de aplicaciones en el menor tiempo posible. La incorporación de la Inteligencia Artificial (Deep Learning) facilitará en gran manera este proceso, pero todavía nos encontramos muy al principio de la incorporación de este tipo de herramientas, para poder saber hasta qué punto va a ser fundamental y en cuánto tiempo seremos capaces de incorporarla a estos procesos.

En cuanto a la Asociación Española de Robótica y Automatización (AER), ¿cuáles son sus principales objetivos en estos momentos?

La misión de AER es promover la transformación del tejido productivo en el territorio español mediante tecnologías de automatización y robótica industrial. Para ello, estamos reuniendo en una misma plataforma a los principales protagonistas de la automatización de nuestro país, es decir, fabricantes, distribuidores, integradores, ingenierías, universidades, centros de investigación y usuarios. De esta forma, lo que deseamos hacer es establecer vínculos entre ellos y potenciar las tecnologías para hacerlas llegar a todos los potenciales usuarios.

Miguel Garcés Moreno

Especialista de robots industriales y robots colaborativos en Omron Electronics Iberia S.A.U.

“El futuro me lo imagino trabajando en perfecta armonía con máquinas y robots”

Mónica Ramírez

Miguel Garcés, ingeniero técnico industrial (rama electrónica industrial), sabe lo que es aprovechar bien el tiempo; y es que todavía no había finalizado sus estudios cuando comenzó a trabajar como becario en Omron España, empresa proveedora de tecnología para automatización industrial, sanidad y componentes electrónicos. Desde entonces, ha ido creciendo profesionalmente en la empresa hasta llegar a su puesto actual como especialista de robots industriales Omron|Adept, Yamaha y Codian, especialista de robots colaborativos TM|Omron, y máximo responsable de ventas y especialista técnico de Mobile Robots Omron en España y Portugal.



Miguel Garcés Moreno

Una vez finalizados sus estudios de Ingeniería Técnica Industrial, ¿cómo comenzó a trabajar en Omron?

En realidad, comencé a trabajar en Omron antes de finalizar por completo mis estudios, ya que entré como becario en el año 2010 a falta del Proyecto de Fin de Carrera. Omron me apoyó en este sentido, ya que me ayudó y prestó todo el material necesario para poder desarrollar un proyecto basado en robótica y automatización.

A lo largo de estos casi 9 años he pasado por diferentes puestos en la compañía, trabajando casi desde el principio con robots industriales. Uno de los puntos positivos de Omron es que la mayoría de los empleados entran en la empresa como becarios, y pueden ir desarrollándose profesionalmente dentro de la empresa, incluso hasta llegar a altos cargos de máxima relevancia.

¿Qué productos comercializa Omron? ¿Para qué sectores?

Omron es una empresa que está en constante desarrollo y buscando la innovación en la automatización. Comenzó hace ya más de 85 años en Japón comercializando sistemas de detección, con la

invención del detector de proximidad. Pero a lo largo de todos estos años, se especializó en el desarrollo de controladores, para más tarde incluir Servodrives, Motion Control, Variadores de Frecuencia, Safety, Sistemas de Visión Artificial, componentes electrónicos para cuadros eléctricos, etc., y desde hace unos 10 años, la robótica, incluyendo desde robots industriales, hasta robótica móvil y robótica colaborativa.

Destaca también que Omron, por tercer año consecutivo, ha sido declarado como una de las 100 empresas más innovadoras del mundo con un gran número de patentes.

Respecto a los sectores para los que trabajamos, estamos especializados en el sector del automóvil, del food & beverage y de farmacia, aunque en realidad podemos abarcar cualquier tipo de sector o mercado. En Omron decimos que estamos en cualquier instalación que se quiera automatizar.

¿En líneas generales, en qué consiste su trabajo en dicha empresa?

Mi trabajo actual consiste en el estudio y análisis de proyectos de robótica, ya

sea industrial, colaborativa o móvil. El estudio de un proyecto engloba muchos aspectos: calcular el número de robots necesarios, determinar el tipo, comunicaciones con el resto de la máquina o incluso de la fábrica, y por supuesto pruebas de viabilidad con el producto final bajo condiciones similares a las que se darán posteriormente en la producción real.

Ya en el período de postventa, también he de asegurar el buen funcionamiento de toda la aplicación de robótica, asegurando que se cumple con todo lo especificado anteriormente y formando a las personas que interactuarán con nuestros productos.

Al mismo tiempo, la formación a otros ingenieros de otras empresas es una parte fundamental de mi trabajo, tanto formación genérica del producto/solución como aplicada al proyecto en cuestión.

¿Qué proyectos y objetivos tienen planteados a corto plazo?

Omron en estos momentos está trabajando en todo lo relacionado con la innovación y la Industria 4.0, ya sea robótica colaborativa, sistemas de Inteligencia Artificial, detección humana o mantenimiento predictivo, en aras de proveer la mejor solución para la digitalización de las fábricas.

Además, está apostando por proporcionar productos que puedan crear la máquina completa, e incluso comunicarla con el resto de las máquinas de la fábrica y con el mundo exterior a través de las redes OT e IT a través de los estándares abiertos que soportamos.

El objetivo es dotar de los productos necesarios para crear máquinas y fábricas en las que exista una armonía total con las personas, facilitándoles el trabajo.

¿Qué es lo que más le gusta de su trabajo?

El poder intervenir en los procesos de producción de las fábricas, ayudando a

crear productos que luego llegan a nuestras casas. Una de las mayores satisfacciones es poder intervenir en cómo se creará un producto desde antes de que incluso se haya creado la máquina o la fábrica, pudiendo formar parte de cada decisión en el desarrollo de nuevos productos o nuevas fábricas.

Uno de los nuevos aspectos que Omron lleva trabajando desde hace tiempo es en la logística interna de las fábricas, gracias a los robots móviles colaborativos, en los cuales hay que intervenir en el *layout* de la fábrica, ya que el espacio es un elemento que juega un papel muy importante en el éxito de la aplicación.

Se aprende mucho de cada proyecto y de cada proceso de producción. Es muy interesante ver cómo funciona cada fábrica, con diferentes organizaciones, y cómo cada empresa está tratando de mejorar e innovar en la creación de sus productos.

¿Y lo que le resulta más complicado?

Puede que lo más complicado sea la dificultad de que cada proyecto sea distinto, que cada empresa nos consulte proyectos totalmente diferentes, y hay que recopilar muchos datos y meterse en la cabeza de muchas personas que en esa empresa luego interactuarán con los robots, empleados del departamento de ingeniería, de seguridad, de mantenimiento, etc.

Esta labor es muy complicada en muchas ocasiones y lleva consigo muchas reuniones, estudios y múltiples replanteamientos del proyecto, pero también es muy satisfactorio una vez que se ha entendido todo, y se ha creado una nueva aplicación innovadora que en muchas ocasiones puede ser un referente para otras fábricas o empresas en todo el mundo.

Dentro de nuestro país, ¿en qué ámbitos de la automatización piensa que es o podría llegar a ser referencia mundial?

Hoy en día es muy complicado ser referencia mundial en algún producto dada la gran competencia que hay, sin embargo, Omron puede considerarse sin duda una de las empresas referentes en controladores de máquina, ya que la funcionalidad de nuestros controladores ha avanzado notablemente llegando a controlar e integrar en la misma plataforma de automatización llamada Sysmac desde

lógica, motion, seguridad, visión, CNC, robots, etc.

Respecto al futuro cercano, como decía anteriormente, Omron se está especializando en la Industria 4.0, en Inteligencia Artificial y en robótica colaborativa.

El reto es dar la solución completa y perfectamente integrada para las máquinas y la intra-logística entre ellas. Hay muchos sectores como el de alimentación o farmacia, en los cuales todo esto es totalmente necesario para alcanzar los objetivos, cada vez más ambiciosos, que se están planteando.

Como analista de aplicaciones de innovación en Industria 4.0, ¿cómo se imagina una planta industrial dentro de diez años?

Me la imagino con multitud de personas trabajando en conjunto con máquinas y robots, con una armonía perfecta máquina-personas; con la posibilidad de conectarse remotamente a cualquier máquina desde cualquier otro lugar del mundo e interactuar sobre ella, con máquinas que se adelanten a sus propios fallos, y que aprendan de sí mismas de manera que la intervención sobre ellas sea mucho menor o mucho más especializada.

Y sobre todo con trabajos menos repetitivos, menos físicos y más seguros para la salud y el bienestar de las personas, cada vez se está teniendo más en cuenta la seguridad en las fábricas, pero todavía queda mucho camino por recorrer en muchas partes del mundo, aunque desde Omron ya tengamos un área de "Safety Services" que cubre una gran parte, o toda, de estas necesidades.

¿Qué sectores considera que van a encabezar la automatización en los próximos años?

Históricamente la industria del automóvil ha sido una de las más adelantadas en cuanto a automatización se refiere; sin embargo, el sector de la alimentación y de la farmacia está dando un paso de gigante en los últimos años y va a continuar siendo así.

Cada vez recibimos más consultas de laboratorios farmacéuticos que necesitan renovar sus fábricas para poder crear productos con calidad y de manera eficiente, incluyendo robots industriales, móviles, colaborativos, así como sistemas de información y trazabilidad de manera que todo esté registrado; algo sumamente importante en este tipo de

sectores, además de la legislación existente al respecto.

Por otra parte, hay sectores no industriales, como hoteles, restaurantes, aeropuertos, etc., que también están comenzando a integrar robótica y automatización, y que demandarán poco a poco este tipo de soluciones alrededor de la robótica.

El pasado año, Omron firmó una alianza estratégica con Techman Robot Inc. para crear una nueva generación de robots colaborativos. ¿Qué asignaturas quedan pendientes en la colaboración robot-humano?

Todavía queda mucho por hacer. Hoy en día, un robot colaborativo puede trabajar de manera segura con un ser humano sin ningún problema. Sin embargo, se ha de mejorar mucho en sistemas de detección de objetos o personas, en adelantarse a movimientos imprevistos. Los sistemas de visión artificial son vitales en este sentido; es por eso por lo que muchos robots colaborativos apuestan por tener una cámara en el propio brazo, dotando así de unos ojos al robot, etc.

La inteligencia artificial será el próximo paso en estos robots, de tal manera que sea mucho más colaborativo con el ser humano, que en muchos casos puede realizar movimientos impredecibles. Otro elemento a tener en cuenta es la investigación en garras adaptables a muchos productos. Una mano humana es capaz de manipular objetos y realizar movimientos que son muy complicados de reproducir, y que hoy en día todavía requiere mucha investigación y desarrollo.

Como ingeniero técnico industrial, la formación continua es sumamente importante. ¿Cómo enfoca este aspecto en el desarrollo de su carrera profesional?

Es algo que se conoce antes de decidir meterse en el mundo de la ingeniería industrial. Cada pocos meses sale un producto nuevo y hay que estudiar mucho, recibir trainings, hacer pruebas, etc. Vivimos una de las eras de mayor dinámica tecnológica desde la existencia del ser humano, y esto representa un reto que sólo a través de la formación continua nos permitirá estar preparados.

En mi opinión es algo muy bonito que hace que nunca haya lugar a la relajación, ya que siempre hay algo que aprender, no hay tiempo para aburrirse, y hace que el trabajo sea menos monótono o repetitivo.



Centro de Control de Oleoductos de CLH.

La tecnología como aliada de la eficiencia

En un mundo tan activo y globalizado como el actual, las empresas han de ser rápidas y eficientes con todos sus recursos. La tecnología ha llegado para resolver los problemas que puedan surgir en las organizaciones, y se ha convertido en un aliado indispensable para lograr una mayor eficiencia y mejorar los procesos. Las grandes compañías son conscientes de ello. El Grupo CLH, empresa líder en su sector, ya está tomando medidas en este sentido

El Grupo CLH ha invertido más de 22 millones de euros en proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación en los últimos tres años, con el objetivo de mejorar la eficiencia de sus actividades y reforzar la calidad de sus servicios.

Una de las señas de identidad del Grupo CLH, que preside José Luis López de Silanes, es su alto nivel tecnológico. La compañía utiliza los más modernos desarrollos informáticos y sistemas para realizar sus actividades logísticas, lo que le permite gestionar en remoto sus 4.000 kilómetros de oleoductos o realizar un gran número de procesos de forma automatizada. Para mantenerse a la vanguardia tecnológica, CLH impulsa de forma permanente la realización de proyectos de I+D+i.

Entre los proyectos más ambiciosos en marcha, la compañía trabaja desde

hace años en reforzar la digitalización de sus instalaciones de almacenamiento, gracias a la progresiva implantación de diferentes mejoras tecnológicas que posibilitan un funcionamiento más eficiente de las plantas.

Una de las más recientes actuaciones dentro de este capítulo es el nuevo Centro de Control de Instalaciones, desde el que es posible supervisar y gestionar en remoto las plantas de la compañía, lo que garantiza la seguridad de las operaciones y favorece una respuesta ágil e inmediata cuando sea necesario.

Para lograrlo, CLH ha reforzado los sistemas de comunicación y control de 25 instalaciones, mediante la implantación de nuevos dispositivos, equipos y cámaras de seguridad. Esta renovación tecnológica se irá extendiendo gradualmente al resto de centros, con el objetivo de que la mayor parte de las 40 instala-

ciones de CLH puedan ser operadas a distancia en 2020.

También la gestión de los activos ha mejorado impulsada por la digitalización. Gracias a la implantación de sensores y sistemas de monitorización, la política de mantenimiento dejará de estar basada en actuaciones con una frecuencia de tiempo fija, para evolucionar hacia un mantenimiento personalizado para cada equipo, ajustado a su uso y funcionamiento dentro de las operaciones logísticas.

Además, la compañía está ultimando el desarrollo de un nuevo dispositivo móvil para gestionar el mantenimiento de los equipos de una forma más ágil, ya que permitirá introducir cualquier incidencia o petición en el momento y desde cualquier punto de la planta, sin necesidad de estar en una oficina.

La nueva herramienta también reducirá el trabajo administrativo y dotará a

todo el proceso de una mayor inmediatez. El proyecto piloto se está probando actualmente en dos instalaciones, con la idea de implantarlo en el resto de las plantas durante este año 2019.

Mejores sistemas informáticos

De acuerdo con esta filosofía de mejorar la eficiencia e implantar una forma de trabajar más eficaz, el Grupo CLH también está desarrollando un importante plan de mejora de sus sistemas informáticos.

El plan se inició hace un año con el objetivo de localizar acciones de mejora que generaran utilidad para la compañía, especialmente en forma de ahorro de costes o de tiempo. Este proceso duró unos tres meses, en el que la dirección de Sistemas de Información se reunió con el resto de las direcciones, para conocer sus necesidades y analizar de qué forma podían optimizar sus tareas con ayuda de la informática.

Al final, se detectaron más de 200 puntos de mejora que se han agrupado en una decena de proyectos. Las soluciones planteadas son muy diversas y consisten, básicamente, en incrementar la automatización de algunas tareas que actualmente se hacen de forma manual, homogeneizar procesos e incluso reforzar los tutoriales, para ayudar a los usuarios a sacar un mejor provecho de las aplicaciones.

Entre las principales acciones en marcha, la compañía está estudiando una mejor integración de los sistemas que gestionan los equipos de las instalaciones y de los oleoductos con los sistemas que planifican las operaciones, para lograr una sincronización más rápida y una compartición más rápida de la información.

También se han introducido mejoras en algunas herramientas de uso cotidiano, para lograr un manejo más fácil e intuitivo, y se están llevando a cabo diferentes iniciativas para eliminar el papel e implantar la firma digital.

Este proyecto es un primer avance del futuro Plan Estratégico de Sistemas Corporativos, el ambicioso programa en el que está trabajando la compañía para integrar los diferentes sistemas del Grupo CLH.

El objetivo de este plan es lograr una organización más homogénea y unida, que utilice los mismos programas y herramientas informáticas, lo que permitirá aprovechar sinergias y crear una manera de trabajar común.



Presidente del Grupo CLH, José Luis López de Silanes, y consejero delegado, Jorge Lanza.

El cerebro del sistema se renueva

Otra de las actuaciones tecnológicas más ambiciosas que el Grupo CLH ha emprendido recientemente ha sido la renovación de su sistema SCADA, la potente herramienta informática que permite a la compañía gestionar vía satélite, desde el Centro de Control de Oleoductos, sus más de 4.000 kilómetros de conducciones. Han sido necesarios cinco años de intensos trabajos de desarrollo e ingeniería, que han dado como resultado una aplicación más ágil, flexible y segura.

El nuevo SCADA es un sistema abierto, compatible con otros programas informáticos, lo que ha permitido integrar dentro de la plataforma aplicaciones y herramientas de gestión que antes estaban dispersas. De este modo, los especialistas pueden realizar un gran número de tareas desde sus propias pantallas, sin necesidad de abrir otros programas, ganando así en agilidad.

Una de las materias que más atención ha requerido ha sido la ciberseguridad. Esta nueva versión incorpora firewalls de última generación, que se actualizan de forma permanente, lo que protege al sistema ante intromisiones externas.

El sistema SCADA envía unos 70.000 datos de la red de CLH que se actualizan cada cinco segundos. Por razones de seguridad y también para realizar

estudios o consultas, el sistema graba esta información. La anterior versión guardaba un año de datos y, sobrepasado este tiempo, se almacenaban en una unidad externa. Ahora es posible grabar directamente cinco años de información en tiempo real y acceder a ella on-line, lo que otorga una mayor rapidez en las consultas.

Además, incluye herramientas avanzadas para gestionar de manera más eficiente esta amplia base de datos, permitiendo, por ejemplo, realizar seguimientos sobre el número de maniobras y horas de funcionamiento que soportan los equipos.

El nuevo SCADA también ofrece más posibilidades a la hora de organizar el trabajo. Es posible configurar qué información puede recibir y gestionar cada especialista desde su puesto de la sala de control y limitarla, por ejemplo, a un único tramo del oleoducto o a la supervisión de unas maniobras concretas, lo que permite focalizar mejor las tareas.

Este proyecto integral de modernización ha tenido en cuenta otros aspectos relevantes, como la salud laboral. Por eso, los gráficos del programa se han renovado con colores más relajantes, pensados para no cansar a la vista y facilitar el trabajo. Además, los especialistas pueden regular en altura el tablero de sus mesas y los monitores, lo que les permite trabajar sentados o incluso de pie en algunos momentos del día, para combatir el sedentarismo.

Acerca de CLH

El Grupo CLH es la empresa líder en el transporte y almacenamiento de productos petrolíferos en el mercado español, y es también el segundo operador logístico más importante en Europa por extensión de red de oleoductos y capacidad de almacenamiento.

En España, el Grupo CLH dispone de una red de oleoductos de más de 4.000 kilómetros de longitud y 40 instalaciones de almacenamiento con una capacidad de 8 millones de metros cúbicos, así como con 28 instalaciones aeroportuarias, situadas en los principales aeropuertos.

A nivel internacional, la compañía está desarrollando un ambicioso plan de expansión y está ya presente en cuatro países: Reino Unido, Omán, Irlanda, Panamá, y recientemente anunció un acuerdo para desarrollar también un nuevo proyecto en México.

Tribuna

El futuro de la ingeniería

Miquel Darnés



Desde hace tiempo nos movemos en un entorno que se ha definido con la sigla inglesa VUCA (volátil, incierto, complejo y ambiguo). Sin embargo, los cambios tecnológicos, de movilidad, de comunicaciones, etc., han contribuido a generar una atmósfera de incertidumbre y de preocupación por el futuro, y la ingeniería no se escapa. No obstante, podemos afirmar sin temor que está bien posicionada para afrontar los nuevos retos. Para empezar, la ingeniería está presente en las infraestructuras, en los servicios y también en la gestión, lo que abarca una gran cantidad de campos y perfiles profesionales. Los ingenieros estamos en las empresas y en la función pública desarrollando una serie de actividades que van desde la realización de proyectos, pasando por la dirección de producción y obras, hasta la gestión de la calidad o la innovación, entre muchas otras, sin olvidar los que tienen su propio gabinete de ingeniería. Ser ingeniero es sinónimo de profesional versátil, y este es uno de los puntos fuertes de nuestra profesión.

Una prueba de ello es que la profesión de ingeniero es de las más demandadas. Según Eurostat, la OCDE y la UTE, los perfiles más solicitados en el ámbito global son los ingenieros, los informáticos, los profesionales de la salud y los

comerciales. El Observatorio de la Ingeniería del 2017 afirma que los próximos diez años harán falta en Cataluña 29.000 ingenieros, 14.000 de los cuales son del ámbito industrial. Con todo, la aplicación en España del Plan Bolonia no ha respetado los acuerdos para que el grado sea el referente en el mercado laboral, lo que crea confusión e inseguridad en las empresas, administraciones y estudiantes. Así como en el resto de Europa, los másteres son sólo de especialización, aquí también están los másteres generalistas, que dan acceso a las profesiones de ingeniero de segundo ciclo. Por intereses corporativos y falta de visión estratégica, se ha perdido una oportunidad única de dejar atrás el pasado. El dicho "Spain is different", desgraciadamente, en este caso, se sigue cumpliendo.

Sin embargo, los ingenieros graduados están en el nivel 6 del EFQ (Marco Europeo de Cualificaciones), como el resto de ingenieros europeos. Queda más que demostrado que nuestros graduados son capaces de asumir las competencias que marca el nivel 6: gestionar actividades o proyectos complejos, sean técnicos o profesionales, encargarse de la toma de decisiones en contextos imprevisibles de estudio o de trabajo, y gestionar el desarrollo profesional de in-

dividuos y de grupos. Cabe decir que los ingenieros técnicos podemos obtener la correspondencia con el título de graduado en Ingeniería con un sencillo trámite burocrático en la sede electrónica del Ministerio de Educación, tal como informamos en los números 197 y 198 de la revista *Theknos* (publicación editada por el *Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona*).

Queremos destacar que, desde nuestro Consejo General, se están haciendo gestiones para que la tarjeta profesional europea, que facilita la movilidad europea y la libre prestación de servicios, se haga extensiva a la profesión de ingeniero.

Pero para poder mirar hacia el futuro con seguridad se necesitan más acciones, como adecuar los planes de estudios a las necesidades actuales de las empresas, sobre todo en cuanto a los contenidos relacionados con la transformación digital (industria 4.0, robótica, inteligencia artificial, etc.), avanzar hacia el modelo de certificaciones profesionales, potenciar el *lifelong learning* y otros aspectos que comentaremos próximamente.

Miquel Darnés es decano del Colegio de Ingenieros Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona.

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 en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España presentamos el renovado PORTAL COGITI TOOLBOX donde encontrarás el mejor Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción.

PROMOCION
especial



dmELECT
Software de Instalaciones

PACK COMPLETO
dmELECT

77%

Descuento

Instalaciones

- en Edificación
- en Urbanización
- Térmicas

~~P.V. 2.100€ + IVA~~

495€ + IVA



ALP CMAT AIRECOMP RSF



CT ARAST CATE REFRIGERANTE



SOLTE CIEBT ALCAN REDBT



GASCOMB IPCI RENOVABLES CONDUCTOS



REDAT SANEA FONTA CMBT



VIVI



David Gallego Clavero

Ingeniero técnico industrial y diseñador de maquinaria industrial

“Un proyecto innovador requiere mucha dedicación y esfuerzo, pero es muy gratificante”

Mónica Ramírez

Grandes dosis de ingenio, muchas horas de dedicación y quebraderos de cabeza para lograr el objetivo final: diseñar una innovadora máquina dispensadora de churros, que ha despertado el interés y la curiosidad de numerosas empresas hosteleras y de vending (máquinas expendedoras), así como de destacadas cadenas de hoteles, tanto dentro como fuera de nuestras fronteras. David Gallego Clavero es el ingeniero técnico industrial, colegiado en Madrid, que ha diseñado y desarrollado esta máquina para la empresa MBZ, y que permite disponer de churros ya elaborados al momento, sin humos ni olores. Tecnología española para llevar a todo el mundo un producto tan tradicional de nuestra gastronomía.

¿Cómo se embarcó en el proyecto de realizar esta máquina tan innovadora?

La verdad es que fue por casualidad; nos encontramos con Luis Miguel, el director general de MBZ, y hablando con él, me comentó que necesitaba a alguien que desarrollase y fabricase una máquina de este tipo, y así comenzó todo.

¿Cuánto tiempo le llevó diseñarla?

Con el primer prototipo estuvimos unos 8 meses hasta tenerlo funcionando, entre la realización del diseño, la fabricación y las pruebas; pero el primer prototipo era una máquina de vending de churros, de la cual presentamos la versión comercial en abril, concretamente en el Salón de Gourmets que se celebra en Ifema. De este prototipo nos surgió la idea de hacer una máquina con medidas más reducidas, que pudiese utilizarse en hostelería, y nos centramos en el desarrollo de esta última, ya que podríamos ponerla en el mercado en un tiempo menor; el tiempo total de desarrollo ha sido de alrededor de 2 años.

¿Cómo funciona básicamente?

La máquina dispone de un compartimento refrigerado, en el que se coloca



David Gallego Clavero.

el producto con una elaboración previa específica, y ultracongelado. Cuando el usuario desea una comanda marca en el *display* de la máquina la cantidad que quiere, y ésta lo prepara y lo sirve recién hecho.

¿Cuáles son los puntos fuertes y las ventajas de esta máquina con respecto al modo tradicional de producir churros?

La principal ventaja es que no genera humos ni olores, lo cual permite colocar la máquina en cualquier sitio, sin que sea necesaria salida de humo. Además, permite tener churros recién hechos a cualquier hora del día, lo que garantiza que el cliente siempre obtenga los churros calientes y recientes.

¿Había diseñado alguna vez algo parecido? ¿En qué otros proyectos de ingeniería se ha embarcado?

La verdad es que no había diseñado nada parecido, ya que las premisas que nos dieron fueron “quiero una máquina de vending de churros”. Anteriormente había trabajado principalmente en proyectos relacionados con el diseño de ma-

quinaria para alimentación, envasadoras, dosificadores etc.

El pasado mes de enero, la Feria de Madrid (Ifema) acogía la Feria Internacional del Turismo (Fitur), en cuyo marco se celebró también Fiturtech, foro de innovación y tecnología que ofrece al visitante la oportunidad de conocer las últimas novedades en materia de equipamiento tecnológico. MBZ Churros estuvo presente en dicho evento, presentando su innovadora máquina, de la mano del Instituto Tecnológico Hotelero (ITH) y de Serglohot. ¿Cómo fue la experiencia?

La experiencia fue fantástica, ya que te das cuenta de que a la gente le encanta el producto, y hay muchos profesionales del sector que se interesan por la máquina y quieren tener una en sus establecimientos.

¿En qué otras ferias y/o espacios se ha presentado o está previsto presentar la máquina?

La presentación de la máquina de hostelería la hicimos en Madrid, en la feria Expo Foodservice, y en este evento nos invitaron a ferias de todo el mundo, aunque de momento solo tenemos previsto asistir del 18 al 20 de febrero a HIP (Hospitality Innovation Planet), y en abril estaremos en el Salón Gourmets, en Ifema.

¿Cómo está siendo la aceptación? ¿Qué proyección, tanto nacional como internacional, esperan que tenga?

La aceptación que estamos teniendo es algo inimaginable; está superando con creces las mejores de nuestras expectativas. La gente viene a probar el churro porque se lo ha contado algún amigo y no se lo cree, o vienen y te dicen que llevaban muchos años sin encontrarse un producto tan innovador en este sector.

Respecto a la proyección que está teniendo, es espectacular; te llaman de



David Gallego muestra la innovadora máquina dispensadora de churros, junto al equipo de la empresa MBZ, en Fiturtech, celebrado en Ifema el pasado mes de enero.



La máquina dispone de un display donde se introducen las comandas del usuario.

todo el mundo para decirte que quieren la máquina, e incluso hay personas que vienen de otros países solo para ver la máquina y probar los churros.

En su caso, nos comentaba que estudiar una ingeniería fue algo completamente vocacional, ¿qué capacidades y cualidades son necesarias para llevar a cabo, como ingeniero, un proyecto innovador?

Al final yo creo que las cualidades más importantes son tener ingenio, inquietud y dedicación. Ingenio porque siempre que te enfrentas a algo innovador, y tienes que "ingeniártelas" para conseguir el resultado que quieres, con componentes

o técnicas que tienes que desarrollar, o si están desarrollados y se aplican para otra cosa, esto te obliga a tener inquietud por cómo funcionan o cómo se aplican ciertas técnicas o procesos, especialmente los más novedosos, incluso los que no son de tu rama o especialidad. Y para todo esto hay que tener dedicación y emplear muchas horas para estar siempre actualizado y conocer las últimas tecnologías.

¿Qué consejos les daría a los ingenieros que quieren ser también emprendedores?

Mi consejo es siempre el mismo, que lo intenten, porque en esta profesión tenemos la ventaja de que el que quiera emprender

“En nuestra profesión, tenemos la ventaja de que el que quiera emprender tiene muchas opciones para hacerlo, por su versatilidad”

“La proyección que estamos teniendo es espectacular. Nos llaman de todo el mundo para interesarse por la máquina”

tiene muchas opciones. Por lo general, es bastante duro al principio, porque hay que dedicarle muchas horas, y te provoca muchos quebraderos de cabeza, pero luego resulta muy gratificante cuando ves cómo aprecia la gente tu trabajo.

¿Cómo ve la situación de la ingeniería en estos momentos? ¿Y la de los ingenieros del ámbito industrial (ingenieros técnicos industriales y graduados)?

La ingeniería, yo creo que es una de las profesiones que mejor ha pasado la crisis; en parte por la versatilidad que tenemos los ingenieros para realizar trabajos muy variados, y en parte porque en un mundo cada día más tecnológico, la figura del ingeniero técnico industrial y de los graduados toma cada vez más peso, con el desarrollo de las nuevas tecnologías y con los avances en la industria.

Desde 2015 desarrolla su carrera profesional en Margal Soluciones de Ingeniería S.L. realizando proyectos de diseño, programación y fabricación de maquinaria industrial. ¿Cómo se imagina su vida profesional dentro de diez años?

Mi vida dentro de diez años la imagino muy parecida a la que tengo ahora mismo, pero con la evolución tecnológica que tendremos dentro de 10 años. Estoy seguro de que me seguiré dedicando a la ingeniería.

Miguel Hernando Gutiérrez

Profesor de la Universidad Politécnica de Madrid e investigador en el área de Robótica

“La Universidad tiene que recuperar el amor por el conocimiento entre sus alumnos”

Mónica Ramírez

Miguel Hernando es Doctor Ingeniero Industrial (2003) por la Universidad Politécnica de Madrid, donde ejerce de profesor titular, desde 2012, concretamente en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI). Además, está adscrito al Centro de Automática y Robótica, centro mixto Universidad Politécnica de Madrid-Consejo Superior de Investigaciones Científicas, desde su creación en 2011.

Desde 2001 ha impartido docencia en Informática, Control de Procesos, Regulación Automática, Automatización, Robótica y Visión Artificial en las titulaciones de Ingeniero Técnico Industrial, así como Grados en Ingeniería Industrial en Electrónica y Automática, Ingeniería Química e Ingeniería en Organización Industrial, y Máster y Doctorado en Automática y Robótica. Como investigador, participa en numerosos proyectos de investigación, tanto a nivel nacional como internacional.

Los últimos avances en la tecnología robótica y la miniaturización de los componentes electrónicos y procesadores han permitido el nacimiento de una nueva era en la automatización industrial: la de los robots colaborativos o cobots. ¿Qué suponen estos avances para la industria?

En todos los años que he impartido cursos de robótica, y hasta hace relativamente poco, siempre hacía hincapié en el ámbito específico para el que el robot industrial está diseñado. Es más, en un país como el nuestro, el peso de la robotización recae fundamentalmente en el sector de la automoción, como no podía ser de otra forma, dado nuestro tejido industrial. A mis alumnos les explico que el robot por definición es una máquina reprogramable, muy exacta, cara, pero que aporta flexibilidad. Así que el producto para el cual la robótica parecía que podría salir rentable, era aquel de gran volumen de producción, pero con cambios



Miguel Hernando Gutiérrez.

y flexibilidad en el mismo. La industria del automóvil y la industria electrónica son claros exponentes de este tipo de productos. Para hacernos una idea, en España, el 48% de los robots se instalan en el sector del automóvil. Sin embargo, si el producto es de series bajas, con una necesidad de reprogramar el robot recurrente y un rediseño necesario de celda, la robótica no sale rentable frente a una producción manual.

Pues bien, todo esto, que no es poco, es lo que viene a cambiar el cobot. Podríamos decir que, como cualquier industria, el mundo de la robótica buscaba cómo expandirse a otros mercados, y lo hace entrando en el mundo de la pequeña y mediana empresa manufacturera. Este entorno obliga a adoptar unos cambios en la filosofía de diseño del robot, en los que podríamos decir que aparecen dos factores muy relevantes: la seguridad en un entorno mucho menos estructurado, y la necesidad de prescindir de personal especializado para la instalación y configuración del robot. Si se logra un robot intrínsecamente seguro, que no requiera de una jaula de protección, y que pueda estar en un entorno en el que hay operadores humanos sin poner en riesgo a

estos últimos, y además este robot pudiera ser programado con la facilidad con la que se le dan las consignas de trabajo a una persona, entonces el robot podrá acceder a un montón de operaciones de manufactura que hasta ahora eran económicamente inviables. Eso es lo que busca en última instancia el Cobot.

Uno de los ámbitos más representativos de la robótica es el de la industria, aunque también podemos encontrarla en el hogar. ¿Será cada vez más habitual la utilización de cobots en el entorno familiar? ¿Cómo se imagina el futuro en este sentido?

Bueno, realmente esta invasión silenciosa ya ha comenzado. Creo que todos somos conscientes de la fortísima demanda de robots limpiadores que ha habido estas navidades. O la repercusión que ha tenido la presentación en CES 2018 del robot Foldimate, capaz de planchar, perfumar y doblar la ropa, y con un precio del todo asequible. Hay cobots asistentes para ayudar en el traslado de enfermos, en rehabilitación, en el apoyo a personas mayores, y las tareas cotidianas que estos tienen que realizar. O por ejemplo tenemos robots de compañía con finalidad terapéutica. Últimamente se han dado muchos pasos en este sentido.

Por otra parte, ¿qué puede decirnos de la programación por demostración como motor de la entrada de los robots en empresas de volumen medio?

Dos de las grandes barreras con las que se encuentra la robótica a la hora de implantarse en tareas poco estructuradas es la necesidad de una celda robotizada y de un especialista que instale, configure y programe el robot. Últimamente se ha trabajado con especial intensidad en facilitar el modo en que nos comunicamos con el robot, a la vez que en dotar al mismo de un sistema sensorial capaz de percibir el entorno para hacer al sistema más adaptativo.

Un robot de esta nueva generación, como por ejemplo el último brazo de robótica colaborativa de la serie Yumi de ABB. Estos nuevos robots tienen, entre otras características, la capacidad de medir con bastante sensibilidad las fuerzas que sufre y realiza el brazo, tanto en el extremo como en sus distintos eslabones. Además de haberse incluido esta característica por motivos de seguridad, se permite la posibilidad de enseñar al robot llevándolo de un sitio a otro. Para ello se diseñan también unas interfaces muy intuitivas, basadas en menús, y con cierta inteligencia interactiva por parte del mismo.

La automatización robótica genera nuevos modelos de negocio, al mismo tiempo que las necesidades del mercado impulsan nuevas aplicaciones en este ámbito, ¿cuál es su visión al respecto?

Imagínese una línea de producción de coches genérica; es decir, un carril que permite transportar un vehículo de tamaño genérico, y en el que van apareciendo por fases los elementos robóticos que siguen la secuencia general de montaje de un vehículo. Si lo pensamos fríamente, las diferencias en cuanto al proceso de fabricación de un vehículo no cambian mucho de un modelo a otro, de una marca a otra. En general, se sigue un mismo proceso, con características puntuales distintas, y algunas soluciones particulares, pero de manera general análogos unos a otros. Se podría entonces “liberalizar” el mercado de producción del coche, de forma que una fábrica pueda construir un coche u otro. Las marcas pasarían a concentrarse en el diseño, mientras que el proceso de producción y su optimización serían absorbidos por esta nueva industria en la cadena de producción.

Durante los últimos cinco años, el auge de la Inteligencia Artificial ha resultado ser verdaderamente asombroso. Desde su punto de vista, ¿qué nuevas perspectivas dan las técnicas de la IA a la robótica?

La robótica y la inteligencia artificial son dos disciplinas tecnológicas que han ido mucho de la mano. De hecho, el auge actual del término inteligencia artificial, digamos que es un poco diferente a lo que en robótica hemos entendido como tal. Es un poco más extenso nuestro concepto. Las técnicas actuales que están dando fruto en IA son bastante antiguas, pero han recibido el impulso particular de

la disposición de datos de forma masiva y del constante incremento en la capacidad de almacenamiento y procesado de las unidades de cómputo. Esto, además, ha permitido descubrir algunas propiedades y estructuras de carácter genérico, que han logrado por fin aplicar estos sistemas de aprendizaje a casos reales y con resultados realmente buenos.

Como profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la UPM, ¿cómo valora la situación actual de la docencia?

Pues con franqueza le diré que estoy bastante preocupado. Creo que hemos pasado de un modelo educativo que, aunque con defectos, funcionaba, a otro que no parece diseñado por quienes nos dedicamos a la docencia universitaria. Obviamente no es todo malo, y hay un montón de ventajas en el actual sistema. Sin embargo, hace unos días escuchaba cómo los empresarios se quejan de que no generamos alumnos con las capacidades que se esperan. El graduado actual tiene mucha menos capacidad de resolver problemas, de ser autosuficiente desde el punto de vista intelectual, que el ingeniero del plan anterior. Creo que la universidad, en ese sentido, tiene que hacer un esfuerzo por no tener miedo a exigir, y a intentar recuperar el amor por el conocimiento y la inquietud en sus alumnos. Un ejemplo concreto es la dificultad actual que existe para llenar un aula cuando traemos de invitado a alguien del mundo de la empresa. El interés por conocer desde mi punto de vista ha caído mucho. Por eso, en mi escuela estamos haciendo un esfuerzo grande en modernizar nuestro sistema de enseñanza sin renunciar a la exposición y exigencia de principios axiomáticos propios de la enseñanza superior.

No puedo, por último, dejar de mencionar otro aspecto concerniente a la universidad española, como es el poco reconocimiento y la pérdida de valor que tiene la enseñanza universitaria. Un profesor doctor en España, al que se le supone la máxima formación que se puede dar, y con la máxima exigencia en cuanto a idiomas, publicaciones, estancias en centros internacionales, etc., cobra un 1,5 del salario mínimo interprofesional. Es muy difícil lograr una universidad que atraiga talento con esta miseria de sueldos. Poco a poco, esto ha ido mermando las plantillas, y salvo vocaciones muy fuertes universitarias, el talento se va.

Además, ha participado en numerosos proyectos de investigación, nacionales e internacionales, especialmente en el campo de la robótica y la automatización, ¿cómo ha sido su experiencia en este ámbito?

La verdad es que he tenido la suerte de participar en proyectos de investigación robóticos muy amplios. Agradezco el esfuerzo europeo que se ha hecho en este sentido, porque la colaboración con la industria y los institutos de investigación europeos en el diseño de un sistema robótico de forma conjunta es realmente enriquecedora. Además, como profesor, estos proyectos me permiten transmitir ilusión e inquietudes a mis alumnos, y ellos lo notan. He participado en varios proyectos en el ámbito industrial, como es la generación de un sistema robótico inteligente para el mecanizado de materiales muy duros.

En otro proyecto, estuvimos trabajando en conceptos que luego se recogerían en la norma ISO TS-15066, y relativos a los distintos conceptos asociados al cobot, como compartición del espacio de trabajo, o de la tarea, o la colaboración directa humano-robot. Este proyecto posiblemente haya sido el más ambicioso, llegándose a crear un robot humanoide que pudiera ser alquilado, para cubrir en cualquier momento el puesto de un trabajador. En este marco creamos el sistema de programación Hammer, intuitivo y rápido, y que aún ahora estamos desarrollando tras aplicarlo a varios robots.

Fue muy instructivo y bonito el desarrollo junto con el Fraunhofer de un robot para la limpieza automática de fachadas. Los conceptos que se manejaron entonces son 100% actuales, y de hecho existen robots análogos, que por distintos motivos sí que han conseguido ser comercializados.

Sin embargo, el primero y más espectacular de los proyectos en los que he colaborado es uno de marca totalmente española, que consistía en el desarrollo de un sistema robótico para la reparación de líneas de media tensión vivas, esto es, con voltaje.

He podido diseñar también un robot de inspección de conductos u otro que era capaz de cultivar muestras de bacterias y hongos para posibles medicamentos. Actualmente, gracias a la financiación de un proyecto nacional, trabajo en un sistema robotizado para la inspección de infraestructuras.

El quinto método de transporte: la visión de Zeleros sobre Hyperloop

The fifth mode of transport: Zeleros' vision of hyperloop

Daniel Orient¹, David Pistoni¹, Juan Vicen¹, Sergio Hoyas²

Resumen

El objetivo de Zeleros, una pyme española, es desarrollar el quinto medio de transporte: el Hyperloop. Básicamente, el Hyperloop consiste en una cápsula, el pod, que viaja a una velocidad transónica, hasta 0,8 Mach, dentro de un tubo a presión reducida. Este método une las ventajas de los aviones (velocidad) y los trenes (propulsión eléctrica). Tecnologías recientes como la posibilidad de hacer vacío en túneles de grandes dimensiones (como en el CERN), así como los avances en la electrónica de alta frecuencia y el desarrollo de materiales más ligeros, podrían convertir el Hyperloop en realidad. Además, la posibilidad de cubrir el tubo con células solares podría convertir al Hyperloop en el primer medio de transporte con un ciclo de carbono negativo. Sin embargo, muchos desafíos aún están por resolver. Por ejemplo, nunca se ha estudiado la aerodinámica de una cápsula que viaja a una velocidad transónica dentro de un tubo de 500 km. En este artículo se presenta la idea de Zeleros sobre el Hyperloop y los pasos dados para convertirlo en realidad.

Palabras clave

Transporte, sistema HL (Hyperloop), alta velocidad, cambio climático, levitación magnética, estandarización, tubo evacuado, mercancías, logística, aeroespacial, ferrocarril.

Abstract

The purpose of Zeleros, a Spanish SME is to develop the fifth mean of transport: the Hyperloop. Basically, the Hyperloop consist of a capsule, the pod, travelling at transonic velocity, up to 0.8 Mach, inside a pressure reduced tube. This method joins the advantages of airplanes (speed), and trains (electric powered). Recent technologies as the possibility of vacuuming large dimensions (as in CERN), as well as the advances in high frequency electronics and the development of lighter materials, might turned Hyperloop into reality. Moreover, the possibility of covering the tube with solar cells might turn Hyperloop the first means of transport with a negative carbon cycle. However, many challenges are still beyond us. For example, the aerodynamics of a capsule travelling at transonic speed through a 500-km tube has never been studied. In this article we will present Zeleros' idea about hyperloop and the steps given to turn Hyperloop into reality.

Keywords

Transportation, HL (Hyperloop) system, high-speed, climate change, magnetic levitation, standardisation, evacuated tube, cargo, logistics, aerospace, railway.

Recibido / received: 19/02/2019. Aceptado / accepted: 20/02/2019.

¹Zeleros Global SL, Muelle de la Aduana, Edificio Lanzadera, 46024 Valencia. info@zeleros.com, www.zeleros.com.

²Grupo de Ingeniería Aeroespacial, Universitat Politècnica de València

Sergio.hoyas@mot.upv.es

Autor para correspondencia / corresponding author: Juan Vicen, info@zeleros.com



1. Introducción

En las próximas décadas, la humanidad afrontará la amenaza más importante durante su corta historia. Las evidencias acumuladas sugieren que no nos estamos enfrentando un calentamiento global, sino un cambio climático de consecuencias impredecibles. El último informe del panel intergubernamental sobre cambio climático¹ presenta diferentes escenarios, y el más optimista es un cambio relativamente moderado de 2 grados centígrados. Sin embargo, algunos modelos predicen que la Tierra se calentará entre 2 y 6 grados centígrados en este siglo. Cuando el calentamiento global ha ocurrido en varias ocasiones en los últimos dos millones de años, el planeta tardó unos 5.000 años en calentarse 5 grados. Por tanto, esta tasa de cambio es extremadamente inusual y peligrosa, ya que solo 5 grados separan el clima ideal de hoy de las dramáticas condiciones de la última Edad de Hielo. Se requieren acciones inmediatas y reducir la huella energética de los modos de transporte es una cuestión de la máxima importancia. Por ejemplo, en el caso del transporte aéreo, se utilizaron 360.000 millones de litros de combustible en 2017 en todo el mundo

(según la IATA²). Además, el consumo de combustible está aumentando a una tasa insostenible del 3,5% anual. Se espera que antes del año 2022 se alcance un triste hito: solo los vuelos comerciales emitirán 1.000 millones de toneladas de CO₂. La situación en Europa es igualmente pesimista. En el informe de EASA y la Agencia Europea de Medio Ambiente³, se afirma que las emisiones de CO₂ han aumentado en, aproximadamente, el 80% entre 1990 y 2014. Se prevé que crezcan el 45% más entre 2014 y 2035. Parece claro que estos datos van en la dirección contraria al Acuerdo de París sobre cambio climático. Aparte de esto, el transporte aéreo es en este momento la única forma viable de comunicar las principales ciudades europeas. Una crisis como la causada en 2010 debido a las erupciones del volcán de Islandia Eyjafjallajökull recuerda cuán vulnerable somos al transporte aéreo. Obviamente, el método de transporte más utilizado es el tráfico por carretera. Por razones múltiples y bien conocidas, no es la respuesta a los problemas comentados anteriormente. Los trenes de alta velocidad (HST) podrían ser parte de la solución. Sin embargo, incluso considerando que para viajes que

duran menos de 4 horas y media, el HST puede ser tan competitivo como un avión, la expansión del HST está limitada por su mantenimiento, que es extremadamente costoso⁴. El cuarto medio de transporte, las vías navegables, es extremadamente competitivo, pero, por supuesto, lento y solo llega a lugares bañados por el agua. La solución a este problema podría provenir de un actor inesperado, que proponemos como el quinto método de transporte: El Hyperloop.

La idea detrás del Hyperloop es extremadamente simple: si reducimos la presión dentro de un tubo largo, podemos reducir en gran medida la resistencia de cualquier objeto que se mueva a través del tubo. La idea tampoco es nueva. Se remonta a principios del siglo XVII, con la invención del sistema de vacío. George Medhurst desarrolló el primer sistema de vacío como sistema de transporte en 1844. Construyó una estación de ferrocarril (para vagones de pasajeros) en Londres que funcionó hasta 1847 que se basaba en gradientes de presión para mover los vehículos. Se construyeron más sistemas como este en los años siguientes en Londres y luego en Nueva York. Además, todavía se utilizan para mover mercancías

en bancos, hospitales y oficinas postales. Incluso Julio Verne imaginó esta tecnología en su novela *Paris au XXe siècle*. Y, por supuesto, surge en imágenes como la de la figura 2. Este parecía ser el lugar del Hyperloop en la historia, un sistema de transporte en una novela de ciencia ficción o una simple curiosidad, superado por los trenes, los coches y, finalmente, los aviones. Sin embargo, Hyperloop vuelve a la ingeniería en 2012 cuando Elon Musk propone el concepto en televisión⁵ y lo llama "Hyperloop". Un año más tarde, Musk propone un concepto de este medio de transporte en una publicación científica abierta⁶ (*Whitepaper*), que usa la levitación por cojinetes de aire (por repulsión a la superficie), y no magnética como los trenes chinos y japoneses. Además, anima a que otras empresas lo desarrollen, pues está muy ocupado con sus proyectos (exploración espacial, Tesla). A su llamada, surgen dos empresas americanas que comienzan a desarrollar propuestas para este sistema.

En 2015, Musk lanza un concurso universitario con su empresa SpaceX⁷ en el que anima a estudiantes de todo el mundo a participar proponiendo nuevas ideas. La idea es hacer el concurso de forma anual y que sirva para motivar el desarrollo de soluciones innovadoras, así como reclutar a los mejores estudiantes. No obstante, las reglas son estrictas para acceder a dichas empresas por sus conexiones con proyectos estratégicos de Estados Unidos, donde se reserva la contratación solo a habitantes estadounidenses.

Una ciencia nueva

Como hemos dicho, el Hyperloop volvió a la ciencia en 2015. Una búsqueda en la base de datos científica *Scopus* solo da 58 documentos que contienen el término "hyperloop". Ninguno de ellos, por ejemplo, contiene un estudio serio y confiable de la aerodinámica de la cápsula o de la termodinámica dentro del tubo. Aparte de esto, la NASA ha publicado tres informes⁸⁻⁹⁻¹⁰ sobre la viabilidad del Hyperloop como transporte de masas. Usando algunas librerías de Python y herramientas de dinámica de fluidos computacional (CFD), los autores llegan a algunas conclusiones sobre su viabilidad. En estos trabajos, por ejemplo, los autores presentan un primer estudio sobre la

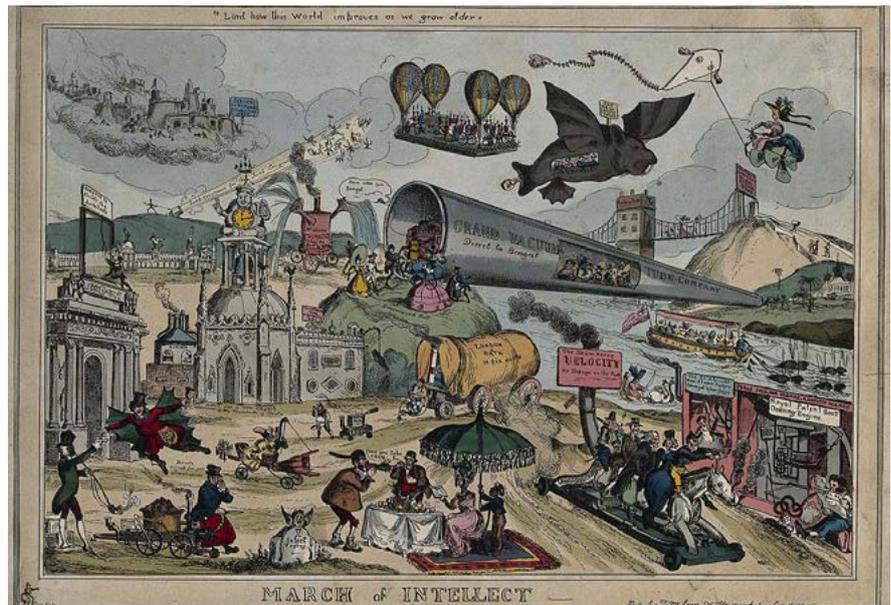


Figura 2. March of intellect, By William Heath, de 1820 que muestra el Hyperloop como uno de los nuevos transportes. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34607485>.

relación entre la presión del tubo y la resistencia de la vaina. Esta presión es de alrededor de 25 kPa, que es aproximadamente la presión del aire a 10 km de altura. Por razones de seguridad, esta presión también es deseable en caso de descompresión repentina, ya que los pasajeros pueden respirar con máscaras. Las presiones por debajo de este nivel son por una parte peligrosas (a 7 kPa de presión el agua hierve a temperatura ambiente) y extremadamente caras de obtener por otra. Nos gustaría resaltar que el punto más importante de estos trabajos es que el Hyperloop es plausible y puede ofrecer transporte de alta calidad a tarifas relativamente bajas.

Una segunda búsqueda, más detallada, sobre la aerodinámica de la cápsula no dio resultados serios. Incluso si en el caso de HST, su comportamiento dentro de los túneles se comprende más o menos, el enfoque de la investigación en HST es muy diferente al del Hyperloop. De manera similar, mientras que el problema termodinámico de un pistón que se mueve en un tubo es un problema clásico de los estudios de ingeniería mecánica, la bibliografía tiende a cero cuando el tubo tiene 400 km de largo y el pistón viaja a 800 km/h y deja un pequeño espacio con el tubo.

Es fácil llegar a la conclusión de que la termodinámica del sistema pod-tubo no se comprende bien, como poco.

La situación no mejora en el caso de la aerodinámica. Para dar un ejemplo, algunos experimentos numéricos realizados por Zeleros muestran que la presión aguas por encima de la cápsula podría aumentar en algunas circunstancias. Esto crearía un flujo mixto de Poiseuille (impulsado por presión) - Couette (cortante) entre el pod y el tubo. Este flujo se ha estudiado cuando las dos fuerzas impulsadas actúan en la misma dirección en dominios muy simplificados, pero nunca lo ha sido en el caso de fuerzas en contradirección, y menos aún en coordenadas cilíndricas.

Por otro lado, desde Zeleros se considera que el conocimiento sobre el sistema de vacío, electromagnetismo, compresor y sistema de turbina y batería está lo suficientemente avanzado para Hyperloop. De hecho, Zeleros posee un gran conocimiento sobre todos estos sistemas.

El estudio teórico del Hyperloop está, pues, avalado en principio por la NASA, y desde la Universitat Politècnica de València se ha impulsado junto con Zeleros la petición de un proyecto europeo FET-RIA para comprender mejor la aerodinámica del sistema. Creemos firmemente que el Hyperloop puede mejorar enormemente el sistema de transporte en Europa y reducir la huella de carbono del transporte en Europa. También disminuye la importación de petróleo. Como hemos dicho, la superficie externa del



Figura 3. El equipo vencedor de la primera competición de Hyperloop. Mientras que dos de los miembros del equipo se integran en distintas empresas, los tres restantes crean la empresa Zeleros en noviembre de 2016 con el objetivo de explotar comercialmente el Hyperloop. Además, deciden potenciar el grupo Hyperloop UPV, haciendo una llamada a nuevos miembros para preparar las siguientes competiciones.



Figura 4. Juan Vicén, David Pistoni y Daniel Orient, fundadores de Zeleros.



Figura 5. Primer prototipo español de Hyperloop, el Atlantic, julio de 2017.

tubo está hecha de células fotovoltaicas. Las estimaciones realizadas por Zeleros y otras empresas relacionadas con Hyperloop estiman el coste del vacío parcial en 1.44MWh/km. El coste operacional del diseño de la solución de Zeleros se ha estimado en 1,80 MWh/km para 500 pods diarios. Suponiendo una baja eficiencia de las celdas, el 20% o 200 Wh/m², es posible obtener hasta 4 MWh/km. Así, el equilibrio energético del Hyperloop sería positivo, produciendo más energía de la que gastaría. Para citar solo un último ejemplo, dos millones de pasajeros viajan de París a Berlín cada año. Energéticamente, eso supone 2 M gigajulios por año o aproximadamente 150 millones de toneladas de CO₂ evitadas. La situación es similar para el transporte de carga, ya que la capacidad del Hyperloop podría eliminar de las carreteras europeas 500 camiones de contenedores de 20 pies (5 km de camiones) por línea diariamente.

Zeleros y el Hyperloop

En agosto de 2015, se crea Hyperloop UPV, un equipo de cinco estudiantes y un profesor tutor de la Universitat Politècnica de València, para participar en la competición de Elon Musk. Este equipo comprende a los ingenieros aeronáuticos Daniel Orient, Germán Torres y Ángel Benedicto y a los industriales David Pistoni y Juan Vicén, acompañados por el profesor Vicente Dolz, experto en mecánica de fluidos y miembro del instituto CMT-Motores Térmicos de la UPV (Figs. 3 y 4). El grupo se crea dentro de la iniciativa *makers* de la UPV¹¹. En enero de 2016, Hyperloop UPV consigue el Premio a Mejor Diseño y Mejor Sistema de Propulsión¹² en la competición y alcanza repercusión internacional, y sobre todo nacional, al ser el único equipo español que consiguió un premio en la competición. Esto atrae a numerosas empresas y organizaciones que plantean seguir desarrollando el proyecto industrialmente, entre ellas Nagares (actualmente Mahle) y Altran.

Durante esa temporada y hasta la actualidad, Zeleros se ha comprometido a apoyar al equipo universitario como mentores del proyecto, cosa que derivaría en el primer prototipo de Hyperloop español (el Atlantic II), y a montar el primer tubo de pruebas en España para realizar pruebas en está-



Figura 6. Segundo prototipo español de Hyperloop, el Valentia, agosto de 2018.



Junta asesora.

tico. Con una longitud de 12 metros y situado en la UPV. Esto marca un antes y un después en el desarrollo del proyecto. Actualmente ya han abierto su llamada para fabricar su tercer prototipo, tras su éxito presentando el segundo (apodado *Valentia*) en Los Ángeles, California (Figs. 5 y 6).

Propuesta diferencial de Zeleros

La propuesta de Zeleros se diferencia de los otros sistemas propuestos de Hyperloop, pues es un sistema que tiene la mayor parte de tecnologías integradas en el vehículo. Esto incluye, por ejemplo, el sistema de levitación situado en la parte superior del pod y un compresor alimentado por baterías que permite absorber todo el aire delante del pod. De esta forma, los costes de infraestructura (construcción, operación, mantenimiento), que aumentan por cada kilómetro de ruta, se ven reducidos radicalmente. Zeleros aprende pues de las lecciones del MAGLEV chino y japonés para aprovechar todo el potencial que permite la unión entre un tren y un avión: alta velo-

cidad (hasta 1.000 km/h) para conectar ciudades o centros logísticos situados a longitudes a partir de unos 500 kilómetros en poco más de media hora.

La estrategia de Zeleros es la colaboración empresarial para acelerar el desarrollo del proyecto. Por eso colabora con empresas como Renfe y Altran y centros de investigación (UPV, UPM, ITE, IMDEA Nanociencia), organismos europeos (Climate-KIC) y nacionales, inversores internacionales (Plug and Play [fondo de inversión de Silicon Valley]) y locales como Angels Capital (fondo del empresario valenciano Juan Roig) y consultores expertos en las diferentes partes del proyecto. A este ecosistema colaborativo se ha sumado el reconocimiento a la empresa con diversos premios nacionales e internacionales (Fundación Everis, VLCStartup Award, Investors Day e IdeasUPV).

Esta estrategia colaborativa apunta también a Europa, donde Zeleros recientemente ha firmado un pacto¹³ en Bruselas con 4 de las 6 empresas en el mundo (europeas y canadienses)

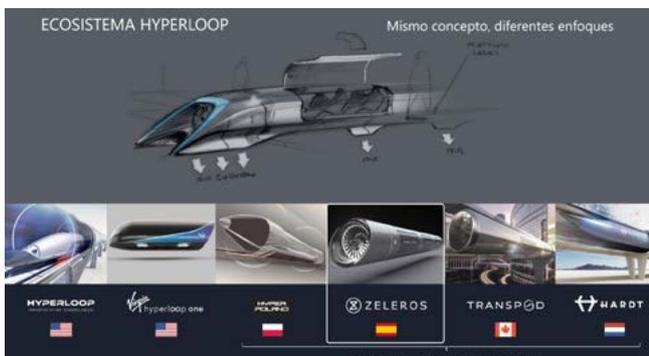
que desarrollan sistemas completos de Hyperloop para trabajar junto con las instituciones en estandarización de los sistemas, reduciendo las ineficiencias en el proceso de desarrollo. La comisión ya ha aceptado la propuesta y ha invitado a los Ministerios de Fomento a que se unan al grupo de trabajo europeo, y los ministerios de los diferentes países con los que tenemos el contrato ya han apoyado oficialmente a sus iniciativas estatales. En nuestro caso, necesitaríamos el mismo apoyo por parte del Ministerio de Fomento para participar en un proceso que hemos generado de forma colaborativa.

También se han establecido lazos con centros de investigación internacionales gracias a su participación en la cumbre MAGLEV en San Petersburgo (Rusia), celebrada en septiembre de 2018. En este aspecto, también se han realizado reuniones con el ministro de Ciencia, Pedro Duque, para conseguir el apoyo para el fomento de la iniciativa en España y Europa¹⁴. El presidente del Gobierno, Pedro Sánchez, valoró¹⁵ de forma positiva la iniciativa.

Próximos pasos

El próximo objetivo de Zeleros es integrar sus tecnologías en un vehículo que será probado a finales de 2019 en una pista de pruebas a escala que será construida en el parque industrial Parc Sagunt, como anunció hace unos meses el presidente de la Generalitat, Ximo Puig¹⁶. Esto servirá para demostrar la eficiencia y funcionamiento del sistema de altas velocidades. El equipo cuenta para ello con el apoyo de la Generalitat Valenciana y del Ayuntamiento de Sagunto y ya está en fase avanzada respecto a los trámites.

El siguiente objetivo es pasar del prototipo a escala mediana a un prototipo a escala real. Esta pista de pruebas requiere de mayores longitudes, diámetros y, por tanto, inversión. Para este objetivo el equipo ya está también en marcha y piensa colaborar con las diferentes empresas de Hyperloop con las que tiene el acuerdo para proponer a Europa un espacio de pruebas común (al estilo del CERN en Suiza), que minimice las necesidades de inversión. Por la posible repercusión y como país líder en alta velocidad, Zeleros piensa que, para esta segunda fase, de forma estratégica en España debería realizar una propuesta de localización posible (como ya están



haciendo los demás países), y para esto se está trabajando con las instituciones.

En paralelo, Zeleros necesita de una coordinación con el Ministerio de Ciencia en España (aunque posteriormente deberían involucrarse Fomento, Industria, Transición Energética y Defensa) para dar una imagen afianzada y segura en las reuniones que se lleven a cabo con la Comisión Europea. Para ello, propone crear un grupo de trabajo de Hyperloop a nivel estatal en el que estén involucrados todos los ministerios pertinentes.

Mientras tanto, desde Zeleros seguimos trabajando, en la actualidad alrededor de 68 personas están involucradas en este proyecto con ADN español que está llamado a revolucionar la forma en que nos transportamos.

También tenemos una ronda de inversión abierta que nos permitirá seguir desarrollando el vehículo para el proyecto piloto y seguimos sumando socios. Desde Zeleros, animamos a más empresas e instituciones a formar parte de esta iniciativa y a construir juntos el futuro del transporte.

Notas

- 1 <https://www.ipcc.ch/>, accessed in 27/09/2018.
- 2 https://www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/Documents/fact-sheet-industry-facts.pdf
- 3 <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/european-aviation-environmental-report-2016-72dpi.pdf>
- 4 https://w3.grupobbva.com/TLFU/dat/inf_web_economic_analysis.pdf
- 5 <https://www.youtube.com/watch?v=uegOUmgKB4E>
- 6 https://www.spacex.com/sites/spacex/files/hyperloop_alpha-20130812.pdf

- 7 <https://spacex.com/hyperloop>
- 8 C. Taylor et al, DOT-VNTSC-NASA-16-01
- 9 Conceptual Feasibility Study of the hyperloop Vehicle for Next-Generation Transport. NASA, submitted to AIAA
- 10 Open-Source Conceptual Sizing Models for the hyperloop Passenger Pod. NASA, submitted to AIAA
- 11 <http://makersupv.com/>
- 12 <http://www.elmundo.es/tecnologia/2016/02/04/56b345f4e2704ec73f8b45bf.html>
- 13 <http://www.climatekic-spain.org/empresas-canadienses-y-europeas-de-hyperloop-se-alian-para-establecer-un-marco-de-estandares-y-regulacion-internacional/>
- 14 <https://www.diariodenavarra.es/noticias/negocios/economia/2018/08/13/pedro-sanchez-celebra-proyecto-tren-supersonico-605532-1033.html>
- 15 <https://twitter.com/sanchezcastejon/status/1028994052262453248>
- 16 <https://valenciaplaza.com/la-empresa-valenciana-de-hyperloop-zeleros-tendra-su-pista-de-pruebas-en-parc-sagunt>

La nanotecnología en las energías renovables: análisis de aplicaciones desarrolladas, reducción de costes y derechos de propiedad industrial

Nanotechnology in renewable energies: analysis of developed applications, cost reduction and industrial property rights

Francisco-Javier Moledo Froján¹, Gaizka Orbezu Fernández

Resumen

Se ha analizado la reducción en los costes obtenida mediante la implementación de la nanotecnología en el ámbito de las energías renovables y los derechos de propiedad industrial de dichas tecnologías. En el campo de la fotovoltaica, el uso de la perovskita para la manufacturación de los paneles supone una reducción muy significativa en los costes de fabricación. Para la energía solar térmica, el uso de nanorrecubrimientos permite obtener unos paneles que requieren de un menor mantenimiento a la vez que se aumenta su eficiencia. En el caso de la energía eólica, las nanopartículas funcionalizadas pueden usarse para manufacturar pinturas antihielo que permiten explotar el abundante recurso eólico de los climas fríos. La mejora de las baterías de litio mediante el uso de electrodos nanoestructurados permite aumentar su vida útil y reducir los tiempos de carga.

Palabras clave

Nanotecnología, energías renovables, costes, LCOE, patente.

Abstract

The use of nanotechnology as a way to reduce costs in the renewable energies and the rights of intellectual property for these technologies is discussed. In the photovoltaic field the use of perovskite has gained a lot of attention lately as a mean to reduce the manufacturing costs of panels. For the solar thermal energy, the use of nanocoatings has become a successful option to obtain panels that are both more efficient and cheaper to maintain. In the case of wind energy, coating paints with functionalized nanoparticles allow the exploitation of the abundant wind resource of cold climates. The use of nanostructured electrodes has made the life span of lithium batteries much longer and has reduced the charging time.

Keywords

Nanotechnology, renewable energies, costs, LCOE, patent.

Recibido / received: 19/10/2018. Aceptado / accepted: 05/02/2019.

Universidad del País Vasco. Escuela de Ingeniería de Bilbao.

¹Autor para correspondencia / corresponding author: Francisco Javier Moledo Froján. E-mail: franciscojavier.moledo@ehu.eus.



Instalación de paneles solares en el tejado de un edificio. Fuente: Shutterstock.

1. Introducción

1.1. Energías renovables

La necesidad de seguir desarrollando las energías renovables es un tema de sobra conocido y discutido, pues son una fuente de energía limpia e inagotable y resultan imprescindibles para frenar el cambio climático. Aun así, los sistemas de producción basados en energías renovables siguen teniendo una serie de inconvenientes, para los cuales la nanotecnología tiene soluciones.

El problema más destacado suele ser la falta de disponibilidad bajo demanda de la energía, ya que al depender de factores naturales y climáticos no se puede producir cuando se quiere, sino cuando se puede. La solución a este problema pasa por usar sistemas de almacenamiento de energía, con el fin de conservarla hasta que su consumo sea demandado. Mediante la nanoestructuración de los electrodos de las baterías, se puede aumentar la vida útil y la velocidad de carga, mejorando notablemente estos sistemas.

Otro inconveniente, desde el punto de vista de un modelo de producción concentrado, es la dificultad de producir energía en grandes cantidades y, en conjunto, la elevada cantidad de su-

perficie que pueden llegar a ocupar las grandes centrales energéticas de generación renovable. Ambos problemas, generalmente, se pueden unificar en una única variable, la eficiencia. Con la nanotecnología se pueden optimizar las propiedades de los materiales y, en consecuencia, la eficiencia.

Por último, en la mayoría de los casos, todavía se puede generar energía más barata mediante las fuentes convencionales. Dado que la nanotecnología permite usar el material más adecuado posible para acometer una tarea, se acaba convirtiendo en una optimización global de los procesos de generación y reduce los costes asociados.

1.2. Nanotecnología

De forma general, la nanotecnología se puede definir como la manipulación de materiales a través del control de la materia a nanoescala.

El interés del tamaño nanométrico radica en que se trata de la escala en la que se pueden observar y manipular los efectos cuánticos de la materia. Estos efectos dependen del tamaño de las partículas con las que se trabaja, a la vez que tienen una influencia muy notable en las propiedades observables a escala macroscópica. Por tanto,

la manipulación de las nanopartículas permite alterar los efectos cuánticos pertinentes para obtener materiales con las propiedades deseadas, lo cual abre un amplio abanico de posibilidades para cambiar y mejorar las tecnologías existentes.

En lo referente a los costes, la posibilidad de crear materiales con las propiedades óptimas para su desempeño aumenta la eficiencia con la que se manufactura y se opera, lo que minimiza las pérdidas y da lugar a un abaratamiento general de los costes.

2. Objetivo y metodología

El objetivo es abordar las diferentes implantaciones de la nanotecnología existentes en el campo de las energías renovables y el efecto de estas sobre los costes. Concretamente, se han elegido la energía solar, tanto fotovoltaica como térmica, la eólica y el almacenamiento de energía.

En cuanto a la metodología, primero se describe la aplicación seleccionada y, después, se analizan sus derechos de propiedad industrial correspondientes. Entre las distintas formas de registro existentes, se ha prestado especial atención a las patentes, las cuales establecen un monopolio sobre

la tecnología o el producto patentado por un tiempo limitado de 20 años [1]. Finalmente, se exponen los aspectos económicos, en los que se compara la reducción relativa de costes que la alternativa nanotecnológica supone respecto de la tecnología convencional más extendida, lo cual se realiza mediante el LCOE.

El coste nivelado de la electricidad (LCOE) permite contabilizar todos los costes que tendrá una central de producción energética a lo largo de todo su ciclo de vida con relación a la energía que se espera que genere, lo cual da lugar a un valor que representa un coste promedio de lo que costará producir energía en dicha planta.

No obstante, el método requiere una serie de hipótesis, por lo que el resultado puede no representar el valor absoluto correcto, aunque si es del todo fiable en cuanto a los valores relativos, ya que aun cuando las hipótesis no sean exactas, al ser las mismas en todos los escenarios, los valores de LCOE calculados tendrán el mismo sesgo, con lo que pueden compararse entre sí de manera fiable.

3. Aplicaciones de la nanotecnología

3.1. Energía solar fotovoltaica

3.1.1. Descripción de la tecnología

Actualmente, la tecnología fotovoltaica que domina el mercado son las células de silicio cristalino (cubren el 90% del mercado). Aun así, el desarrollo del sector lleva inevitablemente al intento de mejorar la tecnología existente y a buscar nuevas formas de afrontar las desventajas que los sistemas actuales puedan tener.

Una de las aplicaciones más destacable de la nanotecnología en el sector fotovoltaico es la fabricación de células solares formadas por haluros metálicos con estructura de perovskita. La perovskita tiene una eficiencia y una vida útil similares al silicio cristalino. Se puede considerar que los módulos de silicio cristalino comercial suelen tener eficiencias del 21%, mientras que la perovskita ronda el 19%. La vida útil de ambas se estima en unos 20 años.

Asimismo, las investigaciones en el sector fotovoltaico están dedicándole mucha atención a las células multiunión, pues se ha observado que el uso de varias capas activas puede mejorar la eficiencia. Por ello, se han propo-

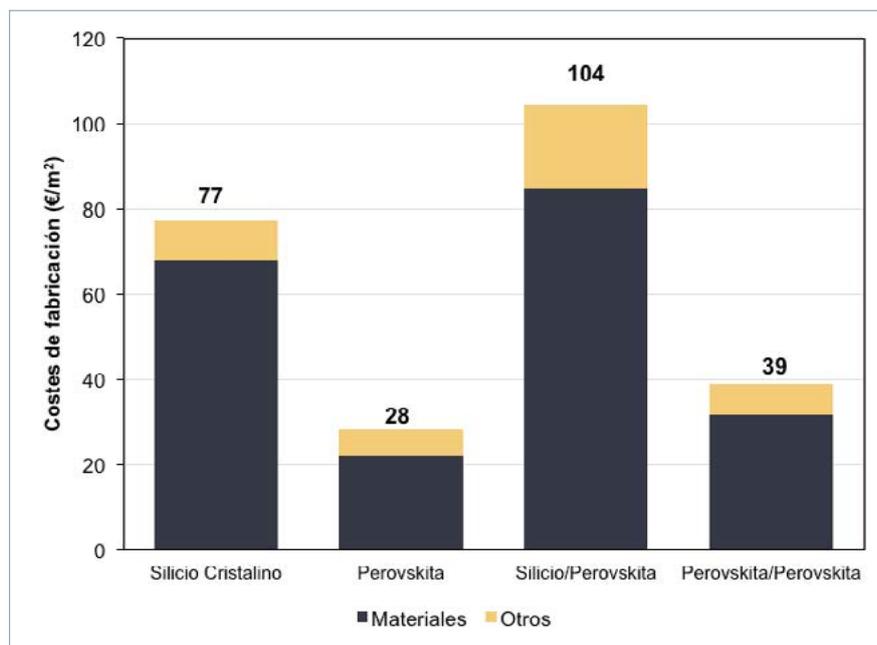


Figura 1. Comparación de costes de fabricación totales y desglosados en €/m².

puesto dos módulos multiunión para compararlos con los monounión antes descritos. Estos nuevos módulos son tandems de las dos tecnologías, esto es, uno de ellos combina una capa de silicio con otra de perovskita y el otro aúna dos capas de perovskita.

El uso de estos tandems atiende principalmente a la mejora de la eficiencia, pero también se espera que su vida útil alcance los 30 años, aunque aún no se ha probado. Los dos tandems propuestos, silicio/perovskita y perovskita/perovskita, tienen unas eficiencias del 25% y del 22%, respectivamente.

3.1.2. Patente de la invención

Sin lugar a dudas, China lidera el mercado y los nuevos desarrollos en las células de perovskita. Sin embargo, al tratarse de una tecnología cuya viabilidad comercial es muy reciente, hay pocas patentes que estén ya en vigor; la mayoría sigue en trámite. Como solo tiene protección en China, se trata de una tecnología de uso libre en el resto de países. De modo que, en general, se trata de una nanotecnología cuya protección es bastante débil.

3.1.3. Reducción de costes obtenida

Los costes de fabricación [2] de las células propuestas se han dividido en dos categorías: materiales y otros (en las que se incluyen equipos, mano de

obra, depreciación y mantenimiento). El desglose de dichos costes, así como el coste total de fabricación para cada uno de los módulos propuestos, se ilustran en la figura 1.

Los costes de fabricación resultan ser de 77 €/m² para el silicio cristalino, de 28 €/m² para la perovskita, de 104 €/m² para la combinación silicio/perovskita y de 39 €/m² para el módulo de perovskita/perovskita. Como era de esperar, los tandems tienen un coste de fabricación superior al de la célula de perovskita simple, pues requieren de mayores recursos para su producción. Aun así, se realiza un análisis más exhaustivo más adelante, pues debido a su mayor eficiencia el coste final podría ser inferior.

Atendiendo al desglose mostrado en la figura 1, se observa que el grueso de los costes de manufacturación se lo llevan los materiales, por lo que la mayor reducción de costes tenía que venir de la mano del empleo de materiales más baratos, como ocurre en el caso de la perovskita, en el que se sustituyen el costoso silicio por haluros metálicos, que son mucho más baratos. Además, para el silicio se suelen emplear contactos de aluminio y plata, los cuales se ven sustituidos por cobre en los módulos de perovskita.

Los costes de la figura 1 corresponden a la manufacturación del módulo, pero a la hora de calcular los costes

Módulo	η , %	Área, m ²	Coste total, €/kW	LCOE, c€/kWh
Silicio cristalino	21	1.000.000	950	11
Perovskita	19	1.060.000	690	9,5
Silicio/perovskita	25	778.000	860	10,5
Perovskita/perovskita	22	900.000	600	9

Tabla 1. Resultados del LCOE para los cuatro módulos estudiados.

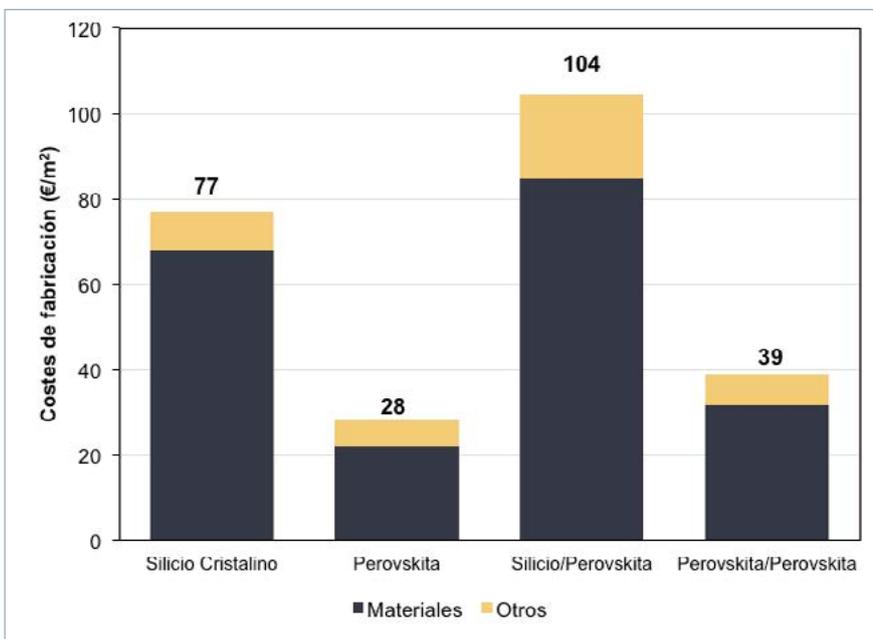


Figura 2. Reducción del LCOE respecto del silicio cristalino.

de totales, también se deben tener en cuenta los costes del equilibrio del sistema. Estos corresponden a todos los costes no relacionados con la fabricación de los módulos, es decir, la estructura sobre la que se montan los paneles, el inversor, las conexiones, la construcción, etc. Representan una parte muy importante del valor final y son función del área que ocupa el sistema fotovoltaico, no de la energía generada. Es así como el efecto que tiene la eficiencia del módulo sobre los costes se hace patente. Es decir, a pesar de que los módulos tándem son más caros que los simples, al tener mayor eficiencia, ocuparán menor área y el coste del equilibrio del sistema será menor. Las áreas de panel necesarias, los costes totales y los valores del LCOE obtenidos se encuentran en la tabla 1. En la figura 2 se ha representado la reducción relativa a la célula de silicio.

Los resultados de la tabla 1 y la figura 2 muestran como el LCOE disminuye si se emplean los módulos de perovskita, ya sean simples o híbridos. Comparando los dos módulos monounión, la perovskita permite llegar a un LCOE el 14% menor.

Comparando el silicio cristalino con el módulo híbrido silicio/perovskita, el notable aumento de eficiencia lleva a unos costes totales inferiores. Los resultados de costes totales ponen de manifiesto la gran importancia que tienen los costes del equilibrio del sistema, que está fuertemente ligado a la eficiencia, sobre el coste final. En definitiva, se obtiene una reducción del LCOE del 5%.

Finalmente, en contraste con el módulo de silicio simple, el módulo tándem perovskita/perovskita obtiene la mayor reducción en el LCOE, pues consigue que este sea el 18% inferior.

En este último módulo se añan las ventajas del aumento de eficiencia debido a la multiunión y al bajo coste de la perovskita.

No hay que olvidar que otra de las ventajas que suponen el uso de los tándems es el aumento de la vida útil. Si mediante el uso de estos módulos se pudiese optar a periodos de explotación de 30 años, las reducciones en el LCOE serían de mayor magnitud. Como se ilustra en la figura 2, se podría llegar a reducir el LCOE entre el 13% y el 24%.

3.2. Energía solar térmica

La cantidad de radiación solar que es capaz de absorber un panel y, por tanto, su eficiencia, dependen especialmente del recubrimiento del colector. Se ha profundizado mucho en el desarrollo de estos elementos en los últimos años y se tienen dos implementaciones de la nanotecnología muy destacables, el recubrimiento MEMO y una pintura autolimpiante.

3.2.1. Recubrimiento MEMO

3.2.1.1. Descripción de la tecnología

El recubrimiento MEMO es una tecnología que se basa en el uso de nanocristales de TiAlN en una matriz amorfa de Si₃N₄, depositado en tres capas con un grosor total de 200 nm sobre el sustrato. La disposición de las tres capas que componen este recubrimiento se esquematizan en la figura 3 [3]. La función de la primera capa, situada directamente sobre el sustrato, es absorber la luz incidente y mejorar las condiciones de trabajo del sustrato; la segunda capa tiene como objetivo mejorar la incidencia de algunas longitudes de onda y absorber parcialmente la luz incidente; la tercera capa, situada en la parte superior, sirve a modo de capa antirreflectante,

a la vez que aísla y protege el resto del sistema.

Entre las características más importantes de los recubrimientos se encuentran el grado de absorción y la emisividad. La primera se define como el porcentaje de la radiación recibida que se es capaz de absorber. La segunda hace referencia a la cantidad de calor que se pierde por radiación después de haber sido absorbida por el panel. Generalmente, las placas absorbentes suelen tener valores de absorción del 93% y unas emisividades del 9%.

Además, los recubrimientos utilizados no suelen ser selectivos; simplemente se componen de una capa negra pintada o depositada sobre el sustrato. Para mejorar los dos parámetros antes definidos, la industria se va decantando por el uso de recubrimientos que sí son selectivos respecto a las longitudes de onda que permiten absorber, como el recubrimiento MEMO.

En definitiva, MEMO responde a las siguientes características técnicas: la absorción ronda el 96% y la emisividad es del 5% y cuenta con una vida útil superior a 20 años sin necesidad de mantenimiento o replicación [4].

3.2.1.2. Patente de la invención

Esta tecnología se recoge en la patente EP2564129 y tiene vigencia hasta 2030. La invención se encuentra en una familia de patentes triádica, esto es, se trata de una patente para la cual se ha solicitado protección en las tres oficinas más importantes de patentes (EPO, USPTO y JPO). Es posible que dichas patentes se asocien a un mayor rendimiento comercial esperado, ya que es costoso patentar en tres sistemas de patentes distintos [5]. Adicionalmente, también se ha patentado en Dinamarca, por lo que la invención se encuentra fuertemente protegida.

3.2.1.3. Reducción de costes obtenida

El recubrimiento MEMO se ha implementado principalmente en Dinamarca. En este país, cada distrito cuenta con una instalación solar térmica para complementar la calefacción residencial. Se han elegido cuatro plantas solares térmicas en Dinamarca, dos de ellas convencionales (correspondientes a los distritos Sydlangeland y Broager) y las otras dos con paneles que cuentan con el nanorrecubrimiento MEMO (en los distritos Søllested y Jyderup).

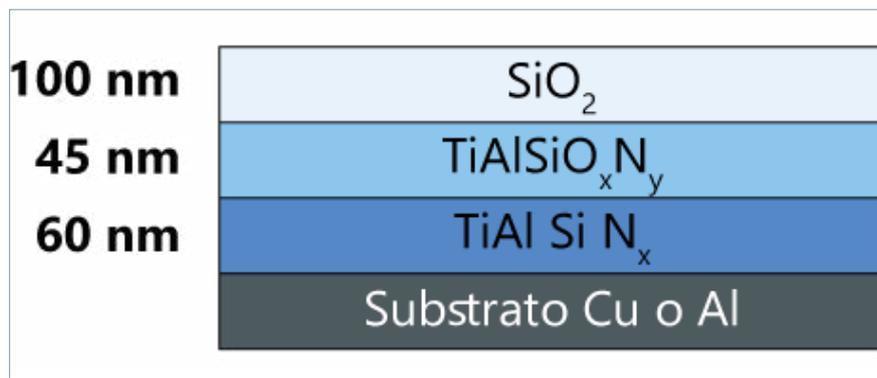


Figura 3: Esquema del recubrimiento MEMO.

Con todos los datos correspondientes a estas instalaciones [6], así como con los resultados que más adelante se discutirán, se ha confeccionado la tabla 2.

Se han calculado los costes por potencia, por unidad de área efectiva y por módulo instalado. Los resultados, incluidos también en la tabla 2, muestran valores inferiores en todos los casos para los paneles con el recubrimiento MEMO. De forma simplificada, se considera que los costes por potencia instalada y por área efectiva se reducen en un 30% y los costes por módulo, en un 40%, aproximadamente.

Como puede verse en la tabla 2, a las plantas con el recubrimiento MEMO les corresponden los valores del LCOE de 2,56 y 2,58. En contraste, para las convencionales, los LCOE son de 4,42 y 4,08. Es decir, con el recubrimiento MEMO se ha obtenido una disminución del LCOE de alrededor del 40%.

3.2.2. Recubrimiento autolimpiante

3.2.2.1. Descripción de la tecnología

Otra posibilidad en este sector son los recubrimientos autolimpiantes. Los costes derivados del ensuciamiento de los paneles, debidos a la pérdida de eficiencia y al coste de su limpieza, componen una parte fundamental en los costes de operación y mantenimiento y, en consecuencia, tienen un efecto notable sobre el LCOE. Es más, en las centrales solares térmicas distribuidas por los desiertos del suroeste de Estados Unidos, donde el grado de deposición de arena y polvo en los paneles es muy elevado, se considera que una pérdida del 1% en la reflectancia de los paneles supone un aumento del 1% del LCOE [7].

Una superficie autolimpiante se consigue obteniendo una capa superfi-

cial muy hidrófoba, es decir, que tenga una tensión superficial muy baja. De esta manera, las gotas de aguas, que no pueden adherirse, resbalan por el panel arrastrando consigo la suciedad que encuentren. Sin embargo, el problema que suelen presentar este tipo de superficies es su baja resistencia mecánica, pues son muy susceptibles a la degradación por la erosión.

El Laboratorio Nacional de Oak Ridge ha desarrollado una pintura con nanopartículas de sílice, de manufacturación barata y fácil aplicación. La sílice es un compuesto hidrófilo, de modo que a primera vista puede no parecer una buena idea usarlo para fines en la que la naturaleza requerida es la hidrófoba, luego su funcionalización es absolutamente necesaria. Este proceso puede llevarse a cabo formando enlaces covalentes entre las nanopartículas de sílice con compuestos de baja tensión superficial, como el fluorosilano. Posteriormente, y para mejorar las propiedades mecánicas, se aglomeran las partículas funcionalizadas con un aglomerante polimérico.

Además, el tamaño de las nanopartículas utilizadas evita la dispersión de la radiación con longitudes de onda mayores de 280 nm, lo que da lugar a una selectividad superior a la de las pinturas convencionales. De esta manera, la eficiencia del panel también aumenta.

3.2.2.2. Patente de la invención

En cuanto al registro legal de esta tecnología, su número de patente correspondiente es US2009196990 y únicamente cuenta con patente en Estados Unidos. Por tanto, su uso es libre en el resto del mundo. Su vigencia termina en 2028.

Planta	Søllested	Jyderup	Sydlangeland	Broager
Tipo de recubrimiento	MEMO	MEMO	Convencional	Convencional
Nº de módulos	317	623	904	794
Área efectiva, m ²	4.700	9.200	12.500	9.988
Inversión, M €	0,7	1,5	3,35	2,4
Potencia instalada, MW	3,3	7	8,76	7
Producción anual, MWh	2.688	5.000	7.500	5.100
Coste por potencia, M €/MW	2,12	2,14	3,82	3,42
Coste por área efectiva, €/m ²	149	163	268	240
Coste por módulo, €/módulo	2.208	2.408	3.706	3.023
LCOE, c€/kWh	2,56	2,58	4,42	4,08

Tabla 2. Datos y resultados de las plantas analizadas.

Tipo de recubrimiento	Convencional	Autolimpiante
Inversión, \$/kW	1.050	845
Costes O&M, c\$/kWh	3	0,3
LCOE, c\$/kWh	5,97	2,67

Tabla 3: Resultados para los recubrimientos convencional y autolimpiante.

3.2.2.3. Reducción de costes obtenida

El presente recubrimiento autolimpiante permite reducir los costes de limpieza, junto con los de operación y mantenimiento, en un 90%. Además, debido a la selectividad de las nanopartículas, se consigue un aumento de la eficiencia del 20% respecto a las pinturas convencionales [8]. Dado que su fabricación y método de aplicación son similares a los del resto de pinturas comerciales, los costes de aplicación de este producto apenas difieren de las alternativas más utilizadas.

En la tabla 3 se han resumido los datos de partida y los resultados obtenidos. La pintura autolimpiante, al tener mayor eficiencia, también tiene densidad de potencia superior. Esto se traduce en una inversión menor, pues el área de panel, de terreno, etc. necesario es inferior.

Por otra parte, la gran reducción en los costes O&M que supone redu-

cir la necesidad de limpiar los paneles permite llegar a valores por debajo del céntimo de dólar. Esto representa el grueso de la reducción de costes de esta nanotecnología.

Como resultado, se obtiene un LCOE de 5,97 c\$/kWh para los recubrimientos convencionales, mientras que para el autolimpiante es del 2,67 c\$/kWh. Es decir, se obtiene una reducción superior al 50%.

3.3. Energía eólica

3.3.1. Descripción de la tecnología

El desarrollo de la energía eólica en climas fríos va ganando importancia, ya que este tipo de zonas destacan por su elevado recurso eólico y su baja densidad de población. A pesar de las ventajas que aportan los climas fríos, se debe tener en cuenta la necesidad de lidiar con la formación de hielo en las palas de los aerogeneradores. La acumulación de hielo tiene un efecto muy

notable en la aerodinámica del sistema y el equilibrio del rotor, ya que puede llevar a un funcionamiento incorrecto y a una reducción sustancial de la vida útil.

Para combatir estos impedimentos existen las pinturas antihielo. Pero el uso de estas pinturas también entraña un problema, pues se requieren al mismo tiempo dos propiedades que suelen ser mutuamente excluyentes: una alta resistencia a la erosión y una naturaleza hidrófoba. Las pinturas antihielo hidrófobas hacen que las gotas de agua no puedan adherirse a la pala, por lo que resbalan y evitan así la formación de hielo. Sin embargo, debido a la erosión, la pintura se vuelve porosa y pierde sus propiedades hidrófobas y crean la necesidad y el gasto de tener que repintar cada pocos años. Por otra parte, las pinturas que muestran una gran resistencia a la erosión suelen tener un grado de hidrofobicidad muy limitado.

Por tanto, aunar ambas características supone todo un reto. Sin embargo, mediante el uso de la nanotecnología, se ha dado solución al problema con la aparición de la pintura antihielo *Bladeshield*. Se compone de una pintura de altos sólidos convencional con una dispersión de nanopartículas funcionalizadas para ser hidrófobas y resistir a la erosión.

País	Tecnología	Vida útil, años	Pérdidas medias, %	Inversión, €/kW	O&M fijos, €/kW	O&M variables, €/kWh	LCOE, c€/kWh
Canadá	Convencional	20	10	1.866	47	0	9,7
	Bladeshield	23	4		39	0	8,2
Finlandia	Convencional	20	10	1.514	30	0	8,5
	Bladeshield	23	4		25	0	6,4
Suecia	Convencional	20	10	2.124	0	0,020	10,7
	Bladeshield	23	4		0	0,016	9,1

Tabla 4: Datos y resultados de LCOE para un parque eólico en los tres países estudiados.

3.3.2. Patente de la invención

La patente ES2556158 recoge la tecnología Bladeshield en España, con su vigencia hasta 2034. Adicionalmente, también tiene concedida la patente en EE UU y cuenta con solicitudes en China y Europa. Por tanto, una vez concedidas las patentes en trámites, la invención contará con una protección fuerte.

3.3.3. Reducción de costes obtenida

Los recubrimientos antihielo tienen especial interés en países con climas fríos, como pueden ser Canadá, Finlandia y Suecia. La pérdida de potencia que sufren los aerogeneradores en este tipo de climas puede llegar al 25% en invierno [9], y la erosión producida tanto por el hielo como por la lluvia, combinada con los fuertes vientos, reduce considerablemente la vida útil de los equipos. Estas condiciones no suelen permitir periodos de explotación superiores a 20 años, en contraste con los 25-30 años que logran la mayoría de parques en otras localizaciones con climas menos extremos.

En climas fríos, el uso del recubrimiento antihielo Bladeshield puede aumentar la vida útil del aerogenerador de 2 a 5 años, a la vez que reduce los costes de operación y mantenimiento en un 15-20% [10]. Teniendo en cuenta estos intervalos, se ha calculado el LCOE para los valores medios.

Además, el principal objetivo de evitar el hielo en las palas es reducir las pérdidas en el periodo invernal, hasta un valor similar al de verano. En verano las pérdidas se deben al rendimiento de conversión, pérdidas mecánicas, etc. y suelen rondar el 4% [11]. Por

tanto, el fin del uso del recubrimiento Bladeshield es conseguir que las pérdidas medias anuales sean del 4%, es decir, equivalentes a las del periodo veraniego. Consultando los datos correspondientes a las pérdidas medias anuales, publicadas por las oficinas encargadas de la energía en cada uno de los tres países, se considera que las pérdidas medias rondan el 10% tanto en Canadá como Suecia y el 20% en Finlandia.

Los resultados, junto con los datos de partida empleados, se muestran en la tabla 4. En esta tabla, se observa que en todos los casos se obtiene una reducción notable en el LCOE. Para Canadá y Suecia, la tecnología Bladeshield da lugar a una reducción media del LCOE de alrededor del 15%. En el caso de Finlandia, siendo el que mayores pérdidas sufre de entre los tres países analizados, el LCOE logra una la reducción media del 25%.

3.4. Almacenamiento energético

3.4.1. Descripción de la tecnología

Entre los distintos tipos de sistemas para el almacenamiento energético, las baterías de litio son una de las opciones más populares y en las que la nanotecnología tiene mayor presencia. En concreto, mediante la nanoestructuración de los electrodos, es decir, formando los electrodos con partículas más pequeñas.

El uso de nanopartículas responde a la necesidad de aumentar la velocidad de carga. Un tamaño de partícula menor supone una superficie específica superior. Dicho de otro modo, se tiene mayor cantidad de superficie disponible para llevar a cabo más reacciones

de forma simultánea, aumentando la velocidad global. Además, se reducen las distancias que tienen que recorrer los iones contribuyendo a la disminución de los tiempos de carga. Por otra parte, se aumenta la vida útil de las baterías y disminuye la periodicidad en la que se deben reemplazar.

Actualmente, hay muchas líneas de investigación que tratan de obtener y comercializar electrodos nanoestructurados pero, hasta el momento, solo dos tecnologías lo han conseguido satisfactoriamente: el nanotitanato de litio (nLTO) para el ánodo y nanofosfato de hierro y litio (nLFP) para el cátodo.

Convencionalmente, el material empleado en la fabricación de los ánodos ha sido el grafito. De forma alternativa, y para afrontar la corta vida útil del grafito, han comenzado a popularizarse los ánodos de titanato de litio ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ o LTO). La nanotecnología propone el uso de ánodos formados por nanocristales de titanato de litio (nLTO).

Para el cátodo, una opción popular es el fosfato de hierro litio (LiFePO_4 o LFP). Al igual que para el caso del ánodo, también se pueden fabricar cátodos con nanopartículas de fosfato de hierro litio (nLFP).

3.4.2. Patente de la invención

Los derechos de propiedad industrial del ánodo de nLTO se recogen en la patente estadounidense número US6890510, y la del cátodo de nLFP en la patente US7338734. Ambas tienen vigencia hasta 2022 y son triádicas. Adicionalmente, el ánodo nLTO cuenta con patentes en Australia y

Material	Ánodo			Cátodo	
	Grafito	LTO	nLTO	LFP	LFP
Coste unitario, €/kWh	200	340	500	300	550
Ciclos	750	3.000	9.000	2.000	7.000
Reemplazos	12	3	1	4	1
Coste total, €/kWh	2.400	1.020	500	1.200	550

Tabla 5: Costes y resultados para los distintos electrodos.

Canadá; el cátodo nLFP también está protegido en Corea, China y Canadá. Es decir, ambas tecnologías cuentan con una protección muy fuerte.

3.4.3. Reducción de costes obtenida

En la tabla 5 se muestran los datos y los resultados obtenidos. Observando el coste unitario de cada reemplazo para cada una de las tecnologías, se observa que la alternativa nanoestructurada es más cara, pues, aunque el proceso de síntesis de los compuestos es el mismo, se requiere de un proceso de molienda más exhaustivo para obtener las nanopartículas, lo que aumenta su coste. Sin embargo, la ventaja que presentan los electrodos nanoestructurados es su vida útil, que ronda los 20-25 años de vida, de modo que se deben reemplazar con menor periodicidad.

La tabla 5 muestra que, para el caso del ánodo, el grafito debe reemplazarse 12 veces y el LTO 3 veces, por cada unidad nLTO. Así, el coste final para el nLTO es el 80% menor que para el grafito y el 50% inferior que para el LTO. Lo mismo ocurre para el cátodo: se debe reemplazar el LFP 4 veces por cada unidad nLFP y se obtiene una reducción de alrededor del 50%.

4. Conclusiones

Las principales conclusiones que se obtienen son las siguientes:

Respecto a las patentes, la mayoría de las nanotecnologías estudiadas cuentan con patentes triádicas, junto con patentes adicionales en otros mercados. Es decir, tienen una protección fuerte.

En el campo de la fotovoltaica, el uso de la perovskita permite disminuir los costes de fabricación y aumentar la eficiencia. Pueden alcanzarse reducciones en el LCOE de entre el 5% y el 20%, dependiendo de la configuración empleada.

En cuanto a la energía solar térmica, la mejora de los recubrimientos mediante la nanotecnología puede conllevar una reducción en el LCOE del 40-50%.

El recurso eólico en climas fríos es muy notable y, por tanto, si se evitan muchos de los inconvenientes mediante pinturas antihielo, se puede reducir el LCOE entre el 15% y el 25%, dependiendo de las pérdidas.

La nanoestructuración de los electrodos resuelve una gran cantidad de los inconvenientes de las baterías de litio y llega a reducir los costes en más del 50%.

En definitiva, la principal conclusión del presente trabajo es que la nanotecnología permite desarrollar la herramienta más adecuada para una tarea determinada, optimizando los procesos y ofreciendo la posibilidad de hacer que las energías renovables sean más baratas.

Bibliografía

Bases de datos de patentes

- 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.
- Bases de datos y sitio de la Oficina Estadounidense de Patentes y Marcas (USPTO). Disponible en: www.uspto.gov.

www.uspto.gov

- Bases de datos de la Oficina Japonesa de Patentes (JPO). Disponible en: www.jpo.go.jp

Referencias

- Miranda-Hernández JM. "Figuras y sistemas de propiedades de propiedad industrial para proteger la creatividad tecnológica". *Técnica Industrial*. Vol. 298 p.28-36.
- Li Z, Zhao Y, Wang X, et al. "Cost Analysis of Perovskite Tandem Photovoltaics". *Joule*. Vol.2 p.1-14.
- Varjotie J. "From nano layers to the best solar thermal collector in the world". En: *Functional Materials Summer Festival (Helsinki 29-30 de mayo de 2012)*. Disponible en Internet: https://tapahtumat.tekes.fi/uploads/44f6862/jarivarjotie_jakoon-9295.pdf.
- Savosolar Company Brochure [En línea]. Finlandia: 2017 [ref. de julio 2018]. Disponible en Internet: http://www.smartreflex.eu/fileadmin/user_upload/News/Savosolar-ENG.pdf.
- Moledo-Froján FJ. "Estudio macroscópico sobre patentes de nanotecnologías". *DYNA*. Vol.83-1 p.11-19.
- Danish District Heating Association. *SolarHeatData.eu* [En línea]. Dinamarca, 2016 [ref. de julio 2018]. Disponible en Internet: <http://solarheatdata.eu/>.
- Smith B, Polyzos G, Schaeffer D, et al. "Low cost anti-soiling coatings for CSP collector mirrors and heliostats". En: *SPIE Optics + Photonics*, (San Diego 21 de agosto de 2014). Disponible en Internet: <https://www.osti.gov/servlets/purl/1185418>.
- Low-Cost Self-Cleaning Reflector Coatings for CSP Collectors [En línea]. Hunter (Tennessee): Oak Ridge National Laboratory, 15 de abril de 2013 [ref. de julio 2018]. Disponible en Internet: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/02/f7/progress_report_lab_ornl_fy13_q2.pdf.
- Jonsson C. "Further development of ENERCON's de-icing system". En: *Winter Wind*, (Skellefteå 7 de febrero de 2012). Disponible en Internet: http://winterwind.se/2012/download/2_Winter_Wind_2012_Christoffer_Jonsson_Enercon.pdf.
- Raj B, Van de Voorde M, Mahajan Y. *Nanotechnology for Energy Sustainability*. 1ª edición. Weinheim: Wiley-VCH, 2017; p. 1316.
- Wind Energy in Cold Climates [En línea]. Canadá: Natural Resources Canada, 21 de diciembre de 2017 [ref. de julio 2018]. Disponible en Internet: <https://www.nrcan.gc.ca/energy/renewable-electricity/wind/7321>.

Laboratorios inteligentes: un nuevo instrumento de aprendizaje

SmartLab: a new learning tool

J. Martínez Román, A. Sapena Baño, J. Pérez Cruz, M. Pineda Sánchez, M. Riera Guasp, R. Puche Panadero*

Resumen

Las prácticas de laboratorio en estudios de ingeniería deberían ayudar no solo al desarrollo de las habilidades experimentales, sino también a visualizar conceptos que permitan alcanzar un aprendizaje más significativo mejorando el desarrollo de las habilidades alcanzado en las clases de aula. La integración de técnicas de captura y procesamiento de señal utilizando dispositivos móviles para modernizar bancos de ensayo de laboratorios docentes, convirtiéndolos en laboratorios inteligentes o SmartLabs, es un camino efectivo para alcanzar esos objetivos.

Palabras clave

Laboratorio docente, banco de ensayos, adquisición de datos, dispositivos móviles, aprendizaje significativo y duradero.

Abstract

Laboratory sessions in engineering education, beyond helping in the development of experimental abilities, should help to visualize concepts in order to achieve a more significant learning and, thus, and developing the abilities achieved during classroom sessions. The integration of signal acquisition and processing techniques using mobile devices to renovate teaching labs, turning them into SmartLab, is an effective means to reach such aims.

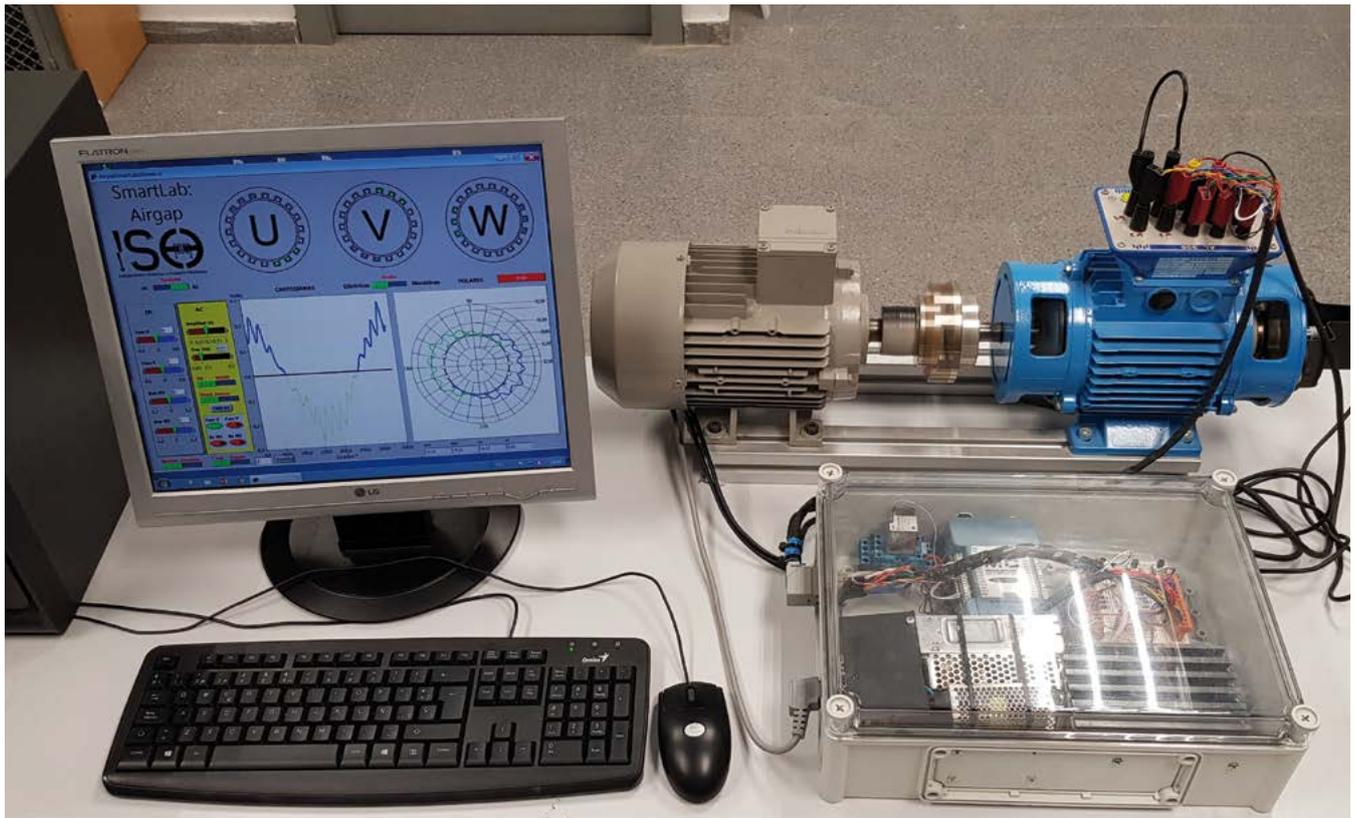
Keywords

Teaching labs, test bench, data acquisition, mobile devices, significant and long lasting learning.

Recibido / received: 18/02/2019. Aceptado / accepted: 20/02/2019.

Departamento de Física Aplicada, Universitat Politècnica de València. Camí de Vera s/n, 46022 València, Spain

*Autor para correspondencia/corresponding author: Rubén Puche Panadero (rupucpa@die.upv.es)



1. Introducción

Las prácticas de laboratorio en estudios universitarios de ingeniería, además de contribuir al desarrollo de las habilidades experimentales, deberían proporcionar los medios para ayudar a los estudiantes a visualizar conceptos, a menudo complejos, que permitan alcanzar un aprendizaje más significativo y, así, una comprensión más duradera y efectiva de los conceptos introducidos y trabajados en las clases de aula.

Este hecho que, a menudo, los estudiantes encuentran dificultades para integrar el aprendizaje desarrollado en las sesiones de aula y en los laboratorios. Por ejemplo, en el ámbito de la ingeniería eléctrica, al que se va a referir mayoritariamente en este artículo, es habitual que esas dificultades estén relacionadas con la integración de conceptos complejos que son difíciles de visualizar (Bentz, 1995) (Pulijala et al 2013), pero también con la falta de equipos de medida y de equipos a ensayar que sean fáciles de usar y que estén diseñados específicamente para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. En el caso de la ingeniería eléctrica y de otras ramas de la ingeniería industrial, esas dificultades se ven acentuadas por el uso de un en-

foque basado en herramientas matemáticas cuando, en realidad, el estudiante lo que necesita es visualizar el fenómeno para comprenderlo y poder asociar esa visualización cuando tiene que hacer uso de las herramientas matemáticas. En las últimas décadas se han empezado a utilizar simulaciones para ayudar a la visualización de esos conceptos abstractos (Pulijala et al, 2013) (Lapuebla-Ferri et al, 2018) y para reproducir el comportamiento de diferentes equipos en condiciones de ensayo. Sin embargo, este tipo de herramientas no están libres de inconvenientes como el tiempo necesario para que el estudiante se familiarice con ellas o la percepción por parte de los estudiantes de que tengan una validez limitada (Cañizares et al, 1997). Los laboratorios inteligentes utilizan un enfoque mixto en el que se ensayen equipos reales, pero utilizando las inmensas posibilidades en cuanto a procesamiento de datos y visualización de características de las herramientas de simulación, aprovechando así sus ventajas y evitando algunos de sus inconvenientes.

Un laboratorio inteligente o Smart-Lab (SL) se deriva a partir de un banco de ensayos tradicional incluyendo cua-

tro elementos adicionales indispensables: un conjunto de sensores, un sistema de adquisición de datos, un equipo que pueda realizar las funciones de procesado e interfaz gráfica (un ordenador, una tableta o un *smartphone*) y una aplicación diseñada ex profeso que gestione la adquisición de datos, el procesado de estos y la interfaz de usuario (Martínez-Roman et al, 2016). En la literatura técnica se pueden encontrar sistemas similares basados en un ordenador, denominados instrumentos virtuales (*virtual instruments, Vi*) de acuerdo con la terminología extendida por los propios fabricantes de sistemas de adquisición de datos. Por ejemplo, con relación a la ingeniería eléctrica, ya en 1984 (Gruber, 1984) se demostró que los Vis eran especialmente adecuados para ayudar a los estudiantes a reconocer ciertos conceptos de la teoría de máquinas eléctricas. También se ha demostrado su eficacia para mantener el interés del estudiante y reducir el tiempo requerido para realizar y analizar experiencias mediante una recogida y manipulación de los datos de los ensayos más eficiente (Williams et al, 2014) (Jiménez-Martínez et al, 2005), para proporcionar una interacción más amigable con el usuario (Shellshop et



Figura 1. Transformación de un banco de ensayos tradicional en un laboratorio inteligente o SmartLab.

al, 2004) y para reflejar los intereses y necesidades de los estudiantes cuando estos se involucran en su desarrollo (Heath et al, 2013).

En este artículo los autores describen su experiencia de 5 años en el desarrollo de SmartLabs orientados a diversas facetas del aprendizaje enmarcadas en su labor docente en el departamento de ingeniería eléctrica e influida por su labor investigadora en el grupo de instalaciones, sistemas y equipos eléctricos (iSEE, 2019) perteneciente al Instituto de Ingeniería Energética, ambos de la Universitat Politècnica de Valencia. En este sentido, es importante destacar la transferencia de la experiencia en el desarrollo de sistemas similares a los mencionados SmartLabs forjada en el marco de la labor investigadora de los autores y encaminada al desarrollo de bancos de ensayo más eficaces que permitan al investigador, mediante un adecuado preprocesado y representación de los resultados más significativos de los experimentos, reconocer los aspectos fundamentales de los ensayos realizados y dirigir así con mayor claridad la realización de nuevos experimentos que permitan mejorar la caracterización de los fenómenos en estudio. Estos SmartLabs que se van a describir se han desarrollado fundamentalmente con el objetivo de mejorar el aprendizaje de las asignaturas Máquinas Eléctricas, Tecnología Eléctrica y Sistemas y Tecnología Eléctrica en los grados de Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI) y de la Energía (GIE).

A continuación, se procederá a definir y describir con mayor detalle los elementos principales de un SmartLab y, a continuación, algunos de los SmartLabs desarrollados enfatizando las funcionalidades que los caracteri-

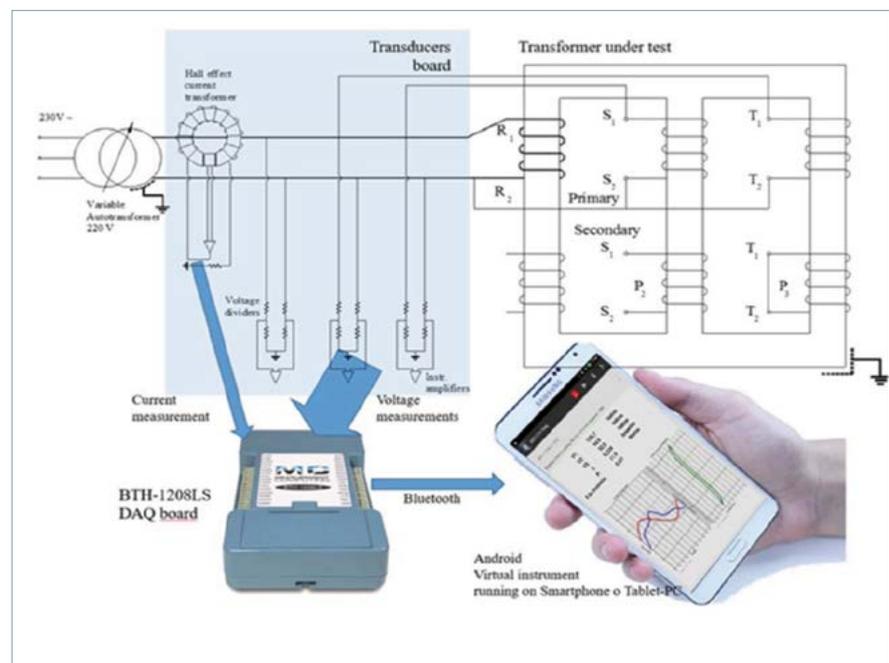


Figura 2. Conversión de un banco de ensayos tradicional de circuitos magnéticos de transformadores en SmartLab Magnetic

zan. Para terminar, se comentarán algunos de los resultados obtenidos tras su implantación.

Definición y descripción de los componentes de un laboratorio inteligente

Un SmartLab es un sistema de ensayo derivado a partir de un banco de ensayos tradicional que permite tratar y presentar los resultados de los ensayos de forma efectiva y significativa con el fin de mejorar el aprendizaje de conceptos complejos. El término inteligente se refiere precisamente a la capacidad, por comparación con los bancos de ensayo tradicionales, de elaborar los resultados y mostrarlos de forma que resulte fácil para el usuario relacionarlos con conceptos complejos

con los que ha trabajado previamente en clases de aula, visualizándolos así en una aplicación real y favoreciendo un aprendizaje más significativo.

La conversión de un banco de ensayos tradicional en un SmartLab requiere (Fig. 1):

- La sustitución de la instrumentación tradicional por un conjunto de sensores que permitan convertir las magnitudes físicas que definen el estado de los equipos durante los ensayos en señales adaptadas a los requisitos del sistema de adquisición de datos.
- Un sistema digital de adquisición de datos que permita la captación y digitalización de las señales de los sensores en la forma que se requiera para su posterior procesado (tasa

de muestreo, resolución, almacenamiento, etc.).

- Un equipo que permita el procesamiento y la representación de los datos de los ensayos y que proporcione los elementos adecuados para una interacción favorable del usuario con el SmartLab, típicamente un ordenador, una tableta-PC o un *smartphone*.
- Una aplicación diseñada específicamente para el SmartLab que englobe las tareas de captura, procesamiento y visualización de los resultados de los ensayos con el objetivo último de proporcionar información relevante, visual y fácil de interpretar sobre los fenómenos que se pretenden estudiar en el banco, favoreciendo de esa forma relacionarlos con los resultados de aprendizaje del SmartLab.

Un ejemplo de la conversión de banco de ensayos tradicional a SmartLab lo tenemos en el caso del SmartLab Magnetic (Fig. 2). Como se observa en la figura, la instrumentación tradicional basada en voltímetros y amperímetros de alterna se ha sustituido por sensores adaptados a una tarjeta de adquisición de datos comercial. Esta tarjeta se comunica vía Bluetooth con una tableta-PC o *smartphone* en el que una *app* específica disponible en Google Play (iSEE, 2015a) procesa las señales de tensión y corriente para mostrar sus valores eficaces, sus formas de onda y, lo que es más importante, el ciclo de trabajo equivalente del circuito magnético.

El desarrollo de un SmartLab es considerablemente más sencillo si se elige como sistema digital de adquisición de datos una tarjeta de adquisición de datos (DAQ) comercial. En ese caso, el fabricante ofrece un producto cerrado que incluye la electrónica de adaptación para entradas multirrango, un sistema, normalmente basado en microprocesador, que incluye gestión de la memoria para el registro de datos y buses de comunicaciones cableadas o inalámbricas y un entorno de desarrollo de aplicaciones que facilita notablemente el desarrollo de aplicaciones básicas. Todas estas ventajas están asociadas, por desgracia, a un coste elevado tanto de la tarjeta de adquisición de datos como, a menudo, del entorno de desarrollo. Por el contra-

rio, hoy en día es posible desarrollar sistemas digitales de adquisición de datos basados en sistemas microcontrolador (μC) con comunicación inalámbrica o cableada e integrando convertidores analógico/digitales (ADC) externos con un coste de componentes varias veces inferior al de una tarjeta DAQ de prestaciones similares. En este caso, el desarrollo del SmartLab es considerablemente más costoso, ya que hay que resolver adicionalmente la integración del ADC con el μC , la gestión de la memoria de datos capturados y de su transmisión al equipo de proceso y visualización.

Otra decisión importante en cuanto al desarrollo es la selección del soporte de las comunicaciones entre el sistema de adquisición de datos y el equipo de proceso: el estándar industrial reciente eran las comunicaciones cableadas pero, siempre que sea posible, contar con comunicaciones inalámbricas (típicamente vía wi-fi o Bluetooth) supone una facilidad de manejo muy superior que las hace preferibles.

En cuanto al equipo de proceso y visualización, la gran disponibilidad y el hecho de que su uso apenas requiera formación han hecho que las tabletas-PC y, especialmente, los *smartphones*, sean una plataforma muy adecuada al combinar una pantalla de buena resolución y una interfaz de usuario bien conocida en un dispositivo muy manejable a precio asequible (nulo si el usuario aporta su propio *smartphone*) y con una potencia de proceso que suele ser suficiente para la mayoría de las aplicaciones.

Por último, el diseño de la aplicación del SmartLab debe estar orientado a resaltar y poner de manifiesto de forma visual los conceptos básicos que subyacen a los ensayos que se puedan llevar a cabo en el banco. En este sentido, cabe apuntar dos nociones que son fundamentales para alcanzar ese objetivo: por una parte, contar con la experiencia de profesores que sean conscientes y estén acostumbrados a las dificultades específicas de los ensayos a tratar (análisis de los datos de los ensayos, recogida de estos, relación con la base conceptual, etc.) y, por otra, encargar, siempre que sea posible, el desarrollo de la aplicación a un alumno que haya realizado ese tipo de ensayos sobre un banco de ensayos tradicional, para que aporte un punto de

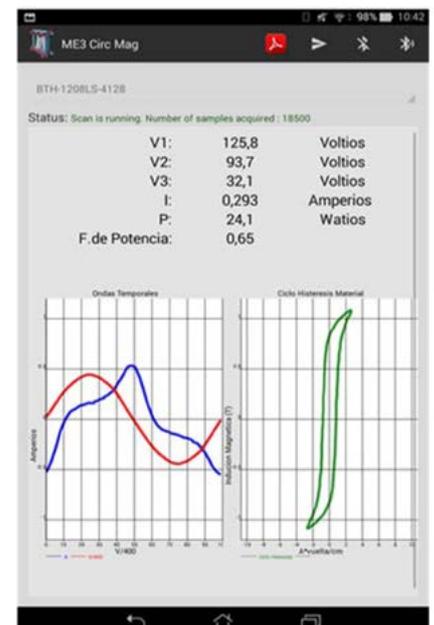


Figura 3. Interfaz de usuario de SmartLab Magnetic.

vista cercano a las necesidades y habilidades del usuario final, el estudiante de la asignatura. También es importante eliminar al máximo el tedio en la recogida de datos para favorecer la motivación del alumno y que centre su atención en alcanzar los resultados de aprendizaje, por lo que es muy conveniente la generación de informes de ensayo automatizados y el envío de estos por correo electrónico, integrados en la propia aplicación. Este es el caso de la práctica totalidad de los SmartLabs que se describen a continuación.

Breve revisión de SmartLabs desarrollados

Los siguientes epígrafes proporcionan un resumen de varios SmartLabs desarrollados para las prácticas de laboratorio de Máquinas Eléctricas, Tecnología Eléctrica y Sistemas y Tecnología Eléctrica en los grados de Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI) y de la Energía (GIE).

SmartLab Magnetic

Este SmartLab (iSEE, 2015a) (Martínez-Roman et al, 2016) está orientado fundamentalmente a favorecer la correlación entre las características del circuito magnético de un transformador y el consumo de potencia activa y reactiva asociado, aunque también contribuye a mejorar la comprensión del desfase y deformación (acampanamiento y asimetría) de la corriente de

vacío de transformadores de potencia. El banco de ensayos permite estudiar al menos 4 configuraciones distintas de circuito magnético y el SmartLab captura y traza las formas de onda de tensión y corriente. Con ellas calcula un ciclo de trabajo equivalente del material del núcleo que el usuario puede ver cómo cambia al modificar la configuración del núcleo y comparar sus características (área e inclinación) con

el ciclo de trabajo de materiales magnéticos (Fig. 3).

SmartLab Airgap

El objetivo de este SmartLab es facilitar la comprensión de las complejas relaciones entre la estructura de un devanado y las corrientes que lo recorren con las características del campo magnético de entrehierro que

produce, fundamentalmente su amplitud, orientación y velocidad de giro. SmartLab Airgap (iSEE, 2014) permite alimentar independientemente una bobina diametral, una pareja de bobinas distribuidas y dos fases adicionales (formando en conjunto un devanado trifásico típico) formadas por tres bobinas distribuidas con corriente continua (ajustable en amplitud) o alterna (ajustable en amplitud y frecuencia) y en funcionamiento monofásico o trifásico equilibrado) y mide y representa (Fig. 4) la distribución del campo magnético en el entrehierro en tiempo real en la interfaz de la aplicación. En el caso de alimentación en alterna, utiliza frecuencias muy bajas (entre 0,2 y 0,05 Hz) para que el usuario pueda establecer visualmente la correlación entre frecuencia de la corriente y velocidad de pulsación (alimentación monofásica) o de giro (alimentación trifásica).

Smartlab Reactive

Este SmartLab (iSEE, 2015b) (Martínez-Roman et al, 2015) se ha diseñado para facilitar la comprensión de los sistemas de compensación de potencia reactiva al permitir operar por escalones una batería de condensadores para ajustar el factor de potencia de la instalación y reducir así la corriente de línea y mejorar la eficiencia de la instalación. La aplicación para tableta-PC o *smartphone* permite conectar/desconectar en modo manual, manual-guado y automático los escalones de compensación (condensadores) conforme cambia la carga (ajustable manualmente) mostrando en la interfaz de usuario la curva de carga en el plano Q-P (potencias reactiva y activa) junto al estado de la línea (modos manual y manual guiado) y las curvas de consumo en la línea (modo automático).

Otros SmartLabs desarrollados

Para no extender excesivamente la explicación, se enumeran algunos otros SmartLabs desarrollados: SmartLab PIA para guiar en la obtención y comparación de las curvas de disparo (térmico y magnético) de un pequeño interruptor magnetotérmico, Smartlab YD-start para asistir en la evaluación del arranque estrella-triángulo de máquinas de inducción o SmartLab FVD para facilitar la introducción a los accionamientos de velocidad variable y el control de velocidad de motores de inducción.

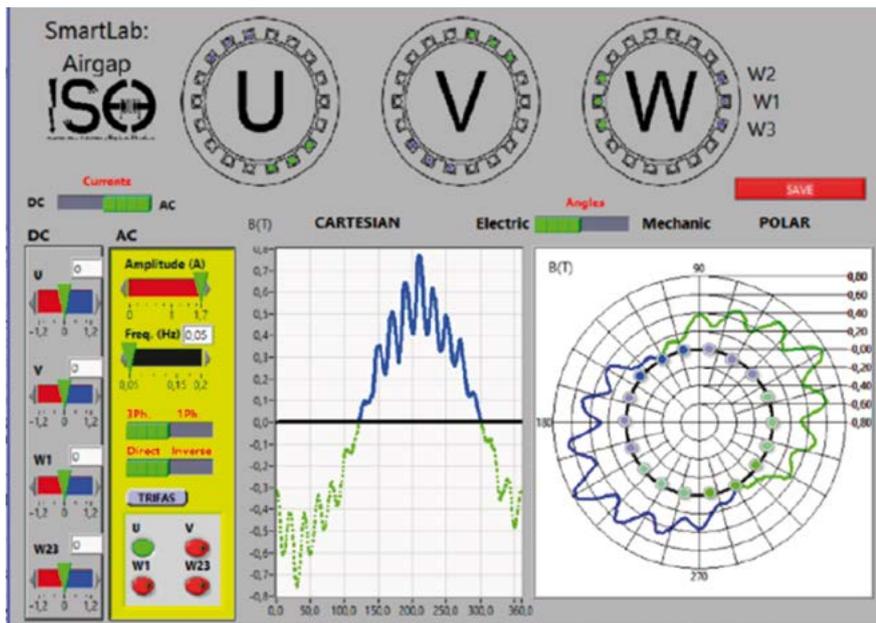


Figura 4. Interfaz de usuario de SmartLab Airgap con alimentación alterna trifásica. Para versión en vídeo se puede visitar <http://personales.upv.es/jmroman/SLA/smartlab-airgap.avi>



Figura 5. Interfaz de usuario de SmartLab Reactive. Izda.: modo manual, el usuario selecciona con los botones la etapa de compensación adecuada a la carga en cada momento. Centro: modo manual-guado, la app muestra en rojo el escalón más apropiado para la compensación más adecuada. Dcha.: modo automático, la app establece y conecta el escalón más adecuado de compensación para la carga existente en cada momento.

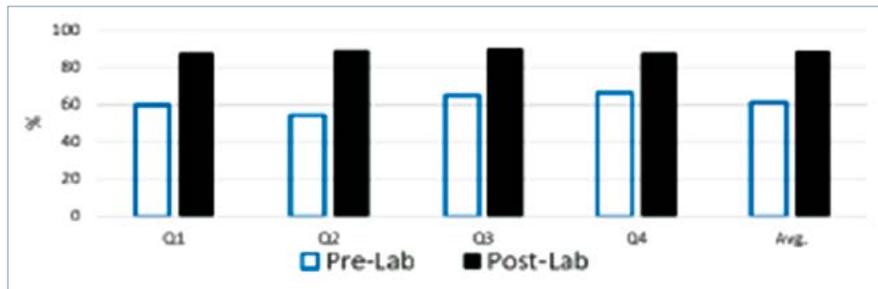


Figura 6. Resultados de la prueba de comprensión previa y posterior a la sesión de laboratorio utilizando SmartLab Airgap. Puntuación promedio para el conjunto de estudiantes (79) en cada una de las cuestiones y en el conjunto de la prueba.

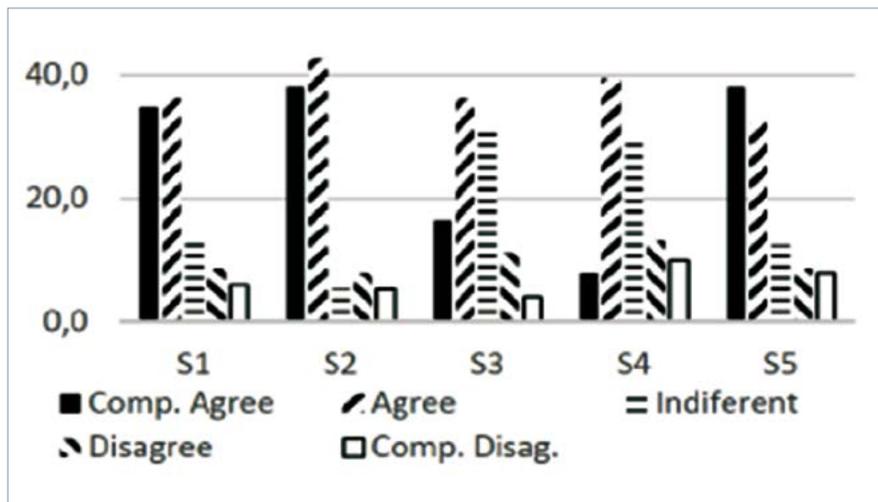


Figura 7. Resumen de las respuestas al cuestionario de satisfacción para alumnos tras la utilización de SmartLab Magnetic.

Resultados

La evaluación de la influencia del empleo de los SmartLabs descritos en los epígrafes precedentes se ha realizado utilizando varias fuentes de información:

- Pruebas de comprensión previas y posteriores a la sesión de formación que los utilizaba.
- Cuestionarios de satisfacción sobre la utilización y efectividad del SmartLab.
- Evolución de las calificaciones o resultados de las pruebas de evaluación de asignaturas antes y después de la implantación de SmartLabs, y, por supuesto.
- La realimentación de los profesores responsables de las sesiones de laboratorio.

A modo de ejemplo, la figura 6 muestra la clara mejoría en la respuesta a preguntas conceptuales al realizar la prueba antes de la sesión de formación con SmartLab Airgap (pero después de las clases de aula) y tras la realización

de la sesión de formación. En el mismo sentido, la figura 7 muestra el buen nivel de satisfacción con SmartLab Magnetic alcanzado tras su implantación en las prácticas de laboratorio (Martínez-Román et al, 2016). La realimentación recibida por los profesores de las sesiones de prácticas de laboratorio ha sido, en general, muy positiva y se ha utilizado también, a menudo, como herramienta para mejorar el diseño de las primeras versiones de las aplicaciones.

Conclusiones

La integración de modernas técnicas de captura y procesamiento de señal utilizando dispositivos móviles para modernizar bancos de ensayo de laboratorios docentes, convirtiéndolos en laboratorios inteligentes o SmartLabs, es un camino efectivo para mejorar el aprendizaje de los alumnos y que les ayuda en el proceso de visualizar conceptos complejos y favorece un aprendizaje más significativo de alumnos más motivados.

La experiencia de los autores en este sentido se fundamenta en el propio desarrollo de numerosos SmartLabs en el área de la ingeniería eléctrica y en los resultados de diversas fuentes de información como cuestionarios de satisfacción, calificaciones de las asignaturas, pruebas preutilización y posutilización de los SmartLabs y, por supuesto, la realimentación de los instructores.

Bibliografía

- Bentz S. Integration of basic electromagnetism and engineering technology (1995) *Frontiers in Education Conference Proceedings*. Vol. 2, IEEE, 1995, pp. 4a5.4-4a5.7.
- Gruber S, Prole A. Measurement of Rotating Air Gap Magnetic Fields-An Undergraduate Laboratory Experiment (1979) , *IEEE Transactions on Education* 22 (3) 143-145.
- Heath W, Onel O, Green P et al. Developing a Student-Focused Undergraduate Laboratory. *Int J Electric Engin Educ*. 2013;50(3):268-78.
- ISEE (2014) UPV, Smartlab airgap demo videoclip, Sept 2014 [online]. Disponible en: http://personales.upv.es/jmroman/SLA/smartlab_airgap.avi.
- iSEE (2015a), SmartLab Magnetic. Google play store: SmartLab-magnetics, [online]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.smartlab.magnetic>
- iSEE (2015b), SmartLab Reactive. Google play store: SmartLab-reactive, [online]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mcc.ul.example.ainscan.smartlabreactive>
- iSEE (2019) web page. Disponible en: <https://isee.webs.upv.es/es/index.php>
- Jiménez-Martínez, JM, Soto F, De Jodar D, Villarejo JA, Roca-Dorda J. A new approach for teaching power electronics converter experiments (2005). *IEEE Transactions on Education* 48 (3) 513-519.
- Lapuebla-Ferri A, Jiménez-Mocholí AJ, Giménez-Palomares F, Monsoriu JA. Uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de asignaturas de grados de la rama industrial: antecedentes, estado actual y reflexiones (2018). *Técnica Industrial*, marzo 2018, 319: 40-47.
- Martínez-Román J, Gomis-Cebolla R, Sapena-Bañó A, Pérez-Cruz J. Reactive power compensation smartlab (2015). XVII International Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering (ISEF 2015), pp 1-8.
- Martínez-Román J, Sapena-Bañó A, Pineda-Sánchez M, Pucho-Panadero R. SmartLab Magnetic: A Modern Paradigm for Student Laboratories. *Sensors & Transducers*. 2016;197(2):58-66.
- Pulljala V, Akula AR, Syed A. A web-based virtual laboratory for electromagnetic theory (2013). *Technology for Education (T4E)*, 2013 IEEE Fifth International Conference on, IEEE, 2013, pp. 13-18.
- Sellschopp FS et al. An automated system for frequency response analysis with application to an undergraduate laboratory of electrical machines (2004), *IEEE transactions on Education* 47 (1) (2004) 57-64.
- Williams JM, Cale JL, Benavides ND et al. Versatile hardware and software tools for educating students in power electronics (2004), *IEEE Transactions on Education* 47 (4) (2004). 436-45.

Indicador de efectividad en mantenimiento

Brau Clemenza

En el medio industrial giramos en torno a dos indicadores de gran importancia como son confiabilidad y disponibilidad. Sin embargo, muy pocas personas han oído hablar del indicador de efectividad (ε), con el cual podemos medir con mayor contundencia la gestión del mantenimiento en un proceso de flujo no continuo, como líneas de producción de alimentos, etc.



Línea de producción de alimentos. Fuente: Shutterstock.

Para aclarar la presencia de este nuevo indicador, tenemos que recordar cómo calculamos el indicador de disponibilidad (D). Decíamos que este viene expresado por la relación $D = \text{operó}/\text{debió operar}$.

Esto es igual a decir que la $D = \sum \text{TEO} / (\sum \text{TEO} + \sum \text{TFS})$, donde $\sum \text{TEO}$ son los tiempos de corrida de un equipo, esto es, arrancó y paró por una causa, volvió a arrancar y nuevamente se paró, y así sucesivamente. $\sum \text{TFS}$ es la sumatoria de los tiempos fuera de servicio que tuvo el equipo, ya sea por fallo, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, parada administrativa o causas externas.

Ahora bien, este indicador se ajusta a un equipo en la cual el proceso no está ajeno de la mano de obra. Esto es, una línea de producción para ensamblar bombillos puede estar operando las ocho horas de trabajo y un día cualquiera se producen 400 cajas de bombillo y cada caja tiene 20 bombillos.

El segundo día se producen 370 cajas en el mismo tiempo de trabajo. Fijense bien que aunque ambos días la disponibilidad fue del 100%, porque la línea no se detuvo en ningún momento, la producción fue diferente. Por esta

razón debemos manejarnos con el indicador de efectividad (ε). Este es mucho más completo para estas situaciones en que, aun cuando la línea está disponible en todo momento o la mayor cantidad de tiempo, la producción es diferente. Inclusive con este indicador podemos hasta incluir el desperdicio. En consecuencia, podemos definir este indicador de la manera siguiente:

$$\varepsilon = \text{DG} \times \text{FP} \times \text{FC}, \text{ donde}$$

$\text{DG} = \text{disponibilidad},$
 $\text{FP} = \text{factor de producción}$
 $\text{FC} = \text{factor de calidad}$

Ahora bien, supongamos que la disponibilidad global es el resultado de una $\sum \text{TEO} : 400$ y una $\sum \text{TFS} : 60$; la disponibilidad global está dada por:

$$\text{DG} = \text{operó}/\text{debió operar}$$

$$\text{DG} = 400/(400+60) = 0,869, \text{ lo que es igual al } 86,9\%$$

El factor de producción viene dado por la siguiente relación:

$$\text{FP} = \text{CCPD} \times \text{VTPR} / (\text{TOR}-\text{TFS}) \times (\text{VTPI}/\text{VTPR})$$

Donde

CCPD = cantidad de cajas producidas por día

VTPR: es el valor de tiempo promedio de producción real de una caja por día.

VTPI: es el valor de tiempo de producción ideal.

Para el caso que nos ocupa, podríamos decir como ejemplo que el tiempo óptimo de producción de una caja es de 0,50 min/caja. Este valor de tiempo puede tomarse por la experiencia de otras plantas similares y, posiblemente, de diferentes países y culturas. Esto equivale a decir que para un día cualquiera se consumieron en promedio 0,80 min/cajas y el tiempo ideal es de 0,50 min/caja.

En consecuencia, el factor de producción viene dado por:

$$\text{FP} = \text{CCPD} \times \text{VTPR} / (\text{TOR}-\text{TFS}) \times (\text{VTPI}/\text{VTPR})$$

$$\text{FP} = 400 \times 0,80 / (460-60) \times 0,5/0,8 = 0,50$$

El FC viene dado por la cantidad de cajas defectuosas del total de cajas producidas. Por ejemplo, el 2% de desperdicio, lo que equivale a decir que el FC = 0,98, lo que es igual al 98%.

Para concluir, la efectividad es igual a:

$$\varepsilon = 0,87 \times 0,50 \times 0,98 = 0,426 \text{ lo que es igual al } 42,6\%.$$

Brau Clemenza es consultor, investigador, docente y articulista.

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 es-

tructura: 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 Vilorio 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.

Guía rápida del programa de evaluación de emplazamientos eólicos WAsP 11

Pablo Zapico Gutiérrez, Pedro García Merayo, Fernando Silván y José Alejandro Alonso de Linaje Díez

En el presente artículo se pretende proporcionar una guía rápida de funcionamiento del programa de evaluación de emplazamientos eólicos WAsP, desde la perspectiva del usuario. Facilita herramientas y procedimientos para obtener rápidamente resultados fiables.

Antecedentes

Aunque en el mercado hay diversos programas para la evaluación del recurso eólico (como WAsP, Windpro y Windfarm), el más extendido se basa en el modelo WAsP. Con él se ha realizado, entre otros trabajos, el *Atlas eólico europeo*. Fue desarrollado por el RISO National Laboratory de Dinamarca. Hay varias versiones de este programa, algunas en Windows. Sin embargo, la que se mostró más fiable durante mucho tiempo fue la versión 5, que, a pesar de su antigüedad y de que su código fuente estaba escrito en lenguaje Fortran, era un programa de cálculo por elementos finitos eficaz aunque de difícil utilización. Esta versión no fue desbancada hasta que no se desarrolló la versión 8. A pesar de que las versiones de Windows eran (y son) más amigables y fáciles de utilizar.

Debido a esa complejidad y a que el manual explicativo del programador no aclara muchas de las pautas que es preciso seguir para obtener del programa unos resultados correctos, se realiza este artículo, que en ningún caso pretende ser un manual de instrucciones, sino solamente un complemento de él. La versión que se ha utilizado es la 11.5, que en el momento de escribir el presente trabajo es la más actual.

Introducción

La energía eólica se conoce desde el invento de la vela para propulsar los barcos y los molinos de viento se conocen desde hace varios milenios. Sin embargo, su aprovechamiento energético para producir electricidad se desarrolló en el siglo XX. Los daneses fueron los primeros en estudiar los sistemas eólicos para producir electricidad. Actualmente, se realizan estudios de viento con mediciones y cálculos de las producciones eólicas

cas en función de los registros y de las características del terreno.

Antes de continuar, cabe la pregunta, ¿qué hace el WAsP? Es un programa que entrega dos resultados fundamentales. El primero es un mapa de producciones eólicas de la zona de estudio superpuesto al mapa topográfico, a escala y con coordenadas UTM. El segundo es una tabla de producciones de las máquinas que se hayan situadas sobre el mapa topográfico. Además, puede analizar los datos y realizar informes, las distancias interturbinas, la densidad de potencia, la velocidad media, la producción, etc.

Para empezar tiene que haber unos datos de partida en el emplazamiento, que son los de medición de velocidad y dirección del viento, correlativos cada 10 minutos, así como las coordenadas UTM del punto donde se ha efectuado la medición. Se precisa, además, un modelo digital del terreno en forma de mapa con un formato concreto. Hay que conocer la rugosidad del terreno, así como la curva de potencia y empuje del aerogenerador con el que se va a calcular. El programa se basa en la introducción de unos valores de mediciones meteorológicas tomados en un punto concreto, de los obstáculos existentes, de la rugosidad, de la topografía en tres dimensiones introducida como modelo digital del terreno, de la situación del punto de medición, de las características de la máquina elegida y de su altura de buje. A partir de estos datos el programa WAsP calcula el potencial eólico de una zona concreta, para un aerogenerador determinado y para unas ubicaciones concretas, si se le proporcionan.

Para hacer todas estas operaciones no se utiliza un programa, sino dos, primero el WAsP entrega una matriz de

resultados numéricos grabada en un archivo con un formato determinado. El WAsP proporciona unos resultados numéricos correctos, pero en cuanto a su presentación gráfica deja bastante que desear. Dicha matriz no es un mapa, ni se puede trabajar en él. Para conjugar esos resultados con el modelo digital del terreno se puede utilizar posteriormente el programa Winsurf o Surfer, que es un GIS que admite también la introducción de datos de forma numérica. De este programa se va a obtener un mapa de producciones con una escala de colores personalizada por el usuario y superpuesta a la topografía del terreno, también se pueden situar y numerar las máquinas sobre los cálculos anteriores. El Surfer convertirá la matriz de resultados numéricos, que ha entregado el WAsP, en un mapa de producciones superpuesto a un plano a escala.

Posteriormente, se vuelve al WAsP y se hace un nuevo cálculo para evaluar la producción de una serie de aerogeneradores situados en unas coordenadas determinadas sobre el terreno. Se vuelve a obtener una tabla de valores numéricos en forma de archivo; son las producciones para los 12 sectores en que se divide convencionalmente la rosa de los vientos (a veces se utilizan 16 sectores). Se tiene en cuenta en ese cálculo la altitud sobre el nivel del mar, con la correspondiente disminución de la densidad del aire y, por ende, de producción y los solapamientos o sombras entre las diferentes estelas de las máquinas contiguas para las 12 direcciones en que se divide normalmente, por convención, la rosa de los vientos. Estos parámetros también afectan a la producción. El conjunto de estos programas es lo que vulgarmente se denomina WAsP, aunque, como se ha visto, son programa-

mas que dependen unos de otros para poder conseguir unos resultados finales presentables e interpretables.

Se debe de tener presente que el programa WAsP, pese a su prestigio y extendido uso, tiene limitaciones en terrenos de orografía compleja. No es tan problemático el aspecto de la rugosidad. En el caso de que la superficie y la vegetación no sean relativamente uniformes, se puede configurar un mapa de rugosidad específico para el emplazamiento concreto que lo precise. En cuanto a la orografía, el error de cálculo aumenta cuanto mayor sea la distancia entre el aerogenerador en cuestión y la posición de la torre de medición utilizada para el cálculo. A partir de unos seis kilómetros de distancia al punto de toma de datos, el nivel de incertidumbre suele ser elevado ($\pm 20\%$), aunque depende de la orografía.

En el presente artículo se pretende iniciar al lector en el trabajo con el programa WAsP versión 11.5 para evaluación de emplazamientos eólicos.

Sistema operativo

El programa WAsP 11 funciona con el sistema operativo Windows, aprovechando su facilidad de utilización y la mejor gestión de los recursos.

Símbolos y formatos utilizados

Los símbolos utilizados en el texto que sigue a continuación son:

-  Tecla de intro.
 -  Clic del ratón (botón izquierdo).
 -  Tecla representada en el interior del cuadro.
- En cursiva* Nombre de tecla o campo.

Continuamente se debe tener en cuenta el botón derecho o alternativo del ratón, pues dará acceso a aplicaciones, introducción de datos, salida de resultados, etc.

Los diferentes archivos que se generarán deberán tener y una extensión determinada para que el programa los reconozca. Se pueden ver en la tabla 1. Muchos de ellos son simples archivos de texto, pero la extensión hace que sean reconocidos por el programa WAsP.

Los pasos que es necesario seguir para el funcionamiento correcto del programa se exponen a continuación de forma secuencial.

Nombre o tipo de archivo	Extensión		
	Principal	Secundaria	Antigua
Archivo de WAsP	wmh	-	wwk
Proyecto de WAsP	wph	-	wpr
Estación meteorológica	wsg	txt	wms
Observed wind climate	owc	tab	-
Mapa	map	-	bna
Rosa de rugosidad	wrr	rrd	rds
Obstáculos	wog	obs	-
Ubicación de aerogenerador	wsg	txt	wts
Curva aerogenerador	wtg	pow	trb
Conjunto de aerogeneradores	wwf	-	-
Resource grid	wwr	wrg	rsf; grd

Tabla 1. Extensiones de archivos admitidos por WAsP.

Preparación de la base de datos de mediciones y obtención del archivo de medidas

Se deben introducir en el modelo los datos meteorológicos grabados en la estación meteorológica de medición en el formato requerido por el programa (archivos *.OVC o *.TAB) tras haber filtrado las mediciones erróneas.

La versión 11 de Windows (en la versión 8 ya existía) cuenta con una utilidad que permite preparar los ficheros con facilidad, pero previamente hay que haberlos revisado y eliminado los datos espurios, erróneos y dudosos.

Se parte de un listado de archivos *.POW o *.WND (uno diario). En cada uno de ellos se guardan los siguientes datos:

Fecha Dirección Velocidad

El formato se lee como un archivo de texto con extensión *.TXT. Estos archivos se importan desde Excel como "texto separado por espacios".

Una vez abierto con Excel, se guarda en un libro de hojas de cálculo. Se van abriendo más archivos y copiando en la misma hoja de cálculo. El límite está en las 65.536 filas máximo que admite Excel por hoja de cálculo. Se recuerda que un año se compone de 52.560 medidas, que ocuparán otras tantas filas, por lo que se aconseja utilizar tantas hojas de cálculo como años de mediciones haya. Como se utiliza el formato de un libro de

Excel, si se tienen más datos, se abre otra(s) hoja(s) de cálculo en el mismo libro. Una vez terminado el proceso de lectura y conversión de datos, se aconseja dejar los datos originales como están y copiarlos en otras hojas para trabajar con ellos, modificarlos, depurarlos, etc. (utilizar la función =Hoja1!A1, sustituyendo lógicamente la denominación de hoja y celda por la que proceda, así como la función rellenar). Incluso si los datos los entrega el *data logger* en una unidad diferente a la que se va a utilizar, se puede operar con ellos y convertirlos sin perder los datos originales. Es el momento de reemplazar el punto de separación entre enteros y decimales por una coma, para que Excel reconozca el número como tal y no como texto. Posteriormente y en función de las temperaturas (si están registradas), y de las fechas y las horas, se procederá a analizar los datos para detectar anemómetros y veletas "clavados" por el hielo y/o averías. En caso de que un anemómetro esté averiado, hay que calcular el valor de α en la ecuación (1).

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\alpha \tag{1}$$

Donde:

- H_1 = altura del anemómetro 1 (m).
- H_2 = altura del anemómetro 2 (m).
- V_1 = velocidad del anemómetro 1 (m/s).

V_2 = velocidad del anemómetro 2 (m/s).

También se puede tantear el valor de α mediante la igualdad (2).

$$\alpha = \left(\frac{z_0}{10}\right)^{0,2} (1 - 0,55 \log(V_r)) \quad (2)$$

O también aplicando (3):

$$\alpha = \frac{1}{\ln\left(\frac{15,25}{z_0}\right)} \quad (3)$$

Donde:

z_0 = rugosidad superficial (m).

V_r = velocidad del viento a la altura r (m/seg).

De esta manera, se comprueba que el valor de α obtenido se ajusta a la realidad del punto de la toma de datos. Se suelen utilizar los dos métodos de forma paralela. Por un lado, se calcula el valor de α en función de los datos existentes (ecuación [1]) y, por otro, se utilizan las igualdades (2) y (3) para comprobar los resultados. Posteriormente, se recalculan los datos que falten a la altura del otro anemómetro. Si los dos anemómetros están parados, se desprecia el o los datos afectados. De nada sirve un dato de dirección del viento si no va acompañado del valor de la velocidad en ese momento. Lo mismo ocurre si lo que falta es la dirección, el dato de velocidad sin dirección no es útil. Una vez que se han revisado los datos y se ha operado con ellos, en otra hoja de cálculo del mismo libro, se colocan tres columnas (utilizando =Hoja1!A1, como anteriormente), se arrastra hacia abajo y se rellena hasta cubrir el total de los datos (hacer Edición ↓ Rellenar ↓ Hacía abajo ↓); si se han seleccionado celdas de más, se eliminan posteriormente los campos con valor 0. La hoja se puede guardar en formato *.PRN (texto separado por espacios) o *.TXT, aunque todavía no se puede utilizar en el programa WAsP como está.

En el módulo denominado OWC Wizard del programa WAsP se pueden introducir datos desde archivos con formato *.PRN o *.TXT e incluso añadir más. La primera pantalla (figura 1) permite incluir las coordenadas geográficas de la torre de medición y a partir de la siguiente se selecciona el origen de los datos. Al terminar, el archivo final o resultado, se guarda con formato *.TAB que es compatible directamente con el WAsP. Una vez abierto un árbol y situados sobre el atlas de viento (Wind atlas) y la torre meteorológica

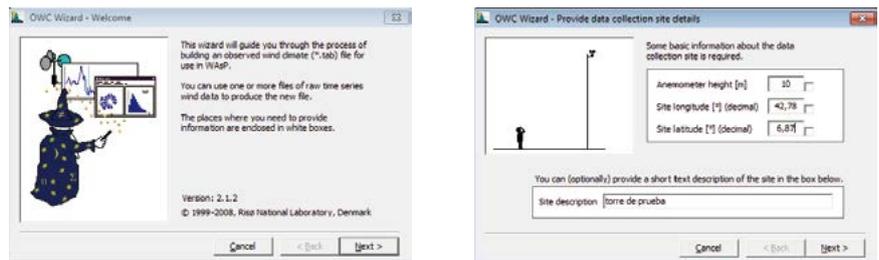


Figura 1. Ventana izquierda. Pantalla de entrada al Observed Wind Climate (OWC). Ventana derecha. Primera pantalla donde se introduce la altura de medida del anemómetro y las coordenadas geográficas de la torre.

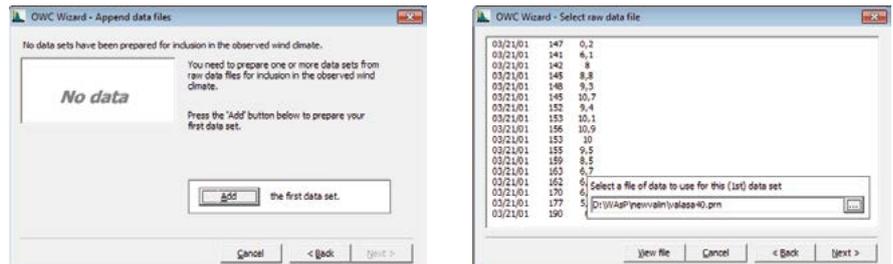


Figura 2. Ventana izquierda. Pantalla en la que se añade un nuevo archivo de datos. Pantalla derecha. Archivo de datos leído.

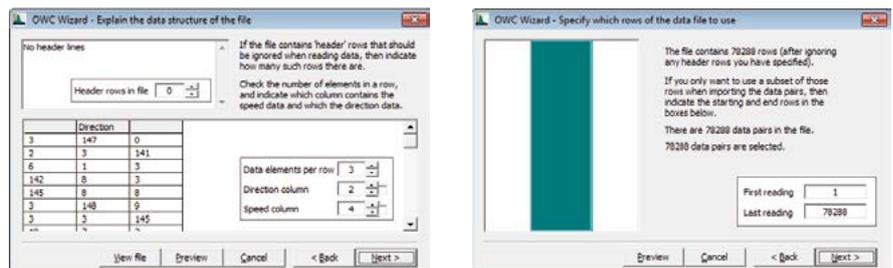


Figura 3. Ventana izquierda. Pantalla en la que se interpreta el archivo leído, se observa que no se han interpretado bien los datos (el programa utiliza notación americana, puntos para separar los decimales en lugar de comas). Pantalla derecha. Final de la lectura de datos de un archivo.

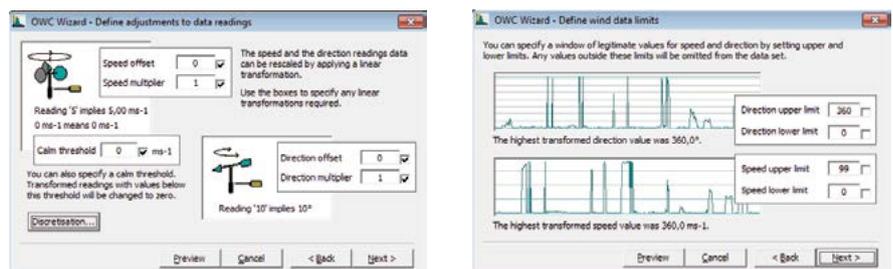


Figura 4. Ventana izquierda. Pantalla en la que se introducen los datos de calibración del anemómetro y los offsets. Pantalla derecha. Límites de los datos de viento.

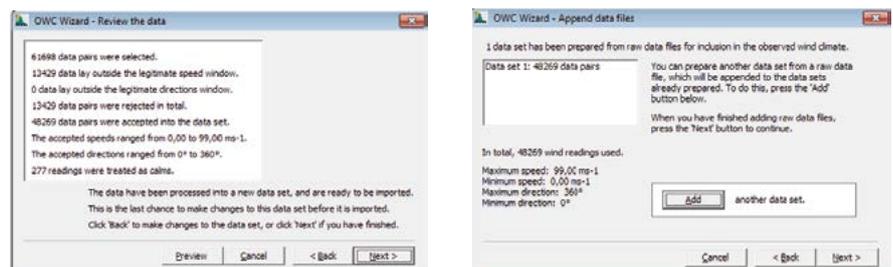


Figura 5. Ventana izquierda. Pantalla de resumen de datos. Ventana derecha. Donde ofrece la posibilidad de introducir más series de datos.

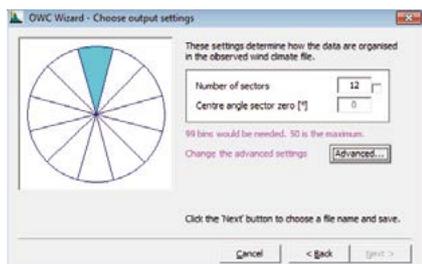


Figura 6. Pantalla en la que se puede modificar la rosa de los vientos.

lógica (*Met station*) con el botón derecho de ratón se selecciona *Insert from file* y se elige *Observed wind climate*. Posteriormente, se indica la ubicación del archivo origen de los datos (se pueden añadir mas archivos). Con esta secuencia se habrán importado los datos meteorológicos en el registro del programa. A continuación, se graba el fichero resultante y se pasa al siguiente punto (Figs. 1-6).

Preparar el modelo digital del terreno en formato *.MAP

Para ello, se parte de un archivo con curvas de nivel en tres dimensiones de Autocad con formato *.DWG, se seleccionan todas las capas y se ocultan. A continuación, se dejan visibles exclusivamente las capas con las curvas de nivel y se graba el plano en formato *.DXF de Autocad 2000 o 2004. Este fichero ya es casi compatible con WAsP, aunque todavía es un conjunto de curvas de nivel con cota, que no forman una única polilínea con cota y que puede producir errores en el cálculo. Para facilitar la tarea de convertir los mapas, el programa WAsP tiene una utilidad llamada WAsP Map Editor. Este programa lee el formato *.DXF (entre otros) y lo convierte en otro (*.MAP), reconocible por el WAsP. Además une las curvas de nivel y ayuda mucho a depurar el plano. Desde el editor de mapas del WAsP se abre el archivo *.DXF (Figs. 7-10).

Una vez abierto el archivo se puede trabajar con él, eliminar líneas, unir curvas de nivel, modificar rugosidades, etc.

En el momento en que se ha obtenido el mapa y después de haber operado con él, para grabarlo se elige el formato *.MAP, que es el que utiliza WAsP. Se trata de un formato en el que la cartografía en tres dimensiones ocupa muy poco espacio, por lo que es fácil de manejar. Una vez grabado el mapa en formato *.MAP o ASCII, ya está preparado para

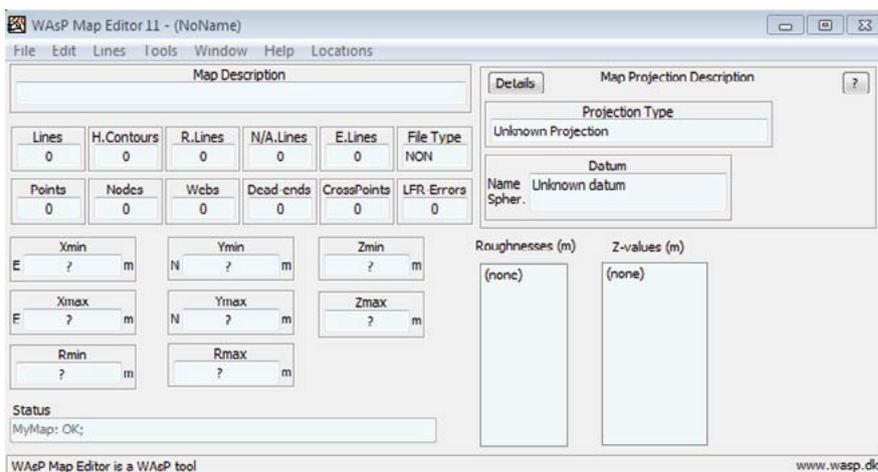


Figura 7. Pantalla principal del editor de mapas del WAsP.

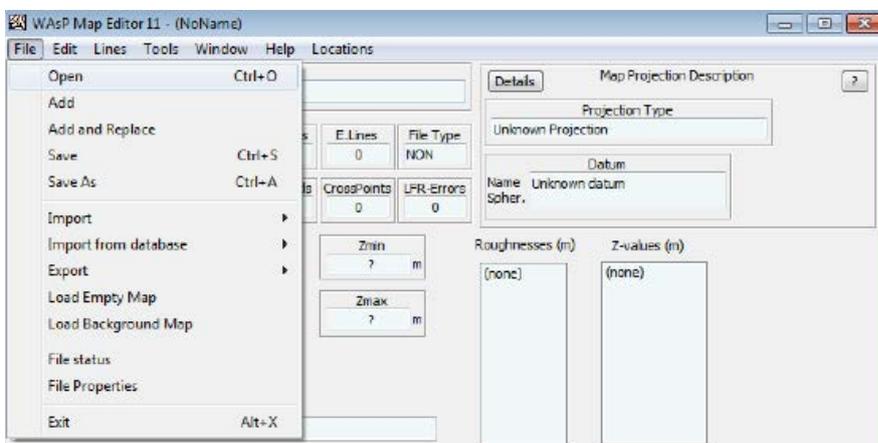


Figura 8. Ventana desplegable del editor de mapas del WAsP.

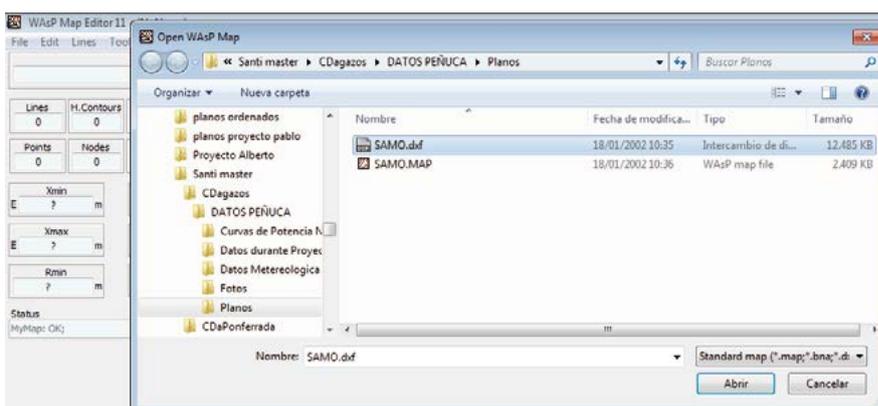


Figura 9. Ventana de apertura de archivos del WAsP.

utilizarlo con WAsP. Si está bien “depurado”, ocupará unos cientos de Kb, o como mucho unos Mb si es muy grande. El formato *.MAP lo leen los programas Autocad Map, ArcGis y ArcView, entre otros, y lo utilizan algunos navegadores. Esto ha facilitado muchísimo el trabajo con cartografía, las versiones bajo DOS eran muy “repugnantes” con los mapas

y en el momento en que dos curvas de nivel no estaban unidas aparecía una línea extraña, no aceptaban el archivo o lo consideraban erróneo. La conversión de formatos para poder introducirlos en el WAsP era quizá el mayor problema que daban las versiones antiguas. Actualmente, esto es mucho más sencillo pues ha mejorado considerablemente. Hubo

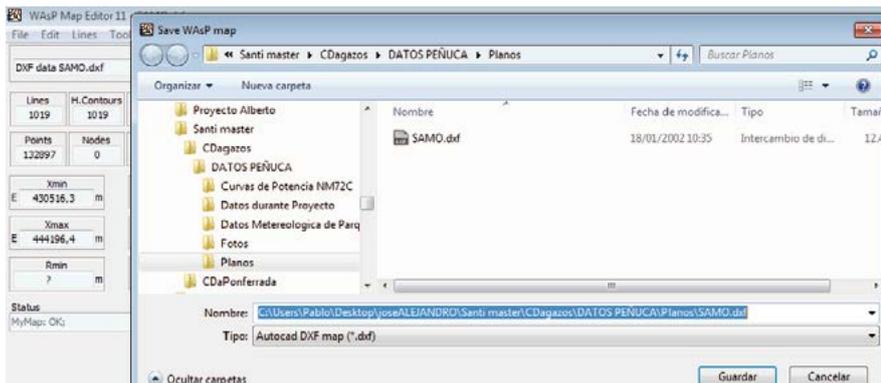


Figura 10. Ventana de grabado del modelo digital del terreno del editor de mapas del WASP.

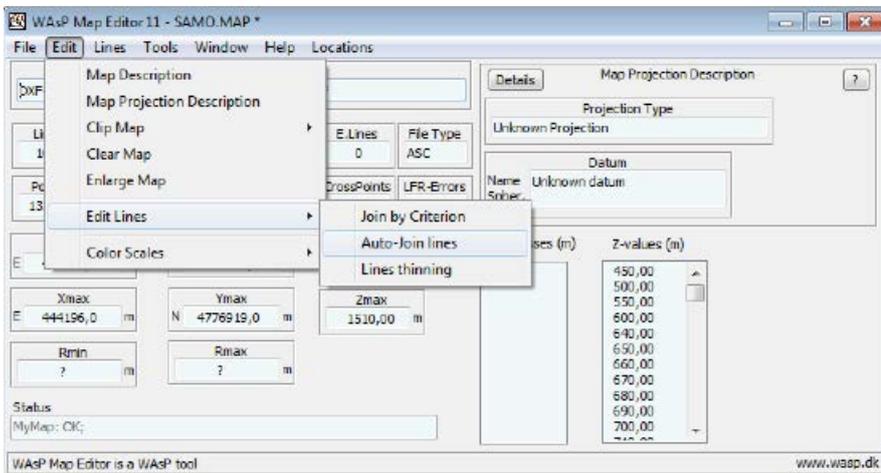


Figura 11. Ventana con la unión de líneas.

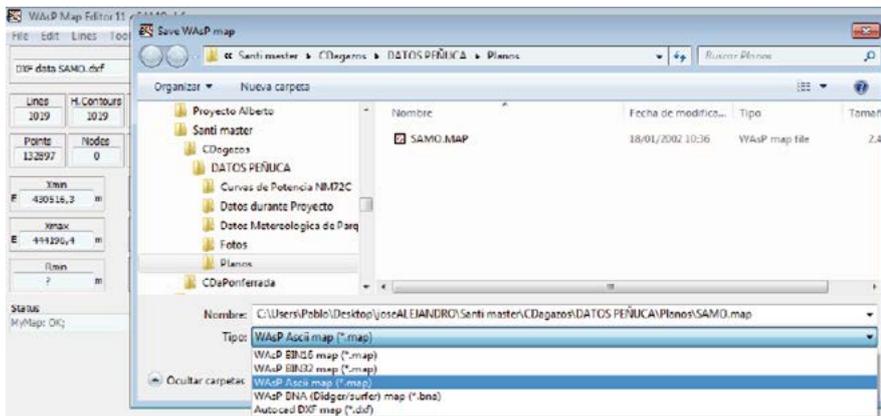


Figura 12. Ventana de grabación y selección de formato del editor de mapas del WASP.

un programa bajo el sistema operativo DOS, llamado DXFtoMAP, que ayudaba en la conversión, pero previamente había que convertir cada curva de nivel en una única polilínea manualmente o con Autocad Map. Actualmente, el WASP Map Editor convierte las curvas de nivel interrumpidas, por ejemplo por la unión de dos o más hojas, en una polilínea única y depura el archivo. Si el plano es grande o se compone de la suma de

varias hojas, esta operación puede demorarse algunas horas, en función de la cantidad de curvas de nivel que haya y de la velocidad del ordenador que se utilice (Figs. 11 y 12).

Curva del aerogenerador

Se puede obtener el archivo con formato *.WTG e insertarlo directamente en el WASP, o se puede crear una curva en función de la densidad del aire en el em-

plazamiento y de las curvas de potencia y empuje proporcionadas por el fabricante en papel o en formato *.PDF (Fig. 13).

Hay una utilidad del WASP denominada *Wasp turbine editor*, que permite editar los archivos de las turbinas eólicas para consultarlos o modificarlos. Si se activa la casilla denominada *Enable edit*, se pueden cambiar los valores de las diferentes casillas y, posteriormente, con la utilidad *File Save as* grabarla en la ubicación y con el nombre que se desee. Antes de dar por finalizado el nuevo archivo, se debe desactivar la posibilidad de modificarlo en la misma casilla *Enable edit*. De esta forma, queda protegido contra modificaciones o errores imprevistos. Ello permite introducir máquinas nuevas o modificar curvas de otras existentes, principalmente para adaptarlas a la densidad del aire en el punto de utilización.

Preparar el mapa de rugosidad y su archivo correspondiente

En función del tipo de terreno circundante, hay que preparar un mapa de rugosidad. El valor de la rugosidad se toma de las tablas indicativas que se incluyen en las instrucciones del propio programa y/o en los manuales sobre energía eólica. Se puede dibujar en coordenadas polares un mapa de diferentes niveles de rugosidad según las zonas y guardarlo para otros cálculos. El mapa de rugosidad, aunque se guarde en un archivo independiente, va incluido en el archivo principal *.WMH y es función de la topografía del terreno y de su recubrimiento. Si no se incluye ninguno, el programa crea uno con una longitud de rugosidad uniforme igual a 0,03.

Respecto a las clases de rugosidad y longitudes de rugosidad, el *Atlas eólico europeo* define clase de rugosidad a partir de la longitud de rugosidad medida en metros, z_0 , es decir, la altura sobre el nivel del suelo donde la velocidad del viento es teóricamente cero, \ln es la función logaritmo neperiano (o natural). El cálculo lo realiza según las ecuaciones (4) y (5).

Si la longitud de rugosidad $\leq 0,03 \rightarrow$
 clase = $1,699823015 + \ln(\text{longitud})/\ln(150)$ (4)

Si la longitud de rugosidad $> 0,03 \rightarrow$
 clase = $3,912489289 + \ln(\text{longitud})/\ln(3,3333333)$ (5)

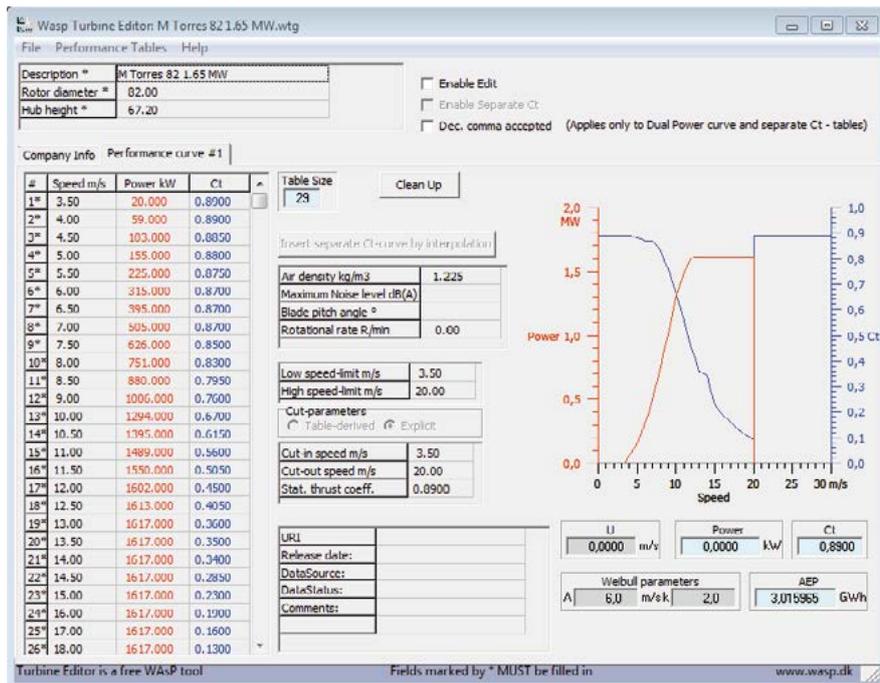


Figura 13. Ejemplo de archivo de un aerogenerador.

Clase de rugosidad	Longitud de rugosidad z0 (m)	Índice de energía (%)	Tipo de paisaje
0	0,0002	100	Superficie del agua
0,5	0,0024	73	Terreno completamente abierto con una superficie lisa, p. ej., pistas de hormigón en los aeropuertos, césped cortado, etc.
1	0,03	52	Área agrícola abierta sin cercados ni setos y con edificios muy dispersos. Solo colinas suavemente redondeadas
1,5	0,055	45	Terreno agrícola con algunas casas y setos resguardantes de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 1.250 m
2	0,1	39	Terreno agrícola con algunas casas y setos resguardantes de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 500 m
2,5	0,2	31	Terreno agrícola con muchas casas, arbustos y plantas, o setos resguardantes de 8 metros de altura con una distancia aproximada de 250 m
3	0,4	24	Pueblos, ciudades pequeñas, terreno agrícola, con muchos o altos setos resguardantes, bosques y terreno accidentado y muy desigual
3,5	0,8	18	Ciudades más grandes con edificios altos
4	1,6	13	Ciudades muy grandes con edificios altos y rascacielos

Nota: Estas definiciones se han tomado del *Atlas eólico europeo*.

Tabla 1. Clases y de longitudes de rugosidad.

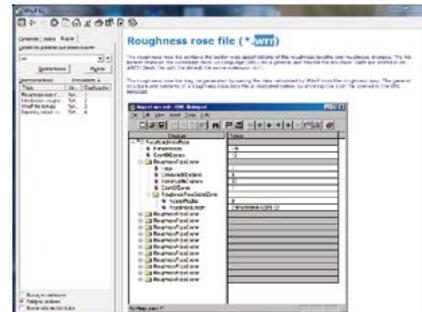


Figura 14. Vista de un archivo de rugosidad.

El archivo permite crear una rosa de rugosidad diferenciada en 12 sectores y para distintas distancias, con lo que se pueden simular macizos boscosos localizados, etc. Si fuera preciso se puede añadir un archivo específico con los obstáculos existentes en la zona. Mediante el botón derecho del ratón se elige si se inserta el archivo de obstáculos directamente o desde un archivo con formato *.WOG o *.OBS. El fichero se puede editar y cambiar haciendo ↓ sobre él en el árbol desde el WAsP. En las últimas versiones se puede importar también en formato *shape* desde el programa ARCVIEW. Las versiones antiguas permitían crear un archivo de rugosidad independiente. La actual lo asocia al archivo de topografía (Fig. 14).

Montaje del árbol de Wasp 11

El árbol del WAsP se introduce a partir de un nuevo proyecto, en el que se van añadiendo el aerogenerador, el atlas y dentro de él se inserta el archivo *.TAB con los datos meteorológicos y el archivo de rugosidad en formato *.WRR. A continuación, se inserta el archivo con el modelo digital del terreno en formato *.MAP y ya se puede crear un mapa de producciones denominado *Resource grid* y calcularlo. Entonces, se crea un archivo denominado *Wind farm* o parque eólico, que contendrá las posiciones de los aerogeneradores. Desde el directorio raíz se utiliza el botón derecho y la utilidad *Insert new* o *Insert from file* que permiten ir conformando el árbol del nuevo archivo de cálculo paso a paso (Figs. 15 y 16).

Una vez montado el árbol, realizados los cálculos y guardado el archivo, se puede sustituir una torre de medición por otra (el WAsP no puede calcular con datos de más de una torre de medición a la vez). Se puede cambiar el mapa o modelo digital del terreno. Se pueden añadir más conjuntos de aerogenerado-

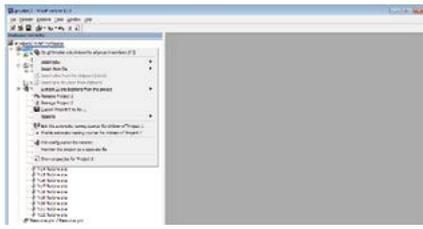


Figura 15. Árbol de WAsP con la ventana desplegada mediante el botón derecho del ratón.

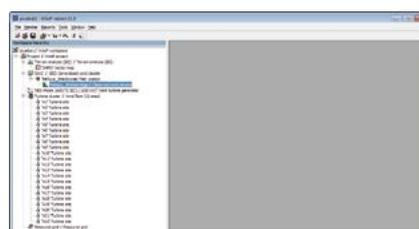


Figura 16. Árbol de WAsP con el archivo de datos meteorológicos resaltado.

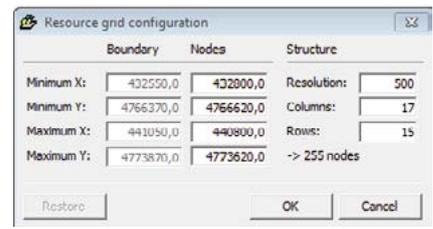


Figura 17. Ventana de ajuste del cálculo del mapa de vientos o producciones.

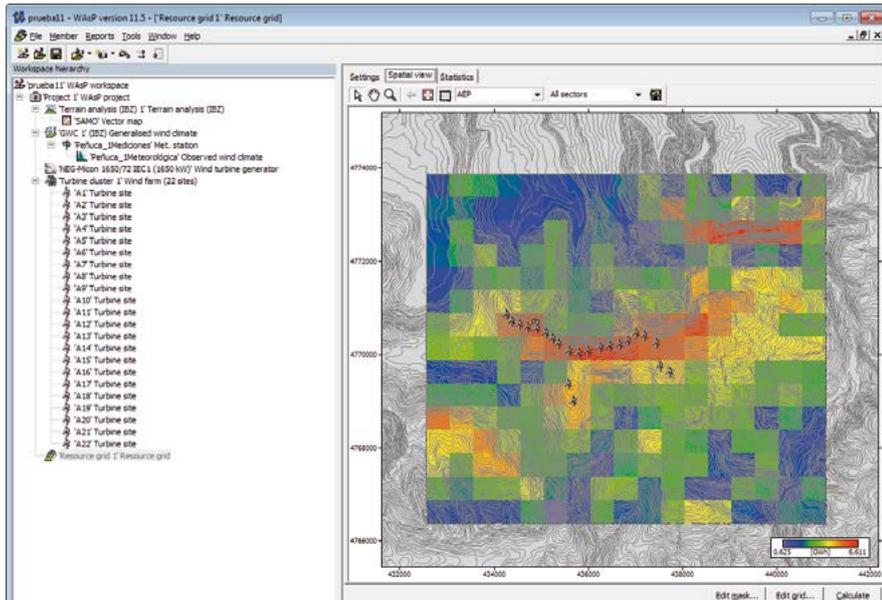


Figura 18. Mapa de producciones. Se ha utilizado una cuadrícula de 500*500 metros para que la aprecie bien el lector. El cálculo real deberá realizarse con una resolución mucho mayor ($\pm 10^*10$ m).

res o parques eólicos. Se pueden añadir y/o eliminar parques eólicos, exportar archivos de datos, etc. Todo ello se hace situando el puntero del ratón y haciendo \downarrow sobre el botón derecho para que despliegue la ventana de posibilidades factibles en cada tipo de archivo. Naturalmente, después hay que recalculer el atlas de viento, las ubicaciones de las máquinas y el mapa de vientos o producciones (*resource grid*) y grabar con el nombre antiguo, perdiendo el archivo original, o con otro de nueva elección, así como definir la ruta de acceso correspondiente. Conviene ser muy ordenado con esto, para poder diferenciar los diferentes tanteos, unos de otros, pues se realizan muchos.

En el caso de que sobre el mismo árbol de WAsP se calculen varios parques eólicos, se puede hacer con un aerogenerador distinto para cada parque. Se crean los distintos archivos para cada parque eólico y se introducen las máquinas, se copia en la carpeta la curva de la máquina con la que se pretende calcular y se procede a ejecutar el programa.

Calcular el mapa de vientos

Haciendo \downarrow sobre el icono denominado *Resource grid* se abre una ventana a la derecha. En dicha ventana se selecciona la pestaña *Settings*, que al desplegarse permite elegir la altura de cálculo del mapa de vientos o producciones. Si en un momento determinado se quisiera *engañar* al WAsP para que no corrija los datos de viento en función de la altura, solo hay que decirle que los datos meteorológicos se han tomado a la altura que más convenga, manteniéndose, obviamente, siempre del lado de una conservadora seguridad. En la pestaña *Spatial view* se ajusta el parámetro que se quiere calcular, normalmente es AEP (producción anual) y en la parte inferior de la misma haciendo \downarrow sobre *Edit grid* se ajusta el área de cálculo del mapa de vientos o de producciones y el tamaño de la cuadrícula (Fig. 17). Si se elige un tamaño de cuadro grande como el de la figura 18, que es de 500*500 metros, será muy poco útil, pero el cálculo se efectuará muy rápido. Si se elige un tamaño muy pequeño como 10*10 metros (mucho más útil), la

operativa se demorará, a veces incluso días enteros. Terminados estos ajustes se hace \downarrow sobre el botón *Calculate* y cuando el ordenador acaba se graba el archivo de WAsP con el cálculo incorporado a él. La ventaja que presenta es que una vez introducidos todos los datos, se guardan en un único archivo, a veces muy grande, pero que hace muy cómodo su manejo.

WAsP utiliza un perfil logarítmico de variación de la velocidad del viento con la altura y establece un equilibrio entre las fuerzas de presión, de Coriolis y de fricción que lleva a la denominada ley de arrastre geostrofica que relaciona las velocidades geostrofica y de fricción. Conocidas las características de rugosidad y orografía del punto de medida y con el valor de dirección y velocidad del viento V medido a una determinada altura h , WAsP calcula la velocidad de arrastre V^* y, a partir de esta, la velocidad geostrofica V_g y su dirección. Esta forma de calcular normalmente será útil, pero en un momento determinado puede que se desee anularla, como se ha descrito.

La mayor ventaja de la versión de Windows es que una vez montado el archivo, es muy fácil repetir el cálculo o modificarlo a voluntad en muy poco tiempo y con poco esfuerzo. Con la versión 5 había que introducir todos los datos con sus rutas de acceso en DOS cada vez que se quería hacer un tanteo.

Situar las máquinas

Dentro del archivo de nominado *NOMBRE Wind farm*, se puede actuar de dos formas. Una es introducir manualmente cada máquina y la otra es introducir un listado de aerogeneradores desde un archivo, aprovechando la utilidad denominada *Insert from file* del WAsP. Para crear el archivo con las posiciones de los aerogeneradores, lo más cómodo es utilizar una hoja de cálculo. En la primera columna se introducen las coordenadas X y en la segunda las Y, se graba y se exporta como "texto separado por espacios" (formato *.PRN). Luego se abre

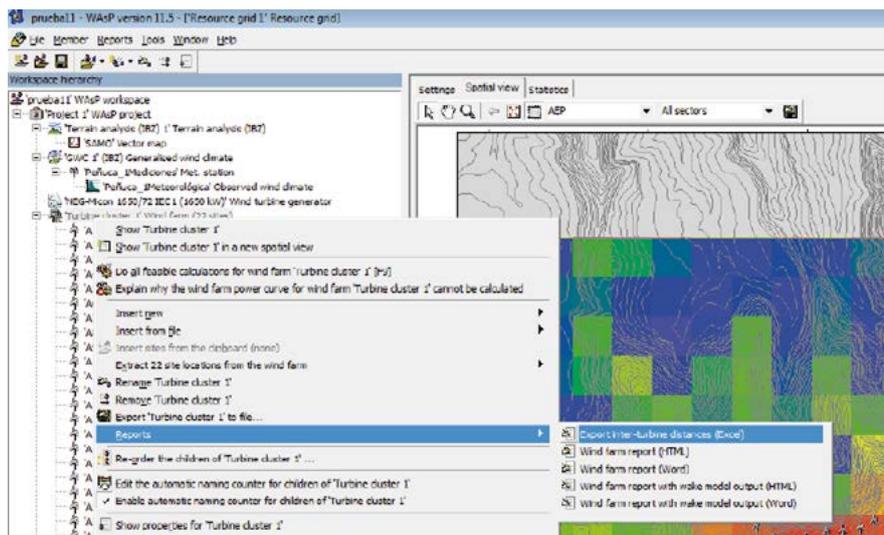


Figura 19. Procedimiento para obtener la tabla de distancias entre turbinas.

con el bloc de notas de Windows y se graba "tal cual" en formato *.TXT. Este archivo ya se puede insertar en el WAsP por el método explicitado. Posteriormente, se abre el plano y se pueden ir seleccionando las máquinas con el ratón, una a una, y cambiándolas de posición. Antes de grabar, se selecciona la carpeta del parque eólico con el puntero del ratón y haciendo ↓ en el botón derecho se pide al programa que calcule las ubicaciones. Automáticamente desaparecen los triángulos con el fondo amarillo que había junto a cada máquina y que siempre indican que no se ha efectuado el cálculo. A continuación, se graba el trabajo para no perderlo. Para conseguir el listado final de las ubicaciones de los aerogeneradores se pincha con el ratón sobre el archivo que contiene sus posiciones y con el botón derecho se elige la opción deseada. Se puede copiar al portapapeles o exportar a un archivo.

Los efectos de estela entre máquinas se calculan únicamente entre los aerogeneradores que se encuentran dentro del mismo *Wind farm*. Si se crean varios, el programa WAsP no calculará los efectos de estela entre diferentes archivos con posiciones de aerogeneradores distintas.

Obtención de los resultados

Para obtener un archivo con el mapa de producciones en forma matricial, en la tecla  de la figura 18, se genera el archivo con formato *.GRD y el programa abre una ventana donde permite seleccionar el directorio de destino para guardarlo. Ese archivo servirá para obtener, posteriormente, el mapa gráfico de

producciones, vientos, velocidad media, frecuencias, etc.

Además, haciendo ↓ con el botón derecho del ratón sobre el archivo de datos climatológicos aparece una ventana desplegable en la que se pueden elegir varias opciones, entre ellas se marca *Reports* y luego *OVC report (Word)* y el programa genera en el momento un archivo de Word con el resumen de los datos climatológicos y un informe en inglés que se puede guardar donde convenga para utilizarlo, traducirlo o insertarlo como está posteriormente.

Haciendo lo mismo sobre la estación meteorológica, el atlas y el archivo donde se encuentran los aerogeneradores se van generando informes de cada tema en formato Word o html, que posteriormente se pueden utilizar en el documento de análisis, informe y/o proyecto correspondiente.

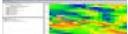
La versión actual del WAsP permite obtener también la tabla de interdistancias entre turbinas en formato Excel. Para ello se va al archivo de parque (*Windfarm*) y se selecciona como se representa en la figura 19, se genera un archivo de Excel que se puede guardar, imprimir, analizar, modificar, etc.

Presentación gráfica de los resultados

Para presentar los resultados de forma gráfica, además de los resúmenes que el WAsP emite en formato *.DOC en inglés, se utiliza el programa Winsurf o Surfer. Se trata de un GIS que admite también la introducción de datos en forma numérica. De este programa se va a obtener un

mapa de producciones con una escala de colores de mayor a menor superpuesta a la topografía del terreno. También se pueden situar las máquinas sobre el mapa anterior.

Aunque las nuevas versiones del programa WAsP facilitan ya mapas de producciones de forma gráfica, en el presente estudio, para presentar los mapas de producción eólica se continúa utilizando el programa Surfer, dada su mayor calidad, resolución y la mejor presentación de los resultados. En este caso se ha utilizado la versión 8 del programa. No es la última, pero hace el trabajo perfectamente.

El archivo con formato *.GRD se obtiene abriendo en WAsP la ventana *Resource Grid* ↓ *Spatial view* ↓ *Edit grid* y ajustando el tamaño de la cuadrícula de cálculo y la extensión de la zona que se pretende calcular (v. Fig. 10). Con tamaños de retícula de menos de 100 metros de lado, el cálculo requiere una potencia de computación importante; de lo contrario, produce demoras excesivas (en los ordenadores normales pueden ser del orden de muchas horas o días). Lo normal es calcular AEP con la tecla  aunque se pueden realizar más cálculos. Una vez terminado y grabado, en la tecla  se genera el archivo con formato *.GRD y el programa abre una ventana donde permite seleccionar el directorio de destino para guardarlo. Este archivo es una matriz numérica de datos que precisa de un programa que la convierta en un dato gráfico a escala con el que se pueda trabajar.

Desde el programa SURFER, se abre el archivo con formato *.GRD, creado anteriormente, como *surface*. Hay que hacer ↓ dos veces sobre el archivo y ajustar. Para ello se selecciona que represente una barra con la escala de color y se sitúa dicha escala sobre la hoja en un punto en que no obstaculice la visión de la parte fundamental del plano. Seleccionando la escala con el ratón y "tirando" de una esquina o de un lateral se puede ajustar el tamaño de la escala de colores. Haciendo doble ↓ en cada eje, en el botón *Label format* se ajustan las separaciones de millares y decimales, así como el intervalo entre las leyendas. Hay que ajustar además:

- Base map*
- Lighting* ↓ *None*
- Overlays* ↓ *Blend overlays and rface colors*
- View* ↓ *Tilt* 90° ↓ *Rotation* 0° ↓ *Field*

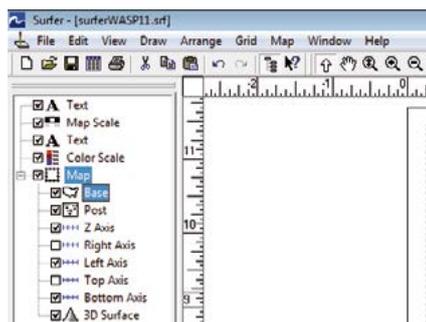


Figura 20. Árbol de Surfer con las distintas capas (incluye la escala de colores, el mapa de producciones, la topografía, los ejes, el mapa base, las máquinas y un plano adicional, todo superpuesto).

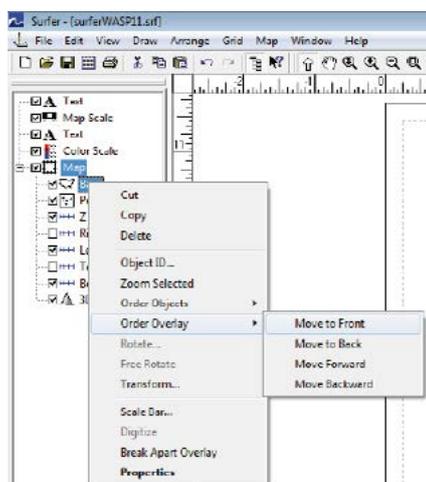


Figura 21. El mismo árbol, en el que se puede ver, que pinchando con el ratón sobre una de las capas, se puede alterar el orden de visualización.

160°↙Orthographic↘

Scale↙Proportional XY scale↘ y a continuación ajustar la escala deseada en función del tamaño de papel elegido

Limits↙ajustar si procede

General↙Show color scale↘Material color y ajustar la escala de colores deseada

La escala de colores se puede elegir, al gusto del calculista, de muchos tipos, pero lo más recomendable es utilizar solo dos colores simples extremos (rojo y azul, azul y amarillo, rojo y verde, etc.) y dejar que el Surfer realice la gradación intermedia de la escala. Por ejemplo, del verde al rojo, del blanco al rojo, del blanco al azul, del azul al amarillo. Las escalas complicadas y con muchos colores son más difíciles de interpretar. Lo que se pretende es crear una documentación gráfica sencilla y que se comprenda con un golpe de vista.

El plano que se obtiene es un mapa de colores a escala y con ejes de coordenadas en UTM, pero no tiene referencia alguna al terreno sobre el que se sustentan. Para conseguir esto hay que insertar

un plano base en formato DXF. Para ello desde Autocad se guarda el archivo con la topografía en formato *.DXF de Autocad 2000 o 2004. A continuación, se importa con el Surfer, se exporta en formato *.DXF y se guarda, definiendo la ruta del directorio donde se quiere conservar. El programa Surfer lo reconoce de esta forma para insertarlo después como mapa base sin errores. Al insertarlo aparecen en la pantalla dos formas distintas no superpuestas. Entonces mediante *Edit↙Select all↘* se selecciona todo y para superponerlo se va a *Map↙Overlay maps↘*. Posteriormente habrá que volver a ajustar la escala, porque cambia. Este plano topográfico se puede dejar en color negro para distinguirlo de los de producciones en escala de colores. A continuación, se puede ajustar cuál es el dibujo que queda delante o detrás para que todo se vea en el orden correcto. Lo normal es situar el mapa de producciones en color al fondo, sobre él la topografía en negro y en primer plano las máquinas (Figs. 20 y 21).

Lo normal es que sobre este conjunto de mapa de producciones y topografía se coloquen las máquinas que se pretenden situar sobre el terreno. Desde el WAsP se exporta el listado de los aerogeneradores al portapapeles y desde este se inserta en un archivo de Word y se sustituyen los puntos decimales por comas. A continuación, se copia en un archivo de Excel con el orden siguiente: X Y n° de máquina (*label*)

No se pone encabezamiento ninguno. Al importar el archivo con el listado de las coordenadas de las máquinas en el formato expresado, el programa Surfer 8 preguntará cuál de las hojas del libro de Excel contiene los datos que nos interesa introducir en el mapa y están en el formato que se ha expresado.

Para representar el símbolo del aerogenerador sobre el plano hay varios formatos de la letra denominados *Windings* y *Windings2*, que contienen símbolos que se adaptan a este caso concreto como: \blacktriangle \oplus u otros similares.

Desde el programa Surfer seleccionar *MAP↙POST* y, posteriormente, elegir la ruta de acceso a la hoja de cálculo, abrir e insertar desde el tipo de letra *Windings2* el símbolo \blacktriangle u otro similar y asignarle un color que destaque sobre el fondo de la escala de colores de las producciones. Se puede seleccionar el tipo de letra, tamaño y situación de la etiqueta con el número de cada máquina. A continuación, se selecciona todo con

Edit↙Select all↘ y se superpone los mapas con *Map↙Overlay maps↘*. Posteriormente, hay que ajustar la escala de nuevo, porque cambia y si es preciso se modifica el orden de visualización para que se vea todo. El tamaño de papel y la orientación de la hoja vertical o apaisada se seleccionan en *File↙Page setup↘*.

Para finalizar se puede imprimir directamente el archivo desde el programa Surfer (la forma más fácil) o convertirlo a formato *.PDF, pero con la salvedad de que al ser un fichero con mucha "masa" de color, el archivo tendrá un tamaño muy grande y se tardará tiempo en generar y será difícil de manejar.

Agradecimiento

Se agradece especialmente a la empresa propietaria del parque eólico que se ha utilizado como patrón, Promociones Energéticas del Bierzo SL, la cesión de los datos meteorológicos que sirvieron para el cálculo del citado parque, así como otras muchas facilidades que han prestado.

BIBLIOGRAFÍA

Cádiz Deleito, J.C. *La energía eólica: tecnología e historia*. Blume.
 Castro Gil, M.; Cruz Cruz, I. *Energía eólica*, Monografías técnicas de energías renovables, Progensa, Promotora General de Estudios S.A.
 García Galludo, M. *Energía eólica*, Progensa.
 Gipe, P. *Energía eólica práctica*, Promotora General de Estudios S.A.
 Le Gourieres, D. *Energía eólica: Teoría, concepción y cálculo práctico de las instalaciones*, Masson S.A.
 Mortensen, N., Landberg, L., Troen, I., Petersen, E. *Wind atlas and application program (WAsP)*, Riso National Laboratory.
 Petersen, *Wind atlas of Denmark*, Riso.
 Rodríguez Amenedo, J.L.; Burgos Díaz, J.C.; S. Arnalte Gómez, S. *Sistemas eólicos de producción de energía eléctrica*, Rueda.
 Varios autores, *Principios de conversión de la energía eólica*, CIEMAT.
 Zapico Gutiérrez, P.; García Merayo, P. y Silván Sánchez, F. *Evaluación del recurso eólico utilizando el modelo informático WAsP*. Técnica Industrial, n.º: 256, Ed. Fundación Técnica Industrial, 2005; págs. 62-68.
 Zubiaur, R., Martín, F. *Performance and limitations of Wind Simulation Models in NW of Spain*, EWEC 1993.

Pablo Zapico Gutiérrez es Doctor por la Universidad de Valladolid. Máster oficial en energías renovables, ingeniero técnico industrial e ingeniero técnico de minas. Universidad de León. Área de ingeniería eléctrica. Dpto. de Ingeniería Eléctrica y de Sistemas y Automática.

Pedro García Merayo. MBA. Ingeniero industrial, ingeniero de minas y director del grupo ERBI. Director General del grupo Energías Renovables del Bierzo.

Fernando Silván es ingeniero industrial. Grupo ERBI. **José Alejandro Alonso de Linaje Diez** Máster en ingeniería industrial. Graduado en ingeniería mecánica, graduado en ingeniería aeroespacial. Actualmente trabaja en la División de Ingeniería de Renault, Valladolid.

Servicio de Reclutamiento y Selección de Ingenieros

El ingeniero que buscas está aquí

¿QUÉ TE OFRECEMOS?

Metodología de selección de probada eficacia

Sello de profesionalidad de la colegiación y la Acreditación DPC

Expertise en la ingeniería de la rama industrial

Garantía de calidad respaldada por COGITI



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



COGITI
Consejo General de Graduados en
Ingeniería rama industrial e Ingenieros
Técnicos Industriales de España



proempleo
ingenieros.es

Mejora de la fiabilidad de los sistemas de dragas

Patricia Ullrich

La industria global de dragados necesita tener confianza en sus equipos. Esto es lo que condujo a un importante suministrador de equipos a seleccionar unos acoplamientos Stromag especiales para una nueva gama de productos.



Imagen 1: Los propietarios de las dragas necesitan tener la confianza de que sus buques y los equipos a bordo vayan a ofrecer la máxima disponibilidad posible.

La suerte del sector de dragados está estrechamente ligada a muchas de las tendencias más importantes presentes en la sociedad actual. La evolución del comercio global fuerza a las navieras a mejorar el rendimiento mediante el empleo de buques cada vez mayores, lo que impulsa a los puertos alrededor del mundo a ampliar sus instalaciones. La revolución energética también es un factor, especialmente el reciente rápido crecimiento de los parques eólicos marinos, los cuales exigen importantes obras en el fondo marino para las cimentaciones y los cables de anclaje. Y luego están los cambios demográficos, como el crecimiento de la población y, especialmente, la urbanización, que impulsan los proyectos de transformación y reutilización del suelo.

Cada una de estas actividades, además de muchas otras, exigen el empleo de dragas especiales. Según la IADC, la Asociación Internacional de Empresas de Dragado, esta industria tiene un valor de al menos 5 500 millones de dólares.¹

La dinámica del sector hace que la fiabilidad sea crítica para las empresas de dragado. En general, el trabajo tiene que realizarse según programas extremadamente ajustados, y los retrasos causados por averías imprevistas pueden producir costes enormes a los promotores de proyectos, además de las pérdidas de ingresos y el riesgo de penalizaciones económicas para los contratistas de dragados.

No sorprende pues que los propietarios y las empresas responsables del mantenimiento de las dragas se tomen muy seriamente los temas del rendimiento y la fiabilidad de estos buques. Necesitan tener la confianza de que sus buques y los equipos a bordo vayan a ofrecer la máxima disponibilidad posible. Es por ello que, cuando necesitó un acoplamiento fiable y de volumen reducido para una nueva draga, un importante fabricante de equipos de dragado se dirigió a Stromag, una empresa del grupo Altra Industrial Motion Corporation.

El sistema del suministrador comprende un motor diésel de 1 200 CV que acciona un reductor especial de ocho salidas, con una salida primaria a un embrague de dos velocidades para el accionamiento de la bomba principal del sistema, y las otras salidas para el accionamiento de las bombas de una grúa y de servicios auxiliares.

El montaje del acoplamiento entre el motor y el reductor era crítico para las prestaciones y la fiabilidad de la aplicación. Durante el funcionamiento, el sistema sufría importantes vibraciones a la torsión que, sin las medidas adecuadas, podían acelerar el desgaste y posiblemente producir el fallo prematuro de componentes clave. Era pues esencial que el suministrador encontrara un acoplamiento que fuera capaz de soportar los elevados niveles de potencia, par y vibraciones, y de proteger al mismo tiempo los otros elementos mecánicos contra las excesivas vibraciones y cargas de choque.

Además de ello, el proyecto presentaba la dificultad añadida de que el

volumen disponible para el acoplamiento era muy limitado, ya que éste debía montarse en el interior de la carcasa actual del reductor.

Después de un estudio detallado de las exigencias del cliente, el equipo técnico de Stromag diseñó un acoplamiento especial híbrido Periflex CR (PCR) para esta complicada aplicación de dragado. Al acoplamiento PCR modificado se le incorporó un elemento elástico de caucho similar al del acoplamiento Stromag PCS, y un cubo adaptador empernado con un agujero nervado. En este diseño, el anillo elástico es clave para la efectividad del acoplamiento, ya que transmite el par al tiempo que absorbe los choques en torsión.

El acoplamiento Stromag Periflex tiene un elemento elástico de tejido cauchutado de alta flexibilidad, y está especialmente indicado para conectar ejes accionados por motores eléctricos o diésel. Gracias al diseño especial del elemento elástico, el acoplamiento Periflex puede absorber errores de montaje extremadamente grandes en todas las direcciones, con cargas de deformación bajas y sin desgaste apreciable. En su



Imagen 2: El acoplamiento Stromag Periflex tiene un elemento elástico de tejido cauchutado de alta flexibilidad, y está especialmente indicado para conectar ejes accionados por motores eléctricos o diésel.

configuración de serie, el elemento elástico puede ser desmontado y montado por el espacio que separa las dos mitades del acoplamiento, sin necesidad de desplazar las máquinas conectadas. El acoplamiento Periflex transmite el par

sin ningún tipo de juego, y está indicado para absorber choques en torsión y amortiguar vibraciones. La serie Periflex CR cubre una gama de pares de 480 a 14 800 Nm.

Con el fin de asegurar que la solución propuesta fuera capaz de funcionar en las condiciones de trabajo previstas, el equipo técnico de Stromag realizó amplios análisis de vibraciones a la torsión con un modelo completo de la transmisión con sus elementos conducidos.

Como demuestra este caso, Stromag respalda sus productos con amplias competencias técnicas, asesorando al cliente en la especificación, selección e integración del tipo de acoplamiento más indicado para sus necesidades. En los casos necesarios, esta labor comprende adaptaciones, modificaciones o incluso diseños completamente especiales para la aplicación del cliente.

Notas

- 1 <https://www.iadc-dredging.com/ul/cms/fck-uploaded/documents/PDF%20Dredging%20in%20Figures/dredging-in-figures-2017.pdf>

Patricia Ullrich es Marketing Manager de Stromag.



Edificación

- CIEBT: Instalaciones Eléctricas BT
- VIVI: Instalaciones Eléctricas en Edificios de Viviendas
- IPCI: Protección contra Incendios por agua
- FONTA: Fontanería: Agua fría y agua caliente sanitaria
- SANEA: Instalaciones de Saneamiento
- GASCOMB: Instalaciones Receptoras de Gases Combustibles
- AIRECOMP: Aire Comprimido y Gases Industriales
- CATE: Cargas Térmicas de Invierno y Verano
- CONDUCTOS: Conductos de Aire para Ventilación y Climatización
- RSF: Radiadores, Suelo Radiante y Fancoils
- SOLTE: Energía Solar Térmica
- REFRI: Cálculo de tuberías y equipos de expansión directa

Urbanización

- ALP: Redes de Alumbrado Público
- REDBT: Redes Eléctricas de Distribución BT
- CMBT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas BT
- REDAT: Redes Eléctricas de Distribución AT
- CMAT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas AT
- CT: Centros de Transformación de Interior e Intemperie
- ABAST: Redes de Abastecimiento de Agua y Riego
- ALCAN: Redes de Alcantarillado
- RENOVABLES: Energías Renovables: Fotovoltaica y Eólica



SENCILLEZ EN EL MANEJO, POTENCIA EN EL CÁLCULO

dmELECT, S.L. - Telf: 950 120757 · www.dmelect.com · e-mail:info@dmelect.com

José Antonio Galdón Ruiz, reelegido presidente de COGITI

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI), que integra a 49 colegios profesionales y cerca de 80.000 colegiados, ha renovado los cargos de su Junta Ejecutiva de cara a los próximos cuatro años.

José Antonio Galdón Ruiz ha sido reelegido en las elecciones celebradas el pasado 12 de enero, al haber obtenido la confianza de los representantes de 56.666 colegiados (82,5% de los votantes). De este modo, es elegido por tercera vez consecutiva como presidente del COGITI, cargo que ostenta desde el año 2011.

Durante su mandato, han sido numerosas las actuaciones que se han llevado a cabo, centrándose la mayoría de ellas en la implementación de nuevos servicios por parte de los Colegios, así como en la puesta en marcha de herramientas competitivas “para que nuestra profesión siga siendo un referente, y nuestras instituciones ejemplares en beneficio de la sociedad y los colegiados”. Entre dichas iniciativas, se encuentran el Sistema de Acreditación DPC Ingenieros, el portal Proempleoingenieros.es, la Plataforma de formación e-learning, la Escuela de Fomento Industrial (EFI), la Certificación de personas, el Programa de Movilidad Internacional y Plan de Retorno o la Institución de Mediación



Junta Ejecutiva del COGITI, tras su elección, el pasado 12 de enero.

In.Me.In, entre otras.

En el discurso pronunciado en la toma de posesión, Galdón destacó además que afronta esta nueva etapa “con la misma responsabilidad e ilusión que el primer día”, e incidió en la necesidad de seguir reforzando el papel de los Colegios Profesionales, pues están al servicio de la sociedad, por lo que “trabajando todos juntos y unidos conseguiremos

todos y cada uno de los objetivos que nos marquemos”, señaló. Uno de los momentos más emotivos fue cuando se despidió de su buen amigo Juan Ignacio Larraz Plo, que le había acompañado como vicepresidente durante los últimos ocho años. Ana M^a Jáuregui Ramírez, decana del Colegio de Sevilla, que en el pasado mandato ostentó el cargo de vocal, es la actual vicepresidenta

Su Majestad El Rey recibe a las corporaciones profesionales

El presidente del COGITI, José Antonio Galdón Ruiz, que también es vicepresidente de Unión Profesional, agradeció su apoyo institucional al sector industrial, y su “compromiso con las profesiones y, por lo tanto, con el desarrollo de nuestra sociedad”.

Su Majestad el Rey recibió en audiencia, el 21 de enero, a los presidentes y presidentas de las corporaciones colegiales de Unión Profesional que, con motivo del 40 aniversario de la Constitución, agradecieron a Don Felipe el hacer posible la estabilidad social y desarrollo democrático en el que se han podido consolidar los colegios profesionales como instituciones recogidas en la Carta Magna, y que son garantes de la buena práctica profesional en base al interés general. Asimismo, hicieron especial hincapié en la deontología y la formación continuada como esencia de las corporaciones colegiales, y en trasladar que los intereses de las profesiones son los intereses de la ciudadanía.



Como expresó Victoria Ortega, presidenta de Unión Profesional, “desde Unión Profesional queremos reiterar la vocación de servicio a la sociedad de los profesionales colegiados, y sus cor-

poraciones de derecho público. Consejos y Colegios actuamos en el día a día para cumplir la garantía institucional que nos atribuye la Constitución Española”, con una práctica profesional efectiva.

El COGITI participa en el I Congreso Nacional de Tecnología

Profesores de la asignatura de Tecnología, principalmente Ingenieros Técnicos Industriales, se dieron cita del 8 al 9 de febrero en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Málaga, en el marco del I Congreso Nacional de Tecnología, organizado por la Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado de Tecnología (PEAPT), el Centro del Profesorado de Málaga (Junta de Andalucía), y la citada Escuela.



Mesa redonda "La Tecnología en el Sistema Educativo y la Sociedad del siglo XXI", que contó con la participación de José Antonio Galdón, presidente de COGITI.



Mesa redonda "Mujer y Tecnología", donde intervino Ana Mª Jáuregui, vicepresidenta de COGITI.

En el Congreso, que ha contado con la participación de unos 300 profesionales de todo el país, se han abordado cuestiones relacionadas con la tecnología en el sistema educativo, la presencia de la mujer en la profesión o las novedades en investigación y desarrollo. Entre los principales objetivos del encuentro, destacaban la promoción de un espacio de actualización, mejora y formación del profesorado de Tecnología; favorecer la transferencia de conocimiento con las Escuelas de Ingeniería; fomentar el debate y la reflexión del profesorado de Tecnología para la mejora de la práctica educativa; difundir las buenas prácticas en la educación tecnológica, así como analizar y evaluar su presente y futuro; y especialmente este año, promover estrategias para un mayor acercamiento de las alumnas a las enseñanzas tecnológicas y el fomento de vocaciones en estos ámbitos.

La conferencia inaugural, el viernes 8 de febrero, estuvo a cargo del presidente del COGITI, José Antonio Galdón Ruiz, que felicitó a los organizadores por este "magnífico Congreso"; y es que el COGITI ha apoyado desde el primer momento las reivindicaciones de la PEAPT. En junio de 2017 se adhirió al Manifiesto de "Aportaciones de la PEAPT por el Pacto de Estado Social y Político

por la Educación. Por una educación tecnológica en la ESO y Bachillerato" de la citada plataforma, y participó en las reuniones que tuvieron lugar con representantes de los diferentes partidos políticos para trasladarles sus peticiones.

A juicio de José Antonio Galdón, "la sociedad requiere cada vez más profesionales cualificados en los ámbitos de la Tecnología, y ante esta situación, es fundamental realizar los esfuerzos necesarios para que el sistema educativo propicie y fomente esta asignatura en aras de cubrir las necesidades laborales presentes y futuras".

Tras la conferencia inaugural, tuvo lugar la mesa redonda "La Tecnología en el Sistema Educativo y la Sociedad del siglo XXI", moderada por Manuel Barbero, en la que intervinieron, además de José Antonio Galdón, la presidenta de la PEAPT, Ester Micó Amigo; el presidente del Instituto de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos de España (INGITE), Javier Medina; el presidente de la Conferencia de Directores de Escuelas Técnicas Industriales (CDTI), Juan José Domínguez; y el presidente de la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de Ámbito Industrial (AERRAITI), Sergio Rivera Pérez.

La siguiente mesa redonda, moderada por Ester Micó, tenía por título

"Mujer y Tecnología", y contó con la participación de Ana Jáuregui Ramírez, vicepresidenta del COGITI, que estuvo acompañada por Sara Gómez Martín, directora del Proyecto Mujer e Ingeniería, de la Real Academia de la Ingeniería (RAI); Ángel Moya Yelo, que habló sobre la brecha de género en la educación tecnológica; Soledad Díaz Campos, directora de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE), Proyecto Ciencia y Tecnología en femenino; Elena Carpintero Aguado, miembro de la AERRAITI; y María Dolores Borrás Talavera, subdirectora de Relaciones Institucionales, movilidad y prácticas en empresa de la Escuela Politécnica de Sevilla y presidenta de la Asociación Mujer en la Ingeniería.

En sesión de tarde, se celebraron otras mesas redondas sobre ingeniería e innovación: Las Telecomunicaciones en el Coche Conectado, Motostudent Innovación Educativa, y Ciberseguridad. La jornada finalizó con un "Encuentro del Profesorado de Tecnología".

Los actos programados en el Congreso continuaron el sábado 9 de febrero, con una serie de ponencias y una mesa redonda sobre Tecnología. Por su parte, Sara Gómez Martín, consejera de la Real Academia de Ingeniería, pronunció la conferencia de clausura.

Los Ingenieros Técnicos Industriales contribuirán a evitar la electrocución de aves

El acuerdo prevé acciones formativas, a través de la plataforma de formación e-learning del COGITI, para evitar las electrocuciones de aves, sobre todo en el marco del proyecto europeo AQUILA a-LIFE.

El Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat (GREFA) y el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI) han firmado, en Madrid, un convenio de colaboración con el objetivo de contribuir a evitar la electrocución de aves en los tendidos eléctricos. El acuerdo hará posible la puesta en marcha de acciones conjuntas de formación y sensibilización, sobre todo en el contexto del proyecto europeo AQUILA a-LIFE, destinado a la recuperación del águila de Bonelli, especie amenazada muy vulnerable a las electrocuciones.

Una de las primeras actuaciones que se llevarán a cabo en virtud de este acuerdo es un curso a través de la plataforma formativa on-line del COGITI (www.cogitiformacion.es) sobre la normativa relativa a la protección de la avifauna frente al impacto de las líneas eléctricas de alta tensión. Este curso es gratuito y está destinado a ingenieros



José Antonio Galdón y Ernesto Álvarez firman el convenio de colaboración.

de la rama industrial formados o interesados en el diseño y la verificación de estas infraestructuras.

“Dado que una de las prioridades de nuestra ONG y del proyecto AQUILA a-LIFE es minimizar el grave impacto actual de la electrocución en el águila de Bonelli y otras especies de aves rapaces, la implicación en este objetivo de

los ingenieros técnicos industriales a los que representa el COGITI nos parece fundamental”, explicó Ernesto Álvarez, presidente de GREFA.

“Se trata de un acuerdo para la difusión y concienciación de los valores medioambientales, que al mismo tiempo contribuirá al desarrollo sostenible”, señaló José Antonio Galdón.

Estudiantes de todo el país se congregan en las Jornadas Estatales de Ingeniería Industrial (JEDII)

Como es habitual, el COGITI participó en este evento, como entidad invitada, y en esta ocasión contó con la conferencia de la vicepresidenta de la institución, Ana Jáuregui Ramírez.

Las Jornadas, organizadas por la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de ámbito Industrial (AERRAITI), y el Consejo de Representantes de Estudiantes de Ingeniería Industrial (CREII), constituyen uno de los principales encuentros de estudiantes de Ingeniería, procedentes de Escuelas de todo el país.

Ana Jáuregui Ramírez, que también es decana del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Sevilla, intervino en la jornada del pasado sábado 23 de febrero. A lo largo de su ponencia, titulada “Ingeniería del futuro”, la vicepresidenta hizo hincapié en el modelo de Ingeniero en Europa, y lo comparó con el modelo que tenemos en España. En este sentido, destacó que “nos



Ana Jáuregui, acompañada por Macario Yebra, presidente de Consejo Gallego de Ingenieros Técnicos Industriales, el pasado 23 de febrero, en Ferrol.

encontramos en un momento crítico, al que tenemos que adaptarnos, y para ello, el COGITI pone al alcance de los profesionales una serie de herramientas competitivas, con el fin de ayudarles a adaptarse, a su vez, a las demandas ac-

tuales; especialmente en los ámbitos del reconocimiento del Desarrollo Profesional Continuo, y de la movilidad”.

Para terminar, Ana Jáuregui habló de las salidas profesionales que tienen los ingenieros del ámbito industrial.

Las ingenieras reivindican una mayor diversidad de género en el ámbito de la ingeniería

Bajo el título de "Taller de formación para el fomento del asociacionismo entre las mujeres ingenieras", la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAIITIE) organizó una jornada en su sede corporativa, en la que participaron numerosos asistentes, la mayoría mujeres.

Las decanas de los Colegios de Sevilla, Ana M^a Jáuregui; de Valencia, Angélica Gómez, y de Badajoz, Vicenta Gómez, coordinaron y participaron en el taller, acompañadas por Sara Gómez, directora del proyecto "Mujer e Ingeniería" de la Real Academia de Ingeniería (RAI).

La inauguración del evento corrió a cargo de José Antonio Galdón Ruiz, presidente de la UAIITIE y del COGITI, que tras dar la bienvenida a los asistentes, agradeció también la participación a los que lo hacían vía streaming desde distintos puntos de la geografía española. Asimismo, tuvo unas palabras de reconocimiento al Ayuntamiento de Madrid como patrocinador, y agradeció al consistorio municipal madrileño "haber apostado por segundo año consecutivo por un proyecto de nuestra Entidad".

Galdón presentó los objetivos que este programa pretende impulsar para ayudar a resolver la brecha de género en el ámbito de la ingeniería, potenciando la presencia de mujeres en las Asociaciones miembro de la UAIITIE, y en los puestos directivos de las mismas, mediante la transmisión de los conocimientos necesarios que permitan impulsar actividades internas, que incrementen la incorporación de las mujeres ingenieras en los puestos de gobierno de las Instituciones, así como el análisis de las vías para el desarrollo de políticas, dirigidas a la incorporación de la mujer en dichos puestos de dirección.

La baja presencia de las mujeres en las ramas tecnológicas y de la ingeniería, tanto a nivel universitario como profesional, es un hecho significativo que durante años ha tenido un impacto en las empresas y organizaciones, que se ha reflejado muy especialmente en el tejido asociativo de los profesionales de la ingeniería. Por ello, el taller dará lugar a la creación de un manual recopilatorio, que permitirá a otras asociaciones de ingenieros replicar contenido de interés en esta materia.

Un estudio realizado desde la UAIITIE, ha revelado que tan sólo un 12% de mujeres desempeñan actualmente cargos



Angélica Gómez, Ana M^a Jáuregui, José Antonio Galdón y Sara Gómez, de izda. a dcha.

de responsabilidad en las Juntas directivas de las Asociaciones que conforman su estructura asociativa, y "es un dato que desde la UAIITIE queremos trabajar para que estas cifras aumenten significativamente", señaló el presidente.

Situación de la mujer en los puestos directivos de las asociaciones de la UAIITIE

La primera ponencia del taller para el fomento de la mujer ingeniera y directiva corrió a cargo de Vicenta Gómez Garrido (decana de Badajoz), Angélica Gómez González (decana de Valencia) y Ana M^a Jáuregui Ramírez (decana de Sevilla).

Vicenta Gómez Garrido fue la primera en intervenir, y su participación se realizó por videoconferencia, dada su imposibilidad para asistir de forma presencial. En su intervención, hizo un repaso a su dilatada carrera profesional como Ingeniera Técnica Industrial (39 años de ejercicio de la profesión), y a su paso por cargos directivos en empresas e instituciones. Respecto al ejercicio de la profesión como Ingeniera Técnica Industrial, dejó patente su importancia para el desarrollo social, el desarrollo industrial de las regiones y el desarrollo económico.

La segunda intervención corrió a cargo de la decana del Colegio de Sevilla, Ana M^a Jáuregui Ramírez. Su exposición estuvo marcada por dos materiales audiovisuales aportados por su Colegio:

un video sobre "Mujer ingeniera", donde se hablaba de la necesidad de favorecer las carreras STEM y de carácter técnico en Sevilla, a nivel de institutos en enseñanza de ESO y Bachillerato, ensalzando el papel de las alumnas en este tipo de educación técnica; y un segundo video sobre "Impresoras 3D", dedicado a dar una mayor visibilidad, en un ámbito general de género, en Sevilla, a las carreras STEM y a la ingeniería por parte del Colegio (COGITISE).

La tercera invitada en intervenir fue la decana del Colegio de Valencia, Angélica Gómez González. En su presentación, trató de ejemplificar, en su persona, a la mujer ingeniera y directiva, a través de su dilatada experiencia en la profesión y especialmente sobre su liderazgo ejercido. Su historia resultó inspiradora para los asistentes, dado que como toda mujer en un ámbito laboral con mayoría de hombres, sufrió los estereotipos, los micromachismos y la discriminación positiva.

A su juicio, para conseguir sus objetivos hace falta valentía, determinación y estar convencida de que la mujer es muy válida para la ingeniería y el liderazgo. "Para romper el techo de cristal, es importante darse cuenta de que es una barrera invisible y que las mujeres pueden liderar con mayor capacidad que los hombres, pero han de dar el paso, que ya sea por miedos o estereotipos de la sociedad, no se atreven a dar".

Conferencias del presidente del COGITI en Lleida y Valencia

En fechas recientes, José Antonio Galdón, presidente del COGITI, viajó a Lleida y Valencia para ofrecer sendas conferencias en el ámbito universitario.

El presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España se desplazó a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de Valencia, donde habló a los alumnos sobre la Ingeniería en España antes y después de la reforma del Plan Bolonia, el acceso a la profesión de ingeniero, las directivas y la legislación europea en esta materia, las salidas y las atribuciones profesionales, o los servicios y las herramientas competitivas que ofrece el COGITI, como el sistema de Acreditación DPC Ingenieros, la Plataforma de formación e-learning, el portal Proempleoingenieros.es, el Programa de Movilidad Internacional y Plan de Retorno, o la Escuela de Fomento Industrial, entre otros temas de interés.

Un concurrido salón de actos de la ETSID acogió la conferencia del presidente, que también estuvo acompañado en la mesa presidencial por la decana del Colegio de Valencia, Angélica Gómez González.

Por otra parte, con el objetivo de abrir el Colegio de Ingenieros Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales



El presidente del COGITI, José Antonio Galdón, pronuncia su conferencia ante un concurrido salón de actos de la ETSID, acompañado por la decana del Colegio de Valencia, Angélica Gómez.

de Lleida, a los estudiantes de tercer y cuarto curso de Grado, Enginyers Lleida organizó un acto que contó con la conferencia "Hacia la nueva Ingeniería" del presidente del COGITI.

La Jornada, bajo el título "Ingeniería: el paso al mundo profesional", tuvo lugar en la Sala de Videoconferencias

del Campus de Capped de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Lleida (EPS-UdL). Se trataba de una jornada de familiarización para abrir el colegio profesional a los alumnos de Grado en Ingeniería Industrial, que pueden formar parte de la entidad de manera gratuita en calidad de precolegiados.

Unión Profesional aprueba el Modelo común del Desarrollo Profesional Continuo

La Asamblea General de Unión Profesional ha aprobado el Modelo UP DPC, en un contexto social en el que los profesionales han de mantenerse actualizados en sus conocimientos y competencias a lo largo de su ejercicio profesional. Esta actualización ha de ser reconocida y supervisada por organismos competentes, como son los colegios profesionales.

La idea incipiente de sentar las bases para un modelo común de acreditación del Desarrollo Profesional Continuo (DPC) de las profesiones tituladas, colegiadas y reguladas de España para su proyección nacional e internacional nació en julio de 2012, con la elaboración de un documento que recogía las principales líneas a seguir en esta materia, y que posteriormente, en 2013, se plasmó en un Estudio de UP.

La motivación de UP, como asociación que agrupa a las profesiones colegiadas españolas, era contar con unas bases comunes sobre las que la orga-

nización colegial de cada profesión pudiera desarrollar sus propios modelos, siempre garantizando un marco común que suponga una garantía de calidad.

Con este objetivo, UP siguió trabajando con sus asociados hasta llegar, después de un intenso trabajo, a la elaboración de un "Modelo básico común para los sistemas de reconocimiento y/o validación del Desarrollo Profesional Continuo", basado en unos mínimos imprescindibles a cumplir por cada uno de los Consejos Generales y Superiores o Colegios de Ámbito Nacional que lo quieran implantar.

Para llegar a elaborar y consensuar el documento final, se constituyó un Grupo de trabajo de UP sobre Formación Continua y Desarrollo Profesional Continuo, incluido a su vez en el Grupo de trabajo sobre "La esencia de las profesiones", y se han mantenido numerosas reuniones en este sentido.

El COGITI, por su parte, ha tenido un protagonismo específico en la culminación de dicho proceso, puesto que el presidente de la institución, José Antonio Galdón Ruiz, ha sido coordinador general del citado grupo de trabajo sobre Formación Continua y DPC.

ESCUELA DE FOMENTO INDUSTRIAL E.F.I.

Presentación

La Escuela de Fomento Industrial (E.F.I.) nace en el Patronato de la Fundación Técnica Industrial como idea de fomento del motor principal de la economía de un Estado, “la industria”, sin la cual no es posible el desarrollo económico.

Fines y objetivos

El objeto y finalidad es impartir en los Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos Industriales del territorio nacional, unos cursos presenciales de desarrollo directivo en la industria, impartidos por profesionales de esta formación específica en dirección empresarial.

La E.F.I. pretende ser un apoyo y una ayuda a los directivos y técnicos de nuestra industria.

¿Qué ofrecemos?

Se trata de cursos eminentemente prácticos, dirigidos a quienes trabajan en la dirección y “staff” de las pequeñas y medianas industrias y empresas de nuestro territorio estatal, para dotarles de las herramientas necesarias con el fin de desarrollar, con mayor eficacia y precisión, su labor, mejorando procesos productivos, de gestión, estrategias, logística, suministros...

Son cursos a unos costes muy reducidos en comparación a los impartidos por centros universitarios y escuelas de negocios.

FUNDACIÓN TÉCNICA INDUSTRIAL

Avda. Pablo Iglesias 2, 2º - 28003 Madrid

☎ 91 554 18 06 - 💻 91 553 75 66

✉ fundacion@fundaciontindustrial.es

Cursos de la E.F.I.

Desarrollo directivo: Bloque 1º

- Lean Manufacturing
Toyota Production System (Curso 16 h.)
- Ingeniería de Procesos
Métodos y Tiempos (Curso 8 h.)
- Gestión y Control de Costes (Curso 8 h.)

Desarrollo directivo: Bloque 2º

- Estrategia y Planificación de Operaciones (Curso 20 h.)
- Logística y Supply Chain Management (Curso 24 h.)
- Gestión de Proyectos (Curso 12 h.)

Área de ingeniería forense

- Actuación pericial (Curso 16 h.)
- Valoración de industrias (Curso 24 h.)
- Reconstrucción de accidentes (Curso 32 h.)

Área de liderazgo y competitividad

- Liderazgo en la industria (Seminario 4 h.)
- Competencias del liderazgo (Curso 8 h.)
- Liderazgo entornos industriales (Curso 8 h.)

Área de gestión empresarial

- Growth engine (Curso 60 h.)

Para conocer las fechas de impartición, contacta con tu Colegio

Camilo Pérez Corral

Ingeniero técnico industrial y presidente ejecutivo de Curvados Quintin S.L. y BioCurve S.L.

“La innovación es la única forma de poder seguir en el mercado”

Mónica Ramírez

Camilo Pérez Corral es ingeniero técnico industrial, con especialidad en Estructuras e Instalaciones Industriales, y está colegiado en Bizkaia. Su faceta de ingeniero emprendedor ha quedado más que demostrado con la fundación de dos empresas, en las que también es presidente ejecutivo, desde 2013: Curvados Quintin S.L. y BioCurve S.L. Anteriormente había sido director de fabricación y montaje en prefabricados Lemona S.A. (1989-1994), y gerente de Calderería Quintin, S.L. (desde 1995). Sin embargo, uno de los aspectos más reseñables es su capacidad para innovar; muestra de ello son los numerosos premios que ha recibido por el trabajo desarrollado en su empresa BioCurve, como creador de diseño y desarrollo de patentes para la construcción e industrialización de calderas de pellets en condensación. Entre dichos reconocimientos, destacan el German Design Award 2018, Premio a la Innovación de ExpoBiomasa 2017, Premio “Avance Tecnológico” en FIGAN 2017, Concurso IDEA Empresa, Seal of Excellence de la Unión Europea, Sello de Excelencia de la Comisión Europea, Premio EcolInnovación Tercer Milenio, Bois Energie d'Argent, Innovación Tecnológica de ExpoBiomasa, Empresa Innovadora de Base Tecnológica de ANCES y CrealDEA.

¿Qué le llevó a estudiar Ingeniería Técnica Industrial?

Había realizado estudios de FP 1 y FP 2, con una orientación industrial para completar estudios y subir un escalón más.

¿Cómo fueron sus inicios en el mundo profesional?

Comencé a trabajar a temprana edad en una empresa familiar. Hace años era lo normal, que teniendo una empresa familiar, se ayudara en el tiempo libre. Eran tiempos en los que se trabajaban 55 horas semanales, o más. Completé los estudios trabajando en la industria y en



Camilo Pérez Corral.

la obra civil. Siempre simultaneando el estudio y el trabajo.

¿Ha cambiado mucho el panorama de la industria y de la ingeniería desde entonces?

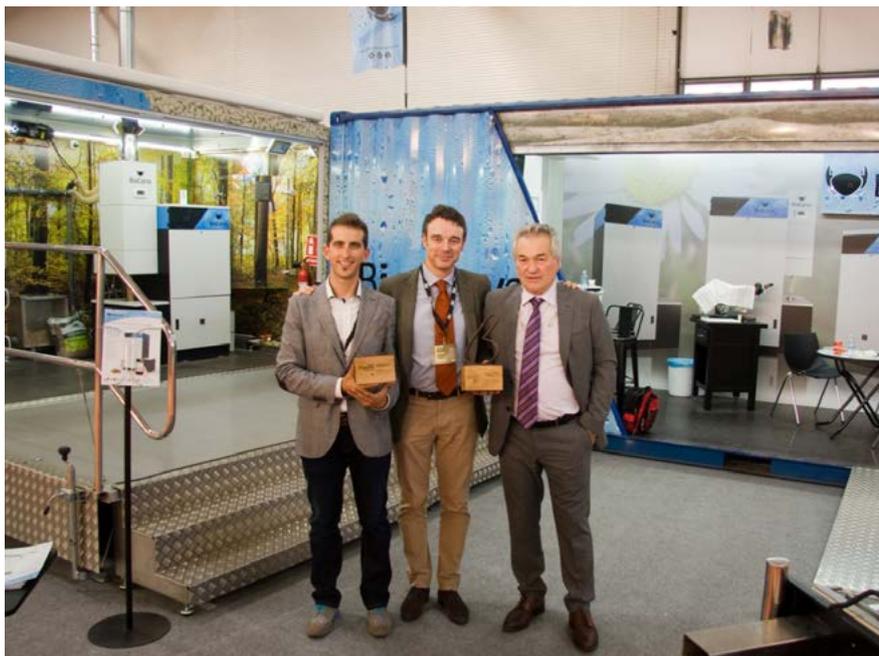
Es totalmente diferente. Los medios productivos y de diseño no son ni parecidos. Ahora estamos viendo maquinaria para corte, mecanizado, transformación, etc., con más capacidades de producción y de calidad en la producción, que costaba pensarlo hace algún tiempo. Hace 30 años, un oxicorte “decente”, trabajaba con un lector sobre el dibujo en papel.

A nivel de ingeniería pasa un poco lo mismo que en la industria, los sistemas informáticos la han hecho evolucionar de una forma exponencial. No nos imagi-

namos a nadie trabajando con tablas de cálculo o dibujando con tiralíneas en papel vegetal. A través del Colegio veo muchos cursos e interés en estar al día de toda esta evolución, pero tengo dudas de que a nivel docente todo esto haya evolucionado de la misma forma. En la docencia los cambios son siempre muy lentos, porque suele ser más impermeable a dichos cambios, a veces radicales y en ocasiones muy rápidos.

En el año 2013 funda dos empresas, de las que también es presidente ejecutivo, ¿a qué se dedican principalmente? ¿Cómo está actualmente el mercado en este sector?

Aunque tienen conexión, son diferentes. Curvados Quintin (se funda antes, en



El equipo de BioCurve muestra los dos premios a la innovación de Expobiomasa.

2005) digamos que es una empresa de servicios, sin un producto propio. Es líder en su mercado, y trabaja para muy diferentes sectores, como el naval, el industrial, la construcción, etc. Ahora mismo, la demanda es constante y el futuro como todo, incierto. Por su parte, BioCurve nace con un producto propio y novedoso, para el mejor sector, el de la energía; y en un apartado de éste, como son las renovables.

¿Y qué previsiones de futuro tiene dicho ámbito?

En principio, energía y renovables, deberían de tener buenas perspectivas. Las previsiones en el sector industrial, aunque estables, no son buenas. La industria lleva años en lo que parece una lenta e irremediable extinción. Sólo podemos fabricar aquello que tenga un alto componente tecnológico, y un difícil y caro transporte. Actualmente todo lo que pueda venir en un contenedor, terminará viniendo en él.

El sector energético, creo que es el único sector que no está en crisis. Se van cambiando los modelos energéticos, entran modelos nuevos en el tablero y la evolución es constante. En este sector han entrado con fuerza las energías renovables. No por baratas, sino por sostenibilidad del planeta en el que vivimos.

En nuestro caso y dentro de las renovables, la biomasa trata de buscar su

espacio, pero cuesta. Se habla mucho de sostenibilidad, pero como decía la canción, "la cruda economía da luz a la verdad:". Ahora mismo, los intereses económicos de los grandes sectores energéticos, principalmente petróleo y gas, no ponen las cosas fáciles. La biomasa suele ser una energía muy local y esto tiene sus consecuencias. Por un lado, su alcance y, por otro, su dispersión y falta de control. A los que tienen el control, no le suele interesar el autoconsumo y la autogestión de los recursos.

A lo largo de estos años, su empresa ha ganado varios premios relacionados todos ellos con la innovación tecnológica. ¿Qué supone para usted? ¿Cuál es el secreto para estar continuamente a la vanguardia en tecnología?

Los premios, a nivel personal, te animan a no abandonar y seguir en ese camino. La innovación es la única forma de poder seguir en el mercado. Los tiempos en los que una empresa tenía un producto y podía vivir cuarenta años haciendo lo mismo, y de la misma forma, pasaron ya y no hay vuelta atrás.

Todos entendemos la mejora de un producto, pero cuando innovas, no siempre se entiende y admite, porque se sale de lo normalizado. Y reescribir y adaptar las normas a algo nuevo es lento. Para estar en vanguardia se necesita no conformarse ni con lo que ves,

ni con lo que haces, y desterrar esta terrible expresión de "como se ha hecho siempre".

¿Qué les diría a los jóvenes ingenieros que comienzan ahora sus carreras profesionales?

A los jóvenes ingenieros les diría que se planteen la carrera no como un fin en sí mismo, sino como un medio. Lo más importante no va a ser el conocimiento técnico propio de la especialización, sino la capacidad de aprendizaje que vas a desarrollar.

El aprendizaje debe abrirte la mente a modificar y combinar de forma diferente todo aquello que estás aprendiendo; no limitarse a reproducir aquello que aprendes, modificarlo, mejorarlo, cambiarlo. Ser inquieto, complicarte la vida y huir de lo fácil y cómodo. Cuando algo es fácil y cómodo suele haber demasiada gente y ahí no se vive, sino que se sobrevive.

¿Cuáles son sus próximos proyectos?

Ahora mismo estamos en un tiempo de mejora, consolidación y expansión de producto y lo que vaya surgiendo. Toca hacer lo más difícil, que suele ser conseguir vivir aceptablemente de lo que haces y te gusta hacer. En este país cuesta mucho que las personas creamos en algo que se hace aquí. Y fuera de aquí, tampoco se tiene una buena percepción de lo que hacemos. Todo suele ser más fácil si es alemán, austriaco, o en el nombre comercial hay tantas consonantes, como para no saber pronunciarlo.

¿Qué es lo que más le gusta y lo que menos (si lo hay) de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial?

La verdad es que la ingeniería siempre me ha gustado en todos sus campos. No puedo escoger alguna en concreto.

¿Cuáles diría que son los "puntos fuertes" y el valor añadido que puede aportar un ingeniero a una empresa?

Los puntos fuertes tienen que ser la mejora y el cambio. Lo primero que tiene que hacer un ingeniero, cuando llega a una empresa, es aprender qué hace y cómo lo hace la empresa; ser activo, prudente y observador. Solo se aprende cuando se es consciente de que no sabes. Una vez que aprendas, no te conformes con hacer las cosas como siempre se han hecho; podemos mejorarlas y cambiarlas, si es necesario.

Colaboración del Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona

Matachana Group, referente mundial en el campo del 'infection control'

Matachana atesora ya un largo recorrido a través de la historia reciente de la industria en España y, desde su fundación en el año 1962, ha conseguido proyectar un crecimiento nacional e internacional para consolidar una importante implantación global.

La presencia, de forma directa, en 6 países (España, Francia, Alemania, Malasia, Argentina y Estados Unidos) a través de filiales pertenecientes 100% al grupo, y de manera indirecta vía colaboraciones con empresas locales hasta en más de 110 países en el mundo que distribuyen la marca, es fruto de un esfuerzo continuo de todas las personas que trabajan en un proyecto motivador que se innova y regenera de forma constante.

Durante esta evolución, la empresa ha tenido diferentes identidades y tipologías, por motivos del propio negocio, por adquisiciones de otras empresas o, en resumidas cuentas, por el paso natural de los años. La fundacional fue Comercial Matachana, y ha tenido denominaciones como FABELHS para una de las fábricas de la empresa donde se fabricaban equipos para la hostelería y WEBECO para la filial alemana, que pasó a ser miembro del grupo en el año 2000 por adquisición completa del 100% de sus activos y que, desde el 2017, se ha pasado a llamar Matachana Germany GmbH.

Esto no es más que consecuencia de un denodado trabajo que, durante los últimos años, se ha desarrollado para la unificación no solo del nombre, sino también, de suma importancia, de toda la gama de productos para que todas estuvieran bajo el paraguas de una misma denominación y en la transmisión de una imagen clara como común denominador en todo el grupo. Unificar la marca bajo una sola denominación es, en consecuencia, el último paso que desde una perspectiva global faltaba por completar para consolidar la empresa como un referente mundial en el campo del *infection control* en los ámbitos de *healthcare* y *life science*. Es una empresa que ofrece soluciones integrales en todos los sectores de nuestro negocio bajo una única denominación: Matachana.

No ha sido una transición sencilla, ya que muchas de las marcas tenían su propia historia y, en algunos casos, una larga tradición a sus espaldas muy



consolidada en sus mercados. Pero la asunción de este reto como unos de los elementos clave para consolidar nuestro futuro fue una elección correcta. El unificar la marca consolida una única imagen y ofrece, bajo una sola denominación, todo lo que representa.

Matachana, por otro lado, es una empresa con una fuerte impronta familiar desde sus orígenes, cuando Antonio Matachana la fundó en Barcelona, y toda familia se siente orgullosa de usar su apellido para sentirse unida a sus raíces y expectante con su porvenir.

Uno de los pilares en los que se basa esta trayectoria de éxito es el Departamento de Innovación, Diseño y Desarrollo de Matachana, que se centra en el desarrollo de nuevos esterilizadores y en la optimización de los propios procesos de esterilización. Además, como en cualquier otro ámbito industrial, la mejora de calidad del producto y el incremento de la eficiencia en producción son otros dos grandes ejes de trabajo del departamento.

De entre todas estas tareas, son los procesos de esterilización en sí mismos, por su impacto sanitario, los que requieren especial atención en cuanto a su desarrollo. Garantizar la esterilización del material quirúrgico o de uso estéril, más allá de toda duda e incluso a pesar de un posible mal uso del esterilizador,

es absolutamente imprescindible para considerar que un nuevo desarrollo ha tenido éxito. No hay que olvidar que estos equipos de esterilización, destinados de forma mayoritaria a ser utilizados en el ámbito hospitalario, son producto sanitario y están cubiertos por la directiva 93/42/CEE. Ello supone que los esterilizadores están sometidos a una fuerte regulación, por lo que todos los pasos del desarrollo, desde el inicio del proyecto hasta la puesta en el mercado, pasando por las pruebas que se realizan e incluso la vigilancia de los equipos una vez instalados, están cuidadosamente supervisados.

Los procesos con los que ha trabajado históricamente Matachana se basan en la esterilización por vapor de agua saturado, a temperaturas típicas de 121 °C y 134 °C. Se sumó a posteriori la esterilización por vapor de agua combinado con formaldehído, proceso que trabaja a temperaturas de 60 °C y 78 °C. En ambos casos, se combinan fases de vacío con fases de inyección de vapor hasta conseguir las condiciones de esterilización en el interior de la cámara; estas condiciones se mantienen durante un tiempo preestablecido, conocido como «meseta de esterilización» y, posteriormente, se realiza un secado del material combinando nuevamente el vacío con la aportación de calor.



Recientemente, además, se ha puesto en el mercado un nuevo desarrollo, el esterilizador por vapor de peróxido de hidrógeno a 50 °C, destinado muy especialmente a nuevos dispositivos médicos que no soportan altas temperaturas de esterilización y que necesitan un rápido reprocesamiento por su elevado coste. Con este nuevo equipo, se amplía la gama de temperaturas de trabajo de esterilización de los esterilizadores Matachana y se consigue cubrir todas las necesidades de una central de esterilización moderna.

Además, los nuevos desarrollos tienen muy en consideración la afectación al entorno y la interacción con el usuario. Por ello, se trabaja especialmente en:

- Mejorar la ergonomía y usabilidad de los esterilizadores, de forma que su uso sea cada vez más intuitivo, se minimicen los errores de manipulación por parte del usuario y se facilite, en los casos que se requiere, los movimientos de cargas.
- Optimizar el balance medioambiental de los equipos, de forma que se reduzca el gasto energético y se disminuya el consumo de agua, necesaria para los procesos de vacío.
- Aumentar la seguridad de los usuarios, tanto de la persona que trabaja directamente con el esterilizador, como del propio paciente que recibe el material estéril. En este punto se considera la ausencia de emisiones ambientales peligrosas, bien sea de formaldehído o de peróxido

de hidrógeno; la inexistencia de superficies accesibles al usuario a alta temperatura que puedan provocar quemaduras; la ausencia de elementos cortantes o que puedan provocar atrapamiento... En general, se considera todo aquello que pueda suponer un riesgo para el usuario.

- En cuanto al paciente, se debe garantizar de forma completamente absoluta que el material procesado en un equipo Matachana es estéril y está del todo libre de patógenos de cualquier tipo. Para garantizar este punto, el sistema de control está duplicado y trabaja en redundancia total, de forma que cualquier desviación en cualquiera de los parámetros críticos disparará una alarma y el ciclo de esterilización quedará cancelado.

En este contexto, resulta de especial interés considerar, ya desde la fase de diseño, el diferente uso del equipo en función del uso previsto, el país de destino y las necesidades locales. Desde puras consideraciones culturales, como representar el hospital como una cruz roja o una media luna roja, a aspectos específicos de la esterilización en cada ámbito geográfico. No se diseña igual un esterilizador destinado a países de alto nivel económico, donde los requerimientos en ergonomía, impacto ambiental e incluso impacto acústico son muy altos, que un esterilizador destinado a países donde, por razones obvias, el propio coste del equipo es el parámetro

limitante. También será diferente el esterilizador destinado a material de traumatología que el esterilizador que procesa fórmulas lácteas para neonatos. En todos los casos, diseñaremos un equipo que esteriliza correctamente y cumple con toda la legislación aplicable, pero adaptado a los requerimientos de cada país. Así, hemos de considerar el entorno final del equipo como un parámetro más de entrada del diseño.

Por tanto, para un óptimo diseño del esterilizador, desde IDD se ha de considerar tanto la innovación tecnológica como el uso previsto de equipo y, muy especialmente, el entorno final de trabajo.

Y todo este desarrollo va dirigido a entregar productos en el ámbito hospitalario (*healthcare*), que es el principal en la cifra de negocio de la empresa, y en el científico (*life science*), en plena expansión durante los últimos años, equipos que ofrezcan las mayores garantías y certificaciones de calidad que hay en la actualidad. Pero no dejamos de lado otro aspecto fundamental en el día a día laboral: la ergonomía y conectividad, parte fundamental de cualquier desarrollo tecnológico. El objetivo no es únicamente el hacer los mejores productos, sino también, los más intuitivos y sencillos en su uso y manejo.

Retomando el párrafo inicial, nuestra presencia en más de 110 países es una estación más que superar en nuestro recorrido. A fecha de hoy, hay 194 países en el mundo reconocidos por Naciones Unidas, lo que significa que Matachana está presente en algo más del 55%. Esto supone que, desde una óptica de crecimiento global, todavía hay un largo camino por recorrer durante los próximos años. El objetivo es llegar a estar presentes de forma consolidada en todos ellos; no es tarea fácil pero sí motivadora para seguir en la misma línea de éxito que hasta ahora.

Por último, queremos usar como despedida el concepto vertebrador de los últimos años y que resume de forma perfecta la idiosincrasia de la empresa: *Bajo un mismo nombre y con un único espíritu*, espíritu que debe seguir siendo el faro que ilumine nuestro devenir durante un futuro que se augura más que prometedor.

Carmen Carrillo (directora de IDD) y **Marino Alonso** (director de Marketing y Competence Center). Ingenieros Técnicos Industriales colegiados por el Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona.

Tribuna

Aprovechamiento hidroeléctrico en la provincia de Zamora

José Luis Hernández Merchán

El paso del Duero y sus afluentes, así como su orografía, confieren a la provincia de Zamora un entorno idóneo para el aprovechamiento hidroeléctrico.

La principal cuenca hidrográfica que afecta a la provincia de Zamora es la Confederación Hidrográfica del Duero; sin embargo, en la provincia también existen cursos de agua que vierten en la cuenca Sil.

El aprovechamiento hidroeléctrico de la provincia de Zamora comienza a finales del siglo XIX, con el ingeniero Federico Cantero Villamil, que fundó la sociedad del Porvenir de Zamora, y diseñó y construyó el primer salto de la cuenca del Duero, el Salto de San Román. En la actualidad, existen más de una veintena de centrales hidroeléctricas, explotadas en su mayoría por la empresa Iberdrola Generación, S.A.

El listado de las centrales hidroeléctricas, los propietarios, el cauce origen y el término municipal en el que se ubican, se plasman en la siguiente tabla:

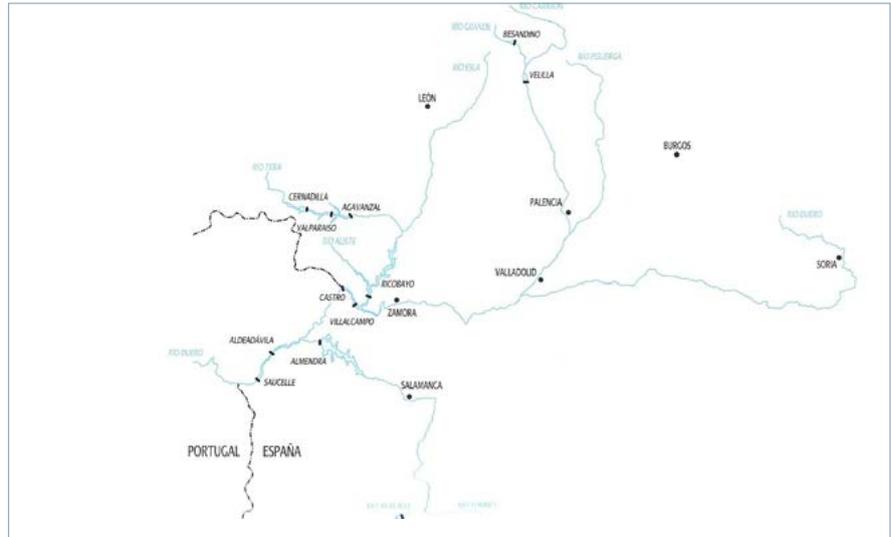
¿A qué se debe este gran potencial hidroeléctrico?

En el siguiente perfil esquemático, extraído del libro *Grandes Presas*, editado por Iberdrola, se encuentra la respuesta: ríos caudalosos, grandes desniveles, y recorrido fluvial entre cañones.

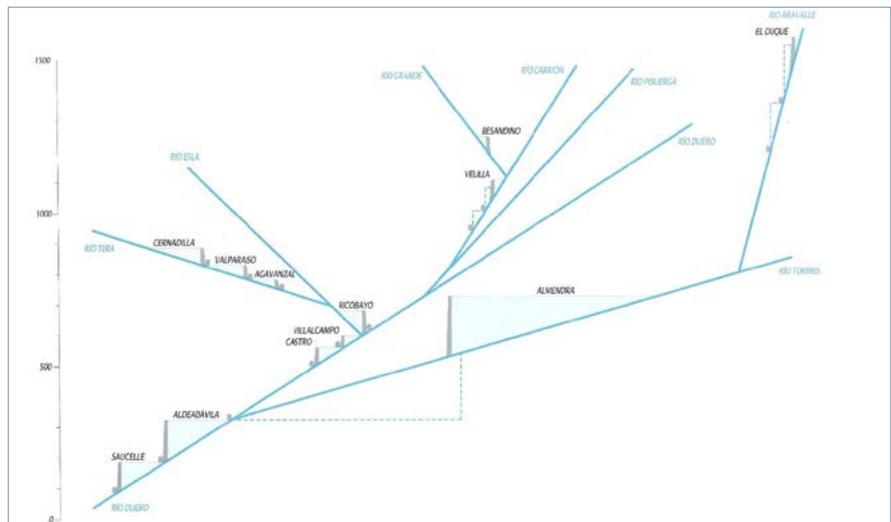
Como se puede observar, el desnivel que se salva en la provincia de Zamora es de más de 900 m, lo que unido a un curso entre “arribes”, los Arribes del Duero, permiten un embasamiento de agua ideal.

Estos embalses, además de conseguir un aprovechamiento eléctrico renovable, y de disponer de unas reservas hídricas para consumo humano y riego, han generado unos nuevos ecosistemas fluviales.

A modo de ejemplo, describimos algunas de las principales centrales hidroeléctricas y sus características técnicas:



Sistema Duero a su paso por Zamora



Central Hidroeléctrica de Ricobayo

Presas y embalse:

Tipo de presa: Gravedad
 Altura máxima desde cimientos: 99,57m
 Longitud de coronación: 270m
 Superficie de cuenca: 17.020km²
 Capacidad total: 1.178,88hm³
 Capacidad útil: 1.078,40hm³
 Superficie inundada: 5.725ha
 Reserva energética: 840GWh

Central de Ricobayo I:

Localización: Muelas del Plan (Zamora)
 Río/Embalse: Esla / Ricobayo
 Tipo de central: Exterior
 Potencia nominal: 133,20MW
 Número de grupos: 4
 Caudal: 240m³/s
 Salto: 83m
 Turbina: Francis Vertical
 Fabricante: Voith

Nombre	Propietarios de la central	Cauce origen	Término municipal
Cernadilla	IBERDROLA, S.A.	Río Tera	Cernadilla
Valparaiso	IBERDROLA, S.A.	Río Tera	Mombuey
Ricobayo I	IBERDROLA, S.A.	Río Esla	Muelas del Pan
El Hoyo	IBERDROLA, S.A.	Río Esla	Bretó
Santa Eulalia de Tábara o Esla II	Iberdrola Renovables Energía, S.A. - CIENER	Río Esla	Moreruela de Tábara
La Ventosa	Hijos de Valentín Gangoso, S.A.	Río Órbigo	Benavente
Maire	ELECTRA DE LA VIZANA, S.A.	Río Órbigo	Maire de Castroponce
Castro I	IBERDROLA, S.A.	Río Duero	Fonfría
Castro II	IBERDROLA, S.A.	Río Duero	Villardiégua de la Ribera
Lubián I o Salto de Lubián	HIDROELÉCTRICA EUROPEA, S.L.	Río Tuela	Lubián
Salto el Pedro	HIDROELÉCTRICA EUROPEA, S.L.	Río Pedro	Lubián
Moncabril	ENDESA GENERACIÓN, S.A.	Río Tera	Galende
Nuestra Señora de las Mercedes	ENERDUERO ZAMORANA S.A.	Río Duero	Villalarbo
San Román	IBERDROLA, S.A.	Río Duero	Pereruela
Toro o Toro I	IBERICA DE ENERGÍAS, S.A., IBÉRICA DE ENERGÍAS, S.L.	Río Duero	Toro
Villalcampo I	IBERDROLA, S.A.	Río Duero	Villalcampo
Villalcampo II	IBERDROLA, S.A.	Río Duero	Villalcampo
Nuestra Señora de Agavanzal	IBERDROLA, S.A.	Río Tera	Calzadilla de Tera
Central de Pereruela o Pereruela	IBERDROLA, S.A.	Río Duero	Pereruela
Ricobayo II	IBERDROLA, S.A.	Río Esla	Muelas del Pan
Las Sorribas	HARINAS CARBAJO, S.A.	Río Órbigo	Benavente
San Sebastián	ENDESA GENERACIÓN, S.A.	Río Bibey	Pías

Alternador: Síncrono
Fabricante: 3 G.E.; 1A.E.G.
Año de puesta en servicio: 1935

Central de Ricobayo II:

Localización: Muelas del Plan (Zamora)
Río/Embalse: Esla / Ricobayo
Tipo de central: Subterránea
Potencia nominal: 158,04MW
Número de grupos: 1
Caudal: 217m³/s

Salto: 75m
Turbina: Francis Vertical
Fabricante: Mecapeña - Kvaerner
Alternador: Síncrono
Fabricante: ABB
Año de puesta en servicio: 1999

Central Hidroeléctrica de Villalcampo

Presa y embalse:
Tipo de presa: Gravedad
Altura máxima desde cimientos: 50m

Longitud de coronación: 315m
Superficie de cuenca: 62.960km²
Capacidad total: 66hm³
Capacidad útil: 42,47hm³
Superficie inundada: 445ha
Reserva energética: 27,81GWh

Central de Villalcampo I:

Localización: Villalcampo (Zamora)
Río/Embalse: Duero / Villalcampo
Tipo de central: Semiexterior
Potencia nominal: 96MW
Número de grupos: 3
Caudal: 303m³/s
Salto: 37m
Turbina: Francis Vertical
Fabricante: Morgan Smith
Alternador: Síncrono
Fabricante: G.E.
Año de puesta en servicio: 1949

Central de Villalcampo II:

Localización: Villalcampo (Zamora)
Río/Embalse: Duero / Villalcampo
Tipo de central: Semiexterior en pozo
Potencia nominal: 110MW
Número de grupos: 1
Caudal: 340m³/s
Salto: 36,60m
Turbina: Kaplan Vertical
Fabricante: Nohab
Alternador: Síncrono
Fabricante: GEE
Año de puesta en servicio: 1977

Central Hidroeléctrica de Castro

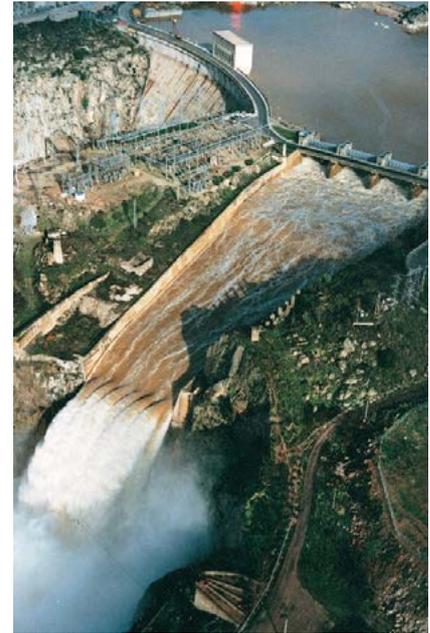
Presa y embalse:
Tipo de presa: Gravedad
Altura máxima desde cimientos: 55m
Longitud de coronación: 144m
Superficie de cuenca: 63.196km²
Capacidad total: 27,50hm³
Capacidad útil: 22,02hm³
Superficie inundada: 180ha
Reserva energética: 11,41GWh

Central de Castro I:

Localización: Fonfría (Zamora)
Río/Embalse: Duero / Castro
Tipo de central: Exterior
Potencia nominal: 79,80MW
Número de grupos: 2
Caudal: 270m³/s
Salto: 38m
Turbina: Francis Vertical
Fabricante: Boving
Alternador: Síncrono
Fabricante: G.E.
Año de puesta en servicio: 1952

Central de Castro II:

Localización: Fonfría (Zamora)
 Río/Embalse: Duero / Castro
 Tipo de central: Subterránea
 Potencia nominal: 110MW
 Número de grupos: 1
 Caudal: 340m³/s
 Salto: 38,40m
 Turbina: Kaplan Vertical
 Fabricante: Nohab
 Alternador: Síncrono
 Fabricante: GEE
 Año de puesta en servicio: 1977



Central Hidroeléctrica de Cernadilla

Presa y embalse:
 Tipo de presa: Gravedad
 Altura máxima desde cimientos: 67m
 Longitud de coronación: 388m
 Superficie de cuenca: 576km²
 Capacidad total: 255,54hm³
 Capacidad útil: 232,46hm³
 Superficie inundada: 1.394ha
 Reserva energética: 249GWh



Central:

Localización: Cernadilla (Zamora)
 Río/Embalse: Tera / Cernadilla
 Tipo de central: Exterior
 Potencia nominal: 30MW
 Número de grupos: 1
 Caudal: 60m³/s
 Salto: 55,60m
 Turbina: Kaplan Vertical
 Fabricante: Nohab
 Alternador: Síncrono
 Fabricante: G.E.E.
 Año de puesta en servicio: 1969



Central Hidroeléctrica de Valparaiso

Presa y embalse:
 Tipo de presa: Gravedad
 Altura máxima desde cimientos: 67m
 Longitud de coronación: 540m
 Superficie de cuenca: 798km²
 Capacidad total: 162,37hm³
 Capacidad útil: 102,22hm³
 Superficie inundada: 1.223ha
 Reserva energética: 97GWh

Central:

Localización: Mombuey (Zamora)
 Río/Embalse: Tera / Valparaiso
 Tipo de central: Semiexterior
 Potencia nominal: 67,50MW
 Número de grupos: 2
 Caudal: 160m³/s
 Salto: 46,30m
 Turbina: Francis Vertical Reversible
 Fabricante: Vevey – Mecánica de la Peña
 Alternador: Síncrono
 Fabricante: Cademesa
 Año de puesta en servicio: 1988

Central Hidroeléctrica de Nuestra Señora del Agavanzal

Presa y embalse:
 Tipo de presa: Gravedad
 Altura máxima desde cimientos: 42,50m
 Longitud de coronación: 481,40m
 Superficie de cuenca: 1.314km²
 Capacidad total: 35,88hm³
 Capacidad útil: 26,80hm³
 Superficie inundada: 365ha
 Reserva energética: 24,28GWh

Central:

Localización: Calzadilla de Tera (Zamora)
 Río/Embalse: Tera / N^a S^a del Agavanzal
 Tipo de central: Exterior
 Potencia nominal: 24,46MW
 Número de grupos: 3
 Caudal: 68m³/s
 Salto: 35,50m

Turbina: 2 Kaplan Vertical + 1 Francis Vertical
 Fabricante: Neypic
 Alternador: Síncrono
 Fabricante: ABB
 Año de puesta en servicio: 1995

Esta gran concentración de grandes obras de ingeniería, unidas a unos entornos naturales inigualables, nos permiten, junto con la gastronomía y las casas rurales de estos "lares", disfrutar de unas jornadas de turismo rural inolvidables.

Imágenes Central Hidroeléctrica de Ricobayo. Fuente: Iberdrola.

José Luis Hernández Merchán es decano del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Zamora.

Mupiti Profesional

La alternativa al
RETA de Mupiti



Con Mupiti te garantizas el cobro de la pensión de jubilación porque está basado en un sistema de capitalización individual. Tus ahorros siempre serán tuyos y, en caso de fallecimiento, tus beneficiarios cobrarán el capital ahorrado y además una prestación por fallecimiento.

Una vez jubilado, podrás compatibilizar el cobro del 100% de la prestación de tu pensión de jubilación y continuar trabajando por cuenta propia con Mupiti como alternativa al RETA, sin tener que contratar a un empleado. En cambio, en el RETA es obligatorio que tengas contratado un empleado.

Tu dinero crecerá anualmente: Tus aportaciones realizadas tienen una rentabilidad mínima garantizada del 1% a la que se sumará una rentabilidad adicional que pudiera corresponder en forma de participación en beneficios (PB).

Beneficios fiscales: Las cuotas aportadas al seguro Mupiti Profesional tienen la consideración de gasto deducible de los ingresos de actividades económicas, con los límites legales establecidos en cada anualidad.

Coberturas:

Jubilación: Capital que haya constituido en la fecha de rescate, la cual no puede ser anterior a la edad legalmente establecida para el acceso a la jubilación. El capital constituido resulta de acumular el importe de la cuota del seguro que va destinada a la cobertura de jubilación. Dicho capital tiene un interés garantizado en cada anualidad del 1%, al que se añade la Participación en Beneficios (PB) de la Mutualidad que pueda corresponder.

Incapacidad Permanente Total, para la profesión habitual: Cobertura de 50.000 euros + el capital constituido en la cobertura de jubilación a la fecha de solicitud.

Incapacidad Permanente Absoluta, para toda profesión: Cobertura de 100.000 euros + el capital constituido en la cobertura de jubilación a la fecha de solicitud.

Incapacidad Temporal, que incluye prestaciones por maternidad, paternidad y riesgo durante el embarazo: 30 € a multiplicar por el N° de días según Baremo para la enfermedad o lesión correspondiente.

Fallecimiento, que puede dar lugar a prestaciones de viudedad y orfandad: Cobertura de 50.000 euros + el capital constituido en la cobertura de jubilación a la fecha de solicitud.

Cuotas:

La cuota mínima a pagar en el seguro Mupiti Profesional, de conformidad con la normativa en vigor, es el 80% de la cuota mínima del Régimen Especial de Trabajadores Autónomos (RETA), por lo que con Mupiti se paga menos al mes y supone un buen ahorro.

La cuota para años sucesivos se determina mediante un incremento del 3% sobre la cuota del ejercicio anterior.

Se puede optar por aumentar el importe de la cuota mínima mensual a pagar, indicando las coberturas que desea ampliar.

Los mutualistas, en función de la edad, de su grado de discapacidad superior o igual al 33%, y de si han sido víctimas de violencia de género o víctimas de terrorismo, podrán beneficiarse de las reducciones y/o bonificaciones que en materia de seguridad social se establezcan por normativa legal para dichos colectivos, siempre y cuando hayan sido previamente reguladas por Mupiti y se cumplan los requisitos exigidos para tal fin.

La reducción y/o bonificación de la cuota deberá solicitarse expresamente por el mutualista y supone la reducción de las prestaciones en el mismo porcentaje.

Descubre las ventajas de
Mupiti Profesional en
nuestro video informativo
escaneando este código QR
desde tu smartphone o tablet:



Si deseas ampliar la información y saber
la cuota para este año contacta con un
asesor en el teléfono 900 820 720 o por
email a info@mupiti.com

www.alternativaalreta.es

Juan Antonio Monsoriu Serra

Director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València

“El 96% de los titulados de la Escuela están en activo 3 años después de finalizar sus estudios”

Mónica Ramírez

El pasado 16 de enero, Juan Antonio Monsoriu Serra (Doctor en Física) tomaba posesión del cargo de director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València, aunque llevaba ejerciendo como director en funciones de la ETSID desde septiembre de 2018, en sustitución de Enrique Ballester Sarrias, que estuvo al frente de la Escuela durante 32 años. Uno de sus principales objetivos para los próximos cuatro años es la transformación digital de la ESTID, en sintonía con la actual Industria 4.0 o Industria Inteligente. De su incansable trabajo como investigador, destacamos la publicación de más de 100 artículos en revistas indexadas de prestigio y la realización de más de 200 contribuciones en congresos científicos.

¿Cómo vivió el momento en que tomó posesión del cargo de director?

Lo viví con muchísima intensidad, ya que además de los componentes que conforman el nuevo equipo directivo nos acompañaron muchos compañeros y compañeras de la escuela (tanto docentes como personal de administración y servicios), y también estudiantes. El salón de actos de la ETSID estaba prácticamente lleno, por lo que me sentí muy arropado y les estoy muy agradecido.

Anteriormente, había sido subdirector de la Escuela durante seis años, ¿cuáles son los principales proyectos o actuaciones que han llevado a cabo durante ese tiempo?

En mi primera etapa como subdirector de la Escuela me encargué desde el curso 2011/12 al curso 2015/16 de cuestiones relativas a la integración y promoción de nuestro alumnado. Una de mis principales funciones consistió en la organización de las Jornadas de Puertas Abiertas en la ETSID, en las que anualmente nos



Juan Antonio Monsoriu Serra.

visitan en torno a 3.000 estudiantes y con un impacto directo en las elevadas notas de acceso de nuestro centro. Otras funciones del cargo se enmarcaban en la promoción profesional con una estrecha colaboración con el COGITI Valencia, a quienes siempre les agradecemos su implicación con la Escuela. Más recientemente, durante los cursos 2016/17 y 2018/19 asumí la responsabilidad de la Subdirección Académica de la ETSID, periodo en el que principalmente gestioné todos los procesos de calidad de la Escuela.

¿Cuáles van a ser sus prioridades a partir de ahora?

Nuestro objetivo fundamental para estos próximos cuatro años es la transformación digital de la ESTID en sintonía con la actual Industria 4.0 o Industria Inteligente. Esta transformación digital permitirá un incremento de la eficiencia en todos los procesos de la Escuela, para proporcionar así la mejor formación posible al alumnado, y facilitar al mismo tiempo la labor tanto del personal docente e investigador como del personal de admi-

nistración y servicios. Fortaleceremos la colaboración con los agentes sociales (colegio profesional, empresas y otros centros e instituciones), y garantizaremos siempre un trato personal, profesional y asertivo, buscando la transparencia en nuestro quehacer, para así continuar mejorando las titulaciones de nuestra Escuela.

Como Catedrático en Física Aplicada, e investigador del Centro de Tecnologías Físicas: Acústica, Materiales y Astrofísica de la Escuela, ¿cuáles son las investigaciones más destacadas que han desarrollado?

En la actualidad codirijo en el Centro de Tecnologías Físicas de la Universitat Politècnica de València un grupo de investigación interuniversitario dedicado al diseño, caracterización y aplicaciones de sistemas ópticos difractivos aperiódicos denominado “Diffractive Optics Group” (<http://diog.webs.upv.es/>). He publicado más de 100 artículos en revistas indexadas de prestigio y he realizado más de 200 contribuciones en congresos científicos, destacando 8 ponencias invitadas. También formo parte del equipo de inventores de 4 patentes con diversos diseños de lentes de intraoculares para cirugía de cataratas, lentes de contacto para el control del progreso de la miopía e implantes intracorneales para el tratamiento de la vista cansada. La calidad del trabajo de investigación realizado viene también avalada por la repercusión que ha tenido tanto en revistas especializadas de divulgación científica (Optics & Photonics News, Laser Focus World, Optics & Laser Europe...), como en diversas notas de prensa (ABC, La Vanguardia, Las Provincias, Cadena Ser...). Por otra parte, la posibilidad concreta de transferencia de resultados de investigación al sector de la producción a medio plazo está sustentada por el interés que ha mostrado diversas clínicas y empresas del sector oftalmológico.

En 2017, conocimos la noticia de que profesores de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) habían obtenido el reconocimiento mundial como pioneros en el uso de teléfonos móviles en las prácticas de Física en clase, no sólo en el campus, sino también en talleres de Bachillerato y otros niveles de enseñanza. Su último trabajo al respecto se publicó en la revista «The Physics Teacher», en colaboración con el Imperial College de Londres. ¿Qué puede contarnos sobre ello?

La introducción de dispositivos inteligentes (tabletas y smartphones) en el entorno educativo permite que el proceso enseñanza y aprendizaje sea mucho más atractivo para los estudiantes. En este contexto, surge la iniciativa SMARTPHYSICS (<http://smartphysics.webs.upv.es/>) impulsada por la Universitat Politècnica de València desde el año 2013 y con el objetivo principal de extender el uso de los sensores de los smartphones en el área de la Física experimental y la Tecnología a diferentes niveles educativos, principalmente en los primeros cursos de universidad y en bachillerato. Gracias a estos sensores (acelerómetro, sensor de luz, sensor de campo magnético...) podemos integrar los smartphones de los propios estudiantes en las prácticas de Física y Tecnología como un dispositivo de medida, despertando así su curiosidad e interés. Estas propuestas han sido publicadas tanto en revistas especializadas internacionales como es "The Physics Teacher", como en revistas relevantes en el ámbito de la ingeniería como por ejemplo: I. Salinas, M. H. Giménez, J. C. Castro-Palacio, J. A. Gómez-Tejedor y J. A. Monsoriu, "The Smartphone as a Sound Level Meter: Visualizing Acoustical Beats", *Técnica Industrial* 318, 34-38 (2017).

En la actualidad, se está hablando mucho de la falta de vocaciones para estudiar carreras técnicas e ingenierías entre los alumnos de Educación Secundaria, ¿a qué cree que se debe? ¿Qué se podría hacer desde las Universidades para mejorar esta situación?

Afortunadamente, esta falta de vocación por estudiar titulaciones de la rama industrial prácticamente no nos está afectando en la Universitat Politècnica de València, ya que titulaciones como por ejemplo el Grado de Ingeniería Mecánica está entre los más demandados de Valencia con

una nota de acceso muy elevada. Sin embargo, también hemos detectado en las visitas que realizamos a Centros de Educación Secundaria que en ocasiones existe una falta de motivación de los estudiantes por las disciplinas científico-tecnológicas, a pesar de ser actualmente las más demandadas en el mercado laboral. En mi opinión, el origen de esta falta de vocación puede surgir de una metodología inadecuada en la enseñanza de las ciencias y la tecnología. Por ejemplo, con un proceso de enseñanza-aprendizaje más orientado al desarrollo de proyectos se podría conseguir que los niños y las niñas no se aburrieran tanto en clase y apostasen por estas disciplinas. También es cierto que el propio sistema obliga a los docentes a impartir un temario amplio en un tiempo reducido, por lo que este tipo de metodologías aplicadas pueden resultar complicadas, pero habría que tratar de alcanzar un punto de equilibrio.

Paradójicamente, los ingenieros, y especialmente los de la rama industrial, son unos de los profesionales más demandados por las empresas, ¿perciben esta sensación en la Escuela? ¿Qué relación tienen en este sentido con el ámbito empresarial?

Una forma que tenemos en la ETSID de medir la demanda laboral es a través del número de prácticas en empresas que realizan nuestros estudiantes. Si en el año 2015 se realizaron 1.049 prácticas, en el año 2018 se hicieron 1.580, lo que supone un incremento del 50% en cuatro años. El número de empresas colaboradoras también se ha incrementado significativamente pasando de 438 en 2015 a 480 en 2018. Este elevado número de empresas colaboradoras permitió que un 60% de nuestros titulados en 2018 realizaran prácticas en empresas. Adicionalmente, a todos los titulados les pasamos una encuesta a los tres años de finalizar los estudios para cuantificar el acceso al mercado laboral. De los titulados de la rama industrial de la ETSID en 2015, más del 96% estaban en activo tres años después, lo que demuestra este perfil egresado está muy solicitado. De hecho, en el reciente informe de enero de 2019 de Spring Professional (consultora de selección de personal del Grupo Adecco) aparece el Ingeniero Eléctrico y el Ingeniero Electrónico en su previsión sobre cuáles serán los perfiles más demandados y más cotizados del mercado laboral en el ámbito de la ingeniería y la industria.

¿Piensa que debería haber una mayor correspondencia entre lo que demanda el mercado laboral y los estudios universitarios?

Los cambios que se producen en el entorno social y económico nos obligan a realizar un constante análisis de nuestras titulaciones. Nuestra primera medida ha sido la creación un Órgano Asesor de la ETSID con la que obtenemos de primera mano información de los cambios y necesidades que se producen en nuestro entorno socio-económico para poder trasladar las nuevas necesidades a nuestros planes de estudios y, por tanto, a nuestros estudiantes.

¿Cómo ve el futuro de la ingeniería en España y en Europa?

Vivimos en una sociedad cada vez más global y nuestros graduados y graduadas de la rama industrial se han movido tanto por España como por Europa y el resto del mundo con un notable éxito profesional. Entre las cualidades más valoradas por los empleadores están los amplios conocimientos específicos que adquieren en nuestras universidades. Sin embargo, los procesos de selección de personal son cada vez más competitivos, y además de competencias técnicas, hay que demostrar una serie de competencias transversales (trabajo en equipo, liderazgo, comunicación efectiva, creatividad, pensamiento crítico...). En este sentido, la universidad juega un papel importantísimo en la formación de nuestros futuros ingenieros, incorporando las competencias transversales en los planes de estudio para proporcionar así un valor añadido a nuestros egresados.

¿Cómo le gustaría que recordasen, los alumnos, los años que han estado en la Escuela?

Para ser sincero, no me gustaría ser recordado por los alumnos por haber sido el director de la ETSID. Como suelo decir, en el despacho de dirección estoy de paso. El cargo durará solo unos años en los que realizaremos de la mejor forma posible nuestro trabajo, pero luego entrará otro equipo directivo que seguro que también lo hará bien. En realidad, me gustaría que los alumnos me recordasen como un buen profesor de la ETSID del que guarden un grato recuerdo, no sólo por los conocimientos que fui capaz de transmitir, sino por haber sabido motivarles en sus estudios.

Educación, investigación y empleo se dan cita en la primera edición de **Ágora Internacional**

La primera edición de **Ágora Internacional sobre Educación, Investigación y Empleo** se celebrará en Extremadura del 10 al 13 de septiembre de 2019. Su sede principal será la Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz, si bien muchas de sus actividades se llevarán a cabo en otros centros educativos y universitarios, así como en instituciones, en sintonía con su alcance holístico y transversal.

José Luis Canito Lobo es el presidente del Comité Organizador, además de director de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura. "No se trata de un evento tradicional, ni para un colectivo específico, sino que es concebido como un evento social, inclusivo y abierto a toda la sociedad, a todas las personas que piensen que es necesario y deseen mejorar la educación, la investigación y el empleo, como pilares de la misma", señala. Por ello, el lema que vertebra esta primera edición es, precisamente, "Hablemos de competencias".

El **Ágora Internacional sobre Educación, Investigación y Empleo** tendrá lugar del 10 al 13 de septiembre de 2019, pero... ¿qué es el **Ágora**? ¿Cuál es su visión?

La visión que tiene el **Ágora** es crear un espacio de encuentro y conexión Internacional que integre, durante 365 días, todos los niveles o ámbitos educativos-formativos: el previo a la universidad, el universitario, y el del entorno sociolaboral en el que se mueve el egresado una vez finaliza sus estudios. Trata de emerger como un espacio donde integrar estos ámbitos, de los que cabría esperar una coordinación lógica, para mejorar el desempeño en un contexto mundial de aprendizaje basado en competencias.

Entonces, ¿es un encuentro educativo? ¿Empresarial? ¿Un multimeeting, un congreso?

Su alcance va más allá de todo esto, en tanto que abarca tres dimensiones: educación, investigación y empleo (empresas). La mejor forma de responder a las exigencias del mundo actual es actuar desde "la cuna hasta la tumba"; porque debe hacerse de forma integral a toda la sociedad, es decir, uniendo en un mismo escenario a agentes y partes interesadas que ejercen su labor tanto en dimensiones educativas, como de investigación y



José Luis Canito

del empleo, incluyendo, lógicamente, a organizaciones empresariales, entidades de formación, etc.

Por eso se organiza como una suma de eventos tipo congreso (las personas innovadoras pueden enviar sus aportaciones), y de tipo foro-multimeeting, más centrados en conectar, mostrar, dar a conocer, experimentar,...

Y, ¿por qué lo llaman **Ágora**?

Cada vez se encuentran en la sociedad más señales que advierten de la necesidad de cambio, de crear personas competentes, en el más amplio significado de la palabra competencia. En uno de los últimos informes realizados por la Comisión Europea, por ejemplo, se advierte que en toda Europa hay casi un millón de puestos de empleo que no se pueden cubrir por falta de cualificación de los trabajadores. Y se añade, en otro de esos informes, que el 40% de las empresas no encuentra perfiles idóneos para cubrir sus puestos de trabajo.

Es necesario, pues, contar con un espacio donde, como en las **Ágoras** antiguas, se reúna la sociedad para debatir

sobre los problemas actuales, orientando dicho debate a la búsqueda de soluciones, no de culpables.

Entonces, ¿creen que realmente responde a una necesidad social?

Es evidente que hay un desfase importante entre lo que los sistemas educativos formales, informales y no formales proporcionan a la sociedad, y lo que ésta parece necesitar en un mundo cada vez más cambiante. Y esto es difícil de digerir en el momento en el que las generaciones jóvenes cuentan con una media de titulaciones elevada, por ejemplo. Hay que hacer cambios para que su perfil se adapte realmente a lo que la sociedad requiere.

¿No parece ese objetivo una meta muy ambiciosa? ¿No producirá rechazo en algunos entornos de su alcance que podríamos calificar como "tradicionales"?

Puede que así sea, pero en el tiempo que se lleva trabajando en el proyecto se ha detectado que hay muchas personas convencidas de la necesidad de cambio y que quieren hacerlo, pero que necesitan recursos y herramientas para comenzar, y conexiones para continuar. Recuerdo que mi abuelo siempre decía que en la vida hay que "aportar o apartar". Eso sí, cuando quieras, vuelve y aporta, y el proyecto mejorará contigo.

Antes hablaba de que **Ágora** resulta de aunar diferentes tipos de eventos, y la cuestión es ¿cómo se ha estructurado para hacerlos compatibles?

El **Ágora** responde a un formato 4+361; es decir, 4 días de encuentro en el que mostrar, demostrar, acercar, idear, crear, conocer, facilitar, experimentar, etc. En estos días se realizarán actividades relacionadas con los seis ámbitos del saber, distribuidas en 6 ámbitos temáticos (ZonaAgoras), diseñados como las caras de un cubo Rubik: formación, experiencias,

I+D, ideas, tecnología y empleo; y 361 días para darle continuidad gracias a la Red Ágora.

Comentan varias veces lo de una Red Ágora, ¿en qué consiste esa red y cómo funcionará?

En la actualidad, las redes sociales son una herramienta de conexión muy fuerte que, bien empleada, puede favorecer contextos colaborativos win-win donde todas las partes mejoren y consigan avanzar; pero queremos que, en lugar de poner en su epicentro a la persona, se ponga al proyecto a llevar a cabo como colectivo.

Para ello nace la Red Ágora, una red online que bajo los principios de una red neuronal, permita conectar entre sí *nodos*, de forma que, cuando un *nodo* proponga un posible proyecto a acometer, la red permita realizar una casación con otros *nodos* que puedan contribuir a que el proyecto tenga éxito, activándolos.

Y, ¿cómo se forma o crea un nodo en la Red Ágora?

Formar un nodo es tan sencillo como que una persona se proponga coordinarlo, lo registre en el Ágora e indique las personas que lo integran, sus fortalezas como grupo y en lo que están interesados. Con esa información, la red podrá aplicar el algoritmo de casación que permita, ante una propuesta de otro *nodo*, evaluar la idoneidad de incluirlo en el proyecto.

Un *nodo* puede ser cualquier grupo de personas con un objetivo común: un grupo de innovación, de investigación, una empresa, un colegio profesional, una universidad, un centro educativo, un grupo inversor, una fundación, una asociación, un clúster..., no hay límite.

La idea es apasionante, pero ¿cómo y de dónde surge la fuerza para convertirla en proyecto?

Pues surge de un grupo de personas que, durante años, comienzan a observar el fenómeno que se conoce como rust out, que cada vez parece estar más presente en la sociedad: personas que no disfrutan de lo que hacen y que, además, cuestionan la valía de hacerlo, y quieren ayudar a la sociedad.

El grupo lanzadera parte de la universidad, desde donde, como un virus, el rust out parece haberse extendido a otras estructuras y contextos sociales. Enseguida se fueron uniendo personas de otros ámbitos y con las mismas in-

quietudes. Es necesario encontrar un antídoto que tomarse para acabar con ese virus que nos amenaza.

Y dentro del contexto de nuestros lectores, ¿qué interés tiene el proyecto Ágora para los ingenieros?

Recientemente leíamos en el número 321 de *Técnica Industrial*, una entrevista a Chris Waters de EYE, en la que insistía en la importancia del ingeniero como motor de cambio social. Al ingeniero siempre se le ha buscado por ser solucionador de problemas. Y el Ágora busca desarrollar proyectos que solucionen problemas. Por eso la semilla ha germinado en una Escuela de Ingenierías, para convertirse después en un árbol social con ramas de todos los ámbitos y dimensiones.

¿Y qué tipo de nodos pueden constituir los ingenieros dentro de la Red Ágora?

Cualquiera. Imaginemos, por ejemplo, que el COGITI tiene, en un momento dado, dentro de su magnífica línea de formación a ingenieros, el objetivo de impulsar un proyecto que permitiese formar especialistas en riesgos eléctricos mediante dispositivos de gafas 3D/realidad virtual. El nodo COGITI podría, para facilitar el logro de este objetivo, lanzar en la Red Ágora esta propuesta de proyecto. La Red realizaría una casación con otros nodos: fabricantes de gafas 3D, desarrolladores de software, formadores, inversores, etc., acercándolos y facilitando el contexto win-win colaborativo necesario. Si entre los diferentes nodos seleccionados se llega a un acuerdo, sin duda el proyecto tendrá más posibilidades de tener éxito y en menos tiempo.

Es de suponer que el proyecto ha ido durante este tiempo de “germinación” consiguiendo apoyos. ¿Con qué apoyos cuentan para hacer realidad algo tan ambicioso?

El Ágora surge como un proyecto inclusivo de personas para personas, para la sociedad en general, sin ánimo de lucro, de forma que lo generado se reinvierta en fomentar proyectos en la Red Ágora, más allá de los propios proyectos que de forma autónoma lancen sus nodos.

Este concepto ha sido entendido por las muchas personas que, individualmente o en representación de algún tipo de entidad, empresa o institución, han ido conociendo estos años el proyecto, lo que ha facilitado su adhesión al mismo.

Nos complace contar con el apoyo, entre esas muchas personas que aceptan la visión del Ágora, de Su Majestad el Rey, que preside el Comité Honorífico, y desde el COGITI y la Fundación Técnica Industrial, con el de su presidente, D. Jose Antonio Galdón Ruiz. Además, contamos con el apoyo desde Asociaciones de Madres y Padres hasta de alumnos de diferentes niveles educativos; y en la empresa, desde directivos hasta empleados. Desde su carácter social y universal, el Ágora ha involucrado a más de 100 personas en su organización.

¿Y para participar en este apasionante proyecto, una persona interesada, qué debe hacer?

Pues lo primero conocerlo bien, para lo cual dispone de la web www.agora2019.com, o bien puede asistir a alguna de las sesiones de presentación del proyecto que se están llevando a cabo desde noviembre, y que continuarán hasta mayo de 2019. Tras ello, registrarse en la web y, si lo desea, formar parte de un nodo, ya sea coordinándolo o siendo miembro del mismo, para así aprovechar las ventajas de la Red Ágora.

Y a partir de ahí, involucrarse en la medida que desee, como gota que llena un vaso o como ola que llena piscinas. Así, dispone de diferentes modalidades winAgora para participar: comités, sponsor&partnAgoras, comunicante, asistente, congresista, etc. Hay donde elegir.

Y a aquellas personas que no estén convencidas de que el cambio que pretende este proyecto en la sociedad sea necesario, ¿cómo podría convencerlas el Ágora?

No se trata de convencer. El lema del Ágora es “hablemos de competencias”. Hablemos, no impongamos. Por eso hace suyo el lema que mi abuelo me regaló en relación a “aportar o apartar”.

Para terminar, ¿tendrá continuidad en el tiempo?

Claro, un proyecto como este no puede nacer con fecha de caducidad. La segunda edición del mismo será en Madrid, donde los nodos podrán presentar los primeros resultados de los proyectos de la Red Ágora. Para entonces el objetivo es que nadie “se aparte”, y todos “aporten”, porque con cada gota se llenará el vaso del antídoto de cambio necesario para combatir el virus del rust out.

Tribuna

Megacities

Fernando Doncel

En pocos años las ciudades recogerán a la mayor parte de la población mundial, y por tanto las ciudades deben prepararse para ser el Arca de Noé de la humanidad del nuevo tiempo.

Contexto

Si tenemos en cuenta tanto el fenómeno de superpoblación mundial, que crecerá hasta 10.000 millones de personas (MP) en 2030, como la previsión de que en 2050 el 80% de la humanidad vivirá en grandes ciudades (de más de 10 MP), nos enfrentamos al reto de un rápido crecimiento exponencial y a la adaptación de las ciudades para acoger a ese gran número de ciudadanos.

Ese crecimiento debe realizarse de manera que obtengamos ciudades sostenibles, y sólo es posible si la transformación se desarrolla teniendo en cuenta el equilibrio entre edificios e infraestructuras.

Dado que en el futuro cercano tendremos ciudades mucho más verticales y compactas, es necesario prever espacios públicos que proporcionen una buena calidad de vida; ya que, una vez realizada esta primera gran transformación urbana, será muy difícil modificar el planeamiento urbano para conseguir dicha calidad de vida.

Además, estas ciudades deben estructurarse de tal modo que ofrezcan la oportunidad de ocupar puestos de trabajo a la parte de la sociedad que perderá su empleo, debido a la 4ª revolución industrial en los próximos años.

Esperemos que vivir en las ciudades y compartir un futuro gobierno global pueda unirnos para alcanzar la paz mundial, reducir las diferencias y detener el calentamiento global, y así superar el fracaso vivido con internet que, aunque nos ha conectado, no ha logrado unir a la humanidad.

Crecimiento exponencial vs sostenibilidad de las ciudades

Actualmente existen 50 ciudades de más de 10 MP, y mientras la ONU vaticina

que en 2050 2/3 de la población vivirá en ciudades, todo indica que lo harán 8 de cada 10 personas. Pero este crecimiento poblacional lleva acarreado un gran impacto ambiental, que además es más grave, porque si se dobla la población, el impacto medioambiental se multiplica por 4. Actualmente los edificios contaminan más que las industrias o los automóviles; por lo que el crecimiento de las ciudades conlleva también un aumento sustancial de la contaminación. Y este impacto es tan importante, que si todo evoluciona como se prevé, en 2050 morirán 6 MP al año por la contaminación.

Un tercio del consumo energético corresponde a los edificios, pero otro tercio del consumo es debido al transporte entre dichos edificios; por lo que debemos diseñar la transformación de nuestras ciudades teniendo en cuenta la combinación de ambos factores, dando lugar a ciudades más compactas.

El agotamiento de los recursos crece también exponencialmente, como demuestra el hecho de que en 1960 se agotaban en 1 año aproximadamente 2/3 de los recursos anuales, mientras que en 2013 se agotaban en octubre, y en 2015 se agotaron en agosto todos los recursos.

Por todo ello resulta necesario fomentar la Economía Circular, en la que sustituiremos “producir+usar+tirar” por “reutilizar”. Y en la que se cambiará el concepto de TENER por el de USAR (casa, coche, herramientas, etc.), que será más fácil en las grandes ciudades. La necesidad de sostenibilidad se fija fundamentalmente en las materias primas y en la energía; aunque la gestión de los residuos urbanos y la reutilización del agua son los grandes retos cotidianos de las ciudades, cuyo volumen se disparará exponencialmente. El único camino a un **futuro viable es el que contempla que la basura es materia prima.**

Calidad de vida ciudadana

Además de ser más sostenibles, las ciudades más densas y compactas ofrecen una mayor calidad de vida, porque en

ellas se puede ir andando a trabajar, a comprar, a pasear, etc. Sabemos que las ciudades evolucionarán a compactas, porque actualmente ya son las zonas más densas las más deseadas y las que tienen un mayor precio.

Deberá cuidarse al máximo la previsión de espacios públicos, que llevan aparejados una mejora de la calidad de vida del ciudadano, porque de hecho hoy son las zonas equipadas con plazas y parques públicos las más valoradas, curiosamente más que la posesión de un jardín propio.

Otro factor que favorece la expansión vertical, más que la horizontal, de las ciudades, es el hecho de que la expansión horizontal favorece la alienación social; y los nuevos retos exigen de la unidad de la humanidad.

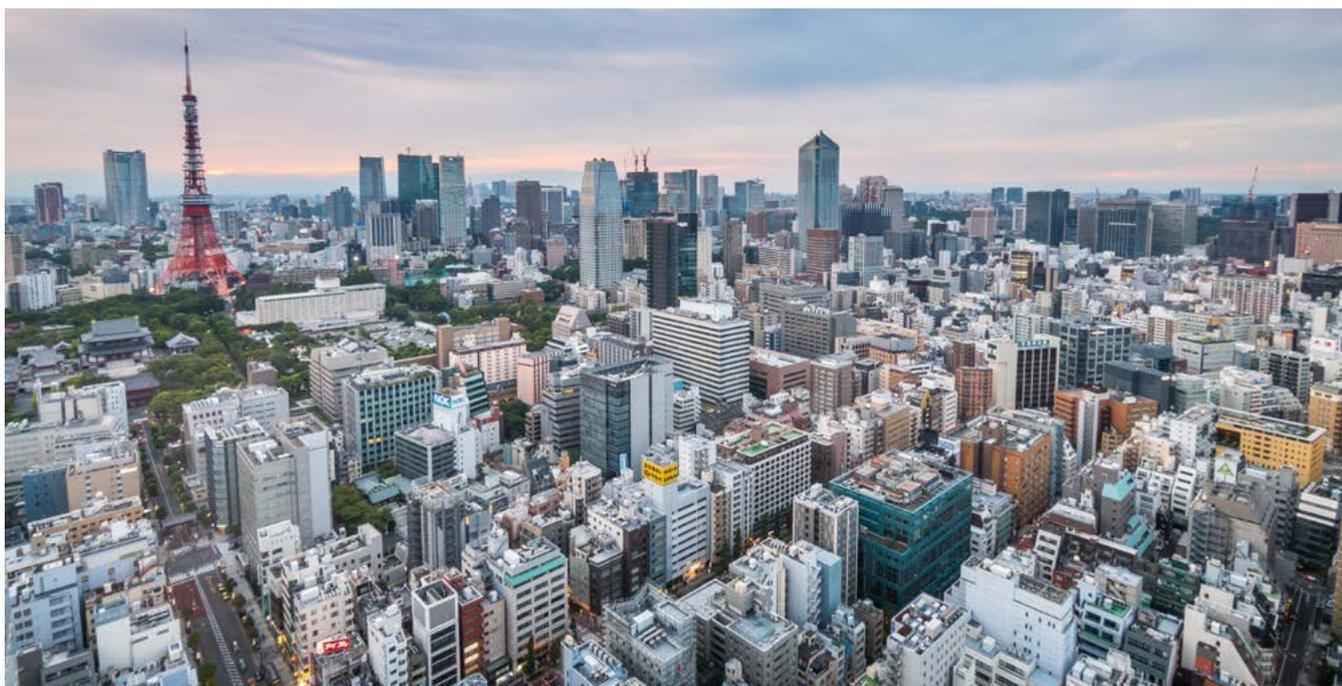
Por otra parte, teniendo en cuenta los avances tecnológicos, se considera que en las próximas 2 décadas habrá más cambios que en los 2 últimos milenios. Algunos de ellos destruirán millones de puestos de trabajo, mediante la automatización y la inteligencia artificial. Por tanto, las ciudades deben transformarse teniendo en cuenta este problema, que será uno de los mayores retos del siglo XXI.

Sabemos que en la 4ª revolución industrial (industria 4.0) se destruirán más del 80% de los empleos de baja cualificación; y también sabemos qué tipos de trabajos de baja cualificación no son susceptibles de ser automatizados, como aquellos en los que hay que manejar gran variedad de objetos irregulares, o los que precisan de una interrelación social compleja. Por lo que deberán diseñarse ciudades que ofrezcan la integración de esta parte de la población.

Por tanto, la planificación urbana debe contemplar un diálogo abierto entre la ciudad y el ciudadano, con circunstancias cambiantes y evoluciones disruptivas.

Exaptación de la ciudad

La ciudad debe sufrir una gran exaptación, y ser transformada no únicamente



Skyline de Tokio. Fuente: Shutterstock.

en hogar, sino también en el espacio donde se superen los grandes retos de integración a los que nos vamos a enfrentar por la revolución industrial (con sus consecuencias sociales, económicas y tecnológicas).

La ciudad debería ser protagonista de esta revolución, no solamente el escenario donde ocurrirán los cambios; y para ello el planeamiento urbano debería ser optimista. Los gobiernos locales también tienen la responsabilidad de responder con su gestión de manera ágil al crecimiento exponencial, siendo conscientes de la migración de productos a servicios.

Las administraciones locales deberían poner a prueba en los barrios nuevas estrategias (*urban lab actions*), para después escalarlas a toda la ciudad. La coordinación entre distintas ciudades para que cada una de ellas “ensaye” técnicas diferentes haría más rápido el desarrollo.

En dicho desarrollo, los gobiernos locales pueden encontrar apoyo tanto en empresas locales, que se encontrarían con nuevas oportunidades de negocio y crecimiento, como en las grandes multinacionales, las cuales necesitan *partners* locales para entender el contexto y gobierno locales; y esto ayudaría también al estímulo de nuevas ideas.

Surgirán también oportunidades nacidas de la necesidad de tratar la relación

de los ayuntamientos con los ciudadanos como un CRM, es decir, tratarlos como clientes y constituir una iniciativa de mejora de la relación con los ciudadanos, de cuyas sugerencias extraer más creatividad.

Para todo esto, sería muy conveniente la creación de la figura de responsables tecnológicos (CTO) en los ayuntamientos, para tratar los temas transversales tecnológicos que afectan a las ciudades; así habrá una mayor conexión de tecnólogos con la realidad y las necesidades de los ciudadanos.

Ingeniería de la Megacity

Todo lo expuesto dibuja un panorama en el que necesariamente deben combinarse la ingeniería, la arquitectura y la ciencia, en el desempeño de una planificación urbana multidisciplinar, para aunar los objetivos de edificios, infraestructuras, comunicaciones y espacios públicos.

Debe crearse la “Ingeniería Urbana”, un nuevo grado universitario que posibilite a los nuevos artífices de las ciudades conjugar todos los elementos necesarios para que las megacities proporcionen calidad de vida a millones de ciudadanos.

Esa calidad de vida, hemos comentado, vendrá dada por la comodidad de la ciudad compacta, por la optimización del transporte, por las comunicaciones idóneas, por el esplendor de los espacios

públicos y las zonas verdes, por la calidad ambiental, por el ahorro energético, y por el empleo de todos los ciudadanos en la megaciudad sostenible.

Será también un objetivo fundamental de esta ingeniería de la ciudad, estimular la creatividad para la implementación de nuevas soluciones, que hagan posible la evolución de la ciudad para convertirse en el arca que necesitamos.

Referencias

- Weisman, A. 2013. *Countdown: Our Last, Best Hope for a Future on Earth?*. Little, Brown and Company pub.
- Berger, T., and Benedikt Frey, K. 2016. *Regional Technological Dynamism and Noncompetitive Clauses: Evidence from a Natural Experiment*. *Journal of Regional Science*. Wiley Periodicals.
- Harari, Y.N. 2016. *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow*. Harvill Secker pub.
- Foster, N. 2015. *Designing Urban Infrastructure Investing for now or tomorrow?*. *Urban Age 10 Global Debates*. London, UK.
- Aravena A., Clos J. 2015. *Steering Urban Growth, Can planning and architecture manage?*. *Urban Age 10 Global Debates*. London, UK.
- Técnica Industrial, Fernando Doncel. 2014. *Ingeniería Smart*.

Fernando Doncel es International Projects Manager EUROPA+i. Consultor de Innovación Urbana e Industria 4.0. Ingeniero Técnico Industrial y Graduado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (Universidad de Salamanca). Decano del Colegio de Ingenieros Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Cáceres, y presidente del Consejo de Colegios Profesionales de Ingenieros Técnicos Industriales de Extremadura.

Declaración responsable frente a licencia urbanística

José Luis Hernández Merchán

Cuando un emprendedor se decide a realizar una nueva actividad, ha de enfrentarse a un reto que ni se imaginaba: la obtención de la licencia. Recientemente, la normativa nos permite recurrir, para ciertos casos, a la declaración responsable. Con este artículo vamos a intentar que el lector tenga una idea aproximada de lo que son una licencia y una declaración responsable.

Muchos nuevos emprendedores, y no tan nuevos, llegan a desesperarse ante el **laberinto**, carrera de obstáculos, barreras burocráticas y plazos interminables con los que se va a topar para la obtención de la codiciada licencia. Lo que desconocen es la posibilidad de que su actuación podría no estar sujeta a licencia, la cual requiere un trámite administrativo complejo, y se podría recurrir al trámite de declaración responsable.

Hay que tener en cuenta que el empresario, o particular, ha realizado una inversión, consistente en la adquisición de un bien, ha realizado una documentación técnica y lo que quiere es iniciar una actividad lo antes posible.

Por definición, una licencia urbanística es una autorización municipal, que tiene un carácter reglado, la cual, una vez concedida nos habilita para la ejecución de las obras. Una vez concluidas estas y obteniendo la licencia de primera ocupación podremos, previa comunicación al Ayuntamiento, comenzar con la actividad.

El primer problema que se plantea es qué licencias, permisos y/o autorizaciones se deben solicitar, a quien y que documentación se debe entregar en cada caso.

La pregunta no es baladí; en el ejercicio de mi actividad en ocasiones me encuentro con la siguiente pregunta: ¿Por qué aquí se me pide una documentación, cuando en tal provincia no me piden nada? Pues la verdad que esto es un problema de interpretación de la normativa, o también de desconocimiento de ella.

Desde la experiencia de haber estado en los **“dos lados de la mesa”**, primero en

la empresa privada, solicitando licencias y ahora en la Administración, informando sobre ellas, creo tener una idea del conjunto.

Lo primero que debe saber un técnico, que en realidad es el que va a asesorar al emprendedor, es el tipo de permisos que va a requerir la actuación que se pretende, la documentación que se debe presentar, dónde presentarla y los efectos que produce la presentación, en su caso, de esta documentación.

Las actuaciones urbanísticas disponen de un marco normativo básico, la Ley del Suelo, Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana. Esta ley regula, para todo el territorio estatal, las condiciones básicas que garantizan:

La igualdad en el ejercicio de los derechos y en el cumplimiento de los deberes constitucionales, relacionados con el suelo.

Un desarrollo sostenible, competitivo y eficiente del medio urbano, mediante el impulso y el fomento de las actuaciones que conducen a la rehabilitación de los edificios y a la regeneración y renovación de los tejidos urbanos existentes, cuando sean necesarias para asegurar a los ciudadanos una adecuada calidad de vida y la efectividad de su derecho a disfrutar de una vivienda digna y adecuada.

Asimismo, establece esta ley las bases económicas y medioambientales del régimen jurídico del suelo, su valoración y la responsabilidad patrimonial de las Administraciones públicas en la materia.

Entrando ya en el territorio de Castilla y León, que es en el ámbito donde trabajo, la normativa urbanística es la Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León, su reglamento de desarrollo, Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, así como Instrucciones Técnicas Urbanísticas.

En el ámbito municipal, se deberá tener en cuenta la normativa urbanística de

cada municipio, que podrá plasmarse en un Plan General de Ordenación Urbana (PGOU), Normas Urbanísticas Municipales (NUM), Delimitaciones de Suelo Urbano, con ordenanzas o sin ellas, y en el caso de no disponer el municipio de normativa urbanística propia, las normas subsidiarias de planeamiento municipal con ámbito provincial.

¿Quién va a resolver sobre las licencias urbanísticas? El Ayuntamiento en el que se pretenda la actuación urbanística. Por eso, tanto la solicitud como la documentación técnica que se acompañe se deberá presentar en el registro del Ayuntamiento, o ventanilla única que proceda. Advertencia: cada vez más Administraciones obligan a presentar la documentación en formato digital **Administración sin papel**.

Lo primero que debe analizar un técnico que va a realizar un proyecto es la ubicación de la actuación dentro de las normas, para lo cual deberá conocer la localización exacta. De esta se obtendrá la clasificación del suelo (urbano, rústico y dentro de cada uno de estos dos grandes grupos, los subgrupos, por ejemplo, suelo rústico con protección natural, especial, de infraestructuras, rústico común, etc.). Si el uso del suelo que se pretende en la ubicación está permitido por las normas, estas nos indicarán los condicionantes urbanísticos que debe cumplir la actuación: retranqueos de la edificación a linderos, materiales permitidos, ocupación máxima de la edificación en la parcela, alturas máximas y demás y, en función de la obra que pretendamos, esta estará sujeta bien a declaración responsable o bien a licencia urbanística.

En ocasiones se da el caso de que el uso está prohibido por las normas y el técnico no ha advertido al promotor. Es más, ha elaborado el proyecto y no ha analizado urbanísticamente la actuación. Hay que tener en cuenta que esto podría derivar en responsabilidades del técnico redactor.

Vamos a analizar en este artículo el caso de que la actuación esté sujeta a declaración responsable desde la perspectiva de Castilla y León.

Declaración responsable

El artículo 314bis del Reglamento Urbanístico de Castilla y León indica que son actos sujetos a declaración responsable:

Actos constructivos

Las obras de modificación, reforma o rehabilitación de las construcciones e instalaciones existentes, cuando tengan carácter no integral o parcial conforme a lo dispuesto en la legislación sobre ordenación de la edificación.

Las obras de mantenimiento y reparaciones concretas del edificio.

La ejecución de obras e instalaciones en el subsuelo, cuando no tengan entidad equiparable a las obras de nueva planta o ampliación ni afecten a elementos estructurales.

Las obras menores, como sustitución, renovación o reparación de revestimientos, alicatados, pavimentos, falsos techos, carpintería interior, fontanería, instalaciones eléctricas, enlucidos y pinturas.

Actos no constructivos

El cambio de uso de las construcciones e instalaciones existentes.

Las obras de construcción o instalación de cerramientos, cercas, muros y vallados de fincas y parcelas.

La colocación de vallas, carteles, paneles y anuncios publicitarios visibles desde las vías públicas.

El uso del vuelo sobre construcciones e instalaciones existentes.

Los trabajos previos a la construcción, como sondeos, prospecciones, catas, ensayos y limpieza de solares, cuando no estén previstos y definidos en proyectos de contenido más amplio previamente aprobados o autorizados.

El artículo 105bis de la Ley de Urbanismo de Castilla y León también incluye en su apartado e) **instalaciones de tendidos eléctricos, telefónicos o similares.**

Por tanto, las instalaciones de líneas eléctricas estarían sujetas a declaración responsable, no a licencia de obras, pero teniendo en cuenta que, si estas se ubican en suelo rústico, deberemos obtener previo a la presentación de la declaración responsable, autorización de uso excepcional de suelo rústico, y en su caso declaración de impacto ambiental favorable, así como cualquier otra autori-

zación preceptiva, sin olvidar permisos a los titulares de carreteras, confederación hidrográfica y demás.

¿Qué es una declaración responsable?

La declaración responsable es el documento mediante el cual su promotor manifiesta, bajo su **exclusiva responsabilidad**:

Que los actos que figuran en la declaración cumplen las condiciones prescritas en la normativa aplicable, y que posee la documentación técnica que así lo acredita.

Que se compromete a mantener el cumplimiento de la normativa aplicable durante el tiempo que dure el ejercicio de los actos a los que se refiere.

Hay que tener en cuenta, que la formalización de la declaración responsable no prejuzga ni perjudica derechos patrimoniales del promotor ni de terceros, y sólo producirá efectos entre el Ayuntamiento y el promotor.

La formalización de una declaración responsable no podrá ser invocada para excluir o disminuir la responsabilidad civil o penal en que pueda incurrir su promotor en el ejercicio de los actos a los que se refiera.

Procedimiento y efectos de la declaración responsable

Para legitimar la ejecución de los actos descritos en la declaración responsable, el promotor presentará la declaración responsable en el Ayuntamiento, acompañada de la siguiente documentación:

Proyecto de obras, cuando sea exigible conforme a la normativa aplicable; en otro caso bastará una memoria que describa de forma suficiente las características del acto.

Copia de las autorizaciones de otras Administraciones que sean legalmente exigibles, en su caso.

Los Ayuntamientos pueden aprobar modelos normalizados de declaración responsable.

La presentación de una declaración responsable conforme a lo dispuesto en la ley y, en su caso, en el planeamiento urbanístico, producirá los siguientes efectos:

- El declarante quedará legitimado para realizar el acto de uso del suelo declarado, en las condiciones establecidas en la legislación y en el planeamiento urbanístico.
- El acto declarado podrá ser objeto,

por parte de los servicios municipales, de comprobación o inspección de los requisitos habilitantes para su ejercicio y de la adecuación de lo ejecutado a lo declarado.

Hay que tener en cuenta, que en ningún caso podrá entenderse legitimada la ejecución de actos contrarios o disconformes con la normativa urbanística o sectorial. Dicho esto, si por cualquier circunstancia hemos presentado una declaración responsable, cuando el trámite debiera haber sido el de licencia, se iniciará un procedimiento de restauración de la legalidad, con el sancionador correspondiente.

Los actos de uso del suelo amparados por declaración responsable deben realizarse dentro de los siguientes **plazos de inicio y finalización**, sin posibilidad de interrupción ni de prórroga, cumplidos los cuales la declaración se entenderá **caducada**:

- Plazo de inicio: antes de un mes desde la presentación de la declaración.
- Plazo de finalización: antes de seis meses desde la presentación de la declaración.

Si se pretendieran realizar modificaciones de los actos legitimados por declaración responsable, se requerirá la presentación en el Ayuntamiento de una declaración complementaria.

No podemos olvidar que los actos de uso del suelo sujetos a declaración responsable podrán ser objeto de **autorización de uso excepcional en suelo rústico** o autorización de uso provisional en suelo urbano no consolidado y suelo urbanizable, en los mismos términos que los actos sujetos a licencia urbanística y que esta autorización debe tramitarse y resolverse previamente a la presentación de la declaración responsable.

Los días 5 y 6 de abril se celebran en Zamora unas jornadas sobre licencias en las que se tratará en profundidad temas relacionados con este asunto, y donde intentaremos buscar soluciones a las problemáticas que allí se planteen para, posteriormente trasladarlas a las Administraciones, en aras de agilizar o por lo menos clarificar los trámites a realizar.

José Luis Hernández Merchán es ingeniero técnico industrial por la Universidad de Salamanca (1992), ingeniero industrial por la Universidad de Salamanca (2004), director de la División Industrial del grupo Inzamac-Tecopy (1993-2007), funcionario de la Diputación de Zamora, jefe de la Sección del Parque de Maquinaria e ingeniero del Servicio de Asistencia a Municipios (desde 2007), y decano del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Zamora (desde 2017)

Habilitación oficial como piloto y operador RPAS reconocido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)

Curso Oficial de Piloto Avanzado de RPAS (Drones)

Especialización en Vuelo Fotogramétrico e Introducción al Sistema LiDAR embarcados en RPAS



Programa desarrollado en colaboración con:



La reciente publicación de la **nueva Ley de Drones (RD 1036/2017)** implica una serie de modificaciones que puedes convertir en oportunidades. Consigue el Certificado Oficial de PILOTO AVANZADO RPAS y obtén tu gran ventaja competitiva.



Por qué realizar este curso

1. Único programa con **1 instructor por cada 2-3 alumnos y especialización en fotogrametría con drones.**
2. Con un módulo de Introducción a **sistemas LiDAR** embarcados en drones donde se explicarán múltiples aplicaciones prácticas de esta tecnología revolucionaria en RPAS.
3. **Aprendizaje individualizado** y personalizado gracias a las ventajas de la formación e-learning.
4. Prácticas de captación de datos en vuelo sobre **escenarios reales** propuestos por los colectivos interesados.
5. Planificación de rutas para vuelos fotogramétricos: **aplicación práctica a la minería.**
6. Instrucción en los sistemas de programación de vuelos más utilizados en el entorno profesional.
7. Uso práctico de distintos sensores instalados en RPAS de cualquier segmento de peso por debajo de 25Kg MTOW.
8. **Inmersión en el uso profesional de los RPAS** como herramienta de alta capacidad y sus posibilidades en tareas de inspección, producción y actividad minera.

Formación Oficial

- **Formación Teórica Básica** RPAS (50h)
Curso e-learning con examen presencial.
- **Formación Teórica Avanzada** RPAS (10h)
Curso e-learning con examen presencial.
- **Práctica Oficial Completa.**
Prácticas de vuelo de 4 horas, clase teórica sobre aspectos prácticos de la aeronave y prueba final de pericia.

Formación de Especialización

- **Especialización en fotogrametría con drones**
Curso e-learning (10h) con prácticas de captación de datos en vuelo.
- **Introducción al Sistema LiDAR**
Curso e-learning (10h) y 2h de clase presencial.



Modalidad: e-learning



Fecha inicio: 21/03/2019
(Fecha admisión: 14/03/2019)
Fecha fin: 26/06/2019



Con el apoyo docente de reconocidos **expertos en la materia**



Acceso a la biblioteca inteligente profesional **Smarteca**



Prácticas de vuelo en Madrid, con la posibilidad de realizarlas en todo el territorio español para grupos reducidos de alumnos (solicitar información al respecto).



Potencia tu Networking



Certificado Oficial de PILOTO AVANZADO RPAS

Precio Total

~~1.845€~~

Precio Ingenieros Colegiados

(30% descuento)

1.291,5€

Precio especial 30% de descuento para ingenieros colegiados, precolegiados y universitarios de último año de carrera.

Infórmate ahora

Para más información así como para formalizar la matrícula, pueden ponerse en contacto con **Luís Antonio Durán**, en el teléfono **699 49 77 51**, o por e-mail **aduran@wke.es**

Engineidea, la plataforma participativa de la UAITIE

Engineidea.es es la plataforma de innovación participativa de la UAITIE que permite a las empresas, instituciones y administraciones públicas presentar desafíos asociados a la innovación y la sostenibilidad.

Los retos son planteados a la comunidad en línea de ingenieros, quienes plantean propuestas, ideas y soluciones creativas, motivados por incentivos económicos y/o laborales.

Esta plataforma basa su método de trabajo en el crowdsourcing, una fórmula de colaboración abierta participativa, que consiste en externalizar tareas y realizar proyectos a través de comunidades masivas profesionales. Se hace un llamamiento, más o menos abierto, a una comunidad para solucionar un problema a través de la colaboración o competición. De manera que se consiguen más y mejores soluciones, en menos tiempo y esfuerzo, tanto por parte del cliente como de los proveedores.

Retos resueltos en la Plataforma

Retos industriales: “Eliminación del ruido por impacto en contenedores de vidrio”

Este desafío industrial, ha permanecido abierto hasta el pasado 21 de mayo y fue promovido por la Asociación de Cáceres, la AITICC (Asociación de Ingenieros Técnicos Industriales de Cáceres), con el objetivo de encontrar ideas innovadoras que abordasen los problemas de ruido por impacto en los contenedores de vidrio.

Tras analizar las soluciones al reto, el comité evaluador de la AITICC falló en otorgar, un 1er premio de 1.000€ a Roberto Sobrino Ontoria, colegiado del Colegio de Cantabria, y un accésit de 250 € por la calidad de sus soluciones a Marcelino Miranda, colegiado del Colegio de Madrid.

Retos sociales: “Medidas tecnológicas innovadoras para favorecer el ahorro de agua” y “Medidas innovadoras para reducir la contaminación”

Los desafíos sociales se encuadran dentro de “Engineidea Social”, sección de la plataforma que recoge aquellos retos sostenibles promovidos por entidades públicas y entidades sin ánimo de lucro, que tienen como únicos beneficiarios la sociedad. Los retos sociales que fueron abiertos en Engineidea establecían dos concursos de ideas. El primero de los retos, se enfocaba en medidas para favorecer el ahorro de agua, y el segundo, buscaba medidas innovadoras de reducir la contaminación. Estos concursos de ideas



Patrocina:



Colabora:



determinaban como requisito una demostración de la viabilidad tanto técnica como económica de la solución aportada.

En el reto de “Medidas tecnológicas innovadoras para favorecer el ahorro de agua”, tras analizar las distintas soluciones, el comité evaluador de la UAITIE falló en otorgar, como ganador de un premio de 500 €, a Jorge Gómez Olmeda, colegiado del Colegio de Cáceres.

En el reto de “Medidas innovadoras para reducir la contaminación”, tras analizar las distintas soluciones, el comité evaluador de la UAITIE falló en otorgar, como ganador de un premio de 500 €, a Santiago Yanes Díaz, colegiado del Colegio de Santa Cruz de Tenerife.

Taller “Mujer ingeniera y directiva”

Un gran número de ingenieras e ingenieros se dieron cita el pasado 20 de

diciembre con motivo del Taller para el fomento de la “Mujer Ingeniera & Directiva”. El evento patrocinado por el Ayuntamiento de Madrid, abordó la diversidad de género en nuestra profesión y en los órganos de gobierno institucionales.

La jornada estuvo dirigida por mujeres líderes de nuestra Institución y profesión: la decana de Badajoz, Vicenta Gómez Garrido; la decana de Sevilla, Ana M^a Jáuregui; la decana de Valencia, Angélica Gómez; quienes junto a Sara Gómez, consejera de la Real Academia de la Ingeniería y directora del proyecto “Mujer e Ingeniería”, coordinaron una brillante jornada. Finalmente se mantuvo una mesa redonda con los más de 40 asistentes al taller, para mantener un intercambio de ideas con el fin de fomentar la presencia de la mujer en la profesión y en nuestra institución.



Forensis

Luis Francisco Pascual Piñero

No por conocido, o mejor escuchado, deja de ser oportuno hacer memoria de lo que realmente comprende y/o representa esta expresión, así como su significado real y aplicación en la ingeniería.

Concepto, expresión, término o vocablo este, *forensis*, latino, que ha derivado al español en *forense*, con distintas acepciones definidas por la Real Academia Española (RAE), todas relacionadas con la locución *foro*, también latina, en clara referencia a las actividades desarrolladas en el antiguo foro romano.

La RAE define forense como adjetivo perteneciente al foro y este como el lugar en que los tribunales actuales escuchan y dictan sentencias sobre diversas causas (cosas, procedimientos); pero también define este término como el lugar en que se debaten diversas cuestiones por especialistas (expertos) ante un auditorio interesado.

El foro, lugar público de encuentro por excelencia de la vida romana, situado en el centro geográfico, lo que permitía un acceso fácil y cómodo de los ciudadanos, era plaza en que se desarrollaban múltiples actividades cívicas, administrativas, religiosas, políticas, mercantiles, y no solo estas, sino también judiciales, ya que el *prætor* celebraba allí los juicios y era donde los comerciantes realizaban sus negocios.

Tradicionalmente, con no demasiado acierto, mejor dicho precisión, se ha relacionado siempre el adjetivo *forense* (*forensis*) con la medicina por causas perdidas en el tiempo, aunque como bien sabemos no solamente corresponde o pertenece a esa parte del saber, sino a muchas otras como la abogacía, la arquitectura, la ingeniería en todas sus ramas y los cuerpos y fuerzas de seguridad, además de otras profesiones.

Puede parecer a algunos demasiada retórica, pero solo es favorecer el acceso y comprensión a bastantes que no lo conocen, y que sepan que hay un área de actividad en la ingeniería técnica industrial, en otras ramas de la ingeniería y también en otras profesiones, no solo en la medicina, que actúan en diversos ámbitos forenses (judicial, privado, seguros,

administrativo, social-laboral y sistemas alternativos de resolución de conflictos [SARC]) con diferentes campos de actuación (industria, comercio, servicios, productos, seguridad, propiedad, etc.) y distintas materias forenses: maquinaria, instalaciones, propiedad industrial, vehículos y sus averías, edificaciones industriales y terciarias y un amplísimo abanico de acciones y actuaciones posibles para el ingeniero técnico industrial forense y de posibilidades de desarrollo profesional.

Hay un área de actividad en la ingeniería técnica industrial que actúa en diversos ámbitos forenses, como el judicial, privado, seguros, administrativo, social-laboral y sistemas alternativos de resolución de conflictos

Como puede apreciar el lector esta área de actuación forense nuestra, que por tiempo ha sido considerada no marginal, ni residual, pero sí secundaria, ha pasado en los últimos años, desde el inicio de este siglo XXI, a tener una más que considerable importancia, muy a pesar que algunos enfáticos desconocedores de la actual realidad no quieran reconocerlo.

Porque, aun sin existir unos datos exactos, sí hay muchas estimaciones con elevada probabilidad de exactitud que nos sitúan a los ingenieros técnicos industriales forenses entre el 6% y el 8% del total de miembros colegiados de nuestra profesión, lo que nos lleva a 4.500-6.000 colegiados. Es una cifra más que respetable, pues se cree que haya más profesiones con estas cifras.

Siguiendo este razonamiento y teniendo en cuenta que la estimación, de alta probabilidad, de ingenieros técnicos

industriales actualmente en España se sitúa entre los 200.000 y los 240.000, aplicados aquellos mismos porcentajes sobre estas cifras estimadas y corregidos los resultados con la exclusión del 5% de jubilados y otro 5% en situación de desempleo (cifras ambas extrapolables del último barómetro), se llega a una cifra de ingenieros técnicos industriales forenses totales entre los 10.800 y los 17.300. Esta cantidad bien se podría mediar al tercio menor para llegar a casi 13.000 entre colegiados y no colegiados¹.

La globalización, que nosotros debemos entender como internacionalización pues no es más que eso (dejemos los sensacionalismos para otras páginas de color diferente) ha hecho que empecemos a entender la necesidad de al menos cumplir las normas dictadas desde la Comunidad Europea, y hoy en ella hay un muy claro apoyo hacia la transnacionalización profesional como clave para lograr un espacio único, también en el área de acción forense.

Porque, aunque hoy los movimientos principales están desarrollándose en el ámbito judicial, lo cual beneficia también a los SARC (en inglés, ADR) y, por ende, a nosotros, pues parte de nuestro colectivo está preparado, y bien preparado, en mediación, el principal sistema alternativo al que se pretende apoyar y desarrollar desde nuestros estamentos judiciales y desde Europa.

La adecuación y actualización de nuestras designaciones, denominaciones o nombres ha pasado por un sinfín de etapas en el tiempo, porque cuando se inicia la ingeniería como tal, aparece ya su área forense, aunque designada de otra forma, pericial, pues el devenir inevitable de problemas en las obras de ingeniería, en sus proyectos e incluso en sus reparaciones y revisiones, trajo ya desde el principio la necesidad de inspección y dictamen por parte de un perito conocedor experto en la materia objeto de la pericial.

Perito es el nombre por el que se nos ha conocido desde hace tiempo, desde prácticamente el principio antes citado,



Los seguros constituyen uno de los ámbitos forenses. Foto: Shutterstock.

por el que hoy aún se nos conoce y reconoce ahora ya no solo aquí, sino también en la Comunidad Europea. Hoy precisamente el reconocimiento de fuera nos viene por asimilación a su designación, la de experto, como conocedor de la materia de pericia.

El reconocimiento es fruto del trabajo y del cumplimiento de premisas claras de actuación, así como del estricto cumplimiento de las muy necesarias e imperativas objetividad, imparcialidad y veracidad, junto con razonamiento y claridad en la exposición realizada, haciendo ver capacidades y habilidades.

Bueno, y si nos remontamos a los orígenes, precisamente por nuestra formación generalista, el perito era un experto muy genérico, en su aspecto más amplio, pero hoy las nuevas técnicas y tecnologías han hecho ya que la especialización, aun en diversos campos y materias, sea más que necesaria imprescindible para el perito como experto, pero sin perder el generalismo.

Por ello, la formación genérica del experto/perito en general y del ingeniero técnico industrial forense en particular es precisa para iniciar la andadura profesional en esta reconfortante e interesante actividad profesional en la ingeniería, como formación inicial. De igual modo,

Perito es el nombre por el que se nos ha conocido desde hace tiempo, desde prácticamente el principio, y por el que hoy aún se nos conoce y reconoce ahora ya no solo aquí, sino también en la Comunidad Europea

la actualización y la especialización del experto forense como parte de su formación continua son el pasaporte para acreditar sus conocimientos y que se reconozcan sus habilidades.

Hace unos años, cuando empecé en esta actividad pericial forense, que me ha llenado profesional y anímicamente, hasta llegar a amarla y sentirme realizado con ella, no muchos, algo más de 30, nuestras corporaciones profesionales tenían departamentos, llamados entonces de periciales, y en otros casos secciones periciales y nos proporcionaban formación básica.

Hoy, entre otras muchas cosas, también hemos perdido, junto a convivencia,

normas, valores, etc., esa parte importante necesaria para la supervivencia en el mundo globalizado que está viniendo al área forense, la formación; porque no hay que olvidar que precisamente nosotros somos un colectivo de la actualización continua, por las continuas modificaciones y novedades que en legislación y normativa nos afectan y que se producen con una excesiva proximidad y rapidez, sin tiempo a veces a digerir lo anterior.

No quisiera que estas líneas y palabras más, emitidas desde la profunda experiencia que da el tiempo, pudieran hacer que algún lector, inicialmente interesado o predispuesto a esta actividad nuestra, la apartara de su mente. Nada más lejos de mi intención; al contrario, ya he señalado que para mí ha sido y es todavía una experiencia gratificante, pero considero que honestamente es justo y necesario decir la verdad y no ser deshonesto.

Notas

¹ Es preciso señalar aquí que en algunos ámbitos forenses, como el de seguros sobre todo, la incidencia de colegiación es mínima, estimada incluso en el 40% o menos de los actuantes en dicho ámbito.

Luis Francisco Pascual Piñeiro es Ingeniero técnico industrial forense.

José María Cortés Díaz

Profesor de Seguridad e Higiene del Trabajo en Ingeniería Técnica Industrial y de formación superior en Prevención de Riesgos Laborales de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla

“A la profesión de técnico superior de prevención corresponde titulación de grado”

La prevención de riesgos laborales constituye una punta de lanza para la Ingeniería Técnica Industrial, y es que son numerosos los profesionales que se dedican a este campo, tan importante para la competitividad y la productividad de las empresas e industrias.

José María Cortés Díaz lo sabe muy bien, pues lleva toda una vida dedicada a la prevención, hasta su jubilación en 2011. La docencia ha centrado principalmente su actividad profesional, como profesor titular del departamento de Ingeniería y Ciencia de los Materiales y del Transporte en la Escuela Politécnica Superior (EPS), de la Universidad de Sevilla, a la que continúa vinculado desde hace más de cincuenta años. Además, ha sido galardonado en numerosas ocasiones; la última vez con el Premio Prevencionar 2018 a la Trayectoria Profesional.



José María Cortés Díaz

Conociendo su trayectoria profesional, ¿cómo se explica que un profesor de materiales haya terminado tan relacionado con el mundo de la prevención?

Tras concluir los estudios de perito industrial realicé un curso superior para la formación de expertos en seguridad en el Instituto Nacional de Medicina, Higiene y Seguridad en el Trabajo de Madrid (1968), y simultáneamente accedí como profesor en la EPS; lo que facilitó mi contratación por el recién creado Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (PLANHISSET) y, posteriormente, asumí la docencia de la asignatura de Seguridad e Higiene del Trabajo.

¿Qué aspectos destacaría de su línea profesional en el campo de la prevención?

Haber sabido relacionar los materiales, con los procesos de fabricación y la seguridad en los mismos y en la EPS, haber incluido una asignatura obligatoria de Ingeniería de la Prevención, además de la optativa de Seguridad e Higiene en el Trabajo, y un título de máster universita-

“A partir de la LPRL, la profesión de técnico superior de prevención se encuentra abierta a todas las titulaciones”

rio en Seguridad Integral en la Industria y Prevención de Riesgos Laborales, con el que se introduce la prevención en la Universidad de Sevilla.

Además de la formación inicial recibida y la adquirida posteriormente en el INSHT, ¿cuál ha sido su formación académica en esta materia?

Tras cursar los estudios de máster en Seguridad y Salud en el Medio Ambiente de Trabajo en la Universidad Pontificia de Salamanca (1997) y de máster universitario en Prevención de Riesgos La-

borales, en las universidades de Sevilla (2005) y Politécnica de Valencia (2007), realicé en la UPV los estudios de doctorado dentro del programa de tecnologías para la salud y el bienestar (2009).

La gran empresa aún recuerda la figura del técnico de seguridad, ¿qué podría decirme de esta figura preventiva y si realmente existe alguna referencia en la normativa española?

Con la aprobación de la Ley de Accidentes de Trabajo de 1900 y el Reglamento general de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 1940, surge la necesidad de esta figura preventiva. Pero no sería hasta la creación de los Servicios Médicos de Empresa (SME), en 1956, y su posterior desarrollo, en 1959, cuando aparecen las primeras referencias expresas a la figura del técnico de Seguridad al que se le asignan, entre otras, las funciones de proyectar las medidas preventivas derivadas de los estudios higiénicos de la industria y de colaboración con el médico de empresa, en la investigación de accidentes de trabajo y el cumplimiento de las funciones relacionadas con la seguridad industrial. La posterior normativa sobre los Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1971) incluyó, en su composición, al técnico con mayor grado especialista en Seguridad en el Trabajo (conocido también como ingeniero de seguridad).

Existiendo referencias al técnico de seguridad, ¿cómo no se regularon sus funciones y la forma de acceso a la correspondiente cualificación?

La importancia de la medicina del trabajo en épocas pasadas y la asignación a los médicos de empresa, por el decreto de reorganización de los SME y su posterior reglamento, de las funciones de protección frente a los riesgos genéricos o específicos del trabajo, en defensa del “bienestar” de cuantos forman la comunidad laboral (incluyendo entre estas las

relativas a la higiene de la industria y a los accidentes del trabajo), dejaron sin posibilidad de asignar estas funciones a los técnicos de seguridad.

¿Cómo es posible que durante más de tres décadas no fuese posible el desarrollo normativo de esta figura preventiva?

Existieron ocasiones en las que se pudieron regular las funciones correspondientes a los técnicos de seguridad. La primera tras la aprobación de la Ley de Bases de la Seguridad Social de 1963, y su posterior texto articulado, donde se recoge expresamente el establecimiento obligatorio de los Servicios de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y los sistemas de titulación y especialización de sus componentes. Con este propósito, entre otros, se creó el PLANHISSET para formar especialistas en Higiene y Seguridad en el Trabajo, de nivel superior y medio, y crear e implantar los servicios de seguridad en las empresas. Se estableció el Plan de estudios del Técnico de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1981), abortado por intereses no confesables, a partir del cual se podría haber instaurado una titulación, ya por entonces demandada.

Con la aprobación de la Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales (LPRL), podría decirse que aparece en el mercado laboral la figura del técnico de prevención, pero, ¿se trata realmente de una nueva profesión?

Si bien para la mayoría de las personas se presenta como una profesión nueva surgida de la LPRL y su posterior desarrollo por el Real Decreto 39/1997, sobre el Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP), la figura del técnico de seguridad ya venía siendo una necesidad en las grandes empresas de los sectores de obras públicas, siderúrgico, naval, automoción, etc., que desde los últimos años de la década de los sesenta comenzaron a incorporar en sus esquemas organizativos. Lo que sí podría decirse es que con la entrada en vigor del RSP irrumpió con fuerza en el mercado laboral una nueva profesión, denominada de técnico de prevención, y con las funciones de nivel intermedio y superior asignadas por los artículos 36 y 37 del citado reglamento, respectivamente, con cuatro especialidades para el nivel superior: Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial, Ergonomía

y Psicología Aplicada, y Medicina del Trabajo.

Si bien la figura del técnico de seguridad era conocida por su carácter eminentemente técnico, ¿qué podría decirse en este sentido sobre la nueva profesión de técnico superior de prevención?

Dado el nuevo enfoque de la prevención derivado de la LPRL y la consiguiente ampliación de las tradicionales técnicas de seguridad e higiene, con la incorporación de las nuevas especialidades de ergonomía y psicología aplicada, y la introducción del concepto de “empresa saludable”, se está produciendo un importante cambio en la concepción de la nueva profesión para la que se está generalizando, a mi criterio de forma desafortunada, el término “prevencionista”.

En el campo de las titulaciones técnicas estamos familiarizados con el concepto de profesión regulada. ¿Podría decirse lo mismo de las nuevas profesiones de técnico de prevención?

Si bien los titulados técnicos conocen el significado de profesión regulada, no ocurre lo mismo con las nuevas profesiones de técnico de prevención incluidas por el Real Decreto 1837/2008, entre las profesiones y actividades a efectos de aplicación del sistema de reconocimiento de las profesiones reguladas, como técnico superior de Prevención de Riesgos Profesionales (nivel intermedio) con nivel de cualificación 3, y de técnico en prevención (nivel superior) con nivel de cualificación 4.

¿Cómo es posible que después de una década en la que el técnico superior de prevención fue incluida como nueva profesión regulada, aún no esté considerada como tal a todos los efectos?

Según el citado Real Decreto de profesiones reguladas, estas no pueden considerarse como tal hasta que el legislador no regule sus atribuciones profesionales, y el Ministerio competente establezca los requisitos (directrices) para el diseño y/o verificación del título oficial que habilite para el ejercicio de la profesión. Por ello, si bien la profesión de técnico superior de Prevención de Riesgos Profesionales (nivel intermedio) se considera una profesión regulada a todos los efectos, al contar con las

correspondientes enseñanzas mínimas establecida por el Gobierno mediante el Real Decreto de creación como CFGS en Prevención de Riesgos Profesionales, habilitante para el desempeño de la profesión, no puede decirse lo mismo de la profesión de técnico de prevención (nivel superior).

Si todas las ingenierías técnicas son profesiones reguladas, ¿podría decirse lo mismo de la nueva profesión de técnico superior de prevención?

Todas las profesiones de ingeniería técnica se encuentran incluidas entre las de nivel de cualificación 4, y cuentan con las correspondientes titulaciones universitarias oficiales de grado que habilitan para el ejercicio de la profesión, implantadas a partir de las correspondientes órdenes de requisitos (directrices) para su verificación. Lo que no ocurre para la profesión de técnico de prevención (nivel superior), que si bien figura incluida en el mismo grupo y con igual nivel de cualificación, no cuenta con orden de directrices para la elaboración del correspondiente título habilitante.

La situación actual, generalizada como titulación de máster con acceso desde cualquier titulación de grado, y con la posibilidad de obtener todas las especialidades preventivas, con independencia de la titulación de acceso, supone a mi criterio una total incongruencia, ya que esta titulación está reservada en la normativa para las profesiones reguladas de nivel de cualificación 5, y con acceso único desde determinados grados, y en la que sí tendría encaje los másteres de especialización con acceso desde grados concretos, a semejanza de la especialización en Medicina del Trabajo.

A lo largo de la entrevista no se ha hecho ninguna referencia a su Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Sevilla. ¿Cuál ha sido su vinculación con el mismo?

Sólo con decirle que el pasado año recibí la distinción por cumplir los 50 años de profesión, que ostento la distinción de Socio de Mérito de la UAITIE, he sido galardonado con el Premio Martínez Montañés, y además he sido vocal de su Junta de Gobierno, creo que está todo dicho. Tenga en cuenta que, salvo excepciones, todos los integrantes de mi Colegio han sido antiguos alumnos y siempre me he sentido como en casa.



BARCELONA

>> Advanced Factories apuesta por la Inteligencia Industrial en su edición 2019

Advanced Factories es, por excelencia, el encuentro anual de los líderes industriales. Año tras año, reúne a las empresas pioneras y más innovadoras en automatización industrial, robótica, máquina-herramienta y digital manufacturing, junto con las tecnologías que permiten impulsar la competitividad industrial gracias a nuevos modelos de negocio, nuevos procesos de producción y la implantación de la Industria 4.0.

La feria tiene una duración de tres días y de nuevo, y por tercer año consecutivo, volverá a convertir a la ciudad condal en la capital europea de innovación industrial con su edición de 2019, que tendrá lugar del 9 al 11 de abril en el Centre de Convencions Internacional de Barcelona. Pondrá su foco en las tendencias más innovadoras que están revolucionando el sector a pasos acelerados, y aportará una visión global de todas las soluciones entorno a la mejora de la competitividad industrial. Esa suma de soluciones tiene que ver con la automatización industrial, la digitalización industrial y la implantación de la industria 4.0, y las tecnologías aplicables al sector industrial.

El objetivo de Advanced Factories es sensibilizar a los empresarios y profesionales del sector industrial manufacturero sobre cómo mejorar su competitividad y hacer frente a los retos de la era digital. Tal y como lo indica su propio director general, Albert Planas, "las plantas industriales tienen que abrazar tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial o el internet de las cosas, como lo hicieron al final de la década pasada con los sistemas de automatización o la robótica, es decir, la combinación de la automatización industrial, el digital manufacturing y la industria 4.0". De ahí que todas las empresas que quieran optimizar sus procesos de producción, deben apostar por la mejora continua y adaptarse a los nuevos paradigmas tecnológicos, en busca de las soluciones y equipos que les permitan desarrollar sistemas de fabricación altamente avanzados.

De este modo, Advanced Factories presentará de nuevo todas las soluciones que ayudarán a la industria manufacturera a mejorar su competitividad; lo último en máquina-herramienta, robótica o automatización industrial, junto a las nuevas tecnologías cada vez más relevantes para el sector como la inteligencia artificial, blockchain, machine learning o el 3D printing, pasando por todo tipo de software de producción

y sistemas PLC. Desarrolla 3 escenarios, 8 foros verticales, y 4 ejes temáticos en los que reúne a más de 170 ponentes para compartir sus casos de éxito y experiencias, desde la fabricación aditiva o el IoT en la industria y la analítica de datos industriales hasta las aplicaciones, las plataformas digitales o la realidad virtual y aumentada.

Paralelamente, se celebra el *Industry 4.0 Congress*, el mayor congreso europeo sobre innovación industrial en el que expertos de primer orden internacional dan las claves para implementar nuevos modelos de negocio, y profundizar en las tendencias tecnológicas más punteras alrededor de la industria avanzada.

Sin duda, se trata de una cita ineludible para cualquier empresario o ejecutivo del sector industrial, tal y como lo demuestran todos los eventos que la rodean. Tal es el caso del *Leadership Summit*, un almuerzo con los líderes industriales del sector; el *Talent Marketplace*, en el que se dan a conocer las demandas de talento para cubrir nuevos puestos de trabajo relacionados con la Industria 4.0; el *CIO's Summit*, que agrupa diferentes conferencias dirigidas a los responsables de IT, ya que deben desempeñar un papel fundamental junto al director de producción en esta etapa. A ellos hay que añadir el *Factory Innovation Theatre*, un espacio en el que se presentan las últimas innovaciones protagonizadas por sus expositores, o su particular *Welcome Party*, un espacio más de networking en un ambiente distendido. Y por supuesto, la Gala de entrega de los premios *Factories of the Future Awards*, que reconocen la labor y excelencia en la industria manufacturera.

HANNOVER

>> El gran escaparate de la tecnología industrial regresa a Hannover Messe 2019

Del 1 al 5 de abril tendrá lugar Hannover Messe, la feria que lleva el mismo nombre de la ciudad alemana en la que se celebra, y que es el principal mercado para tecnologías punteras, materiales e ideas. Se trata de la mayor muestra industrial del mundo, donde los usuarios encontrarán toda la gama de innovaciones técnicas a lo largo de toda la cadena de valor, desde los componentes industriales hasta la automatización de la fabricación. En ella, se descubrirán todas las novedades para la industria, especialmente las nuevas tendencias de Industria 4.0 y las soluciones de la inteligencia artificial.

Sin duda, Hannover Messe es uno de los eventos punteros en el país germano, que se viene celebrando desde hace



60 años, y se distribuye en 27 pabellones del Deutsche Messe AG Hannover.

La exposición reúne ocho importantes ferias en un solo lugar y permite, por tanto, la interacción e integración entre distintas industrias y ámbitos de aplicación. Hannover Messe ofrece automatización de procesos industriales, producción y automatización de edificios, una amplia gama de tecnologías energéticas, y software industrial y de servicios. En ella se congregarán seis ferias comerciales: Integrated Automation, Digital Factory, Integrated Energy, Industrial Supply, Research & Technology y ComVac.

En este evento, los usuarios de tecnología podrán obtener una visión general rápida, pero impresionantemente completa de los muchos grupos de materiales ligeros y aplicaciones disponibles para ellos, incluyendo información general y personalizada. Y es que "la construcción ligera será un tema muy importante en la feria de esta edición", en palabras de Olaf Daebler, director global de suministro industrial de Deutsche Messe para Hannover Messe. También habrá una visita guiada por la feria, cuya temática será "Tecnologías ligeras en aplicaciones industriales".

FRANKFURT

>> La próxima edición de Techtextil concentrará la mayor oferta de textiles técnicos y de high-tec para prendas

Techtextil es la mayor muestra internacional de textiles técnicos y no tejidos del mundo. El certamen es precursor en soluciones técnicas innovadoras para la industria, la investigación y el comercio. A nivel global concentra la mayor oferta de textiles técnicos y de tejidos *high-tec* para prendas y todas las áreas de aplicación. Se celebrará el próximo mes de mayo, desde el 14 al 17, en la ciudad alemana de Frankfurt.

Techtextil invita a descubrir los últimos avances internacionales y a establecer nuevos contactos comerciales en un ambiente de trabajo profesional y dinámico. El nuevo Techtextil Forum, que se celebrará durante la feria, es un espacio profesional de conferencias para el intercambio de información, conocimientos y claves en torno a este mercado.

El incremento de participantes en cada edición demuestra en qué medida los textiles técnicos son un sector en expansión, y se emplean progresivamente en amplios campos de la industria. Más de 1.470 expositores de 55 países, incluyendo los líderes del mercado, y 33.670 visitantes de 104 países, convierten a Techtextil en la cita de referencia internacional para el sector.

DALLAS

>> Solidworks World 2019 presentó la nueva plataforma de aplicaciones 3DEXperience

La 21ª edición de Solidworks World 2019 congregó, del 10 al 13 de febrero, en el Centro de Convenciones Kay Bailey Hutchison de Dallas, a un buen número de diseñadores,

ingenieros y usuarios de Solidworks de todo el mundo, en un evento organizado por Dassault Systèmes, y donde más de 6.000 personas y 100 socios asistieron a la gran inauguración del evento.

Durante el primer día se presentó 3DEXPERIENCE.WORKS, un nuevo portfolio de aplicaciones industriales en la plataforma 3DEXperience, que está adaptado para las necesidades de los clientes de Solidworks, y de pequeñas y medianas empresas de todo el mundo. 3DEXPERIENCE.WORKS combina la colaboración social con el diseño, la simulación y las capacidades de ERP para fabricantes en un solo entorno digital para ayudar a las empresas en crecimiento a ser más creativas, eficientes y receptivas en el renacimiento que está viviendo actualmente la industria.



Presentación de 3DEXPERIENCE.WORKS, por cortesía de Dassault Systèmes.

CHICAGO

>> Automate 2019 descubrirá las nuevas tecnologías en la automatización de procesos en la industria

Automate 2019 tendrá lugar en el McCormick Place de Chicago del 8 al 11 de abril. Se trata de la feria más grande de América del Norte dedicada a la automatización con las principales tendencias de la industria, la tecnología de vanguardia y la innovación empresarial. Organizado por la Asociación para el Avance de Automatización (A3), Automate alberga muchos de los principales fabricantes de la industria e integradores de sistemas de robótica, visión artificial, la metrología, software, seguridad, control de movimiento y motores.

Automate 2019 explorará cómo la automatización asegura el éxito de una empresa, en un mundo tecnológicamente de ritmo acelerado donde la inteligencia artificial (IA), robots de colaboración (cobots), visión artificial y otras innovaciones están cambiando rápidamente la dinámica de fabricación actual.

En esta feria y conferencia, que se celebra cada dos años, se incluyen ejemplos de cómo las últimas soluciones innovadoras de automatización, robots incluidos, visión artificial y control de movimiento pueden resolver los desafíos del mundo real. Asimismo, pequeños grupos de discusión cubren una amplia variedad de temas importantes para la industria de la automatización.

Seguridad y Salud en el Trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales (Edición para Latinoamérica)

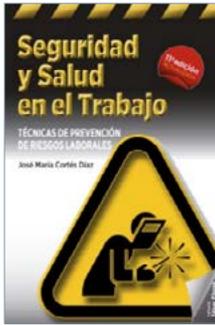
José María Cortés Díaz

Editorial Tébar Flores. 860 págs.

ISBN 978-84-7360-612-7

José María Cortés Díaz es Doctor en Tecnologías para la Salud y el Bienestar (Universidad Politécnica de Valencia), Ingeniero Técnico Industrial (Universidad de Sevilla), European Engineer Eur. Ing (FEANI), Máster en Seguridad y Salud en el Medioambiente de Trabajo (Universidad Pontificia de Salamanca) y Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales (Universidad de Sevilla y Politécnica de Valencia). Durante años ha sido Profesor Titular de la Universidad de Sevilla y Técnico de Prevención del INSST.

En esta obra (11ª edición actualizada para Latinoamérica) se aborda de cerca el hecho de que el trabajo constituye una parcela esencial en nuestras vidas, no solo por el tiempo que acapara en nuestro día a día, sino también por las implicaciones personales, físicas y mentales que conlleva su desarrollo. Por ello, hace décadas que las Administraciones comenzaron a regular las especificaciones de Seguridad y Salud que toda empresa y trabajador deben aplicar en el ámbito laboral. Y es que los costes económicos y, sobre todo, personales de su incumplimiento tienen gran trascendencia. En estos años, la regulación legislativa, los métodos y la concepción general de esta disciplina han cambiado de forma considerable, no solo en España, sino también en México y otros países de América Latina, siendo necesaria la constante adaptación de la normativa y la búsqueda de soluciones para hacer frente a los nuevos riesgos que surgen en el entorno laboral. Combinándose en la obra la rigurosidad legislativa con un marcado carácter pedagógico, para satisfacer las necesidades de formación tanto de alumnos universitarios como de los profesionales especializados en esta materia.



Cuestionarios de autoevaluación y aprendizaje sobre prevención de riesgos laborales

José María Cortés Díaz

Editorial Tébar Flores. 324 págs.

ISBN 978-84-7360-627-1

Como es habitual, la nueva edición (la 11ª) de Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales (publicada también por la editorial Tébar Flores), cuya reseña publicamos en el anterior número de Técnica Industrial, lleva asociada la publicación de su correspondiente texto de Cuestionarios de Autoevaluación y Aprendizaje sobre Prevención de Riesgos Laborales, que ya va por su 5ª edición. Contiene 1.200 cuestiones, con sus respuestas, actualizadas con respecto a la anterior edición para adaptarlas a la normativa vigente y a los contenidos de la nueva edición de la obra a la que complementa.

No se trata de una simple formulación de preguntas sobre prevención de riesgos laborales, sino de la aplicación de toda una metodología de aprendizaje autónomo secuencial, basada en la contestación a las cuestiones formuladas. Para ello se ha tenido en cuenta que en su mayoría puedan ser contestadas tras el estudio del tema correspondiente o, en su caso, tras la consulta de la bibliografía básica oportuna cuando se trata de cuestiones incluidas expresamente con esta finalidad.



CATIA V5. Manual imprescindible

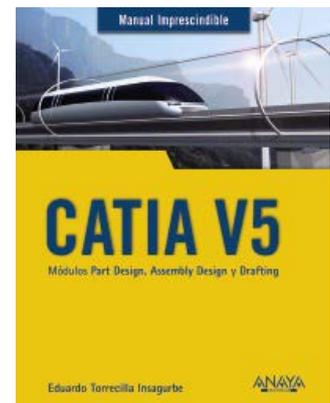
Eduardo Torrecilla Insagurbe

Editorial ANAYA Multimedia. Madrid, 2019, 400 págs.

ISBN: 978-84-415-4045-3

CATIA es el software líder en todo el mundo para la experiencia y el diseño de productos. Esta potente herramienta de ingeniería, fabricación y diseño CAD en 3D, cuenta con más de 150 aplicaciones que ofrecen soluciones variadas a las principales organizaciones de distintos sectores: herramientas para programación de mecanizado, análisis FEM, módulos eléctricos, de tuberías, soldadura, simulación cinemática, estructuras, materiales compuestos, etc. Eduardo Torrecillas ofrece una completa guía en castellano para iniciarse en el diseño en CATIA v5 y poder abordar trabajos de diseño de los productos que vemos y usamos en nuestra vida cotidiana. Sienta las bases del entorno de trabajo de CATIA y profundiza en las herramientas de diseño de sólidos, ensamblajes y creación de planos, pensando en aquellos usuarios que quieren adentrarse en este potente sistema por primera vez.

Con esta obra el lector aprenderá la filosofía de trabajo en CATIA, a desenvolverse por su entorno de trabajo, módulos, área gráfica; profundizará en las funciones fundamentales del diseño basado en geometrías sólidas, en la gestión y creación de ensamblajes de piezas y en la documentación y creación de planos. También se ha incluido una breve introducción al diseño en superficies describiendo las herramientas necesarias para poder integrar sólidos y superficies y poder operar con ellas.

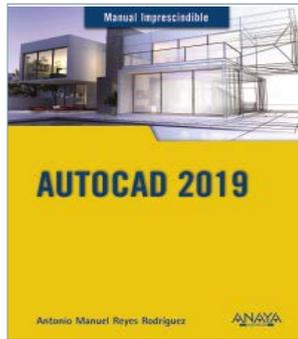


AUTOCAD 2019. Manual imprescindible**Antonio Manuel Reyes Rodríguez**

Editorial ANAYA Multimedia. Madrid, 2019, 416 págs.

ISBN: 978-84-415-4059-0

AutoCAD es el protagonista indiscutible entre las aplicaciones de dibujo técnico para trabajar en proyectos de 'Diseño asistido por ordenador'. Este libro constituye una fenomenal herramienta para adentrarse en el buque insignia de los programas informáticos que los técnicos deben conocer y usar con frecuencia. El aprendizaje de la nueva versión del programa se consigue mediante múltiples ejemplos resueltos de principio a fin con un lenguaje accesible para todos los niveles. Además, el lector experimentado disfrutará con las mejoras de esta versión, así como con los trucos y consejos de uso que aquí se recogen.



Este volumen consigue un aprendizaje gradual, gracias a una cuidada y experta metodología didáctica. Es un libro idóneo para aprender desde cero, para actualizarse desde cualquier versión anterior y también para tenerlo como bibliografía básica de cualquier curso, independientemente de su nivel y duración.

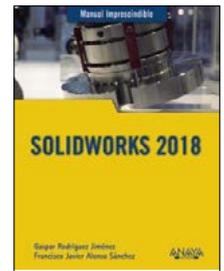
SOLIDWORKS 2018. Manual imprescindible**Gaspar Rodríguez Jiménez / Francisco Javier Alonso Sánchez**

Editorial ANAYA Multimedia. Madrid, 2019, 415 págs..

ISBN: 978-84-415-4064-4

El programa SOLIDWORKS 2018 es una de las herramientas más potentes dentro del diseño y la ingeniería asistida por ordenador (CAD-CAE). En los últimos años se ha posicionado como un pilar del diseño mecánico, por su productividad y fácil manejo.

Con SOLIDWORKS 2018 se diseña con precisión, se crean modelos a través de una interfaz muy amigable y de fácil manejo mediante controles intuitivos. Además, el programa genera información de las piezas o ensamblajes incluyendo dimensiones, tolerancias, anotaciones y tablas. Ayuda a resolver complejos problemas y a validar los modelos mediante SOLIDWORKS SIMULATION, y contribuye al ahorro en los ciclos de diseño, reduciendo considerablemente los costes y el tiempo.



Este libro para el aprendizaje de SOLIDWORKS 2018 está pensado tanto para principiantes como para usuarios avanzados, gracias a las explicaciones teóricas como a sus múltiples ejercicios prácticos, tutoriales e ilustraciones.

CYPECAD MEP 2018. Manual imprescindible**Antonio Manuel Reyes Rodríguez**

Editorial ANAYA Multimedia. Madrid, 2018, 448 págs

ISBN: 978-84-415-3953-2

CYPECAD MEP 2018 permite aplicar la normativa vigente en el mundo de la construcción de una manera progresiva, didáctica y eficiente. Por eso es la referencia indiscutible en muchos países en el diseño prestacional de edificios y en la planificación de sus dotaciones de seguridad.

Esta ambiciosa propuesta editorial abarca el cálculo, dimensionamiento y comprobación de las instalaciones de un pequeño edificio típico de ciudad, resuelto paso a paso, partiendo de unos conocimientos prácticamente nulos. El lector podrá diseñar un edificio desde el principio hasta la redacción semiautomática de su proyecto. Incluye, además, indicaciones muy didácticas para aplicar las últimas versiones del Código Técnico de Edificación y de otras normativas en lo referente a las dotaciones de gas, telecomunicaciones y electricidad, entre otras; así como el análisis de la relación bidireccional con programas BIM (en particular, con Revit).



Con un enfoque plenamente didáctico, cada capítulo explica lo que toca hacer en cada momento del proyecto. Por ello, este libro constituye un temario muy adecuado para cursos de cualquier nivel y duración.

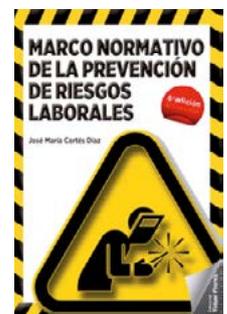
Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales**José María Cortés Díaz**

Editorial Tébar Flores. 484 págs.

ISBN 978-84-7360-628-8

La aparición de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) supuso un punto de inflexión donde se marcaban los deberes y obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales. Sin embargo, con su publicación no concluía la reglamentación en este ámbito, sino que solo se marcaba el inicio de un amplio ordenamiento tanto de integración de la normativa comunitaria, como de las normas complementarias nacionales. Pasaba, así, a ocupar un lugar cada vez más importante en el plano laboral modificando en los últimos años, no solo la ordenación legislativa, sino también los métodos y la concepción general de la disciplina.

Esta 6ª edición de Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales ha sido revisada para adaptar sus contenidos a las modificaciones e incorporaciones legislativas habidas desde la anterior publicación. De este modo, en el marco europeo, se incluye la vigente Estrategia comunitaria 2014-20 y, a nivel nacional, la nueva normativa sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos por exposición a campos electromagnéticos.



El ingenio de Juanelo Turriano

Conocido como el “Arquímedes renacentista”, Juanelo Turriano fue el creador de una de las mayores obras de la ingeniería hidráulica del Renacimiento español: el Artificio de Toledo

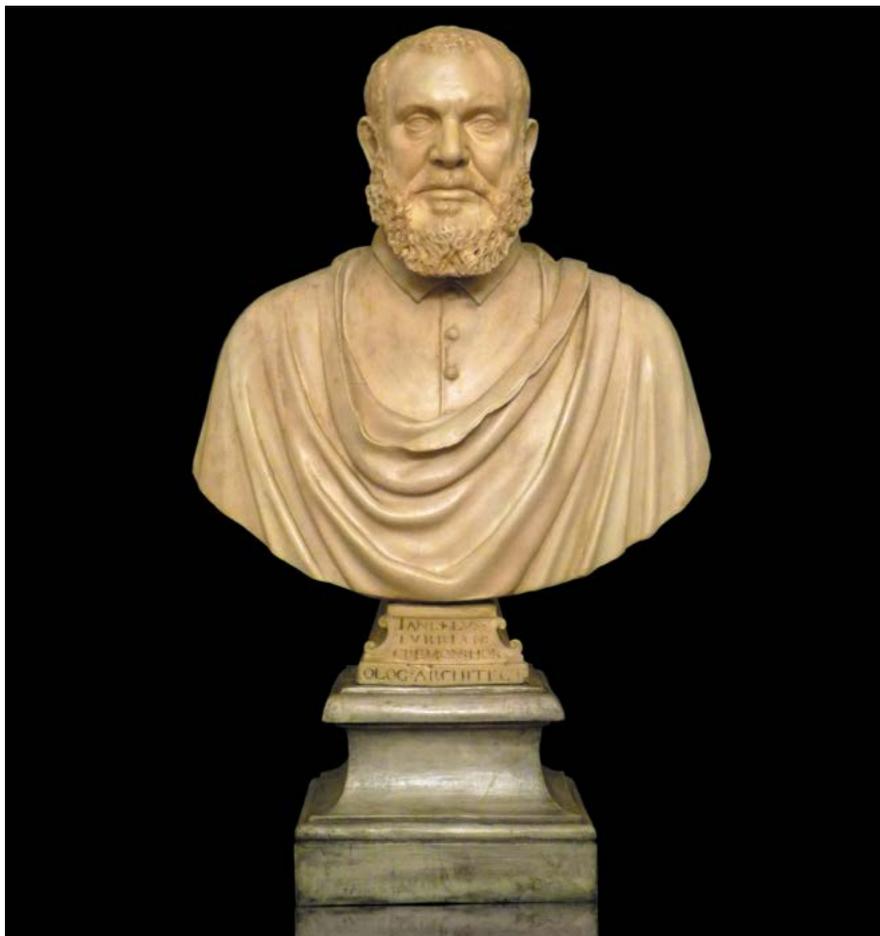
Rosa Lerma y Laura Álvaro

El 28 de septiembre de 1556 desembarcaba en Laredo (Cantabria) una comitiva imperial compuesta por 150 personas tras haber partido, apenas dos semanas antes, desde el puerto de Flessinga (Holanda). El cortejo, encabezado por Carlos I de España (V del Sacro Imperio Romano), contaba con la presencia, entre sus tripulantes, del que sería el creador de una de las mayores obras de la ingeniería hidráulica del Renacimiento y de la historia de la humanidad, Giovanni Torresani (Juanelo Turriano).

Originario de Cremona, en la región de Lombardía, Turriano (1500-1585) tuvo desde pequeño una estrecha relación con el agua y su posible explotación, debido a que su familia era propietaria de dos molinos sobre el río Po. Sin embargo, sería del mecenazgo de Giorgio Fondulo, físico, médico, filósofo, matemático, astrólogo y profesor en la Universidad de Pavia; de quién asumiría la pasión por la ingeniería, las matemáticas y la astrología.

Ya en el 1529, Turriano era un reconocido *magíster* relojero de Cremona, año en el que restauró, para la ciudad, el reloj del Torrazzo. Pero no sería hasta 10 años después cuando, tras trasladarse a Milán, entraría en contacto con la órbita de la corte imperial de Carlos V, al cual conoció personalmente años después en Worms.

Tanta era su fama que Alfonso de Ávalos, gobernador de Milán, le encargó poner en marcha el artefacto astronómico medieval más famoso, diseñado por Giovanni de Dondi en 1348, y que se conservaba en el castillo de Pavia, el Astrario. En esta construcción, que sería un regalo para el emperador, Turriano deja clara su maestría creando un reloj mecánico nuevo superior al diseñado por Dondi, y al que el mismo monarca le pondría el nombre de Planetario. Formado por más de 1.800 piezas y tres muelles que él mismo elaboró a mano, este reloj mostraba las ocho esferas planetarias, marcaba las horas, tanto lunares como solares, y estaba



Busto de Juanelo Turriano. Fuente: Fundación Juanelo Turriano.

decorado con los signos del zodiaco y las estrellas.

Carlos V quedó tan impresionado que le concede una pensión anual de 150 ducados y le encarga una segunda pieza de relojería. El Cristalino, que es como se denominó al nuevo reloj, dejó boquiabiertos a quienes tuvieron la oportunidad de contemplar su esfera de metal cubierta por cristal, que mostraba un zodiaco móvil, y que se convirtió en la comidilla de todas las cortes europeas.

“Alto y abultado de cuerpo, de poca conversación y mucho estudio”, como lo describiría Esteban Garibay, amigo y cronista oficial de Felipe II, Turriano se convirtió gracias a sus creaciones en una de las personas indispensables

del monarca Carlos V hasta el día de su muerte en 1558, tras la cual su hijo, Felipe II, lo nombró Matemático Mayor.

Su obra no solo tuvo eco por toda la geografía italiana, en Mantua, Venecia, Florencia o Roma; sino que también dejó huella en otras tantas localidades españolas, como Yuste, el Escorial o Toledo, ciudad que fue testigo de su obra maestra y que le vio morir, en 1585, en la más absoluta pobreza.

Conocido como el *Arquímedes renacentista*, los más de 20 años que vivió en España le sirvieron para conocer y simpatizar con ingenieros y arquitectos de la talla de Juan de Herrera, quien lo introdujo en algunas de las obras más importantes que se llevaron a cabo du-



Maqueta del *Artificio de Toledo*. Fuente: Fundación Juanelo Turriano.

rante el reinado de Felipe II. Una de ellas fue la del Monasterio del Escorial, donde su experiencia en la construcción de máquinas fue indispensable para el diseño de grúas y de más ingenios utilizados por Herrera para la construcción del edificio. Actualmente, todavía se puede admirar el sello personal de Turriano en los campanarios de la Basílica del Monasterio, diseñados por él mismo.

El autómatas de Toledo

Cerca de la Catedral de Santa María de Toledo se encuentra una calle cuyo nombre rememora al que pudo ser el precursor de los robots actuales: el Hombre de Palo. Por los apenas 100 metros que la componen cuenta la leyenda que, hace casi 500 años, paseaba un autómatas de madera que tenía como misión recoger limosnas.

Dependiendo de quién cuente esta historia, el curioso hombre podría haber recorrido las calles de Toledo aledañas a la Catedral, e incluso llegar más lejos, en busca de donaciones. Existen versiones de algunos cronistas que le atribuyen la propiedad de hacer reverencias o emitir sonidos. Las menos optimistas cuentan que, en realidad, permaneció quieto en dicha calle día tras día, a la espera de recibir alguna ofrenda para que el propio Turriano y su familia pudiesen sobrevivir a la pobreza.

Pero este Hombre de Palo tiene varios predecesores que nacieron, también, de las manos y el talento de este relojero e ingeniero. Durante su estancia en el Monasterio de Yuste junto al monarca Carlos V, construyó diferentes autómatas para la diversión y distracción

del Rey y de su corte, quienes valoraban profundamente dichos artífices.

Entre las hipótesis del porqué no ha sobrevivido ningún dibujo o boceto que explique el funcionamiento de dichas creaciones, se encuentran las que culpan de ello a la Santa Inquisición. Al parecer, los inventos móviles de Turriano no eran del agrado de esta institución, que los comparaban con el "golem" judío. Fuere como fuere, desafortunadamente a día de hoy no quedan escritos fidedignos que muestren la maquinaria de la que estaban compuestos dichos Hombres de Palo, solo leyendas y suposiciones sobre su funcionamiento; así como cuadros que reflejan su existencia.

El Artificio de Juanelo y otros artífices

Si relacionamos a Turriano con la ingeniería, es importante indicar que sus obras más brillantes fueron gracias a sus conocimientos hidráulicos, participando en algunos de los proyectos de obras, en esta área, más relevantes de la segunda mitad del siglo XV español. A pesar de que su invención más prodigiosa fuera el Artificio de Toledo, que comentaremos más adelante, no podemos olvidar que Turriano asesoró durante años a los ingenieros del Rey en la construcción de presas y canales cuando las obras presentaban problemas orográficos que en un primer momento parecían insalvables.

Juanelo también aportó la solución a los impedimentos geológicos para la construcción del azud en la Acequia Real del Jarama. La propuesta consistía en rellenar las oquedades y cavernas

propias de terrenos que son muy permeables con materiales de albañilería. De igual forma sucedió cuando encontró la solución a los corrimientos de tierra que ocurrieron durante la construcción de la Acequia de Colmenar de Oreja.

Tal era su reputación que, cinco años antes de su muerte, contaron con su astucia ante los problemas planteados en la ejecución de la presa de Tibi, cuya construcción puso en regadío 3000 hectáreas de la huerta de Alicante. Como resultado se obtuvo una presa con una novedosa planta en curva tipo gravedad-arco y un talud, aguas arriba, casi vertical con un perfil escalonado, aguas abajo. La altura del muro, unos 43 metros desde el fondo hasta la coronación, supuso la mayor del mundo, y hubo que esperar mucho tiempo a que fuera superada, algo que ocurriría en las construcciones de las grandes presas durante el período ilustrado, allá por los años centrales del siglo XVIII.

Pero si por algo se conoce a Juanelo Turriano es por su directa relación con la ciudad de Toledo. El desnivel existente en el río Tajo a su paso por la ciudad castellano-manchega es de casi 100 metros, por lo que era necesario un invento que contrarrestara este importante problema. Ingenieros alemanes y flamencos fracasaban al intentar salvar mediante máquinas esa inclinación reinante entre el Alcázar de Toledo y el Tajo.

Para poder explicar y demostrar el invento de Juanelo, conviene aclarar que no se conservan apenas rastros de estos artífices, ya que fueron desmantelados alrededor de 1640. Tampoco se conservan los planos de estos proyectos, por lo que es muy difícil saber exactamente qué y cómo sucedió, ya que el único legado de los ingenios que podemos tener es el elogio de escritores, viajeros y demás contemporáneos de Juanelo que incluyeron descripciones y citas indirectas en sus escritos. En realidad, se trata de una ardua tarea la de explicar este artificio, en torno a la cual se sostienen varias teorías.

Se cree que fue alrededor de 1565 cuando Juanelo se instaló de forma definitiva en Toledo y lo hizo para la construcción de sus famosos ingenios. Hasta ese momento residía y trabajaba en Madrid, al servicio de Felipe II. Según la Fundación Juanelo Turriano, terminó dicho ingenio en 1569 para realizar otro segundo entre 1575 y 1581.



Carlos V en Yuste. Miguel Jadraque y Sánchez de Ocaña (1840-1919). En esta recreación, cinco frailes dominicos observan las evoluciones de dos autómatas.

Al parecer, Turriano expuso su propuesta de trasvase a presión atmosférica, diseñada a su costa, y que solo le sería abonada si cumplía con las expectativas que se habían redactado en el contrato.

De las pocas pruebas que constan sobre este artificio, el más importante pertenece al propio Turriano, según el testimonio de su amigo Ambrosio de Morales, que al parecer no vio los artificios, pero sí la pequeña maqueta que Juanelo construyó para convencer al pueblo de la validez de su idea. Posteriormente, el ingeniero de minas Don Luis de la Escosura y Morrogh le intentó dar una explicación, allá por el año 1880, siendo la primera persona en enfrentarse a dicho reto. Sin embargo, contaba con algunas diferencias respecto a la descripción de Morales, correspondiendo la idea de este ingeniero con un sistema de plano inclinado, de pendiente continua, a través del cual se elevaba el agua desde el río Tajo hasta el Alcázar, constituyendo así la primera de las dos teorías vigentes acerca del funcionamiento de las máquinas.

La hipótesis más acertada y compartida por la Fundación Juanelo Turriano fue la pronunciada por el conocido investigador D. Ladislao Reti, que se interesó por la teoría anterior y decidió hacer un estudio más crítico. La presentó en una conferencia en Toledo en 1967,

donde incluso contó con una maqueta elaborada por el artesano D. Juan Luis Peces Ventas, en la que se incluían todas las conclusiones a las que había llegado Ladislao. En resumen, la teoría de Reti sobre el famoso artificio de Juanelo, consistía en un sistema vertical, inspirado en estos torreones de cucharones que elevaban el agua de forma escalonada: el agua ascendía a lo largo de la torre gracias al movimiento del vaivén de las cucharas para luego ser transportada mediante conducciones de latón de una torre a la siguiente. Pudo apoyar su teoría en diversos grabados de la época que ejemplificaban esa elevación realizada de forma escalonada.

Según la Fundación Juanelo Turriano, el funcionamiento del Artificio se realizaba en dos etapas: la primera estaba compuesta por una rueda hidráulica que movía una cadena de cangilones para elevar el agua 14 metros hasta un primer depósito. Es un sistema ampliamente conocido utilizado desde épocas anteriores. Aun así, el primer problema mecánico consistía en la conversión del movimiento circular continuo de la rueda motriz en otro oscilante rectilíneo ejecutado por los tirantes y forzantes.

La segunda etapa estaba constituida por las torres de cazos oscilantes que vierten el agua de uno para conseguir sucesivos incrementos de elevación. Los tirantes y forzantes describen una tra-

El Artificio estaba inspirado en torreones de cucharones que elevaban el agua de forma escalonada

yectoria quebrada siguiendo el perfil del terreno. En la base de cada torre transmiten su movimiento a un mecanismo que lo convierte en oscilante vertical moviendo los cazos arriba y abajo. Además, introduce una pausa para permitir la descarga del agua de los cazos. Este mecanismo también transmite dicho movimiento general oscilante al siguiente módulo de tirantes y forzantes ajustándose, cuando es necesario, a los cambios de pendiente. El contrapeso actúa sobre una leva para asegurar la completa parada de los cazos cuando sobre ellos no actúa el mecanismo de tirantes y forzantes por la intencionada holgura del mecanismo de transmisión. La pieza de cierre de la parte superior de las torres es fundamental para el funcionamiento eficiente del mecanismo de cazos oscilantes.

Las pruebas de funcionamiento del Artificio realizadas en 1569 permitieron comprobar que el caudal de agua suministrada era de más de 18.000 litros al día, superior en un 50% a lo estipulado en el contrato firmado entre un representante de Felipe II, la ciudad de Toledo y Juanelo Turriano. Con lo que las expectativas estaban más que superadas, pero la ciudad de Toledo no pagó a Turriano por este ingenio, lo que unido al coste de mantenimiento, hizo que Juanelo muriera arruinado.

Juanelo falleció en 1585, pero fue en torno a 1604 cuando los artificios comenzaron a fallar, deteniéndose definitivamente en 1617. Los últimos restos de la obra civil fueron volados en 1868.

En definitiva, la construcción del Artificio en Toledo causó una gran sensación, ya que hasta entonces nada parecido se había hecho en el mundo. Durante bastantes años sería una visita obligada para los viajeros que pasaban por Toledo y, de hecho, los ilustres de la época la incluyeron entre sus escritos.

Como dijo Quevedo en su romance 75, dejando huella en la historia de este gran ingeniero tan ilustre en su campo y tan poco conocido, "solo pudo mecer el agua Juanelo como si fueran columpios".



ACREDITACIÓN DPC INGENIEROS

JUNIOR SENIOR ADVANCED EXPERTISE

Tu experiencia y formación tienen un valor

Tu experiencia y formación

tienen un valor

El Sistema de Acreditación DPC de Ingenieros, realizado y gestionado por el COGITI, implanta un procedimiento de acreditación del desarrollo profesional continuo (DPC) bajo 4 niveles, que documentalmente valida y acredita la competencia profesional, compuesta por formación y experiencia adquirida a lo largo de la vida profesional del Ingeniero en el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

La acreditación como ingeniero, en cualquiera de los niveles, aporta a los profesionales beneficios

intangibles, prestigio profesional, y beneficios tangibles, acceso a la bolsa de empleo de ingenieros acreditados, descuentos en formación, seguro profesional, etc.

La acreditación DPC de ingenieros es un título profesional, respaldado por la marca COGITI que transmite confianza y credibilidad a consumidores y empresas, y que aporta a aquél que lo ostente, prestigio, visibilidad profesional y el derecho a disfrutar de servicios exclusivos.

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO JUNIOR

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO SENIOR

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO ADVANCED

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO EXPERTISE

Beneficios de la acreditación



Prestigio profesional

Sello de garantía avalado por el COGITI como órgano representativo de la Ingeniería Técnica Industrial Española que aporta una certificación de la formación y la experiencia a lo largo de la vida profesional.



Empleo

Da acceso a la "Bolsa de empleo de Ingenieros Acreditados" cuya función será la promoción de los perfiles de los ingenieros acreditados.
Acceso a grupos de redes sociales profesionales del COGITI.



Certificado curricular

Certificación y validación de la veracidad del curriculum vitae del colegiado acreditado en cualquiera de los niveles.



Descuentos en formación

Descuentos en las actividades formativas de la Plataforma on-line de formación del COGITI, existiendo además la posibilidad de descuentos adicionales en las acciones formativas impartidas por los Colegios.



Visibilidad profesional

Diploma acreditativo del nivel DPC, tarjeta acreditativa, incorporación en el Registro Profesional de Ingenieros Acreditados (RPIA), identificación pública de los ingenieros inscritos acreditados.



Movilidad UE

Válido en procesos de reconocimiento de cualificaciones para ingenieros que deseen desplazarse a trabajar a países UE.
Asesoramiento directo del COGITI en la preparación de los dosieres de reconocimiento de cualificaciones profesionales.



Condiciones especiales SRC

La Acreditación modulará las prestaciones y coberturas del seguro de Responsabilidad Civil, accediendo a condiciones específicas.



Acceso a Grado

El Sistema de Acreditación de ingenieros como instrumento para el reconocimiento de la experiencia profesional, y otros méritos por parte de las Universidades.

Empresas colaboradoras.

ARAMBARRI & GONZÁLEZ
EXECUTIVE SEARCH

MARSH

Michael Page
INTERNATIONAL

HAYS Recruiting experts
worldwide

NB: NORMAN
BROADBENT

Wolters Kluwer
España

marketyou
BETA

MAPFRE

catenon®
WORLDWIDE EXECUTIVE SEARCH

ferroser

Gehrlicher
Solar

ADARTIA



COGITI

Formación

e-learning



➤ Campus Virtual: Oferta formativa - Selección de cursos

Estudios Acústicos para actividades

Automatismos eléctricos industriales. Elementos y simulación práctica

Asesor Técnico Ambiental

PLCs, programación lineal y estructurada (Step7Siemens)

Auditorías energéticas

Gestión de la Producción

Normativa y su aplicación para la reforma y completado de vehículos

Fundamentos de la gestión de proyectos (Project Management Basics)

Normativa de Seguridad Industrial

Proyectos de adaptación de locales con CYPECAD MEP

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) RD. 1027/2007

Hidráulica aplicada. Conducciones y estaciones de bombeo

Aplicación práctica del Doc. Básico de Seguridad contra incendios y del Doc. de

Seguridad de Utilización del CTE

Eficiencia Energética en Redes Eléctricas de B.T., Arranque de Motores Asíncronos

Las 5S, Herramienta de Lean Manufacturing

Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas, R.D. 138/2011 modificado por el RDL Real Decreto-ley 20/2018

Instalaciones para suministro a vehículos según la MI-IP 04 del nuevo R.D. 706/2017

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.cogitiformacion.es





PREMIO GALICIA

“Sobre Divulgación Tecnológica e Industrial”

Se pretende contribuir en la difusión y propagación de iniciativas que conduzcan a la divulgación tecnológica e industrial o área de conocimiento similar y en la generalización de los conocimientos de cualquier actividad en el campo tecnológico-industrial.

Premio

1.800 €

Organiza:



Patrocina:



Aspectos a valorar:

- Metodológicos, divulgativos y técnicos
- Solidez argumental
- Oportunidad y tratamiento del tema
- La claridad de las conclusiones
- Adecuación para su inmediata publicación



Colegio Oficial de
Enxeñeiros Técnicos Industriais de Lugo

Más información en:

www.fundaciontindustrial.es/premios-y-becas