

35 %



INGENIEROS EN LA FUNCIÓN PÚBLICA

LOS INGENIEROS TÉCNICOS Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DESEMPEÑAN FUNCIONES RELEVANTES EN TODOS LOS NIVELES DE LA ADMINISTRACIÓN



- > APLICACIÓN DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA A LA OBSERVACIÓN Y MEDICIÓN DE FLUJOS DE AIRE
- > MECANISMO ELECTRÓNICO LOCALIZADOR PARA MAMOGRAFÍA DIGITAL
- > LAMINADORES RENOVADOS CON MEJORAS EN LOS CILINDROS PARA CARGAS EXTREMAS
- > NUEVO EQUIPO DE DESORCIÓN TÉRMICA DE CONTAMINANTES EN SUELOS

Mupiti Vida

FLEXIBLE

El seguro de vida
con el que puedes
contratar el

DOBLE

o el

TRIPLE

del capital

DOBLE

x2

- capital por fallecimiento por accidente
- capital por incapacidad permanente absoluta por accidente

TRIPLE

x3

- capital por fallecimiento por accidente de circulación
- capital por incapacidad permanente absoluta por accidente de circulación

El **Seguro Mupiti Vida Flexible** es un seguro cuya cobertura básica es el fallecimiento por cualquier causa, además de la flexibilidad de contratar otras coberturas, como la incapacidad permanente absoluta o el doble o triple capital asegurado.

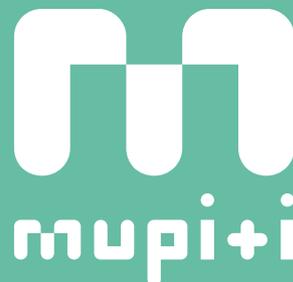
Algunas posibles opciones son:

- Fallecimiento
- Fallecimiento + doble
- Fallecimiento + doble + triple
- Fallecimiento + IPA
- Fallecimiento + IPA doble
- Fallecimiento + IPA + IPA doble + IPA triple
- Fallecimiento + todas las garantías complementarias

Infórmate en tu Colegio
o en el teléfono gratuito

900 820 720

También en info@mupiti.com
www.mupiti.com





➤ *Campus Virtual: Oferta formativa - Selección de cursos*

El Código Técnico de la Edificación y los documentos DB-HE de ahorro de energía
Técnicas de venta

Gestión integral de mantenimiento

Fundamentos de la gestión de proyectos (Project Management Basics)

Cálculo de la huella de carbono corporativa

PLC Programación Lineal y estructurada (STEP7 Siemens)

Mediciones y presupuestos con Arquímedes y generador de precios de CYPE

Cálculo y equilibrado de redes de conductos de aire y tuberías de agua

Detección, muestreo y retirada de materiales con amianto (MCA's)

Patología en edificación para la redacción de informes para ITE e IEE

Normativa de Seguridad Industrial

Válvulas de control hidráulico

Diseño y gestión de proyectos mediante sistema BIM. Aplicación con REVIT

Curso básico de Oleohidráulica

Diseño de útiles de procesado de chapa

Reglamento de seguridad de instalaciones frigoríficas, RD 138/2011

Gestor energético

Curso básico de CATIA v5

AutoCAD 2016. Iniciación al dibujo para Ingenieros

Reglamento de almacenamiento de productos químicos. RD 379/2001

Curso avanzado de CE3x

Autómatas programables PLC en aplicaciones de Automatización Industrial

Proyectos de adaptación de locales con CYPECAD MEP

Peritaciones e investigación y reconstrucción de accidentes de tráfico

Proyectos de iluminación interior y exterior con Dialux

Cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de Baja Tensión

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



Ingenieros en la Administración

14 Los ingenieros de la rama industrial, presentes en puestos clave de la Administración pública

Por su capacidad de análisis y resolución de problemas, por su perfil generalista y su polivalencia, los ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería de la rama industrial están presentes en numerosos puestos clave en los tres niveles de la Administración: estatal, autonómica y local.

Mónica Ramírez

20 ENTREVISTA Domingo Molina Moscoso Secretario General de Administración Digital del Estado: "Necesitamos el perfil de ingenieros técnicos industriales en la Administración pública". *Joan C. Ambrojo*

22 ENTREVISTA Silvia Ventero Agudo Jefa de la Unidad de Combustible en la ONU: "A los ingenieros recién titulados les animo a salir fuera de España porque la experiencia es impagable". *Mónica Ramírez*

24 ENTREVISTA Alberto Arbaiza Martín Director del Centro de Tratamiento de Denuncias Automatizadas de la DGT: "La conducción autónoma y conectada supondrá un esfuerzo de ingeniería que aportará un potencial enorme a la profesión de ingeniero". *Mónica Ramírez*

26 ENTREVISTA Pere Palacín Director general de Energía, Minas y Seguridad Industrial de la Generalitat de Cataluña: "Los ingenieros técnicos industriales son un buen activo para la Administración pública". *Joan Carles Ambrojo*

28 ENTREVISTA Ester Micó Amigo Presidenta de la Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado de Tecnología: "Si reducen la tecnología, corremos el riesgo de perder el tren de la innovación". *Mónica Ramírez*

Foto de portada: Rawpixel.com/Shutterstock.

ACTUALIDAD

- 04 La automoción española, hacia la fábrica 4.0**
Joan C. Ambrojo
- 08 Precio y calidad de las lámparas LED no van juntos**
- 09 FreshWater o cómo conseguir agua del aire**
Patricia Luna
- 10 Un modelo predice la vulnerabilidad de la red eléctrica española a las tormentas solares**
- 12 El grupo Calvera expande el biogás por Europa**
- 30 TRIBUNA El liderazgo de la ingeniería española en el mundo.** *Ana Tarrefeta*
- 32 Ferias y congresos**

ARTÍCULOS

34 ORIGINAL
Aplicación de la termografía infrarroja a la observación y medición de flujos de aire
Application of infrared thermography to observation and measurement of airflows
Francisco José Soto Lara, Alberto Fernández Gutiérrez



42 ORIGINAL
Nuevo equipo de desorción térmica de contaminantes en suelos
A new device for thermal desorption of soil pollutants
Pablo Pizarro Medina, María J. Sierra Herraiz, Manuel Rodríguez Rastro, Cristina Cabrales García, Rocío Rodríguez Pérez, Sandra Velado Renovel, Miguel Mas Jiménez, Nerea Arévalo Martín y Rocío Millán Gómez



50 ORIGINAL
Mecanismo electrónico localizador para mamografía digital
Electronic locator device for digital mammography
Basil Mohammed Al-Hadithi, Cecilia E. García Cena y Antonio Martín González



58 ORIGINAL
Aprovechamiento energético de los molinos de viento tradicionales de las islas Canarias
Energetic use of traditional windmills of the Canary Islands
Víctor Manuel Cabrera García



68 ORIGINAL
Diseño de sala de estimulación multisensorial para niños con trastornos del desarrollo en las etapas de preescolar y primera infancia
Design of multisensory stimulation room for children with developmental disorders in preschool and early childhood stages
Estefanía Pinto San Macario



76 INNOVACIÓN
Laminadores renovados con mejoras en los cilindros para cargas extremas
Renewed rolling mills with upgraded cylinder for extreme loads
Nicolae Tudor



41 Normas de publicación

INGENIERÍA Y HUMANIDADES

96 Publicaciones

Técnica Industrial Revista cuatrimestral de ingeniería, industria e innovación revisada por pares. www.tecnicaindustrial.es

Director: Gonzalo Casino

Secretario de redacción: Enrique Soriano Heras (Universidad Carlos III de Madrid). Consejo de redacción: Francesc Estrany Coda (Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña), Manuel Islán Marcos (Madrid, Universidad Politécnica de Madrid), Juan Antonio Monsoriu Serra (Valencia, Universidad Politécnica de Valencia), Alejandro Sotodosos Fernández (Madrid), Vanessa Zorrilla Muñoz (Madrid, Universidad Carlos III). Consejo asesor: Jorge Arturo Ávila Rodríguez (México), Manuel Campo Vidal (España), Nuria Martín Chivelet (España), Sara Nauri (Reino Unido), Jerry Westerweel (Holanda).

Colaboradores: Joan Carles Ambrojo, Manuel C. Rubio, Hugo Cerdà, Pura C. Roy, Ignacio F. Bayo, Patricia Luna, Gabriel Rodríguez.

Redacción, administración y publicidad: Avda. Pablo Iglesias, 2, 2º. 28003 Madrid. Tel: 915 541 806 / 809 Fax: 915 537 566. revista@tecnicaindustrial.es

Impresión: Alprint. Orilla del Azarbe, 24. 30140 Murcia. Depósito legal: M. 167-1958 ISSN: 0040-1838. ISSN electrónico: 2172-6957.

PROFESIÓN

03 Editorial La experiencia no falla nunca*Juan Ignacio Larraz Pló***82 PP y PSOE coinciden en mantener e impulsar la tecnología en la ESO y el bachillerato**

Cogiti, profesorado de tecnología, directores de escuela y alumnos de ingeniería de la rama industrial han mantenido sendas reuniones con responsables en materia educativa del Grupo Parlamentario Popular y del PSOE para trasladarles su preocupación por las diferentes disposiciones y regulaciones que están reduciendo de forma sistemática tanto las horas de formación como el peso específico de las asignaturas tecnológicas en la ESO y el bachillerato.

**83 Manifiesto por la tecnología****83 Homenaje a Ramón Entrena, asesor jurídico del Cogiti****84 Proyectos ganadores del Premio 2017 de Iniciación a la Investigación Tecnológica de la UAITIE**

La Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE) ha entregado los premios de la convocatoria 2017 del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica dirigido a estudiantes de la ESO y bachillerato, con el objetivo de fomentar las vocaciones hacia la ingeniería.

85 El Cogiti alerta a los estudiantes de que hay más de 100 títulos de grado en ingeniería de la rama industrial sin atribuciones profesionales

Grados "blancos" sin atribuciones profesionales están provocando numerosas quejas por parte de los titulados, que ven cómo después de cuatro años de estudios no pueden ejercer como ingenieros, lo que les provoca una enorme frustración profesional, causada en gran parte por la escasa o nula información de la que disponen.

**86 La CNMC respalda a los ingenieros técnicos en la realización de los informes de evaluación de edificios**

Un nuevo informe de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) vuelve a ser favorable a las tesis defendidas desde el principio por el Cogiti y los colegios al pedir que se elimine la reserva de actividad para arquitectos y arquitectos técnicos en la realización de los informes de evaluación de edificios (IEE).

86 El Cogiti participa en el congreso de la AERRAITI**87 Galdón, reelegido vicepresidente de Unión Profesional**

El pasado 20 de abril, Unión Profesional (UP) celebró su asamblea general ordinaria, así como la asamblea de elecciones a la comisión ejecutiva, para la renovación de varios cargos, entre ellos los de vicepresidente. Con esta reelección, José Antonio Galdón revalida el cargo de forma consecutiva.

87 Nuevo examen de verificadores de líneas de alta tensión**88 El Cogiti pide mayor protección para los ciudadanos en la nueva legislación europea de servicios profesionales**

Como respuesta al nuevo paquete de medidas de la Comisión Europea (CE) presentado el 10 de enero como parte del plan de trabajo establecido en la "Estrategia para el Mercado Único", el Cogiti ha presentado una serie de alegaciones ante la CE y el Comité Económico y Social Europeo (CESE) sobre esta nueva legislación que afecta a los servicios profesionales.

88 El presidente del Cogiti muestra su apoyo y colaboración a la CDITI**89 La ingeniería JMP, un centro tecnológico polivalente para dar soporte de I+D+i a otras empresas****91 Aplicaciones más relevantes de los drones o RPAS en el ámbito de la ingeniería***Alejandro Ávila*

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**Vicepresidente** Juan Ignacio Larraz Pló**Secretario** Gerardo Arroyo Gutiérrez**Tesorero** José María Manzanares Torné**Interventor** Fernando Blaya Haro**Vocales** Antonio Miguel Rodríguez Hernández y Angélica Gómez González**Gerente** Luis Francisco Pascual Piñero**Patronos**

Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales (UAITIE), 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** Juan Ignacio Larraz Pló**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** Aquilino de la Guerra Rubio**Castellón** José Luis Ginés Porcar**Ciudad Real** José Carlos Pardo García**Córdoba** Manuel Olivares Lozano**Cuenca** Pedro Langreo Cuenca**Gipuzkoa** Santiago Beasain Biurrarena**Girona** Jordi Fabrellas Payret**Granada** Isidro Román López**Guadalajara** Juan José Cruz García**Huelva** David Muñoz de la Villa**Jaén** Pedro García Molina**La Rioja** Jesús Vellilla García**Las Palmas** José Antonio Marrero Nieto**León** Francisco Miguel Andrés Río**Lleida** Ramón Grau Lanau**Lugo** Jorge Rivera Gómez**Madrid** Jesús E. García Gutiérrez**Málaga** José B. Zayas López**Manresa** Àngel Vilarasau Soler**Región de Murcia** César Nicolas Martinez**Navarra** Francisco Javier Tornaría Iguelz**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 Paris**Toledo** Ángel Carrero Romero**Valencia** Angélica Gómez González**Valladolid** Francisco Javier Escribano Cordovés**Vigo** Jorge Cerqueiro Pequeño**Vilanova i la Geltrú** Luis S. Sánchez Gamarra**Zamora** Jose Luis Hernández Merchán

La experiencia no falla nunca

El diario *Heraldo de Aragón* publicó el pasado 29 de diciembre que más de 450 aragoneses lograron en 2016 un título oficial basado en su experiencia profesional en medio ambiente, hostelería, turismo, química o agricultura. La acreditación de competencias profesionales concluye en una certificación profesional basada en la realidad de una vida laboral y puede servir para acceder a puestos de trabajo o para iniciar una formación académica reglada. Así se reconoce oficialmente la experiencia de años de trabajo solvente, entendida como elemento formativo relevante. Es de razón.

El valor de la experiencia no tiene apenas reconocimiento en las titulaciones oficiales y, por ello, esta medida demuestra la sensibilidad de las autoridades de Aragón con profesionales acreditados por su ejercicio.

Nadie ignora que la factoría de GM en Figueruelas está reconocida mundialmente por su calidad. Cuando se estableció, el Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales cooperó en la selección de sus técnicos. La cuestión básica fue si la experiencia del candidato era adecuada. En muchos casos, se eligió a personas con independencia de su titulación formal.

La formación —y, más, la continuada— no siempre se hace en un aula. Puede hacerse en el taller, la oficina, el laboratorio, el juzgado o el quirófano y, en orden a complementar el vigente sistema de titulaciones, debe valorarse también esta adquisición ordenada de experiencia. Es un modo inteligente y justo de racionalizar ciertas rigideces indeseadas en el mercado de trabajo y en el acceso a la formación en los centros académicos desde la experiencia profesional. Sería un gran avance que la norma conectase los mundos del desempeño profesional y de la formación teórica.

“LA FORMACIÓN —Y, MÁS, LA CONTINUADA— NO SIEMPRE SE HACE EN UN AULA. PUEDE HACERSE EN EL TALLER, LA OFICINA, EL LABORATORIO, EL JUZGADO O EL QUIRÓFANO. Y, EN ORDEN A COMPLEMENTAR EL VIGENTE SISTEMA DE TITULACIONES, DEBE VALORARSE TAMBIÉN ESTA ADQUISICIÓN ORDENADA DE EXPERIENCIA”

El Consejo General de Graduados en Ingeniería de la rama industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales trabaja en este sentido, en el que ya caminan países avanzados en ciencia, tecnología e investigación. La acreditación tipo DPC considera el currículum del ingeniero, según catalogaciones fijadas por norma, y barema su ejercicio según la experiencia y la formación adquiridas en su vida. Estos valores, muy útiles en las agencias de colocación, a menudo no cuentan ante las Administraciones públicas. Es un cambio cualitativo pendiente.

La experiencia por sí misma no es ciencia. Pero hablamos de tecnologías, de ciencia aplicada, no de investigadores y teóri-



Foto: Shutterstock.

cos del saber, cuya formación académica debe incluir, sin duda, componentes y fundamentos de otra naturaleza. Se puede decir, genéricamente, que no hay ningún conocimiento humano que no sea mediata o inmediatamente deducido de la experiencia, característica principal del ejercicio de los ingenieros técnicos y graduados en ingeniería industrial. Sus colegios profesionales, que son corporaciones de derecho público, deben liderar este proceso de ampliación, modo inteligente y eficaz de mejorar el etiquetado formal como único referente oficial. Así se atenderán las demandas de la sociedad y nacerá un marco más apto para una época competitiva a escala mundial. Será un factor de progreso real para nuestro país.

Por ello, es excelente la noticia de *Heraldo* sobre la nueva valoración de la experiencia añadida a la titulación. Debería extenderse desde la formación profesional a la universidad, de forma ponderada y equitativa. El acceso a la colegiación profesional podría combinar el buen ejercicio acreditado con las condiciones académicas. Hoy, el sistema presenta una rígida negativa a evaluar el saber real de profesionales que trabajan con éxito en un mercado competitivo y en el que los clientes y los propios colegas ya evalúan su rendimiento. Puede decirse con palabras de uno de los más grandes talentos de la cultura occidental: “La experiencia no falla nunca, fallan nuestros juicios. Huye de los preceptos de los especuladores cuyos razonamientos no están confirmados por la experiencia. Las reglas de la experiencia bastan para hacer distinguir lo verdadero de lo falso, lo que hace que los hombres se propongan cosas posibles”. Así, al menos, lo creía Leonardo da Vinci.

Juan Ignacio Larraz Pló

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



Foto: Seat.

La automoción española, hacia la fábrica 4.0

La lenta digitalización de la industria nacional pone en peligro su competitividad a cinco años vista. La automatización de procesos es significativa, pero resulta insuficiente la adopción del Internet de las cosas, el 'cloud computing', la realidad virtual, la fabricación aditiva o una ciberseguridad adecuada

Joan Carles Ambrojo

La automoción encabeza la evolución hacia el mundo digital del sector industrial. Estrechamente ligada a la eficiencia y la calidad de los procesos, a la robótica y a los sistemas ciberfísicos, exige una fabricación muy flexible. Esta es una de las principales conclusiones del estudio presentado por Keyland *Coeficiente de implantación actual y tendencias de futuro de la industria 4.0 en España*, en el que se muestra el estado de las empresas y organizaciones españolas en transformación digital.

En la industria española, la automatización de procesos y su visión en tiempo real están muy implementadas; por el contrario, la adopción de herramientas como la realidad aumentada o realidad virtual o la aplicación del Big Data en los procesos industriales son muy bajas. "España se enfrenta a un riesgo de pérdida de competitividad dentro de 4 o 5 años, ya que aunque las previsiones de implantación a corto y medio plazo son altas en algunas de las iniciativas, es ne-

cesario desarrollar profesionales cualificados y cultura corporativa para abordar muchas de ellas", comenta Jorge Pereira, director general de Keyland, una empresa participada por Vector ITC Group. Un centenar de directores y mandos intermedios del sector industrial han sido entrevistados para realizar este informe.

Baja implantación

"El coeficiente de implantación en España es bajo, similar al europeo, pero genera una menor proyección o tendencia de crecimiento, creemos que principalmente porque presenta un cambio importante en los procesos y la automatización industrial", añade Jorge Pereira. La finalidad del estudio es dar a conocer la situación real del grado de implantación de las herramientas tecnológicas, sensibilizar sobre las ventajas de estas mejoras en distintos procesos, evaluar las previsiones y prioridades de implantación futura y facilitar esta información al sector industrial para colaborar en su formación y sensibilización.

La fábrica 4.0 exige el empleo de sistemas o soluciones que faciliten una producción flexible frente a las necesidades de sus clientes. La gran mayoría de las organizaciones tienen las máquinas y los equipos informatizados y conectados con los sistemas y procesos, y tan solo el 10% está en un nivel 1, sin ningún tipo de informatización en planta. Algunos explican que ciertos procesos y/o maquinaria están conectados. Esto significa que en algunos casos se dispone de esa información descentralizada, en el punto de origen, pero no de todo el proceso productivo de una forma integrada.

El término fabricación flexible es muy amplio y el estudio refleja que las empresas españolas están haciendo los deberes al ofrecer calidad de servicio al cliente, destacan los autores. Aproximadamente, el 70% tiene implantados modelos flexibles para atender a demandas que fluctúan, que varían en calidad o características del producto. Es un proceso de transformación que ya va a ser continuo. Con pocos o grandes cambios, la

interrelación de todos los elementos, aplicaciones y tecnologías deben evolucionar y convivir en el proceso de cambio.

Casi el 40% de encuestados se identifican como aquellas empresas en las que el nivel de integración de información en tiempo real es muy alto, y permite una visión y control global, desde el sistema de control de planta, siendo un punto de partida muy alto para beneficiarse de las mejoras que propone la industria 4.0.

Fábrica aditiva

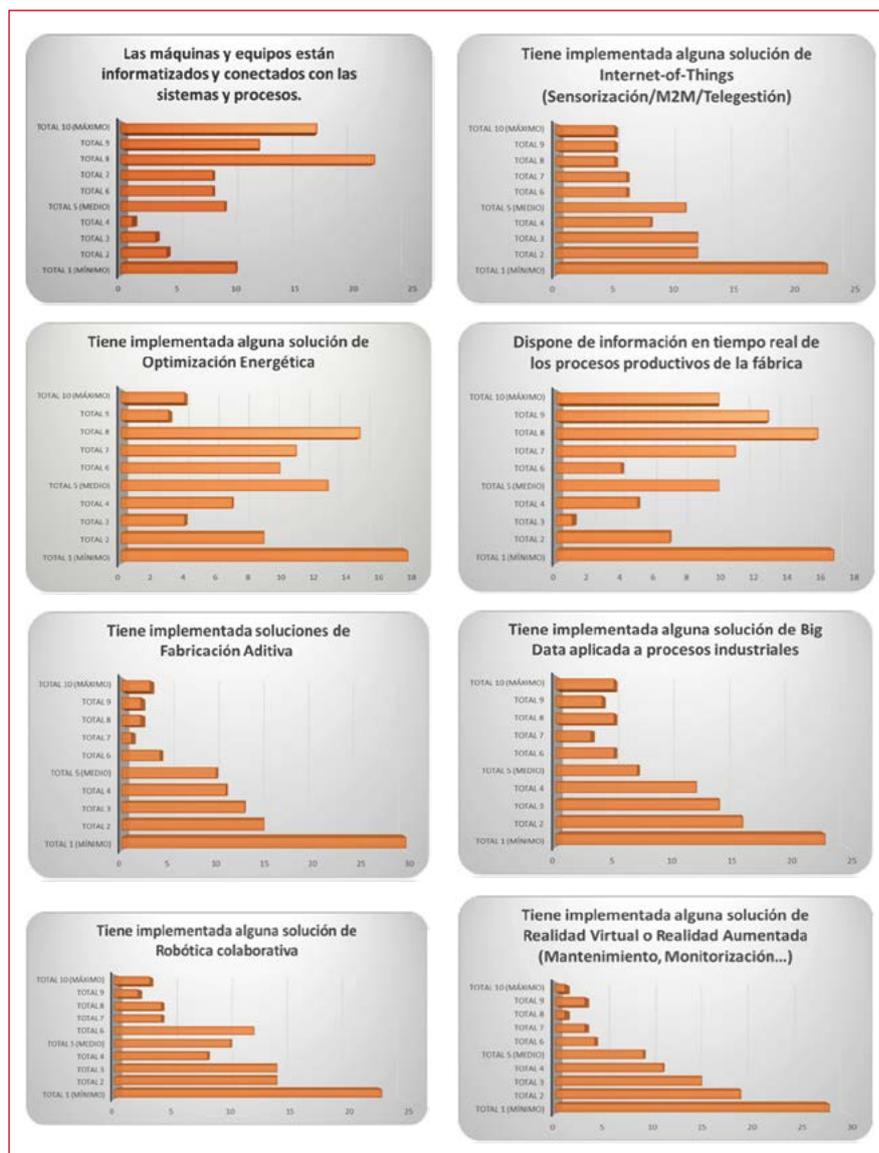
Con relación a las soluciones de fábrica aditiva, solo el 10% ha realizado algún tipo de piloto o proyecto de este tipo. No faltan razones para no hacerlo: es un tipo de fabricación desconocida, hasta los dos últimos años ha tenido un elevado coste de entrada, cuenta con cierta inmadurez tecnológica y la estandarización es mínima. Los autores del informe destacan cómo hoy ya existen casos de éxito de cierto tamaño y profundidad que están poniendo en valor la agilidad de estas soluciones y sus múltiples aplicaciones.

Solo el 30% tiene iniciativas LEAN (producción ajustada) en marcha. Su impacto en España está siendo muy bajo, aunque varía mucho por territorios. También varía por industrias, ya que en algunas es casi un requerimiento de los clientes y una obligación para empresas de tamaño mediano y grande. Es un modelo que produce muchos ahorros a cualquier industria si la implantación se hace de forma sincronizada con la organización.

Big Data

La complejidad aparente y la falta de perfiles expertos en Big Data hacen que la penetración en el tejido industrial haya sido muy baja, de poco más del 15%. Un porcentaje aún menor si se trata de proyectos estables, ya que muchos de los entrevistados habían comenzado en 2016 sus primeros pasos en la aplicación al negocio en esta tecnología. La planificación avanzada también implica un ahorro en tiempos y costes, una mejor flexibilidad y un conocimiento de la realidad del modelo productivo. Sorprende que más del 60% de los entrevistados no hayan acometido proyectos en este ámbito.

La mitad de las organizaciones ya utilizan la información en la nube o *cloud*. El primer paso suele ser la adopción de servicios de carácter general en nubes privadas, o el *e-mail*. Más tarde dan paso al ámbito de las aplicaciones, como el CRM, EDI, y otras, desde las menos



críticas o menos conectadas hasta las que requieren conexión con los sistemas internos de la empresa. Muchas organizaciones que comienzan a aplicar tecnologías de macrodatos ven la nube como la solución de implantación más fácil y rápida, a muy bajo coste, y que permite la posibilidad de escalar el volumen de datos que tratar con total flexibilidad.

El aluvión de ataques informáticos no ha concienciado suficientemente de la necesidad de proteger el entorno industrial. La ciberseguridad ha sido y es una prioridad, si no estratégica, sí obligatoria dentro del sector. En los últimos años, muchos fabricantes de tecnologías de seguridad han evolucionado sus soluciones, plataformas y dispositivos, pero el avance tan rápido de la industria 4.0 y especialmente del IoT ha supuesto que las soluciones de ciberseguridad estén

evolucionando al mismo tiempo, para proteger estas iniciativas tecnológicas, y aunque muchos de los fabricantes ya han lanzado plataformas específicas, están en proceso de estandarización, añade el estudio, que revela que la mitad de las organizaciones no tiene resuelto este grave problema.

Robótica e IoT

La robótica está de moda y hace años que la automoción confía en ella. Pero menos del 15% de la industria utiliza hoy día robots colaborativos en sus procesos operativos de forma recurrente. El precio y la funcionalidad no son una barrera, según destacan muchos de los encuestados. La dificultad es la falta de experiencia en la aplicación a lo largo de los flujos operativos, que entorpece ubicar el proceso con el que se conseguirá

una ventaja operativa. Casi el 70% reconoce tener muy pocas iniciativas en marcha para implantar alguna de las soluciones del universo Internet de las cosas (Internet of Things, IoT), que comprende desde la sensorización y la comunicación entre máquinas a la telegestión. El IoT no tiene un uso masivo, sino que se utiliza para monitorizar procesos u objetos muy concretos. Consideran que la enorme oferta de dispositivos, conectividad y plataformas IoT frena su adopción, ya que complica evaluar las distintas propuestas de valor.

La mayor parte de iniciativas de la industria 4.0 tienen un impacto energético y va a aumentar la necesidad de gestionarlo. Actualmente, este nuevo modelo de factoría ha empujado el uso de diversas aplicaciones y dispositivos que permiten recoger información para optimizar el proceso completo de optimización energética. También existen diversas soluciones de optimización matemática que complementan estas herramientas, para fijar y controlar los criterios de ahorro, de acuerdo con las necesidades energéticas y los procesos de las organizaciones. Hay un potencial de mejora importante en más del 50% de los encuestados. Sin embargo, en muchas ocasiones, el tamaño de las empresas frena la adopción de grandes soluciones de eficiencia energética. Los expertos recomiendan proponer soluciones y modelos de corto retorno y fácil implantación, pero los grandes proveedores de estas soluciones no están enfocados en ese segmento de empresas.



Técnicos de Seat realizando tareas de entrenamiento en fabricación 4.0. Foto: Seat.

La implantación de alguna solución de realidad virtual o realidad aumentada en ámbitos como el mantenimiento, la monitorización o el *picking*, pese a ser tecnologías que suman más años de presencia en el mercado, aún no han explotado. Solo entre el 7% y el 8% han realizado alguna iniciativa de este tipo. Es cierto que los perfiles que realizan este tipo de aplicaciones no son afines al sector industrial y, por tanto, no existe un conocimiento creciente ni se ha desarrollado en el sector.

Operaciones sin papel

Al igual que la oficina sin papeles, la industria aspira a erradicar las tareas manuales. El desarrollo histórico del sector industrial conlleva la dificultad de elimi-

nar una práctica muy implantada. Más del 50% de las empresas reconocen mantener algunas operaciones en papel.

Dentro del sector industrial solo el 25% ha implantado en sus organizaciones alguna solución de ciclo de vida de productos. Pero los datos varían según las empresas. Aquellas que forman parte del diseño de su cliente, como los fabricantes de componentes de automoción, han tenido que implantar por necesidad este tipo de tecnología de forma masiva, y en ocasiones como un valor adicional de calidad. En otras industrias, ha sido más una necesidad interna por la complejidad del diseño y sus componentes. Otras aún no ven la necesidad de su implantación y mucho menos un PLM avanzado o alineado con la industria 4.0.

Seat, universidad para la cuarta revolución industrial

El fabricante de automóviles Seat ha implantado un programa de formación continuada para sus 14.000 empleados que le permitirá afrontar los retos de la industria 4.0. Los participantes interactúan con herramientas y tecnologías que serán utilizadas ampliamente en todos los procesos productivos en un futuro próximo, desde la realidad virtual y aumentada a los robots colaborativos o la impresión aditiva. La sesión, concebida a través de la experimentación y de una perspectiva museística, invita a los participantes a interactuar con los contenidos y explicaciones que describen los procesos de la nueva industria y las tecnologías que Seat está introduciendo. Entre ellas, la compañía ya está aplicando algunas, como gafas inteligentes y robots colaborativos y autónomos. “Es el compromiso de convertir Martorell en una fábrica de referencia inteligente”, afirma la empresa. Hasta aho-

ra, de los 2.000 empleados que se han inscrito para la formación, más de 1.200 ya han participado. Una vez que hayan completado el curso, pueden asistir a debates en los que discutir sus hallazgos y puntos de vista sobre el cambio de paradigma industrial. La iniciativa promovida por Seat ha sido muy bien recibida por varias organizaciones e instituciones externas que también han participado en este innovador programa de formación, incluido el Cluster Automotriz, la Cámara de Comercio Española y la Cámara de Comercio Alemana en Berlín. Xavier Ros, vicepresidente de Recursos Humanos de Seat, está satisfecho con el programa: “Lo hemos diseñado para que esté alineado con la estrategia de formación y desarrollo de Seat, basada en un método innovador utilizado para explicar la transformación industrial de una manera fácil, interactiva y digital”, comentó.



LINDE AG Engineering se beneficia de la HP PageWide XL



Thomas Riedl,
Mánager del Departamento de Reprografía en Linde AG

La instalación de una impresora HP PageWide XL 8000 con carpeta en línea ha permitido a Linde AG Engineering decir adiós a un proceso de impresión caro y con el que se perdía mucho tiempo. Con la HP PageWide XL, los costes totales para imprimir documentos de gran formato se han podido reducir un 40%.

Antes de instalar la impresora multifuncional HP PageWide XL 8000 con carpeta en línea en octubre de 2015, la empresa utilizaba tres impresoras de gran formato para gestionar su volumen de impresiones, que en horas punta podía llegar hasta los 10.000m² al mes. Se utilizaba una impresora LED en blanco y negro para imprimir páginas y se necesitaban dos impresoras adicionales de color basadas en la impresión con perlas cera de tóner para imprimir un número de

páginas a color que incrementaba continuamente. “En el pasado los dibujos técnicos se solían imprimir solo en blanco y negro, pero últimamente hemos visto un aumento significativo de las páginas en color” comenta Thomas Riedl, Mánager del Departamento de Reprografía en la sede central de Linde en Pullach, Alemania.

La importancia del color

“Hace ya cinco años que soñábamos con una impresora de gran formato que pudiese producir páginas en blanco y negro y a color en una sola operación. Sin embargo, las soluciones disponibles en aquel momento no cumplían nuestras expectativas en términos de costes-calidad”, recuerda Riedl.

Se ha demostrado que es más fácil comprender los documentos en color y que los niveles de información que se retiene son mayores comparados con los documentos monocromáticos – esto puede reducir los niveles de errores humanos¹⁾.

Importantes ahorros desde el primer día

La fusión de las antiguas impresoras en una HP PageWide XL 8000 con carpeta en línea se ha amortizado rápidamente: el departamento de reprografía interno ha podido reducir sus costes totales de impresión en gran formato en un 40%. Además, Linde AG está muy satisfecha con que ya no exista un compromiso mínimo de compra.

“El precio por metro cuadrado es muy competitivo y hemos ganado mucha flexibilidad”. Otro aspecto positivo es el bajo consumo energético comparado con la tecnología LED. “Somos muy conscientes de nuestro impacto medioambiental, incluyendo el consumo de energía, recursos y materiales” confirma Riedl.

Integración sin problemas con el sistema de gestión de salida ya existente

Otro argumento a favor de la solución de HP fue la integración sin dificultades en el sistema de gestión de salida de Linde, denominado Plossys Netdome. El sistema ahora cumple con los requisitos de Linde en lo que respecta a las impresiones de toda la empresa y la distribución de documentos e información.

La impresora HP PageWide XL 8000 ofrece la impresión de gran formato más rápida disponible en color y en blanco y negro, con velocidades de hasta 30 impresiones de tamaño A1/D por minuto, además de dos cartuchos de tinta de 775 mililitros por color²⁾.

La tecnología HP PageWide está compuesta por más de 200.000 boquillas incluidas en una barra de impresión estática que abarca todo el ancho de la página, permitiendo alcanzar grandes velocidades de impresión. Un tiempo ampliado entre los ciclos de servicio de la estación también permite obtener una excelente y prolongada capacidad de rendimiento.

Más información: www.linde.com • www.hp.com/go/pagewidexl

¹⁾ De acuerdo con “Why Color Matters,” de Jill Morton, 2010. ²⁾ Imprimiendo hasta 30 páginas de tamaño A1/D por minuto y hasta 1500 páginas A1/D por hora, la impresora HP PageWide XL 8000 es más rápida que las alternativas para la impresión de gran formato –incluidas las impresoras LED de 36 pulgadas de ancho (que imprimen hasta 22 páginas A1/D por minuto) y las impresoras basadas en la tecnología Memjet (que imprimen hasta 800 páginas de tamaño A1/D por hora)– de documentos técnicos, mapas GIS y pósters para puntos de venta (PDV) por menos de 200.000 USD en marzo de 2015. De acuerdo con pruebas internas de HP realizadas a la impresora HP PageWide XL 8000 en el modo de impresión de dibujo lineal sobre papel bond no recubierto imprimiendo en tamaño A1/D en horizontal.

El precio de las lámparas led de baja potencia no se asocia con la calidad de su energía

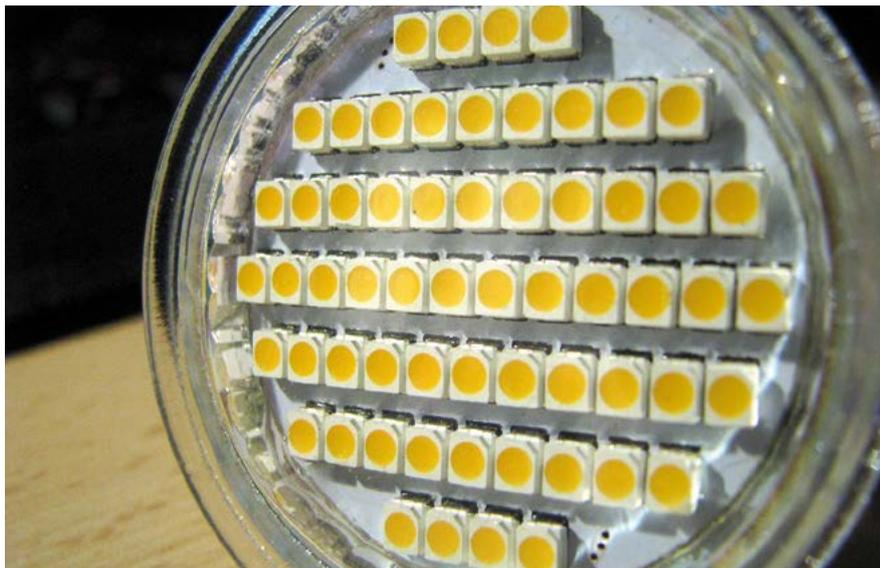
Investigadores de la Universidad de Córdoba han evaluado más de 20 tipos de lámparas led de baja potencia y han comprobado que su precio no tiene relación con la calidad de la energía que ofrecen

Un estudio sobre la relación entre la calidad de la energía de las lámparas led de baja potencia y su precio, realizado por investigadores de la Universidad de Córdoba con la participación de científicos suecos, muestra que ambas variables no están relacionadas, lo que podría tener consecuencias en las normativas sobre las instalaciones eléctricas.

La iluminación led ofrece numerosas ventajas económicas y medioambientales y produce un ahorro energético del 75% en relación a las bombillas tradicionales. Por esta razón, su uso se ha implantado de forma masiva a lo largo de los últimos años. A pesar de lo que pueda parecer, no existe ninguna correlación entre el precio de este tipo de bombillas y la calidad de su energía eléctrica. Esta es al menos una de las conclusiones que arroja una investigación realizada en la Universidad de Córdoba, en la que se ha evaluado más de una veintena de tipos de lámparas led de baja potencia.

En este estudio, realizado de forma conjunta por la profesora Aurora Gil de Castro y los investigadores suecos Sarah K. Ronnberg y Math H.J. Bollen de la Universidad Tecnológica de Lulea, se ha llevado a cabo una medición de lo que en el mundo de la electrónica se conoce como distorsión –o emisión– armónica, una especie de deformaciones en la forma de onda de la corriente eléctrica que afecta a la tensión de alimentación, provocando un mal funcionamiento de los equipos y una reducción de su vida útil. Esta deformación, que afecta a este tipo de lámparas y a la mayoría de aparatos modernos, está considerada uno de los aspectos fundamentales que definen la calidad de la energía eléctrica de los dispositivos.

Uno de los principales resultados de este análisis es, precisamente, que no se ha encontrado ninguna correlación entre el precio de los dispositivos analizados y la cantidad de armónicos que emiten, por lo que, aquellas lámparas que tienen un coste más elevado en el



Detalle de una lámpara led. Foto: DieGambe/Pixabay.

mercado podrían emitir más armónicos que las que son más baratas y ser, por tanto, más susceptibles a tener una vida útil más reducida.

Además de la emisión de armónicos, en el estudio también se ha medido el parpadeo de las lámparas led, es decir, la variación de su intensidad luminosa, una variación que es percibida por el ojo humano de forma subjetiva y que produce fatiga ocular, distracción, migrañas y otras molestias significativas.

Según las mediciones realizadas, este parámetro es inversamente proporcional al de la emisión de armónicos, es decir, aquellas lámparas que emiten más armónicos son menos propensas a las variaciones de la intensidad luminosa, lo que supone que dos aspectos fundamentales que definen la calidad de la energía eléctrica podrían ser antagónicos.

Consecuencias sobre la normativa

El hecho de que los armónicos no sean un factor aislado y guarden relación con otros aspectos, podría tener consecuencias sobre las normativas que regulan y limitan el nivel máximo de armónicos que

puede emitir un equipo. Hasta la fecha, no hay ningún límite para lámparas led de baja potencia, pero el debate para introducirlo ya está sobre la mesa e investigaciones como esta podrían allanar el camino para que se introduzca.

En cualquier caso, los resultados del estudio abren la puerta a futuras investigaciones, especialmente a aquellas que trabajan sobre lámparas led de alta potencia, cuya emisión de armónicos es ostensiblemente mayor. De esta forma, la investigación supone un paso más en el campo de la electrónica y arroja luz sobre uno de sus principales retos en la actualidad: disminuir la distorsión armónica para mejorar la calidad de la energía y aumentar, de esta forma, la duración y fiabilidad de los dispositivos electrónicos.

Referencia:

Gil-de-Castro, A; Ronnberg, SK; Bonen, MHJ. Light intensity variation (flicker) and harmonic emission related to LED lamps. *Electric Power Systems Research*, Mayo 2017.

Fuente: Universidad de Córdoba.

FreshWater o cómo conseguir agua del aire

Tres ingenieros chilenos desarrollan un dispositivo se comporta como una nube artificial, captando micropartículas de la humedad relativa del aire para convertirlas en agua pura y potable

Patricia Luna, Santiago de Chile
¿Es el agua el oro transparente del futuro? Eso parecen presagiar los expertos en un futuro no muy lejano: el Secretario General de Naciones Unidas, António Guterres, señalaba el pasado mes de junio que la demanda global de agua limpia crecerá el 40% de aquí a 2050 y que al menos un cuarto de la población mundial habitará entonces en países con escasez de agua “crónica o recurrente”. Sin embargo, lo que para nosotros puede parecer quizá una realidad lejana ya forma parte del día a día para más de 800 millones de personas en el mundo que no disponen de agua potable para beber y para más de 2.500 que no cuentan con servicios sanitarios básicos, según los últimos datos de la ONU.

Pero, ¿y si pudiéramos extraer agua del aire, aquí y ahora, con una simple máquina de una forma accesible y barata? Este es el reto que asumieron tres ingenieros chilenos al desarrollar FreshWater, un dispositivo similar a un tanque de agua o una pequeña fuente que puede instalarse en pequeñas comunidades sin acceso a agua potable de calidad y cambiar definitivamente las vidas de sus habitantes.

El dispositivo, que retoma tecnología de origen militar, produce agua purificada al capturar micropartículas de H₂O que se encuentran suspendidas en la humedad relativa del aire, proporcionando de manera fácil agua sin sodio, preservantes ni químicos. “Se trata de una iniciativa que busca llevar agua purificada de calidad a zonas remotas donde esta no existe o es de mala calidad”, explica Héctor Pino, uno de los tres desarrolladores de FreshWater, además de su director ejecutivo. “Producimos agua del aire a un precio justo”, señala.

Para la elaboración de este dispositivo se unieron las habilidades de Pino, ingeniero forestal, un diseñador industrial con experiencia en proyectos aeronáuticos, Alberto González, y un experto en gestión del agua, submarinos y tecnología militar, Carlos Blamey.

Cada dispositivo puede generar entre 9 y 30 litros de agua al día, cantidad que varía en función a las condiciones climáti-



Dispositivo FreshWater en un ambiente desértico.

cas donde se encuentra instalado, fundamentalmente temperatura y humedad del ambiente, y opera tanto con electricidad como con energía solar.

“La solución lo que hace es capturar micropartículas de agua por principios de condensación, pasa por procesos de filtrados, purificación y esterilización y se mantiene oxigenada dentro del sistema. Es un agua que no caduca, se mantiene en una situación pristina en el tiempo”, explica.

Agua barata para beber

El coste del litro de agua varía en función de la electricidad utilizada para producirla, pero en general ronda los 0,04 euros por litro. “Estamos hablando de un agua sin químicos, sin sodio, sin flúor, sin preservantes, sin cloro, agua de calidad que pueden tomar personas con diabetes u otras patologías”, destaca Pino. “Se trata de agua para beber, es agua barata si se destina a este uso, pero resulta cara si se usa para lavar, regar las plantas o tirarla por el inodoro”, señala.

Para evitar problemas con la tecnología se pensó en un diseño lo más simple posible, que permitiese al dispositivo tener una buena relación con sus usuarios. “Aunque realizamos distintos diseños para el aparato nos dimos cuenta de que la gente le tiene susto a la tecnología y

decidimos hacer el aparato lo más simple posible, lo que resultó muy complejo”.

“El sistema tiene un computador dentro, parece *mágico* (para las comunidades que lo usan) pero tiene inteligencia, hay una tecnología, un *software*, mecánica y un desarrollo de este programa, aunque al usuario final eso no le importa; le importa tener agua: para los niños esto es una nube no es una máquina”, explica Pino.

El dispositivo de FreshWater está destinado a cambiar la vida de algunos de los 34 millones de personas que carecen de ningún tipo de agua en América Latina, un problema que se ha ido acrecentando en la región, pero podría tener más aplicaciones en un futuro en el que no se viva a merced de las nubes.

“Sabemos que en el futuro va a haber problemas de agua. El cambio climático modifica las condiciones del entorno y hacen que no se produzcan habitualmente las condiciones de lluvias o que estas lleguen de manera intensiva o en forma de aluviones”, explica Pino. “El dispositivo que nosotros hemos desarrollado hace que se produzca la nube de manera artificial y genera agua. De alguna forma no tenemos que esperar a que haya nubes, nosotros producimos una especie de cambio de clima dentro del sistema, que se ajusta a las condiciones ad hoc del lugar donde se va a instalar la máquina”, añade Pino.

“Es una solución sustentable que tiene que ser autónoma”, indica, apuntando a que los componentes del dispositivo son fáciles de reparar y a que no es necesario conectarse a una red convencional de agua potable, sino que simplemente funciona al ser conectada a una fuente eléctrica.

Tecnologías como esta –una solución simple, efectiva y sustentable– podrían tener un rol importante en un futuro en el que “el agua, la paz y la seguridad estarán unidas de forma inextricable”, como apuntó Guterres. “Sin un manejo efectivo de nuestros recursos hídricos, nos arriesgamos a intensas disputas entre distintos sectores y comunidades y mayores tensiones entre naciones”.

Un modelo predice la vulnerabilidad de la red eléctrica española a las tormentas solares

Líneas eléctricas, satélites y otros sistemas podrían colapsarse por las tormentas geomagnéticas sobre la Tierra. Un trabajo español mejora las predicciones para reducir su vulnerabilidad

Además de la belleza de las auroras en latitudes polares, las perturbaciones del campo magnético de la Tierra generadas por el ciclo solar pueden causar enormes pérdidas económicas en diferentes sectores productivos. Cuando el viento solar cargado de partículas interactúa con el campo magnético del planeta, se origina una tormenta geomagnética que es capaz de generar en el subsuelo corrientes eléctricas inducidas geomagnéticamente (GIC, por sus siglas en inglés), que son peligrosas para las redes eléctricas y los sistemas conductores (oleoductos, gasoductos, líneas ferroviarias, etc.).

Estas corrientes, que son de baja frecuencia y se comportan como corriente continua, dependen de la estructura geoelectrica de la región, es decir, de la geología regional y de la conductividad eléctrica de las rocas. En el caso de las líneas eléctricas, las GIC se acoplan a la red de distribución mediante las tomas de tierra de los transformadores.

Ahora, un nuevo trabajo, publicado recientemente en la revista *Space Weather*, mejora las predicciones de la vulnerabilidad de la red española de transporte eléctrico. "La metodología aplicada permite simular distintos escenarios para la red en función de diferentes condiciones de las tormentas magnéticas", explica Àlex Marcuello, del Instituto de Investigación Geomodels de la Universidad de Barcelona, y coautor de la investigación. Así, la modelización es capaz de estimar los valores máximos de las GIC para diferentes subestaciones, conocer su efecto en los distintos elementos de la red (ya estén conectados o no) e identificar las más vulnerables.

La subestación de Vandellòs

El artículo, que tiene como primer autor al profesor Joan Miquel Torta del Observatorio del Ebro-CSIC, establece como modelo de estudio una subestación eléctrica de Vandellòs, en Tarragona. Para estudiar la vulnerabilidad de la red eléctrica, el trabajo analiza los elementos



Torres de alta tensión. Foto: Àlex Marcuello (Universidad de Barcelona).

integrales de esta y la longitud de la línea, además de la estructura geoelectrica del subsuelo mediante mediciones in situ del territorio.

"En general, las líneas de alta tensión más vulnerables son las de tensiones superiores a 200 kV", especifica Marcuello. "Los componentes de la red eléctrica más sensibles a las GIC son los transformadores de las subestaciones. Estas GIC causan una saturación de medio ciclo en los núcleos de los transformadores y la consecuencia es triple: el transformador se calienta, e incluso puede llegar a quemarse; la corriente y la tensión dejan de ser sinusoidales (a 50 Hz) y se vuelven inestables y, por último, la potencia inductiva de la red aumenta. Como resultado final de estos tres efectos, se puede producir un apagón parcial o total de la red", añade.

La investigación perfila un modelo de predicción más realista que los que se conocían hasta ahora, basados en aproximaciones más simplificadas. En este contexto, los expertos del Instituto de Investigación Geomodels, con sede en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UB, han caracterizado la conductividad del subsuelo en la región de la subestación de Vandellòs mediante el método magnetotélico.

"Esta metodología ha permitido mejo-

rar sustancialmente las predicciones anteriores para las GIC. Además, también hemos propuesto un modelo que permite integrar tres factores de los que dependen las GIC: la tormenta magnética, la estructura geoelectrica del subsuelo y las características de la red eléctrica", apunta Marcuello.

Protocolos de alerta

En todo el mundo, la gravedad de los efectos tecnológicos de las tormentas magnéticas ha impulsado el diseño de protocolos de alerta capaces de avisar en un intervalo de tiempo mínimo –días, e incluso horas antes– para poder desplegar las medidas preventivas oportunas. Episodios como el gran apagón de Quebec del 13 de marzo de 1989, con cerca de cinco millones de afectados y pérdidas económicas de 12 millones de dólares, son casos extremos que impulsan el progreso de la investigación en meteorología espacial para prevenir y paliar la huella magnética de la actividad solar sobre el planeta Tierra.

Referencia:

Joan Miquel Torta et al. Improving the modeling of geomagnetically induced currents in Spain. *Space Weather*. (2017). doi: 10.1002/2017SW001628

Fuente: Universidad 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

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



El grupo industrial Calvera, protagonista de la expansión del biogás en Europa

Los equipos NGPod de la compañía aragonesa atenderán la distribución de biogás y gas natural comprimido en el norte del continente gracias al acuerdo suscrito con la finlandesa Envor Protech Oy

La empresa española Calvera, especializada en el almacenamiento y transporte de gases comprimidos de alta presión, está desempeñando un importante papel en la expansión del biogás en Europa. La tecnología y los equipos de la compañía aragonesa van a ser protagonistas en la distribución de gas natural comprimido y biogás en el norte del continente, a raíz del acuerdo alcanzado con la firma finlandesa Envor Protech Oy, principal empresa del país en este sector.

En el marco de este acuerdo, el próximo hito será el inminente envío de 19 equipos NGPod fabricados en Épila (Zaragoza), donde la compañía tiene su sede, a Finlandia, a los que se añadirán otros más en las próximas semanas. El director general de Industria, Pymes, Comercio y Artesanía del Gobierno de Aragón, Fernando Fernández, ha visitado las instalaciones del Calvera en Épila, donde ha conocido los proyectos de futuro de la empresa y ha mantenido un encuentro con sus responsables, entre ellos el director general Rafael Calvera.

Con más de 20 años de experiencia, Envor Protech Oy se ocupa del ciclo completo, desde la producción del biogás hasta el almacenamiento y distribución a clientes finales como industrias de todo tipo y gasolineras, para lo que utilizará los equipos de Calvera, cuya distribución tendrá en Finlandia, Suecia y Estonia. Envor está inmersa en proyectos de gran calado, como la construcción de una nueva planta de biogás completa en Finlandia con un presupuesto que ronda los 20 millones de euros.

NgPod es un módulo para el transporte y distribución de gas natural comprimido (GNC) y biogás a 250 bares de presión para clientes múltiples de bajo y medio consumo. Permite atender con la máxima eficacia las necesidades de cada cliente, con el intercambio optimizado de bloques llenos por otros vacíos, y se presenta como una solución idónea para atender la demanda de las empresas distribuidoras de gas con necesidad



La empresa española Calvera tiene su sede en Epila (Zaragoza).

de abastecer a poblaciones remotas –ya sea en zonas de montaña o dispersas– o a clientes del sector terciario, lejos de las infraestructuras de transporte convencionales y con consumos reducidos. Las ventajas de NGPod, producto tras el que hay un amplio trabajo de I+D e ingeniería, van mucho más allá que las de un depósito convencional y se traducen en una mayor eficacia en los procesos logísticos y en menores costes de llenado –se pueden llenar todos los módulos al mismo tiempo– o manipulación.

Para facilitar su uso, el Grupo Calvera ha desarrollado igualmente la solución NG Truck, una base de remolque compatible con todas las cabezas tractoras del mercado que permite el transporte de 10 unidades NGPod e incluye su fijación y llenado conjunto, así como las maniobras de carga y descarga gracias a la grúa integrada que puede incorporar.

Este proyecto se enmarca en el proceso de expansión internacional y, especialmente, europea que afronta el Grupo Calvera, que también trabaja en otros proyectos importantes relacionados con el biogás en países como Francia en los que ofrecen un servicio “llave en mano” que incluye el desarrollo completo de la instalación y su operación: desde la compresión del biometano limpio hasta su almacenaje, transporte, descompre-

sión y consumo. Fuera del ámbito europeo, el Grupo Calvera desarrolla proyectos similares en países como Colombia, en el que prestan igualmente un servicio llave en mano con NG Pod.

La empresa tiene previsto fabricar 100 equipos NG Pod este año, cifra que se incrementará en los siguientes.

Más de 60 años

El Grupo Calvera, empresa española fundada en 1954 por el ingeniero técnico industrial Ricardo Calvera, es un referente internacional en cuanto a sistemas de almacenamiento y transporte de gas comprimido a alta presión, en especial hidrógeno y gas natural. Fruto de su especialización en distintos campos, el grupo tiene tres divisiones: Calvera Industrial Gases. Soluciones para todos los gases del aire, alimentarios y medicinales; Calvera Gas Technology. División centrada en gas natural y biogás, en la que se engloba el mencionado proyecto de Finlandia, y Calvera Hydrogen. Soluciones para el hidrógeno como vector energético. Con dos plantas productivas en Zaragoza y Épila, el Grupo Calvera tiene presencia internacional en Turquía, Israel, Emiratos Árabes, Escocia, Colombia, Perú, Chile, México y el Sudeste Asiático, así como en todo el resto de mercado europeo.

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





Imagen: Shutterstock.

Los ingenieros de la rama industrial, una pieza clave en todos los niveles de la Administración

Por su capacidad de análisis, gestión y resolución de problemas, su perfil generalista y su polivalencia, los ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería de la rama industrial están presentes en numerosos puestos clave en los tres niveles de la Administración: estatal, autonómica y local

Mónica Ramírez

En el número 316 de *Técnica Industrial* dedicamos un amplio reportaje a la importante labor que realizan los ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería de la rama industrial como directivos y emprendedores. Pero este no es el único ámbito en el que estos profesionales pueden llegar a la cima en su profesión. Si a su capacidad de análisis y de resolución de problemas unimos su perfil generalista, su capacidad de adaptación y su polivalencia, tenemos la explicación de por qué están presentes en todos los niveles de la Administración y pueden llegar a lo más alto del escalafón profesional.

Son muchos los profesionales que por sus conocimientos y capacidades aportan un alto valor añadido a la Función Pública, especialmente si tenemos en cuenta su gran cualificación técnica y capacidad de gestión. Hemos realizado una recopilación de algunos de los más destacados profesionales que desempeñan su labor en las distintas Administraciones (estatal, autonómica y local). Es solo una somera selección, que inevitablemente deja fuera a muchos funcionarios relevantes que también merecerían ser mencionados.

Administración General del Estado

La labor de los ingenieros de la rama industrial en la Administración General del

Estado en la actualidad es muy variada. En líneas generales, se encuentran asignados al Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital y al Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Sin embargo, también podemos encontrarlos en otros ministerios, así como en las áreas funcionales de la industria que existen en la Administración autonómica.

En el ámbito de la Administración estatal, cabe destacar a **Domingo Javier Molina Moscoso**, secretario general de Administración Digital del Ministerio de Hacienda y Función Pública (véase la entrevista de las páginas 20 y 21). Ingeniero técnico industrial por la Universidad de Cádiz y licenciado en informática por

la Universidad de Málaga, pertenece al Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información de la Administración del Estado con la especialidad de Administración Tributaria y al Cuerpo de Gestión de Sistemas e Informática de la Administración del Estado. Entre sus funciones, están la de impulsar el proceso de racionalización de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC), así como elaborar, coordinar e impulsar la estrategia sobre tecnologías de la información y las comunicaciones de la Administración General de Estado y sus organismos públicos, y promover la cooperación con otras Administraciones.

Administración autonómica

Dentro de la Administración autonómica, encontramos al mayor número de estos profesiones en puestos destacados. Uno de los principales cargos que tienen es el de director general. **Carlos Yecora Roca** (Logroño, 1981) es un buen ejemplo de ello. Es el director general de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de La Rioja. Ingeniero técnico industrial en la especialidad de mecánica por la Universidad de La Rioja, trabajó en distintas empresas del sector industrial antes de dedicarse al ámbito institucional. Además, ha sido director de gabinete de la Consejería de Fomento y Política Territorial (julio 2015-marzo 2016) y concejal del Ayuntamiento de Lagunilla del Jubera.

En la Junta de Andalucía, cabe mencionar a **Pedro Eugenio Gracia Vitoria**, ingeniero técnico industrial por la Universidad de Jaén, entre otras titulaciones, que en junio de 2012 tomó posesión como director general de Calidad de los Servicios y Programas para el Empleo. Anteriormente había sido director gerente del Servicio Andaluz de Empleo.

También en la Junta de Andalucía encontramos a **Jesús Nieto González**, director general de Prevención, Calidad Ambiental y Cambio Climático, funcionario de carrera del Ayuntamiento de Sevilla, vinculado a las áreas de Industria y Medio ambiente, que ha desarrollado buena parte de su trayectoria profesional en la Administración autonómica. Anteriormente había desempeñado el cargo de director general de Industria, Energía y Minas; de delegado provincial de la Consejería de Medio Ambiente en Sevilla, y de director provincial de la Agencia de Medio Ambiente en la misma provincia.

Otro cargo destacado nos lleva hasta la Generalitat de Catalunya, con **Pere**

Palacín Farré como director general de Energía, Minas y Seguridad Industrial desde 2013 (véase la entrevista de la página 26). Entre sus funciones, se encuentran la de coordinar las actuaciones de su Dirección General en materia de régimen energético, minero y de seguridad industrial, planificar las infraestructuras energéticas, diseñar las políticas energéticas que aplicar en Cataluña y elaborar las iniciativas normativas, en el marco de las competencias de la Generalitat en materia de energía eléctrica, hidrocarburos, eficiencia energética, minería y seguridad industrial, así como dirigir el modelo de seguridad industrial y las competencias de la Generalitat en materia de metrología, entre otras.

En general, las comunidades autónomas organizan sus estructuras administrativas tomando como modelo las del Estado, de modo que las estructuras organizativas básicas son las Consejerías o Departamentos y las Direcciones Generales, que son la máxima categoría organizativa dentro de cada departamento. Para ser director general es necesario acreditar competencia y experiencia profesional, además de ser funcionario de carrera del Estado, de las comunidades autónomas o de las entidades locales.

El mayor número de ingenieros en puestos destacados se encuentra en las consejerías de la Administración autonómica

Los nombramientos habrán de efectuarse de acuerdo con los criterios establecidos en la LOFAGE, entre funcionarios de carrera del Estado, de las Comunidades Autónomas o de las entidades locales, a los que se exija para su ingreso el título de doctor, licenciado, ingeniero, arquitecto o equivalente, salvo que el Real Decreto de estructura del Departamento permita que, en atención a las características específicas de las funciones de la Dirección General, su titular no reúna dicha condición de funcionario.

Ingenieros en las consejerías

Dentro de la Administración autonómica, las consejerías también cuentan en sus filas con ingenieros de la rama industrial. Es el caso de **Antonio Ruiz Romero**,

secretario general de Economía y Comercio, de la Consejería de Economía e Infraestructuras, de la Junta de Extremadura. Es ingeniero técnico industrial por la Universidad de Extremadura, tiene un máster en Dirección y Gestión de Empresas por el Instituto de Directivos de Empresa, Alta Dirección por el Instituto Internacional San Telmo y un curso de *coaching* ejecutivo acreditado por la Asociación Española de Coaching Ejecutivo-Organizativo y Mentoring (AECOP). En los últimos cuatro años ha ejercido como consultor estratégico, pero en su trayectoria profesional ha desempeñado diferentes cargos en empresas, tanto públicas como privadas, como la Sociedad de Fomento Industrial, Sofiex, durante 18 años, en los que desarrolló su actividad desde la gerencia hasta la representación como miembro en más de 20 consejos de administración, y anteriormente en Forte y en Corchera Extremeña.

En el área de la educación encontramos un destacado ingeniero técnico industrial: **Jorge Arévalo Turrillas**, viceconsejero de Formación Profesional (FP) del Gobierno Vasco. Esta viceconsejería se encarga de desarrollar el plan vasco de FP, el diseño de las acciones dirigidas al aprendizaje a lo largo de la vida, y la implementación de la FP inicial. Además, es vocal del Consejo de Administración del Servicio Vasco de Empleo (Lanbide), patrono de la Fundación Vasca para la Formación Continua (Hobetuz), vocal del Consejo de Coordinación de la Enseñanza Pública Universitaria, y consejero del Instituto Vasco de Consumo. Profesor de FP desde 1978, en la especialidad de Edificación y Obra Social, ha ocupado destacados cargos, como director de FP del Gobierno Vasco (1995-2001), viceconsejero de FP y Aprendizaje Permanente del Gobierno Vasco (2001-2005), asesor del director general de FP del Ministerio de Educación (2008-2011) y responsable de la puesta en marcha y desarrollo del primer y el segundo Plan Vasco de FP, entre otros. También fue decano del Colegio de Gipuzkoa.

En La Rioja cabe mencionar a dos colegiados en puestos destacados en las consejerías, como son **Enrique Campos Leza**, jefe de sección de Industria, y **Pedro Roa López**, jefe de sección de Energía, ambos en la Consejería de Desarrollo Económico e Innovación de La Rioja.

El ámbito de la Industria aglutina, como es lógico, un gran número de ingenieros. Es el caso de **Gloria Caiado**

de Moura Belchior, jefa del Servicio de Industria de la Diputación Provincial de Cáceres, y que anteriormente había sido jefa del Servicio de Industria, Parque Móvil y Talleres, y la Agencia Extremeña de la Energía (Agenex), así como jefa de la Sección de Industria de la Diputación Provincial de Cáceres, entre otros puestos de relevancia.

En este mismo ámbito encontramos a **José Enrique Borrajeros Seijas**, ingeniero técnico industrial en Electricidad por la Escuela de Ingeniería Industrial de Cartagena, que en 2001 fue nombrado delegado provincial de la Consejería de Industria y Trabajo de Albacete. Su amplia y destacada trayectoria profesional merece una mención destacada. Finalizada su carrera, comienza su actividad profesional formándose en diferentes empresas, y en 1972 comienza el ejercicio libre de la profesión, al mismo tiempo que ejerce de profesor de FP. Dos años después ingresa por oposición en el Servicio Social de Seguridad e Higiene en el Trabajo (actualmente INSHT), y en 1985 es nombrado jefe de Gabinete Técnico Provincial de Albacete. Durante cuatro años vuelve a desempeñar la Jefatura del Servicio de Condiciones Laborales, y en febrero de 2007 es designado jefe de Servicio de Turismo y Artesanía. A estos cargos hay que añadir los de miembro del Comité Ejecutivo de la Cámara de Comercio e Industria de Albacete y presidente de la Comisión Provincial de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de la Comisión Provincial de Artesanía, así como vocal en varias comisiones (Urbanismo, Espectáculos Públicos, Plan Regional de Salud de Castilla-La Mancha y plan de Dinamización Turística de Albacete, entre otras).

En León cabe mencionar al colegiado **Fernando Bandera González**, graduado en ingeniería en electrónica industrial y automática, y funcionario de carrera del cuerpo de ingenieros técnicos industriales desde 1988. Desde 2008 es jefe del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de León, y antes fue jefe de Sección de Edificios no Industriales y Metrología.

Administración local

La Administración local también supone un destacado enclave para estos profesionales. En Málaga, encontramos a **Francisco Bravo Lavado**, que en la actualidad desempeña el cargo de Jefe del Servicio de Actuaciones Preferentes-Di-

rector de la Oficina de Rehabilitación del Centro Histórico de la capital malagueña. Colegiado desde 1975, ha compaginado desde esa fecha el ejercicio libre de la profesión con la realización de casi dos mil trabajos de toda índole, con la de funcionario en el Ayuntamiento de Málaga desde 1976.

En cuanto a los campos de actuación, los requerimientos de un Ayuntamiento son muy diversos y necesitan, sobre todo, de una asistencia técnica importante. Y, en ese terreno, los ingenieros de la rama industrial destacan por su capacidad de realización de proyectos y de planeamiento y gestión de obras, así como en los campos de urbanismo, a nivel de licencias, y en los temas de alumbrado público, de movilidad y de protección civil, entre otros.

Como funcionarios locales, los ingenieros aportan todas sus capacidades en la gestión de obras y la realización de proyectos

En su quehacer diario, este profesional tiene una posición cercana a las necesidades reales del municipio. Entre sus múltiples funciones destacan la planificación de inversiones, la redacción de proyectos, la elaboración de estudios, el control de empresas públicas de la zona o la dirección de tareas de organización, entre muchas otras.

El ingeniero municipal debe tener, por lo tanto, una cultura urbanística que le permita entender y desenvolverse con soltura en el ámbito municipal, por lo que también debe conocer temas relativos a la legislación territorial, a la planificación e Ingeniería del transporte, a los servicios urbanos del municipio, al medio ambiente, etc. No hay que olvidar que está al servicio de una Administración muy cercana al ciudadano, que conlleva la gestión de los recursos municipales, encaminados a lograr el bienestar social de los vecinos, lo que hace que su responsabilidad adquiera, si cabe, una mayor dimensión a primera vista, con respecto a otras administraciones de ámbito nacional. Además, como cualquier otro ingeniero de la Administración, su perfil es fundamental como garantía de la calidad técnica de obras y servicios.

Normalmente todos los proyectos se

realizan en el ámbito municipal, pero el cumplimiento de las normativas pueden ser a nivel estatal o autonómico, dependiendo del carácter del proyecto o de la actuación, por lo que en el desempeño de su trabajo pueden tener relación con otras Administraciones y estar sujeto a las normativas, incluso de índole europea.

En este apartado, cabe mencionar también a la Administración Periférica del Estado, encargada de ejercer la actividad estatal en el ámbito provincial, correspondiendo al delegado del Gobierno la dirección de la misma en el ámbito autonómico y su coordinación con la Administración de la comunidad autónoma. Aquí cabe destacar al ingeniero técnico industrial **Ángel Val Pradilla**, colegiado de Aragón, que es subdelegado del Gobierno en la provincia de Zaragoza. Además es licenciado en Ciencias Químicas y en Medicina y Cirugía, y diplomado en Medicina de Empresa, así como funcionario del Cuerpo de Titulados Superiores de Prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. En Aragón ha sido secretario general del Servicio Aragonés de Salud, entre 1992 y 1993, director general de Consumo del Departamento de Sanidad, Bienestar Social y Trabajo del Gobierno de Aragón (1995-1996), viceconsejero de Justicia y director general de la Administración de Justicia, así como jefe de la Unidad de Apoyo al Fiscal Superior de Aragón.

Ingenieros en la política

El ámbito de la política también ha atraído a numerosos ingenieros técnicos industriales, que en muchos casos procedían de la empresa privada. Este es el caso de **César Ramos Esteban**, diputado en el Congreso de los Diputados por Cáceres y portavoz del Grupo Parlamentario Socialista en la Comisión de Fomento. Además, fue diputado regional en Extremadura, de 2006 a 2015, ejerciendo de portavoz de Industria, Energía y Medio Ambiente en la primera legislatura, y de empresa, emprendimiento e innovación en la segunda. Antes de realizar su inmersión en la política trabajó durante varios años como ingeniero en la empresa Catelsa Cáceres (Grupo Hutchinson), del sector del automóvil. También fue director de desarrollo de negocios, en una empresa tecnológica. Además de su faceta como político, también destaca como escritor, ya que es autor del libro *#Democracia Hacker: el poder de los*

Ingenieros con cargos destacados en la Administración pública

Los ingenieros técnicos industriales que aparecen bajo estas líneas son algunos de los que se mencionan en este reportaje, pero solo una pequeña muestra de los numerosos profesionales que ocupan cargos de relevancia en los distintos niveles de la Administración pública.



Domingo Molina Moscoso
Secretario general de Administración Digital del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad



Arturo Pascual Madina
Senador del Grupo Parlamentario Popular por Burgos (Colegio de Burgos)



Pere Palacín Farré
Director general de Energía, Minas y Seguridad Industrial de la Generalitat de Catalunya



Antonio Ruiz Romero
Secretario general de Economía y comercio de la Junta de Extremadura (Colegio de Badajoz)



César Ramos Esteban
Diputado y portavoz del Grupo Parlamentario Socialista en la Comisión de Fomento (Colegio de Cáceres)



Ángel Val Pradilla
Subdelegado del Gobierno en la provincia de Zaragoza (Colegio de Aragón)



Santiago Rodríguez Serra
Secretario general del Partido Popular de Cataluña (Colegio de Vilanova i la Geltrú)



Jorge Arévalo Turrillas
Viceconsejero de Formación Profesional del Gobierno Vasco



José A. Herrero Bono
Diputado del Grupo Popular por Teruel en el Congreso (Colegio de Aragón)



Carlos Yecora Roca
Director general de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de La Rioja (Colegio de La Rioja)

ciudadanos, y coautor del primer libro en habla hispana del Open Government.

Por su parte, **Santiago Rodríguez Serra** es secretario general del Partido Popular de Catalunya y portavoz adjunto del Grupo Parlamentario Popular en el Parlament de Catalunya. Desde 1991 hasta 2002 fue profesor asociado de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), y en 1992 abrió una empresa de ingeniería en Vilanova i la Geltrú, en la provincia de Barcelona, a la que continúa vinculado. Entre otros cargos, también fue presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Partido Popular de Cataluña en 2001 y 2002.

En Aragón, encontramos a **José Alberto Herrero Bono**, ingeniero técnico industrial y máster en Prevención de Riesgos Laborales y en Profesorado de Educación Secundaria y Formación Profesional. Es concejal en el Ayuntamiento de Calanda desde 2011, y ha sido consejero de la Comarca del Bajo Aragón (2011-2013). Como diputado, es vocal en la

Comisión de Energía, Turismo y Agenda Digital, y está adscrito a la Comisión de Economía, Industria y Competitividad.

El Senado también cuenta en su haber con un destacado graduado en ingeniería industrial. Se trata de **Arturo Pascual Madina**, del Grupo Parlamentario Popular por la provincia de Burgos. Nacido en Briviesca (Burgos) en 1972, trabajó en la empresa privada compaginándolo con su labor de primer teniente de alcalde en el Ayuntamiento de Briviesca de 2007 a 2011; también fue procurador en las Cortes Autonómicas de Castilla y León, de 2011 a 2015. Actualmente es Senador por Burgos y portavoz de Energía e Industria, así como vocal en la Comisión de medioambiente y cambio climático. Experto en temas energéticos, es un convencido de la profesión de ingeniero en la que confía, junto con la ciencia, "para dar soluciones al abastecimiento energético mundial para que algún día podamos suministrarlos de manera barata, limpia e inagotable".

En el terreno de la política municipal, encontramos a **Juan Carlos Gracia Suso**, ingeniero técnico industrial y técnico superior en Prevención de Riesgos Laborales, colegiado en Aragón, que en la actualidad es alcalde de Alcañiz (Teruel). Su experiencia laboral comenzó en el departamento de garantía de calidad de unos laboratorios, donde también realizó su proyecto final de carrera. Posteriormente, trabajó como jefe de obra en una empresa de montajes industriales y, por último, antes de llegar a la alcaldía de Alcañiz en 2011, desempeñó su trabajo como director de obra y coordinador en una empresa de ingeniería.

En este ámbito, cabe mencionar también a otros dos ingenieros técnicos industriales: **Félix Francisco Iglesias del Valle**, teniente de alcalde y concejal de Transporte Urbano, Tráfico y Vías Urbanas en el Ayuntamiento de Logroño, y **Juan Luis Ruiz López**, primer teniente de alcalde, portavoz y regidor de Promoción Económica, Nueva Gobernanza y

Comunicación del Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú.

Ingenieros en la Universidad

La docencia ocupa también un campo muy amplio y destacado para estos profesionales, en sus diversos niveles, en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente y, en particular, conforme a lo dispuesto en la Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria. De este modo, ejercen la docencia tanto en educación secundaria como profesores de la asignatura de Tecnología, por ejemplo, como en el ámbito universitario, como directores de las Escuelas de Ingeniería del ámbito industrial o docentes en las mismas. Según la citada Ley Orgánica 11/1983, para poder concursar a plazas de profesor titular de Escuela Universitaria será necesario estar en posesión del título de licenciado, arquitecto o ingeniero superior. No obstante, el Consejo de Universidades podrá determinar las áreas de conocimiento específicas de las Escuelas Universitarias en las que sea suficiente el título de diplomado, arquitecto técnico o ingeniero técnico.

Los concursos serán convocados por la Universidad correspondiente y publicados en el Boletín Oficial del Estado. Se celebrarán públicamente mediante dos pruebas, que consistirán en la presentación y discusión con la comisión de los méritos e historial académico e investigador del candidato, así como de su proyecto docente, y en la exposición y debate de un tema de la especialidad, de libre elección por el mismo.

Un ejemplo representativo en el campo universitario es el de **Juan José López Garzón**, ingeniero técnico industrial colegiado en Sevilla, y doctor en matemáticas, que ha desempeñado diversos cargos de importancia, como vicerrector de Infraestructuras, Planificación y General y ha logrado tres premios de excelencia docente de la Universidad de Sevilla, así como un reconocimiento a la excelencia docente del Ayuntamiento sevillano. Sin embargo, su amplia y relevante trayectoria profesional nos lleva también a la Junta de Andalucía, donde tuvo el cargo de viceconsejero de Asuntos Sociales, así como los de delegado del Gobierno de España en Andalucía y consejero del Instituto Andaluz de Estadística. Asimismo, ha publicado varios artículos de divulgación y varios libros de matemáticas. Por último, ha sido director del Instituto Politécnico de Dos Hermanas (Sevilla), direc-

Graduados en el Grupo A de la Administración

La sentencia del Tribunal Supremo del 9 de marzo de 2016 ha significado un antes y un después para la profesión de ingeniero técnico industrial. Con ella, por fin se hacía justicia y se permitía a los graduados en ingeniería de la rama industrial acceder a las plazas de ingeniero industrial. Esta sentencia les permite evolucionar, por tanto, dentro de la Administración pública por sus capacidades y competencias, y sin quedar limitados por la titulación académica, como venía sucediendo hasta el momento, aunque la ley indicara lo contrario.

Con esta sentencia, ha quedado en evidencia el requisito de una titulación específica para ocupar un determinado puesto de trabajo en la Administración pública, dado que se requieren otras capacidades y competencia que son objeto de la oposición. Asimismo, deja claro que la titulación de graduado/a es la única que se puede exigir para optar al grupo A (A1 o A2) de la función pública, siempre y cuando no haya una ley que exija otra titulación diferente, para lo que deberá haber una justificación de la misma.

La citada sentencia se remonta a 2013, cuando a un graduado en ingeniería eléctrica, después de haber aprobado las oposiciones de ingeniero industrial de la Comunidad Foral de Navarra, se le denegó el acceso a la misma por no tener la titulación de ingeniero industrial. Tras perder el recurso presentado ante el Tribunal Superior de Justicia de Navarra, este fue elevado al Tribunal Supremo, que aplicó de forma clara y evidente el Estatuto Básico del Empleado Público y las directrices marcadas por el Espacio Europeo de Educación Superior. El demandante, tras un largo proceso, acudió al Tribunal Supremo, que terminó dándole la razón y condenó a la "Administración demandada a que, como consecuencia de su participación en el procedimiento selectivo litigioso y de la superación del mismo, efectúe el nombramiento funcional del demandante en iguales términos a como lo fueron, en cuanto a derechos administrativos y económicos, los otros aspirantes que también lo superaron".

Por su parte, la Junta de Castilla y León también tuvo que subsanar el error cometido con los graduados en ingeniería de la rama industrial a los que excluyó en la convocatoria de una oposición al cuerpo de ingenieros superiores industriales. Varios graduados en ingeniería de la rama industrial formalizaron su inscripción en este proceso selectivo y fueron excluidos de la lista provisional por el motivo 07, que identifica la carencia de titulación adecuada.

En esta ocasión, todo comenzó cuando en el Diario Oficial de Castilla y León (BOCyL de 22 de junio) apareció publicada la convocatoria de proceso selectivo para el cuerpo denominado "superior" de ingenieros industriales de la Administración de dicha comunidad autónoma. En esa misma fecha, el Consejo de Colegios Profesionales de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de Castilla y León (CogitiCyL), decidió trasladar la información a los nueve colegios provinciales que lo integran, solicitando su difusión a los colegiados para impulsar la inscripción de los posibles interesados y sugiriendo que trasladasen a los colegios cualquier posterior comunicación de rechazo, por titulación, que les pudiera ser comunicada desde la Administración. Simultáneamente, CogitiCyL presentó un recurso de reposición ante el órgano competente de la Administración. Los graduados, al ser conscientes de la discriminación injustificada de la que estaban siendo objeto, fueron respaldados y asesorados por los colegios profesionales donde estaban colegiados, y siguiendo las tesis jurídicas defendidas por el Cogiti, presentaron las alegaciones pertinentes a la Administración competente. Finalmente, el error que se había cometido al excluir a los citados graduados de la lista provisional de admitidos fue subsanado y se les incluyó en la lista definitiva como admitidos.

Y es que el título académico ha de ser una puerta de entrada al mundo profesional, como es el título de grado. A partir de ahí deberá ser cada uno el que elija su camino, atendiendo a los principios de mérito, capacidad y esfuerzo, que son los que al fin y al cabo hacen que una sociedad avance y sea competitiva, ya que lo que esta necesita son los mejores y más preparados ingenieros. En vista de los resultados, y sin lugar a dudas, estamos en el buen camino para lograrlo.

tor del Centro de Formación Profesional Pino Montano e inspector extraordinario de formación profesional de la provincia de Sevilla, entre otros puestos.

Oferta de empleo público

Los procesos de acceso a la Administración para adquirir la condición de funcionario se llevan a cabo, normalmente, mediante oposiciones libres o concurso-oposición, que son convocados por la Administración estatal (ministerios), autonómica o las corporaciones locales.

El portal Proempleoingenieros del Cogiti, primera plataforma integral de empleo para ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería de la rama industrial en nuestro país, también ofrece información sobre la oferta de empleo público, donde se recogen datos significativos. La mayor parte de las convocatorias de oposiciones para estos profesionales de los últimos meses proceden del ámbito ministerial (12 convocatorias para un total de 241 plazas), seguido de las comunidades autónomas (13 oposiciones con 179 vacantes) y, por último, de los Ayuntamientos (3 convocatorias para 7 plazas vacantes).

En cuanto a los cargos más habituales en la oferta de empleo público, estos son los de titulado superior y medio de gestión y servicios comunes, y de actividades técnicas y profesionales; técnico superior especialista (especialidad en prevención de riesgos laborales) e ingenieros técnicos industriales. En ocasiones, también se requieren titulaciones específicas, como formación para el desempeño de las funciones preventivas de nivel superior correspondientes a las tres especialidades y disciplinas preventivas de seguridad en el trabajo, higiene, titulaciones referidas a idiomas, o el certificado de aptitud pedagógica, del título de especialización didáctica o del título oficial de máster que acredite la formación pedagógica y didáctica a que se refiere el artículo 100.2 de la Ley Orgánica 2/2006, en el caso de los profesores. En ocasiones se pide experiencia previa en plazas de personal fijo y temporal y, en general, las convocatorias suelen emplear el método de selección de concurso-oposición.

Función pública europea

Otra de las salidas más demandadas en la Administración es la ocupación de ingenieros en la función pública de la UE, dentro de la categoría de administrado-

res. Este cuerpo se dedica, por lo general, a la elaboración de políticas y aplicación de la legislación de la UE con tareas de análisis y asesoramiento.

El mayor número de plazas convocadas para el perfil del ingeniero es para el Centro Común de Investigación (Joint Research Centre [JRC]), servicio científico interno de la Comisión Europea encargado de proporcionar a las políticas de la UE apoyo técnico y científico de carácter independiente y basado en pruebas a lo largo del ciclo completo de la política que se esté desarrollando en ese momento.

Las áreas de competencia clave del JRC son energía, transporte, medio ambiente y cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria, salud y protección de los consumidores, tecnologías de la información y la comunicación, materiales de referencia y seguridad (incluida la nuclear en el programa Euratom). Asimismo, desarrolla actividades directas destinadas a reforzar el análisis de políticas, evaluación de impacto o inteligencia estratégica sobre las tendencias en ciencia y tecnología, entre otros temas. De este modo, contribuirá a reforzar el Espacio Europeo de Investigación, del que el JRC forma parte.

En estrecha cooperación con las direcciones generales encargadas de desarrollar las políticas, el JRC aborda retos sociales al tiempo que estimula la innovación a través del desarrollo de nuevos métodos, nuevas herramientas y normas, compartiendo su saber hacer con los Estados miembros, la comunidad científica y los socios internacionales. El JRC tiene 2.800 empleados, siete institutos científicos y cinco centros en Alemania, Italia, Bélgica, Países Bajos, así como en España (Sevilla), donde se encuentra el Instituto de Prospectiva Tecnológica del JRC.

Ingenieros del Estado

Este año se cumplen 106 años de la presencia del ingeniero del ámbito industrial en las filas del Estado, al formar parte del cuerpo de ingenieros industriales. Sus miembros son expertos en la ejecución de proyectos en ámbitos estratégicos como la industria, la energía, las telecomunicaciones y la sociedad de la información, el emprendimiento y la innovación.

Desde sus inicios hasta la actualidad, los ingenieros industriales del Estado han sido protagonistas de momentos claves en la política industrial española. Un ejemplo de ello fue la entrada de Es-

paña en la Unión Europea y la creación posteriormente de un sistema nacional de seguridad y calidad industrial, tras la aprobación del Acta Única Europea.

Las características de los nuevos ingresados se corresponden con las de un profesional joven, con experiencia previa en el sector privado y en diferentes campos (energía, industria, TIC, consultoría, construcción, docencia, etc.), con alta cualificación. En estos casos se valoran las titulaciones complementarias de máster, doctorado o una segunda titulación universitaria. El manejo de idiomas es otro de los requisitos fundamentales que se han convertido en cualidades imprescindibles dentro de este grupo histórico del Ministerio de Industria.

En sus orígenes, el proceso selectivo de ingreso a este cuerpo se llevaba a cabo mediante un sistema de cualificación previa. Fue en el año 1931 cuando se implantó la oposición como proceso selectivo en el Estado y, en la actualidad, se evalúan los conocimientos en diferentes bloques entre los que destacan los Sectores Industriales Españoles, la Organización del Estado y Derecho Administrativo, Unión Europea, Teoría Económica, Economía Internacional y Política Económica, Economía de la Empresa y del Sector Público, Principios de Gestión y Política y Legislación de Tecnología, Industria y Energía, entre otros.

Los temarios exigidos en el proceso de selección incluyen materias ajenas a los planes de estudio que se imparten en las escuelas técnicas superiores de ingeniería. Esta característica añade un complemento que enriquece el carácter generalista de los aspirantes y los dota de conocimientos y herramientas que favorecerán su desarrollo profesional en los destinos que ocupen en el ámbito de la Administración.

Según los últimos datos disponibles, la Administración General del Estado cuenta con, aproximadamente, 200 profesionales que conforman el Cuerpo de Ingenieros Industriales; 130 de los cuales se encuentran en servicio activo destinados en dicha Administración, y el resto lo están en situación de servicios especiales en otras Administraciones (autonómica y local u organismos administrativos). Estos ingenieros son expertos en la ejecución de proyectos en ámbitos estratégicos como la industria, la energía, las telecomunicaciones y la sociedad de la información, el emprendimiento y la innovación.

Entrevista

Domingo Molina Moscoso

Secretario general de Administración Digital del Estado

“El perfil de ingeniero técnico industrial es ideal para muchos cuerpos y plazas de la Administración”

Joan C. Ambrojo

Accedió a la Agencia Tributaria como analista programador en 1993 y vivió desde dentro la profunda transformación de la Agencia Tributaria durante dos décadas. Desde diciembre de 2016, Domingo Molina es el máximo responsable de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones en la Administración. Ingeniero técnico industrial y licenciado en informática, Molina lleva una vida entregada a mejorar la vida del ciudadano. “La función pública tiene una gran capacidad para transformar la sociedad”, asegura. Ahora lidera el proceso de racionalización de las TIC en la Administración. Los ingenieros técnicos industriales deben considerar seriamente la oferta pública de empleo para 2017: “Necesitamos gente tan preparada como ellos”.



Domingo Molina Moscoso.

Las TIC constituyen uno de los pilares de las medidas propuestas por la Comisión para la Reforma de las Administraciones Públicas (Cora). En octubre de 2016 se aprobaron las leyes 39 y 40, que suponen una actualización y adaptación al siglo XXI del funcionamiento de la Administración. ¿Qué retos tiene la transformación digital para hacer una Administración más eficiente y satisfacer a los ciudadanos?

Hemos de tener claro que el proceso de transformación digital es irreversible. El fin es mejorar esos servicios que damos a los ciudadanos y las TIC son una condición necesaria pero no suficiente. La estrategia TIC, que aprobó el Gobierno, se diseñó de forma alineada con las nuevas leyes administrativas 39 y 40, que entraron en vigor el pasado mes de octubre. El objetivo es que los ciudadanos perciban que las TIC están tan integradas en las Administraciones públicas que prefieran el uso de la vía electrónica a cualquier otra. Tenemos que conseguir servicios más sencillos, intuitivos e integrales. Por ejemplo, la carpeta ciudadana es uno de los proyec-

tos horizontales en los que hemos estado trabajando desde hace un año. Es una plataforma para que todas las Administraciones públicas interoperemos pensando en el ciudadano, y que las que tienen menos medios presten los mismos servicios.

¿Qué pasos se han dado desde el 2 de octubre en el proceso de racionalización?

La Secretaría General de Administración Digital (SGAD) ahora, y antes la dirección TIC, tiene como misión principal liderar el proceso de racionalización de las TIC en todo el sector público. Intentamos hacer un uso eficiente para generar ahorros, no solo en TIC, sino también en el resto de actividades administrativas como consecuencia de una mayor homogeneidad y simplicidad. El instrumento de que dispone la SGAD es la declaración de servicios compartidos, que está regulada en el artículo 10 del Real Decreto 806/2014 que aprobó la gobernanza TIC. Los servicios compartidos persiguen un triple objetivo:

el ahorro económico por la agregación de la demanda; las sinergias que se producen en los recursos humanos, y, por último, permiten incrementar la calidad del servicio de todas las unidades [tecnológicas]. Este proceso elimina la duplicidad de existencias mediante actuaciones correctivas y preventivas. La Administración General del Estado cuenta con 111 organizaciones TIC heterogéneas en tamaño y en presupuesto y tenemos 160 unidades con capacidad de contratación de tecnologías. Estamos dando grandes pasos en el proceso de racionalización. Por ejemplo, en el ámbito preventivo, está el proyecto CLAVE, una plataforma compartida para todas las Administraciones públicas para la identificación y firma electrónica mediante claves concertadas. Por otro lado, están el portal de transparencia y el portal de facturación electrónica FACE, que se ha convertido en referencia en el resto de Europa. Son servicios disponibles para cualquier Administración pública, desde las comunidades autónomas a las entida-

des locales. En el ámbito correctivo, el mayor éxito es la consolidación de las redes de comunicaciones de la Administración del Estado, en cuya primera fase conseguimos ahorros del 43% y una gestión mucho más simple, pasando de gestionar más de 200 contratos a uno solo.

Se han declarado un total de 14 servicios compartidos de uso obligatorio, desde las telecomunicaciones a la seguridad gestionada, y los servicios de alojamiento de infraestructuras, de nube híbrida, de correo electrónico, el servicio multicanal de atención al ciudadano, la gestión de registros, notificaciones, nóminas, gestión de personal, gestión económico-presupuestaria, la generación y validación de la firma electrónica, la gestión de expedientes o documentos electrónicos. El grado de desarrollo de los servicios es desigual: las comunicaciones es el más avanzado, mientras que la consolidación de centros de proceso de datos requería de un gran impulso político y esto no ha estado favorecido con el año en funciones que vivió el Gobierno.

España parece estar muy bien posicionada en Administración electrónica, sobre todo en oferta de servicios digitales. Pero existe una brecha de uso por parte de algunos ciudadanos. ¿A qué se debe y cómo resolverlo?

La Administración española, como consecuencia de la ley 11/2007 que reconoció el derecho a relacionarse electrónicamente con las Administraciones, ha hecho un esfuerzo muy grande para garantizarlo. Se hizo un despliegue muy grande de servicios. Es cierto que eso no se corresponde con la demanda real y es una de las asignaturas pendientes. ¿Por qué no crece la demanda? No es un problema fácil de resolver; durante mucho tiempo tendremos un sector de la población que no será capaz de acceder a esos servicios electrónicos por sí mismos. Otros sí están capacitados y no los usan; en parte, es responsabilidad de los servicios digitales y por la capacitación y actitud del personal que les atiende. Son servicios mejorables en usabilidad y en poner el foco en el ciudadano. CLAVE persigue ese objetivo: simplificar y hacer más usable la identificación y la firma electrónica y se extiende poco a poco por todas las Administraciones. En esa línea, hemos de resolver los eventos vitales del ciudadano: no tiene sentido que cuando nace un niño, para darlo de alta se deba ir al INSS; luego, si trabaja la madre, ir a la

Agencia Tributaria para solicitar la ayuda de maternidad, y así sucesivamente. ¿Por qué no poner todos esos servicios en una plataforma orientada al nacimiento de un hijo, de forma que con una sola interacción llegue la tarjeta sanitaria al domicilio, la transferencia de la Agencia Tributaria y la inscripción en el Registro Civil? En algunos casos, tenemos que ganarnos la confianza de los ciudadanos. La capacitación y actitud de los funcionarios pueden reconducir al ciudadano que se presenta en las oficinas administrativas. Hay casos en los que [los funcionarios] piden una fotocopia del DNI cuando su obligación es utilizar la plataforma de intermediación para verificar la autenticidad. Hemos de formar a estos funcionarios, a los que la firma electrónica o el documento electrónico les resulta lejano, para que puedan explicar sus ventajas. Las leyes 39 y 40 nos lo han puesto en bandeja, al establecer a las Administraciones públicas la obligatoriedad de tramitar todos sus expedientes electrónicamente.

“El objetivo es que los ciudadanos perciban que las TIC están tan integradas en las Administraciones públicas que prefieran la vía electrónica a cualquier otra”

Lleva una dilatada carrera en la Administración pública. ¿Qué le aporta su formación como ingeniero técnico industrial en su trabajo actualmente con un cargo de relevancia en el que toma decisiones estratégicas?

He tenido la oportunidad de trabajar con personal con la misma formación que recibí en la escuela de ingenieros técnicos. Te da una visión integral y rigor a la hora de abordar los problemas, pero con flexibilidad. Ayuda a trabajar de una forma metódica y recurrir lo mínimo a la improvisación. Es un perfil muy completo y polivalente.

¿Y por qué a pesar de ese perfil tan completo no es habitual encontrar en la Administración más ingenieros en puestos de tanta responsabilidad?

Salvo algunos cuerpos específicos, percibo que la mayoría de los funcionarios tienen un perfil de licenciado en derecho, económicas, etc. y son pocos los ingenieros técnicos los que optan por la función

pública. Quizá desde el punto de vista profesional sea más atractiva la empresa privada. O que no hayamos sabido transmitir que el perfil industrial es perfectamente válido para la función pública; hay muchísimos puestos en los que se desempeñarían brillantemente. En nuestro caso, en el cuerpo de tecnologías de la información y las comunicaciones, sí que hay mucha diversidad de titulaciones. Aun así, tenemos una demanda muy por debajo de la oferta actual y en 2016 no se consiguieron cubrir todas las plazas, quedaron 20 de primer nivel. Para la oferta de empleo de 2017 me gustaría que los ingenieros técnicos vieran que existen cuerpos y plazas en los que en su perfil es ideal. La función pública es un lugar en el que se pueden desarrollar profesionalmente y alcanzar logros que no están al alcance de casi ninguna empresa, por desgracia, en España: transformar la sociedad desde la Administración pública.

La digitalización es positiva pero también perjudica la privacidad de los datos. El exceso de seguridad informática puede llegar a bloquear la prestación de servicios al ciudadano. ¿Cómo encontrar un equilibrio razonable entre seguridad y la oferta de servicios?

El exceso de celo por la protección de los datos en las Administraciones públicas está siendo un impedimento para la rápida evolución de los servicios. Según la regulación sobre protección de datos, la Administración solo puede utilizar el dato para lo que ha recabado, de forma que si lo necesita para otros usos en otra área no se pueda utilizar salvo que haya una nota que lo habilite. Podríamos ver ejemplos en los que los datos podrían dar un servicio muy bueno, pero por la interpretación que hacen los gestores de la normativa no podemos llegar a darlos. Antes, para obtener un descuento al sacar un billete de avión o barco, un residente en las islas tenía que llevar una documentación. Ahora se hace a través de la plataforma de intermediación, gracias a la valentía de los gestores del Ministerio de Fomento, que apostaron por la legalidad para compartir ese dato en beneficio del ciudadano. Trabajamos en estrecha colaboración con la Agencia Española de Protección de Datos para ayudar a vencer las cautelas de los gestores. Me preocupa mucho más la seguridad en la prestación de servicios y trabajamos para ser un objetivo cada vez menos vulnerable y atractivo a los ataques.

Entrevista

Silvia Ventero Agudo

Jefa de la Unidad de Combustible en la ONU

“A los ingenieros recién titulados les animo a salir fuera de España porque la experiencia es impagable”

Mónica Ramírez

Una reestructuración en la empresa donde trabajaba le hizo replantearse su futuro laboral e interesarse por las oportunidades que ofrecían los organismos internacionales. Ahora trabaja desde hace cinco años en la sede central de la ONU, en Nueva York, concretamente en el Departamento de Soporte a las Misiones de Paz, y desde 2015 es jefa de la Unidad de Combustibles. Silvia Ventero destaca que la resistencia física y mental, junto a la perseverancia, son esenciales en su trabajo; y recuerda que su formación como ingeniera técnica industrial (rama química) y sus conocimientos en la especialidad de petroquímica y polímeros fueron esenciales para encontrar su primer empleo, unido a su versatilidad y flexibilidad.

Lleva cinco años trabajando en soporte logístico a las Misiones de Paz de la ONU, ¿cómo empezó a trabajar en la organización?

En 2011, una reestructuración de mi empresa me puso de nuevo en el mercado laboral. Entre otras alternativas, me interesé por los puestos de trabajo que ofrecían los organismos internacionales y me inscribí en las bolsas de trabajo (*roster*) de profesionales para la gestión de combustibles en la ONU. En agosto de 2011 entré en dos de dichas bolsas de trabajo y en febrero de 2012 recibí una propuesta para unirme a la ONU, a su Misión de Paz en Sudán del Sur (UNMISS).

¿Cuáles son sus funciones?

Actualmente trabajo en Nueva York en la sede central de la ONU, en el Departamento de Soporte a las Misiones de Paz, y soy la jefa de la Unidad de Combustibles. Mi unidad realiza la coordinación con todas las misiones de paz para asegurar el suministro de combustibles, carburantes y lubricantes. Para entender la magnitud, piensa que la ONU tiene desplegados más de 140.000 cascos azules y unos

25.000 funcionarios civiles. También tenemos función de supervisión técnica interna para asegurar que en nuestra área de trabajo se cumplen las normas de la ONU.

¿Qué le gusta más de su trabajo?

Aunque parezca un lugar común, poder trabajar con personas de diferentes orígenes tanto personales como profesionales; también que trabajo en proyectos con objetivos muy específicos junto con el desafío de desarrollar dichos proyectos, que son de muy distintos ámbitos y situaciones.

“Mi unidad realiza la coordinación con todas las misiones de paz de la ONU para asegurar el suministro de combustibles, carburantes y lubricantes”

¿Y qué es lo que le gusta menos?

La ONU es un organismo internacional, jerárquico, donde el trabajo de soporte, obviamente, está condicionado a las decisiones políticas que toma la organización. Acostumbrada a trabajar en el sector privado, la burocracia ligada a cualquier organismo público es lo que llevo peor. En cuanto al trabajo en las misiones, por supuesto, no puedo dejar de mencionar las condiciones de seguridad y dureza en las que se desarrolla el trabajo.

¿En qué misiones ha trabajado?

Empecé a trabajar en abril de 2012 en Sudán del Sur, en la Misión de Naciones Unidas en Sudán del Sur (UNMISS), en un lugar llamado Malakal, en la frontera entre Sudán y Sudán del Sur. Estuve hasta septiembre de 2013, ejerciendo de responsable de los almacenes integrados de suministros y del control de los activos. Aunque la vida era dura, tuve bastante

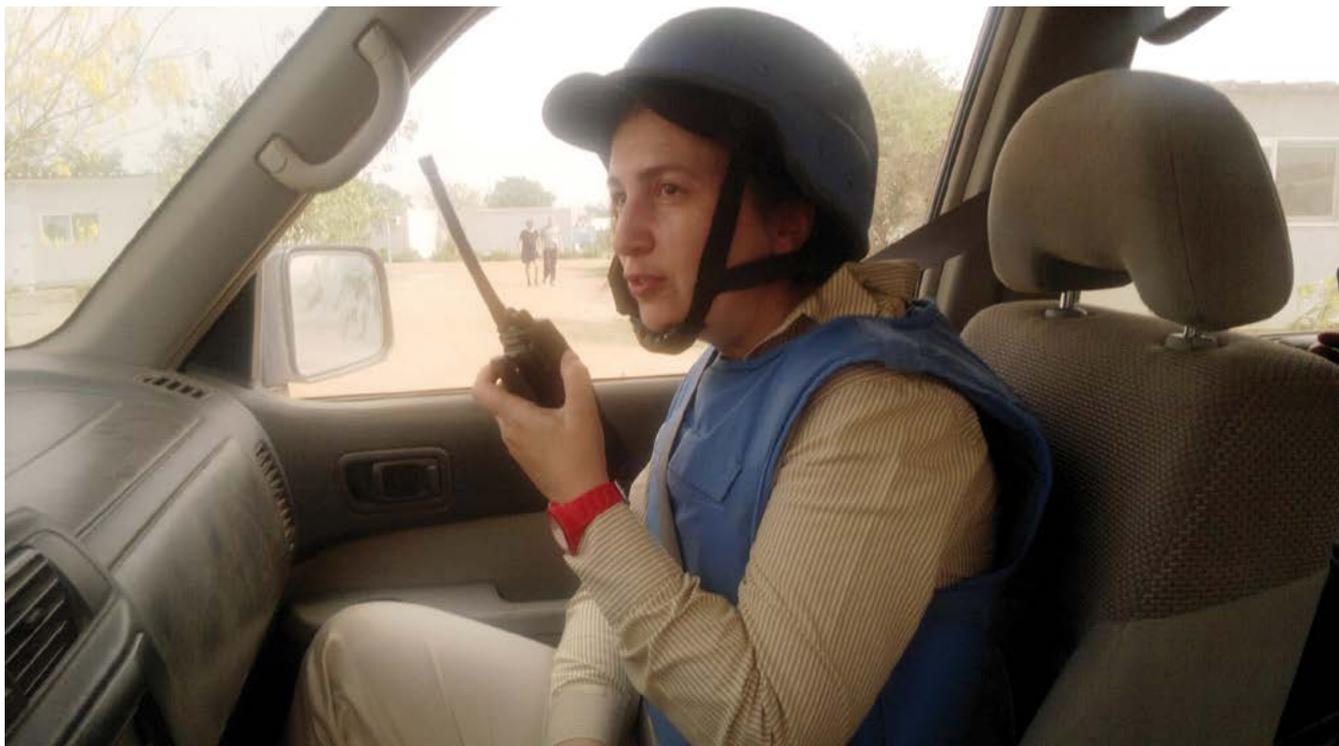
suerte, porque viví en un momento de paz. Luego me fui a Monrovia, Liberia, para trabajar como jefa de Combustibles en Misión de Naciones Unidas en Liberia (UNMIL). Mi responsabilidad principal era gestionar la distribución de combustible en la misión. Allí estuve hasta diciembre de 2015. Mi estancia, por cierto, coincidió con el brote epidémico de ébola.

¿Qué habilidades o aptitudes son necesarias para trabajar en la ONU?

Para cada puesto de trabajo se necesitan distintas habilidades y aptitudes específicas, pero es cierto que hay algunas que son comunes a todos los trabajadores, especialmente a aquellos que trabajan sobre el terreno. La resistencia física y mental son esenciales. En la mayoría de las misiones, no está permitido que las familias vivan en la zona, por razones de salud y seguridad. La malaria es enfermedad endémica, y obviamente en todas ellas hay riesgo para la integridad física. Y después del trabajo, las posibilidades de entretenimiento son bastante limitadas. La capacidad de trabajar con personas de diferentes orígenes profesionales y culturales, la capacidad de trabajar con recursos limitados, la flexibilidad y la capacidad de reacción ante situaciones extremas e inesperadas. Por ejemplo, en Liberia, que llueve 8 meses al año y que las carreteras no están asfaltadas, nosotros siempre trabajábamos con un plan B. El trabajo en equipo es esencial en una misión en la que todos somos muy interdependientes. Y finalmente, yo diría que la perseverancia.

¿Cómo es un día habitual de trabajo?

En mi actual trabajo, como coordinadora del aprovisionamiento de combustible a las misiones, mi unidad trabaja en coordinación con las misiones en establecer los pliegos de condiciones de los contratos de suministro o los cambios de los existentes, debido a cambios en los mandatos de las misiones. Actualizamos las normas de referencia para la gestión



Silvia Ventero Agudo.

de los combustibles y supervisamos las operaciones de las misiones. Parte de esta actividad requiere visitar las misiones. En estos momentos estoy preparando una conferencia para los jefes de combustible de las misiones y un curso-taller sobre una herramienta electrónica de gestión de combustibles que se utiliza en el terreno.

Como ingeniera técnica industrial química, por la Universidad Politécnica de Madrid, además de los conocimientos que le han aportados estos estudios, ¿qué otros valores o aptitudes piensa que le ha reportado?

Obviamente, en mi caso, que estudié la especialidad de petroquímica y polímeros, fueron esenciales para encontrar mi primer trabajo. También me aportaron la necesidad continua de querer saber más, versatilidad y flexibilidad.

¿Cómo ve la situación de la profesión de la ingeniería en la actualidad?

Las ingenierías siempre han destacado como las carreras de mayor proyección profesional. No creo que esto haya cambiado mucho. Yo obtuve mi titulación hace bastante tiempo y no estoy muy familiarizada con los nuevos grados, pero espero que un valor muy reconocido en el mercado laboral de mi época, como era

la versatilidad, no se haya perdido. Un ingeniero, especialmente uno industrial, puede desarrollarse en diversos campos dentro de una empresa, no solamente los específicamente técnicos, aunque la parte técnica sea, por supuesto, fundamental.

¿Qué consejos daría a los jóvenes que acaban de terminar su carrera de ingeniería de la rama industrial de cara a su futuro profesional?

No creo que diga nada nuevo. La época en la que encontrabas un trabajo y si no querías no tenías necesidad de buscar otro se ha acabado. Eso provoca cierta inseguridad que es necesario gestionar. Los ingenieros necesitan mantenerse continuamente al día, necesitan ser elegibles continuamente incluso si no están buscando trabajo. En concreto, pienso que los ingenieros de la rama industrial son muy apreciados en el mercado laboral. Les diría que no tengan miedo a salir de España, porque eso les proporcionará una experiencia vital impagable.

Como profesional de la logística y la distribución, ¿qué destacaría de sus anteriores trabajos?

Antes de trabajar en la ONU, desarrollé mi carrera profesional en BP, donde desempeñé diversas funciones. Los últimos años fui la responsable de la distri-

bución y logística de los combustibles a la red comercial. Si tuviera que destacar algo en concreto de ese periodo, sería el compromiso de la empresa y mío propio por la aplicación de los estándares de seguridad en el transporte, que creo que contribuyeron muy eficazmente a la reducción de accidentes y bajas, demostrando que la seguridad es una inversión y no un gasto.

¿Cuáles son sus próximos proyectos?

Me gustaría seguir trabajando durante un tiempo en Nueva York, pero no descarto a medio plazo volver al terreno. La verdad es que a pesar de todas las ventajas que ofrece una ciudad como esta, algunas veces echo de menos la vida en misión. Y en ningún momento renuncié a volver a España y continuar desarrollando mi carrera profesional allí.

A pesar de residir en el extranjero, ¿vuelve de forma asidua a España?

Cuando trabajaba en el terreno tenía un tiempo periódicamente de "descanso y recuperación", y volvía a España con bastante frecuencia. Ahora lo hago por vacaciones, un par de veces al año.

Nota de la entrevistada

El punto de vista expresado por la entrevistada no refleja necesariamente el de la Organización de las Naciones Unidas.

Entrevista

Alberto Arbaiza Martín

Director del Centro de Tratamiento de Denuncias Automatizadas de la DGT

“La conducción autónoma y conectada aportará un potencial enorme a la profesión de ingeniero”

Mónica Ramírez

Alberto Arbaiza Martín, ingeniero técnico industrial (especialidad eléctrica) por la Universidad Politécnica de Madrid, dirige desde 2013 el Centro de Tratamiento de Denuncias Automatizadas de la Dirección General de Tráfico (DGT), con un equipo formado por unas 150 personas y que el pasado año gestionaron más de dos millones y medio de sanciones de velocidad. En plena revolución tecnológica, el futuro de la DGT se le antoja muy prometedor, en el contexto de una sociedad que estará muy conectada y con un gran parque de vehículos autónomos que supondrán todo un reto para la DGT y en el que especialmente los ingenieros tendrán mucho que aportar.

¿Cómo empezó a trabajar en la Dirección General de Tráfico?

Soy de la promoción de 1990. Ese año fui contratado por Sainco Tráfico como responsable de los sistemas informáticos del Centro de Gestión de Tráfico de Madrid de la Dirección General de Tráfico y un año después comencé a trabajar como funcionario.

Ocupa el cargo de director del Centro de Tratamiento de Denuncias Automatizadas. ¿Cuáles son los aspectos más destacados de su trabajo?

El principal es que funcione con excelencia el centro y que alcance el máximo de efectividad, buscando el difícil equilibrio entre eficacia y eficiencia. En términos de procedimiento sancionador esto se traduce en que este sea cierto, legítimo y ágil, conjugando la difícil ecuación que tiene entre sus términos aquellos que evitan la impunidad del infractor y el abuso de poder de la Administración.

Desde que comenzó a trabajar en la DGT, en 1991, ha pasado por numerosos departamentos. ¿Cómo ha sido su evolución personal y la de la DGT?



Alberto Arbaiza Martín.

La DGT es un organismo multidisciplinar que destaca por su forma ecléctica de afrontar los retos de la movilidad segura y sostenible. Por aquel entonces, este concepto de tan amplio espectro quedaba reducido al de seguridad vial, pero ya formaban parte de la plantilla desde licenciados en derecho e ingenieros hasta sociólogos, periodistas, médicos y psicólogos. En el año 1991 se estaba en una profunda revisión del factor humano como elemento clave de la seguridad vial. Es de aquella época la Ley de Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial que enfocaba el problema desde el ámbito jurídico y psicológico, lo que no fue problema para que a la vez se pusieran en marcha los primeros Centros de Gestión de Tráfico (CGT), y con ello entraran en juego los ingenieros de caminos, industriales, informática y de telecomunicaciones. La llegada de Internet revolucionó las cosas: ya no solo disponíamos de la radio y la televisión para

llegar a una cantidad enorme de ciudadanos, lo que supuso un salto cualitativo de gran calibre. Posteriormente, la telefonía móvil de datos, el despegue de los *smartphones* a partir del 2007, y en los últimos años el Big Data, los navegadores (gratis) y las redes sociales nos hacen tener que estar en continua evolución, no solo desde el prisma de la información y gestión, sino del de la vigilancia, la educación y la comunicación.

A lo largo de todo este tiempo, ha desarrollado interesantes proyectos. ¿En qué consisten los principales?

Uno que ha significado la colaboración entre los ingenieros y los psicólogos es y ha sido la identificación de la mejor manera de informar al conductor para que este actúe en consecuencia. Imagínese una situación de lluvia intensa que provoca retenciones y al final un alcance. ¿Qué se debe comunicar al conductor? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Le decimos que

llueve y a qué distancia? ¿Le avisamos de la cola de retención? ¿O mejor de la cabeza de la misma que es donde se encuentra el accidente? ¿Será mejor en este caso dar tiempos de recorrido o el mejor itinerario? Parece una cuestión baladí pero si iPhone tuvo éxito es porque era usable, la tecnología no se interponía entre el ciudadano de a pie y la aplicación. Eso hacemos nosotros: tratar de que la experiencia de conducción sea agradable, que el conductor sepa lo que tiene que saber, ni más ni menos, y que así se eviten accidentes y retenciones. Por otro lado, cuando estuve al cargo del departamento de transportes especiales, pusimos en marcha hace 10 años una *app* que permitía hacer un seguimiento del transporte con los consiguientes hitos en materia de seguridad y cumplimiento de la norma. Esto revolucionó el sector, pues permitió las autoescoltas, y con ello el que, por ejemplo, los parques eólicos y grandes infraestructuras estuvieran terminados a tiempo con las máximas garantías de seguridad.

¿Hasta qué punto es necesario estar constantemente formándose para adaptarse a las nuevas necesidades tecnológicas y de gestión?

Los últimos años están siendo de auténtico infarto tecnológico. Imaginense que hasta hace seis se pensaba en llegar al conductor a través de equipamiento en comunicaciones de corto alcance instalado en la carretera (V2I, *vehicle to infrastructure*) o entre los propios vehículos (V2V, *vehicle to vehicle*), y que ahora hemos desechado esta idea (en la que por cierto siguen empeñados demasiados) y nos hemos ido a promocionar la creación de una plataforma de vehículo conectado basado en la nube.

¿Cuáles son las innovaciones más destacadas del Centro de Tratamiento de Denuncias Automatizadas?

La principal y aunque parezca un tópico, la oficina sin papel. En el CTDA no hay papeles, o mejor dicho, a la forma y manera de un aeropuerto, hay una zona tierra y una zona aire, y no hay papeles donde no debe haberlos. En la "zona tierra" se digitalizan y archivan los documentos (alegaciones, recursos, contenciosos, identificaciones de conductor, etc.) y en la "zona aire" se trabaja directamente en electrónico. En este sentido, el CTDA es un modelo de oficina sin papel en toda la Administración General del Estado.

Por otro lado, la seguridad de que si la DGT nos remite una multa de velocidad a casa, esta ha sido gestionada con todas las garantías jurídicas y técnicas. En los casos en los que el cinemómetro detecta una posible infracción de exceso de velocidad, se capturan una o varias fotografías digitales en las que aparece el potencial vehículo infractor. El cinemómetro automáticamente compacta y encapsula los ficheros de imágenes y de texto en un único fichero global, en formato UStar, que sigue la norma IEEE P1003.1. Finalmente, se genera de forma automatizada un fichero cifrado, con formato GPG (GNU Privacy Guard), que está basado en el estándar abierto OpenPGP. Para cada infracción, el cinemómetro compacta y encripta la misma haciendo uso del protocolo GNU Privacy Guard. En el fichero GPG generado se remite la información al CTDA para que este, empleando su clave privada, proceda a descifrar y descomprimir la información. Los ocho CGT de la DGT se encargan de mantener una comunicación continua con los cinemómetros instalados en su zona de control. Por último, hay que resaltar que actualmente en el centro estamos trabajando en la tramitación de otras denuncias automatizadas. A modo de ejemplo, cabe pensar en los ciclistas y otros colectivos vulnerables, y plantearse cómo conseguir vigilar de manera automática que se respete la distancia de seguridad de metro y medio obligatoria al adelantar a un ciclista.

"Pretendemos que la experiencia de conducir sea agradable y que se eviten accidentes y retenciones"

¿Cómo ve la profesión de ingeniero en la actualidad?

La Comisión Europea ha planteado un enorme reto. Se pretende pasar de los más de 25.000 muertos en las carreteras de Europa el año pasado a 0 en el año 2050. ¿Cómo conseguir esto? Pues de forma similar al mundo de la aviación, reservando prácticamente al factor humano el resquicio de la conducción lúdica y que para entonces la conducción autónoma y conectada sea una realidad. No conduciremos nosotros, sino las máquinas, y esto supone un esfuerzo de ingeniería en todos los aspectos que da un potencial enorme a la profesión.

¿En qué aspecto le han ayudado sus conocimientos en ingeniería a la hora de desarrollar su trabajo?

Mi formación era de ingeniero eléctrico, especialidad electrónica. Cuando empecé a trabajar, la demanda de profesionales de la informática y comunicaciones era muy amplia y me sirvió para hacerme un hueco en un mundo en el que no había la especialización que hay ahora.

¿Qué consejos daría a los ingenieros que acaban de terminar sus estudios y tienen que incorporarse al mercado laboral?

Daría uno que ya hace años me dio nuestro querido fallecido director, Rafael López López, al terminar la carrera: comprender plenamente lo que lees, escribir no bien, sino mucho mejor aquello que has pensado, tratar al cliente como si fuera el único y último y manejar cuantos más idiomas mejor. Lo que aprendemos en la escuela nos da los fundamentos y armas para encontrar la mejor solución; sin esas habilidades serán buenos técnicos, pero no contribuirán a mejorar la sociedad.

¿Cuáles son sus próximos proyectos?

Estamos embarcados en un complicado programa de vigilancia de las carreteras convencionales basado en un índice, el INVIVE, que maneja datos del pasado y juega con prognosis de accidentes. Pretendemos pasar del "mantenimiento correctivo" al "preventivo" en el campo de la vigilancia, basándonos en evidencias científicas como son el que si disminuyes la velocidad media de los conductores en una vía el 5%, bajan los accidentes mortales el 20% (Nilsson, 2004). Para ello, estamos centrados en las carreteras convencionales, ya que más del 80% de los 1.700 fallecidos anuales lo son en este tipo de vías, donde la vigilancia con cinemómetros es muy complicada debido a la demostrada ineficacia de los cinemómetros de sección (por lo que estamos evolucionando a los cinemómetros de tramo), y a los problemas de suministro de alimentación y comunicaciones.

¿Cómo ve el futuro de la DGT?

Muy prometedor. El objetivo mencionado de la Comisión Europea y las nuevas tecnologías citadas nos hacen pensar en una sociedad codecisora, muy conectada y un enorme parque de vehículos autónomos en los que la DGT tiene mucho que aportar.

Entrevista

Pere Palacín

Director general de Energía, Minas y Seguridad Industrial de la Generalitat de Cataluña

“Los ingenieros técnicos industriales son un buen activo para la Administración pública”



Pere Palacín, impartiendo clases antes de ser nombrado director general de Energía, Minas y Seguridad Industrial de la Generalitat de Cataluña en 2013.

Joan Carles Ambrojo

Dar el salto desde la empresa privada y la educación a la función pública no fue ningún obstáculo para Pere Palacín, director general de Energía, Minas y Seguridad Industrial de la Generalitat de Cataluña desde 2013. Palacín considera necesario que la Administración se nutra de más profesionales con formación en ingeniería técnica industrial, dado que su capacidad multidisciplinar y dedicación al trabajo bien hecho son rasgos fundamentales en la función pública.

Como ingeniero técnico industrial eléctrico, entre otras formaciones, Pere Palacín suspira por desarrollar una sociedad en la que el propio ciudadano no sea un mero consumidor de energía, sino un productor activo. Defiende un *mix* energético diversificado en el que la energía nuclear, de una forma más racional, siga teniendo su papel. Por algo conoce bien el sector, que lo ha escudriñado minuciosamente, y también participó en la liberalización del mercado eléctrico español. Este catedrático de la Universitat Ramon Llull (URL) en IQS, dentro del

Departamento de Ingeniería Industrial, es el autor de la obra de referencia *El sector eléctrico español de 1880 a 2005, su liberalización. Comparativa internacional*, un estudio comparativo de las transformaciones en España, Europa y América del sector eléctrico. En la actualidad, desde la dirección general coordina las actuaciones en materia de régimen energético, minero y de seguridad industrial, planifica las infraestructuras energéticas, diseña las políticas energéticas que aplicar en Cataluña y las iniciativas normativas que elaborar, en el marco de las competencias de la Administración de la Generalitat de Catalunya en materia de energía eléctrica, hidrocarburos, eficiencia energética, minería y seguridad industrial. Así mismo, dirige el modelo de seguridad industrial y las competencias de la Generalitat en materia de metrología, entre otras.

Ha trabajado en el ámbito privado y en la educación. ¿Qué le sedujo de la función pública para incorporarse a su actual puesto?

No había pensado nunca en ello y lo que

me sedujo era hacer un servicio a la sociedad. Como tenía conocimiento del sector, en el que había trabajado, y también había realizado una tesis doctoral, conocía las actividades para las que me propusieron. Puedo aportar conocimientos que mejoren la calidad y la atención que se merecen los ciudadanos.

Su formación en ingeniería eléctrica y su dilatado pasado laboral en Enher y Red Eléctrica, entre otras, ¿le permiten abordar con mayor realismo las decisiones en política energética que debe realizar desde el ámbito de la función pública?

Mi formación me aporta realismo, porque conozco el sector y lo he estudiado, e independencia, al provenir del ámbito universitario como catedrático. Los ingenieros somos multidisciplinares, personas con mucha dedicación, sacrificados, y es algo bueno para la función pública. Este conocimiento multidisciplinar nos permite analizar un problema desde diferentes puntos de vista. Unido a la formación específica como ingeniero eléctrico o ener-

gético, es muy importante en el campo en el que estoy trabajando.

Pero, ¿es útil esta capacitación técnica para las decisiones que debe tomar un funcionario con su cargo?

Son decisiones políticas, pero en el campo de la energía en España (que es deficitaria), tenemos que ser coherentes con los principios físicos de la energía, aprovechar bien las fuentes, optimizar bien el consumo. En el fondo sí hay decisiones políticas, pero detrás hay un gran componente técnico-económico.

Tras cuatro años al frente de la Dirección General de Energía, ¿cuál es su balance? ¿Qué actuaciones tiene pendientes ante un futuro energético que parece bastante complicado?

El balance es enriquecedor, he aportado lo que he podido y he aprendido mucho dentro de la Administración pública, que es una maquinaria que funciona, pero que tiene muchos campos abiertos. [La función pública] ayuda mucho a la ciudadanía, hace que las cosas sean mejores. Ahora estamos trabajando en el Pacto Nacional para la transición energética. Me gustaría comenzar a cambiar el modelo energético, desde un modelo de combustibles fósiles a otro más sostenible y renovable, y que sea mejor para las generaciones futuras.

“Los ingenieros somos multidisciplinares, personas dedicadas y sacrificadas, y esto es bueno para la función pública”

Venimos de un modelo energético muy complejo, como indicaba en su libro.

Complejo y controlado por unos grandes operadores, con escasa competencia y que debe romperse un poco para que todo el mundo pueda producir su propia energía, más respetuosa con el medio ambiente, y hacer un uso más racional de la energía. Y promueve un mix de energías: nuclear, alternativas... Hace años que escribí el libro, me anticipaba. Todas las fuentes son necesarias. Para alcanzar un modelo más limpio, también hemos de contar con las energías clásicas, hacer un proceso de transición ordenado, diseñado entre todos, ciudadanos y Gobiernos. Por ello, la necesidad de este Pacto Nacional

para la Transición Energética. Entre todos, hemos de decidir qué modelo queremos y qué hemos de hacer.

¿Está a favor de que profesionales con su formación se incorporen en puestos de alta responsabilidad dentro de la Administración pública? ¿Qué relevancia tienen los ingenieros técnicos industriales en este ámbito?

Sí, los ingenieros son muy importantes en la Administración pública. Y, por ejemplo, una dirección general [como la que ocupa] la ha de llevar un ingeniero técnico, y así ha sido en el pasado. Aquí hacemos de autoridad administrativa, en energía, minas, seguridad industrial, autorizamos, inspeccionamos instalaciones de muchos campos reglamentarios (desde ascensores a los aparatos de alta presión, almacén de productos químicos, automóviles, metrología, autorizamos líneas eléctricas de alta y media tensión, centros de transformación y de distribución, subestaciones, centrales eléctricas, instalaciones de suministro de carburante para vehículos, etc. Son instalaciones que tienen mucha temática técnica y para las que es necesario tener formación en estos campos, porque en caso contrario difícilmente podría hacerse una función óptima en el cargo.

¿Qué opina de la situación de los ingenieros técnicos industriales? ¿Se les reconoce suficientemente su labor como profesionales? ¿Necesitan mejorar en algún sentido su formación?

Los ingenieros técnicos son un cuerpo específico dentro de los funcionarios de la Generalitat de Cataluña. Ejercen funciones como la docencia, ejecución de instalación de infraestructuras, mantenimiento de instalaciones, etc. Nuestro departamento es quizá el que más ingenieros técnicos industriales tiene, por algo es heredero del antiguo departamento de Industria. Los ingenieros técnicos están reglamentados por la función pública según la orden del estado, son carreras profesionales de los cuerpos de funcionarios.

¿En qué sector considera que puede tener mayores aportaciones profesionales? ¿En el sector privado, que conoce muy bien, en educación o en la función pública?

Una reflexión rápida: desde fuera, maldecimos mucho de la Administración pública y hay una mala imagen del funcionariado, pero desde que estoy trabajando me ha sorprendido gratamente la actitud que existe. El funcionariado es un gran activo

de este país y funciona tan bien como la empresa privada. Y es gracias a los funcionarios, a los ingenieros técnicos industriales, a la actitud de estas personas. El paso por la empresa privada y la educación me ayudan a tomar decisiones en la actualidad. Y la función pública me ha enriquecido mucho y he podido ver el otro lado que no había visto.

¿Cuáles son sus siguientes pasos profesionales? ¿Se ve continuando su labor en la función pública?

No depende completamente de mí. Pero [en el futuro] puedo volver a mi puesto de catedrático, que me apasiona.

“Harán falta centrales nucleares, pero podemos hacer mucho reduciendo el consumo y las importaciones de energía”

¿Y qué es lo que más le motiva en el mundo de la investigación universitaria?

Todo lo que tiene que ver con las redes de energía eléctrica, diseñar y potenciar la generación distribuida mejorando su eficiencia para llegar a las redes inteligentes. El objetivo es conseguir que cada ciudadano pueda tener su generación energética, que pueda cubrir una parte importante de su consumo.

Pero eso choca con trabas legislativas.

El real decreto sobre el autoconsumo energético se ha llevado al Tribunal Constitucional, que nos ha dado la razón en una serie de reclamaciones. Por ejemplo, una en concreto que puede ser de gran utilidad para los ciudadanos es que el real decreto impedía el autoconsumo colectivo (en un bloque de pisos) y ahora esto es legal.

¿Cuál es su visión de futuro del sector energético?

Se resume en una frase: las leyes físicas no pueden ser dificultadas por un redactado en el BOE. Harán falta centrales nucleares, pero sí podemos hacer mucho reduciendo el consumo, reducir las importaciones de energía y, si cada uno se puede producir el 3%, el 20% o el 50% de la energía que consume, será un gran avance para la sociedad y la humanidad, una gran contribución a las generaciones futuras.

Entrevista

Ester Micó Amigo

Presidenta de la Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado de Tecnología

“Si se reducen los estudios tecnológicos, corremos el riesgo de perder el tren de la innovación”

Mónica Ramírez

Ester Micó Amigo es la presidenta de la Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado de Tecnología (PEAPT), que desde hace varios años defiende la aprobación de un pacto nacional por la educación que garantice un sistema educativo de calidad para todos y en el que la presencia de la tecnología sea relevante. Como abanderada de la posición destacada que esta asignatura se merece en la educación secundaria, considera que el área de la tecnología constituye uno de los pilares que debe sustentar la nueva reforma educativa del siglo XXI, para fomentar las vocaciones técnicas y tecnológicas de los jóvenes desde edades muy tempranas.

Desde hace años, la PEAPT ha llevado a cabo una serie de reivindicaciones en defensa de la educación tecnológica. ¿En qué consisten exactamente?

Ha habido muchas iniciativas diversificadas, nos hemos reunido con diferentes instituciones estatales y autonómicas, académicas y políticas, pero siempre vinculadas con la técnica y la tecnología. Nuestro objetivo ha sido destacar la importancia de nuestra área, la tecnología, en la educación secundaria, ya que es la base para ulteriores estudios universitarios de ingeniería y arquitectura, así como de las ramas profesionales vinculadas a estos estudios politécnicos. Las reivindicaciones han sido cuantiosas, hemos elaborado manifiestos, hemos hecho enmiendas al currículo, hemos ido al Congreso de los Diputados e incluso al Parlamento Europeo de Bruselas. Una de las acciones destacadas ha sido nuestra campaña mediática *Tecnología en acción*, como respuesta a la LOMCE ante el maltrato que la tecnología ha sufrido con la *Ley Wert*. Se encuentra disponible en www.tecnologiaenaccion.com.

¿Cómo ha sido la respuesta que han obtenido por el momento por parte de

los políticos, entidades e instituciones?

Desde las instituciones académicas vinculadas al campo de las ingenierías la respuesta ha sido óptima. Las universidades politécnicas han manifestado su preocupación, ya que la tecnología industrial de bachillerato es la única materia que trata con exclusividad bloques de contenidos clave en la etapa precedente a la universidad. La Conferencia de Escuelas de Grado en Ingenierías del ámbito industrial, con 52 escuelas en representación, se ha adherido a nuestro manifiesto para que en la nueva ley de educación, el error que se ha cometido con la LOMCE no vuelva a suceder. También nos acompaña la asociación estatal de estudiantes de ingenierías del ámbito industrial, con más de 84.000 estudiantes de ingeniería. Las escuelas de ingeniería de telecomunicaciones nos han comunicado su reciente incorporación, y junto con los 15.000 profesores y profesoras de tecnología supone un rechazo contundente al sistema educativo actual en lo que refiere a la pérdida de peso específico que ha sufrido la educación tecnológica.

“Hay falta de vocaciones tecnológicas, cuando el mercado laboral requiere cada vez más ingenieros e ingenieras”

Otro eje fundamental es el ámbito profesional; los colegios profesionales del ámbito de las ingenierías nos han mostrado, todos, su preocupación, y en particular el Gogiti y la UAITIE se han volcado con muchas acciones diferentes, desde fomentar premios de investigación tecnológica en las etapas de secundaria como adherirse a nuestra causa, participando activamente en todas nuestras convocatorias. El tema político es otro cantar. Nos reunimos el 9

de marzo y el 4 de julio de este año, como tantas otras veces en los años precedentes, y parecen ser conscientes de la gravedad que supone haber reducido los estudios tecnológicos en secundaria. Las expectativas parecen positivas pero tendremos que ver resultados, y esperemos que en la nueva ley de educación o pacto por la misma, la tecnología sea un eslabón fundamental tal como nos han prometido.

¿Qué habilidades y conocimientos proporciona la tecnología en la educación?

La tecnología vertebraba un abanico de bloques de contenidos que abarca desde la mecánica, las estructuras, los materiales, la expresión gráfica, neumática, la electricidad y la electrónica hasta la automática, la programación y robótica, tan en boga hoy en día. Por ello, es importante destacar que todos los bloques son necesarios y complementarios y, por tanto, no se pueden concebir de forma aislada; lamentablemente hay cierta confusión mediática al respecto, pues la programación computacional y las nuevas tecnologías son solo una parte singular del global de la Tecnología. Además, no debemos olvidar tampoco que es una materia que trabaja las desigualdades de género en la educación, generando nuevos modelos femeninos en la formación tecnológica.

Por último, hay que destacar que el eje vertebrador del área de tecnología es la metodología de proyectos, activa y pragmática, indispensable en las nuevas tendencias educativas, y que precisamente desde nuestra área lleva trabajándose en el aula con una experiencia de más de dos décadas.

¿Corremos el riesgo de perder el tren de la innovación?

En los últimos tiempos se está apreciando una falta de vocaciones en los estudios técnicos y tecnológicos, cuando, por el contrario, el mercado laboral requiere cada vez más profesionales cualificados



Ester Micó Amigo, en la sede del Cogiti. Foto: M.R.

en los ámbitos de la tecnología, especialmente ingenieros e ingenieras. Según el Instituto Nacional de Estadística, las carreras más solicitadas del Estado son las ingenierías, la mayor parte de ellas del ámbito industrial, como ingenierías en automática y en electrónica, y estos bloques de contenidos se estudian exclusivamente en el área de tecnología; con esta deducción creo que la respuesta queda contestada. Si reducen la tecnología, reducen la innovación; evidentemente corremos un gran riesgo como país.

¿Cuál piensa que puede ser el motivo de esta falta de vocaciones?

La clave está en fomentar en edades tempranas el interés por la tecnología en su globalidad. Tal como se cuestionan los expertos, otras deficiencias del sistema educativo como la comprensión lectora, que debe mimarse desde pequeños, la proyección y el interés por la técnica y la tecnología se debe tratar y regular al menos desde secundaria (quizá mucho antes) para que los frutos den resultado. Además, la tecnología es necesaria para toda la ciudadanía, no únicamente para los que en bachiller tengan claro su camino hacia

las ingenierías. Desgraciadamente, con la LOMCE el proceso ha sido totalmente invertido y se ha escorado y quitado su presencia desde la ESO hasta el bachillerato, sin olvidar que este año ni siquiera ha sido computable en las pruebas de acceso a la Universidad por primera vez para futuros estudiantes de ingeniería, lo que supone un agravio para estos estudios.

¿Cómo se imagina la enseñanza de las tecnologías en los próximos años?

Quiero pensar que el sentido común primará y las decisiones políticas venideras darán la oportunidad a nuestros jóvenes de que puedan tener por una parte la cultura tecnológica necesaria y global que la sociedad necesita, y por otro lado la adecuada formación específica para que nuestros jóvenes puedan cubrir esos índices de empleabilidad que comentábamos en el punto precedente, con la mejor formación tecnológica.

La plataforma asegura que los países que tienen mejores resultados en el informe PISA apuestan por la formación tecnológica. ¿En qué situación se encuentra nuestro país en este aspecto?

En Bruselas nos afirmaron que estamos a la cola en formación tecnológica, siguiendo la comparativa europea. También nos indicaron que, efectivamente, en España la materia de tecnología fue una excelente iniciativa en el sistema educativo, pero a diferencia de otros países que la potencian, en España no la valoran. Nos indicaron que debíamos hacer entender a nuestros responsables políticos que estaban jugando con el futuro del país, ya que hoy en día la tecnología es necesaria para vivir y mejora la calidad de vida de todos nosotros.

¿Cuáles son las próximas actuaciones que la plataforma tiene pensado llevar a cabo?

A nivel académico, como antes os describí, las actuaciones están muy consensuadas y claras, pues hemos elaborado análisis y debates con universidades y colegios profesionales de ingeniería para establecer las necesidades que el sistema educativo debe regular, es decir, el camino que seguir. Somos los tres ejes fundamentales que englobamos la tecnología y la ingeniería desde tres ángulos diferentes y comunes a la vez, trabajando día a día y codo a codo. Pero lo que está todavía en trámite es volver a reunirnos con los grupos parlamentarios con los que ya hemos establecido negociaciones, a la vez que incorporemos otros nuevos de manera que busquemos un consenso común, ya que de momento todos muestran su interés y ganas de trabajar con nosotros para contemplar la tecnología como uno de los ejes fundamentales del Pacto por la Educación.

Por otra parte, y en otro orden de cosas, la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAIITIE) entregó en junio de 2016 los Premios del I Concurso Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica dirigido a estudiantes de la ESO y bachillerato y orientado a la mejora de la eficiencia energética, de cuyo jurado formó parte. ¿Qué opinión le merecen este tipo de iniciativas?

Este tipo de iniciativas las calificaría de excelencia. Creo que la UAIITIE ha trazado un camino ejemplar como institución en el fomento de la tecnología y la innovación. La tecnología en secundaria evoluciona en la ingeniería y este es nuestro objetivo común.

Tribuna

El liderazgo de la ingeniería española en el mundo

Ana Tarrafeta

El sector de la ingeniería española en general está formado por más de 1.600 empresas, de las que unas 100 son grandes o medianas. Es el sector que cuenta con más empresas internacionalizadas, con una media de facturación exterior del 50-70% (algunas más del 90%).

A día de hoy, España es una potencia mundial en los sectores de infraestructuras de obra civil (transporte e hidráulicas) y de energías renovables, pero fuera de nuestras fronteras.

Desde 2009, con la "crisis", las grandes empresas reforzaron su negocio en el exterior y el resto siguieron el camino marcado. Primero en Latinoamérica y después en el resto del mundo, aprovechando todo el *know how* adquirido previamente en España.

Infraestructuras de transporte

En cuanto a infraestructuras de transporte, aproximadamente el 85% de la cartera de proyectos de nuestras grandes empresas constructoras está formado por contratos en el extranjero, con presencia en 90 países de los cinco continentes. Y hasta 6 de las 10 constructoras de infraestructuras "top" a nivel mundial son españolas (ACS, OHL, Ferrovial, FCC, Acciona y Sacyr), con proyectos en la Unión Europea, Oriente Medio, África, Estados Unidos, Canadá, Latinoamérica, Asia y Australia.

España está a la vanguardia mundial en alta velocidad ferroviaria, metros, autopistas y construcción y operación de puertos y aeropuertos, gestionando integralmente los proyectos. Asimismo, el 46% de las concesiones mundiales están gestionadas por nueve empresas españolas.

Mención especial haremos a las infraestructuras de alta velocidad, ya que España es líder internacional en esta disciplina, fundamentalmente gracias a los grandes conocimientos y experiencia tras desarrollar el AVE en nuestro país. La tendencia es que varias empresas españolas trabajen conjuntamente en

megaproyectos internacionales, la cual se inició tras el proyecto emblemático de Alta Velocidad Meca-Medina, que ya está próximos a su finalización y que está formado por un consorcio de 12 empresas entre constructoras, ingenierías, empresas tecnológicas, etc.

A día de hoy, Oriente Medio es el mercado con mayor potencial exportador para la industria ferroviaria española. Arabia Saudí, Emiratos y Omán tienen previsión de invertir 92.000 millones de euros en los próximos años en infraestructura ferroviaria, aunque no podemos olvidar la amenaza de la caída del precio del petróleo. Asimismo, las empresas españolas especialistas en materia ferroviaria, también tienen mucha presencia en EE UU y están entrando fuerte en nuevos mercados como India y China.

En cuanto a la industria auxiliar/señalización de infraestructuras ferroviarias y de metro, España desarrolla los sistemas de ticketing y control para metro, ferrocarril, túneles y autopistas más innovadores del mundo. También exportamos tecnología de comunicación y señalización a los cinco continentes.

El sistema español de gestión de tráfico ferroviario Da Vinci, propiedad del Adif y desarrollado por Indra, es la herramienta de referencia para la gestión y control de tráfico ferroviario en las líneas españolas de alta velocidad y redes convencionales y ya está operando en los metros de Medellín y Londres, por ejemplo. Y también se está implantando en muchos otros países en la actualidad. En el proyecto de alta velocidad entre La Meca y Medina al que antes aludíamos, también cuentan con este sistema.

Según Seopan, la patronal que agrupa a las grandes constructoras, respecto a construcción de carreteras/autopistas, las empresas españolas ámbito son líderes en Chile, Brasil, México, Estados Unidos, Canadá, Portugal, Reino Unido, Italia, Grecia, Polonia, la India y Australia, entre otros países.

Como tendencia destacable, estarían

las asociaciones público-privadas (APP), mediante las cuales países con gran demanda de infraestructuras de transporte consiguen atraer empresas e inversionistas del sector privado para ejecutar proyectos que de otra forma no se llevarían a cabo, ya que existe la posibilidad de transferir a estos una parte significativa de los riesgos y costos que, de lo contrario, deberían ser asumidos por sus propios Gobiernos.

Infraestructuras hidráulicas y de tratamiento de aguas

Refiriéndonos ahora a nuestro dominio en cuanto a infraestructuras hidráulicas y de tratamiento de aguas, es paradójico que España no está cumpliendo con la directiva marco del agua europea. Sin embargo, varias empresas españolas están a la cabeza mundial tanto en proyectos de depuración como de desalación, dando cobertura a más de 60 millones de personas. Su actividad exterior representa más del 80%.

Somos el primer productor de agua desalada en Europa y América y líderes en ósmosis inversa y en construcción de plantas de desalinización. Compañías como Acciona (Acciona Agua), Sacyr Vallehermoso (Sadyt), Ferrovial (Cadaqua), FCC (Aqualia) y Abengoa son líderes absolutas en la materia. Además, estamos viviendo una "edad dorada de la desalación" según el Worldwide Desalting Plant Inventory, ya que la capacidad de desalación en el mundo se incrementó el 70% entre 2007 y 2016. Y la tendencia sigue en alza.

Energías renovables

Concerniente al ámbito de la energía, en energías renovables, hemos pasado de ser de los países más punteros a dejar de invertir por completo dentro del territorio español. Y en el concierto mundial, España desciende hasta la décima posición, y domina China con 250 GW de potencia instalados, seguida de EE UU (219 GW), Brasil (114 GW), Alemania

(105 GW), Canadá (93 GW), Japón (90 GW), India (82 GW), Italia (54,8 GW), Rusia (51,9 GW) y España (51,4 GW).

Sin embargo, empresas españolas están a la cabeza en proyectos internacionales en lo que respecta a tecnologías como la solar (termosolar), la eólica marina (*offshore*) y la hidroeléctrica.

El caso de la energía solar fotovoltaica es el más sangrante, ya que España pasó de ser número uno mundial a perder cada vez más peso tanto en desarrollo de proyectos como en investigación tecnológica. Todo a raíz del Real Decreto 1578/08 por el cual se recortaron las cuantiosas primas anteriores. Se perdieron más de 35.000 puestos de trabajo y las empresas/ingenieros españoles se exiliaron a otros países: Alemania, Reino Unido, Francia, etc. En la actualidad, India es el nuevo paraíso para la fotovoltaica, aunque también Chile, México, etc.

Pero no son todo malas noticias, ya que el informe SolarPower vaticina “un nuevo ciclo de inversiones” que podría hacer crecer el sector el 80% en Europa de aquí a 2019. España se situaría como el país más interesante para las empresas extranjeras debido a nuestro grandísimo conocimiento en la materia, a que somos el país con mayor radiación de Europa y a que solo tenemos 5 GW de potencia fotovoltaica instalada.

Energía termosolar

En energía solar termosolar sí seguimos siendo la primera potencia, tanto en tecnología como en plantas de generación, con más del 70% de potencia mundial instalada (+2.362 MW) e implantada en zonas del mundo con fuerte irradiación solar como el sur de Europa, norte de África y Oriente Medio, África del Sur, partes de India, China, Sur de EE UU y Australia. Destacan empresas como Abengoa (ahora en situación muy delicada), ACS (Cobra), Acciona, Sener, etc.

Por otro lado, a pesar del nulo aumento de potencia en 2015 (0 MW), la energía eólica fue la tercera fuente de generación eléctrica en España el pasado año. España es el quinto país del mundo por potencia eólica instalada, tras China, EE UU, Alemania e India. Destacan empresas como Acciona Windpower, que se fusionó con la alemana Nordex para liderar el mercado de fabricación de aerogeneradores (abrirán centro de producción en España).

Y una tendencia muy en alza sería



Foto: Gyuszko-Photo / Shutterstock.

la de la energía eólica *offshore*, con Iberdrola, Repsol y Gamesa (+ división eólica de Siemens) en las primeras posiciones. De hecho, se ha dado un incremento de este tipo de energía de más del 50% en 2016. Y aunque se trata de un negocio relativamente incipiente, pisa con mucha fuerza en la UE, permaneciendo aún residual en EE UU, China, Japón y Taiwán. Las amenazas principales a este tipo de energía serían los elevados costes de los aerogeneradores marinos y su inmenso tamaño.

Energía hidroeléctrica

Por último pero no menos importante, sobresale la energía hidroeléctrica, que es de las pocas energías renovables que se explotan en nuestro país ya que se trata de la más consolidada y con mayor grado de madurez. Tanto es así que desde hace años estamos exportando nuestro alto conocimiento a América Latina, una de las regiones con mayor potencial hidroeléctrico del mundo y que solo ha desarrollado el 23% de su capacidad. Varias empresas españolas están desarrollando numerosos proyectos en la zona, entre las que destaca Cobra (ACS). Hay que señalar la tendencia actual de construcción de plantas mini-hidroeléctricas (de máximo 10 MW). Su impacto ambiental es menor, al no tener que desviar el cauce natural de los ríos, ni afectar los recursos de fauna y flora existentes en el entorno.

Energías no renovables

Y respecto a las no renovables, como serían el petróleo y la distribución de gas, varias empresas españolas se han beneficiado mucho apostando por proyectos internacionales. Destaca fundamentalmente Técnicas Reunidas, que es la primera compañía en Europa en refino, la quinta del mundo en *upstream* (exploración y producción) y la segunda en Oriente Medio; opera en más de 50 países. El 93% de sus ingresos provienen de este sector. Otras empresas españolas siguen su estela, con Duro Felguera a la cabeza, también Intecsa Industrial, Nipsa, etc.

Las multinacionales españolas tradicionalmente ubicadas en la parte de *downstream* (refino, petroquímica, venta y distribución), Repsol y Cepsa, de momento, compensan el problema de la bajada del precio del barril gracias a sus negocios de refinería. No obstante, desde hace un par de años la demanda de profesionales de este sector se ha paralizado prácticamente.

Ana Tarrafeta es licenciada en sociología por la UCM, máster en RR HH por Garrigues y *coach* certificada. Lleva más de 15 años seleccionando perfiles dentro del ámbito de la ingeniería. Actualmente es consultora sénior en Select-Ing. Selección de Ingenieros (www.select-ing.es), empresa especializada en la selección de ingenieros a nivel nacional e internacional. Colabora habitualmente con el PMI España (distintos capítulos) e imparte regularmente ponencias y clases en diversas instituciones y universidades sobre tendencias de empleo de ingeniería.

MADRID

>> I Congreso europeo de construcción, habitabilidad, economía y liderazgo en Ifema

Ifema ha lanzado recientemente "The Summit" el I Congreso europeo de construcción, habitabilidad, economía y liderazgo, con la intención de que se convierta en el evento de debate y reflexión de referencia del sector de la construcción en el sur de Europa. La cita tendrá lugar los días 20 y 21 de septiembre, en la Feria de Madrid.

Con el objetivo de impulsar la innovación y el conocimiento, y con el horizonte 2030, "The Summit" aspira a ofrecer a la industria de la construcción distintos escenarios y reflexiones sobre los activos competitivos y diferenciadores que la industria y el sector empresarial han de tener en cuenta para trabajar en los próximos 15 años. El congreso pondrá en valor las relaciones de la industria de la construcción al servicio de ciudades para vivir, y reunirá a todos los principales agentes, constructoras, fabricantes de materiales, inmobiliarias, inversores, promotores, Administración pública... con el objetivo de dibujar los posibles escenarios futuros, así como los retos y objetivos que ayuden a identificar referencias de negocio para los productos y servicios de la industria.

En el congreso estará muy presente el entorno político-económico, la inversión y financiación, la gestión de las ciudades en 15 años, sus modelos habitacionales, así como el liderazgo y factores competitivos que las empresas habrán de incorporar a su portfolio. También tendrán un papel protagonista la transformación de las ciudades y sus implicaciones para el conjunto del sector. Un sector en permanente transformación donde la innovación y la competitividad exigen de adaptaciones y cambios muy veloces. De ahí la voluntad de Ifema de ser actor en el mercado, sumando y aportando conocimiento y proyección de futuro. "The Summit" simboliza la idea de cómo la nueva construcción, la reforma y la rehabilitación ha de "cuidar a las personas y aportar bienestar a la ciudad".

Las sesiones plenarias estarán estructuradas en cuatro grandes bloques:

- 1) Política, economía, mercado e inversión. ¿Verde o nada?
- 2) Edificación, industria e innovación. ¿Qué se entiende

por empresa competitiva, diferenciada y preparada en el edificación de la nueva década?

3) Ciudades resilientes para un futuro incierto. ¿Por qué es tan crítico que las ciudades sean sostenibles?

4) Liderazgo y modelos de creencias, ¿qué ideas conviven en la ciudad?

Además, con el fin de completar la parte congresual, las empresas fabricantes de materiales, productos y soluciones más innovadoras para la construcción, podrán disponer de un espacio expositivo en el vestíbulo llamado La Pasarela.

BARCELONA

>> Fira de Barcelona apuesta por la innovación y la nueva industria en sus próximos eventos

Las previsiones para el segundo semestre de 2017 incluyen varias novedades y un gran volumen de actividad con 35 salones y congresos. En concreto, Fira lanzará la Barcelona Industry Week, plataforma ferial relacionada con la innovación y la llamada cuarta revolución industrial, que reunirá simultáneamente del 2 al 6 de octubre en el recinto de Gran Vía las ediciones de Expoquímica, Eurosurf, Equiplast, World Congress of Chemical Engineering y World Chemical Summit, "Smart Chemistry, Smart Future", In(3D)ustry (impresión 3D) y IoT Solutions World Congress (Internet de las Cosas). Estos eventos acogerán un millar de empresas expositoras, 850 ponentes y más de 50.000 visitantes profesionales.

Esta nueva iniciativa "demuestra una vez más la apuesta de la institución por innovar, lanzando productos feriales relacionados con sectores emergentes, y organizar grandes eventos industriales de referencia, reforzando así su papel de dinamizador económico y generador de riqueza y valor social para la ciudad y el territorio", afirmó el presidente del Consejo de Administración de Fira de Barcelona, Josep Lluís Bonet.

La actividad programada para 2017 incluye 68 salones y congresos y 50 actos corporativos en las instalaciones de Montjuïc y Gran Vía, además de 13 eventos previstos en el exterior. En el primer semestre ya se han celebrado 33 salones, entre ellos importantes ferias profesionales como el Mobile World Congress y el Automobile Barcelona.





>>> IN(3D)USTRY acercará en octubre la impresión 3D a todos los sectores industriales

La segunda edición de IN(3D)USTRY From Needs to Solutions, que tendrá lugar del 3 al 5 de octubre en la Fira de Barcelona, presentará los mejores casos de éxito que han sido posibles gracias a la aplicación de la fabricación aditiva y avanzada en cuatro sectores industriales (automoción, aeronáutica, *retail* y salud). Este evento pretende impulsar el uso de la impresión en tres dimensiones (3D), entre todos los sectores industriales. Para ello, contará con la participación de empresas de estas cuatro industrias usuarias que darán a conocer sus experiencias y los resultados conseguidos mediante la aplicación de la fabricación avanzada y aditiva y que, a su vez, lanzarán sus retos de futuro a los expositores del certamen, grandes fabricantes de este tipo de maquinaria y agentes de la cadena de valor de este incipiente sector.

El director del salón, Miquel Serrano, ha destacado que la segunda edición de IN(3D)USTRY From Needs to Solutions “quiere ser el punto donde se encuentren los retos que proponen las empresas de sectores como automoción, aeronáutica, *retail* y salud con las soluciones que ofrecen todos los actores sectoriales desde fabricantes de impresoras a desarrolladores de *software* o creadores de robots, por ejemplo”. En este sentido, Serrano considera que este evento tiene el valor añadido de ayudar a construir comunidad entre los sectores implicados.

El certamen contará con la zona, el IN(3D)USTRY Arena, la gran área innovación del salón y que fue un gran éxito en la pasada edición, donde habrá un escenario que acogerá las ponencias y las diversas presentaciones previstas y en el que se exhibirán todo tipo de productos como impresoras 3D de última generación hasta fabricantes de máquinas-herramienta, pasando por todas aquellas empresas que forman parte de la cadena de valor de la fabricación avanzada y aditiva.

La oferta de IN(3D)USTRY 2017 se completa con la entrega de los prestigiosos premios Reshape, competición que quiere fomentar el uso de las *wearable technologies* y que reúne a los diseñadores 3D más importantes del mundo. Los miembros del jurado internacional, en el que destacan la diseñadora textil holandesa en 3D Cecilia Raspanti, la creadora artística estadounidense Grace Jun y el arquitecto escocés Adrian Welch, participarán como ponentes en el evento.

El poder en sus manos

HP ha reinventado la productividad en impresión de gran formato con la impresora HP PageWide XL 5000 para que usted tenga la posibilidad de potenciar su ahorro. Use el mismo dispositivo para trabajos en blanco y negro o en color. Y con una velocidad de hasta 14 páginas A1 por minuto, podrá imprimir con los mismos costes o costes más bajos que con las impresoras LED comparables¹.

Más información:

+34 930 031 133

www.hp.com/go/pagewidexl/5000series



1. Basado en los costes de suministros y de mantenimiento. Costes de impresión en blanco y negro de documentos técnicos para impresoras LED comparables de volumen medio basados en impresoras para impresión en gran formato de documentos técnicos a velocidades de entre 8 y 13 páginas D/A1 por minuto a fecha de abril de 2015, y que representan más del 80 % de la cuota de impresoras LED de volumen medio en EE.UU. y Europa en 2015, según IDC. Costes de impresión en color de documentos técnicos para impresoras en color comparables de volumen medio basados en impresoras capaces de imprimir 4 páginas D/A1 por minuto o más y de menos de 50.000 USD para la impresión en gran formato de documentos técnicos a fecha de abril de 2015, y que representan más del 80 % del mercado en EE. UU. y Europa en 2014, según IDC. Para consultar los criterios de prueba, véase hp.com/go/pagewidexlclaims.

Aplicación de la termografía infrarroja a la observación y medición de flujos de aire

Application of infrared thermography to observation and measurement of airflows

Francisco José Soto Lara¹, Alberto Fernández Gutiérrez²

Resumen

La termografía infrarroja, como herramienta de apoyo y obtención de datos para el mantenimiento o para la adquisición de elementos de valoración de la situación, tiene un gran potencial dado que posee una capacidad inmensa para apreciar el calor de las superficies de cuerpos opacos a la radiación infrarroja con gran precisión y altísimas sensibilidades (una cámara con una resolución de 320 x 240 píxeles alcanza a diferenciar en su imagen temperaturas de 0,05 °C). Esto hace que los conocimientos del proceso observado, capaces de explicar la presencia de temperaturas y/o patrones térmicos en la superficie del objeto inspeccionado, permitan la aportación de datos valiosísimos para la valoración de la situación de dicho objeto. En este artículo se propone un método para observar en tiempo real y sin grandes cantidades de humo y láseres la forma de un flujo de aire así como su temperatura a lo largo de dicho flujo en el caso de difusores por desplazamiento. Esto permitiría realizar tales mediciones directamente en las instalaciones y equilibrar velocidades, comprobar difusores, etc.

Palabras clave

Termografía, radiación infrarroja, flujos de aire, instalaciones, aire acondicionado.

Abstract

Infrared thermography, as a tool for supporting and obtaining data for maintenance or for the acquisition of elements of assessment of the situation, has great potential given that it has an immense capacity to appreciate the heat of the surfaces of opaque bodies to infrared radiation with high precision and high sensitivities (a camera with a resolution of 320 x 240 pixels can differentiate in its image temperatures of 0.05 °C). In consequence, the knowledge of the observed process, capable of explaining the presence of temperatures and/or thermal patterns on the surface of the inspected object, allows the input of valuable data for the assessment of the situation of that object. In this article we propose a method to observe in real time and without much smoke and lasers the form of an air flow as well as its temperature along that flow in the case of displacement diffusers. This would allow to carry out such measurements directly on the premises and to balance speeds, check diffusers, and so on.

Keywords

Thermography, infrared radiation, airflow, installations, air conditioning.

Recibido / received: 21.05.2017. Aceptado / accepted: 28.06.2017.

¹Gerente de la empresa Internal, Inspecciones Termográficas Málaga.

²Universidad de Málaga, Escuela de Ingenierías Industriales (afernandezg@uma.es).

Autor para correspondencia / corresponding author: Francisco José Soto Lara (franciscosoto@internal.es).

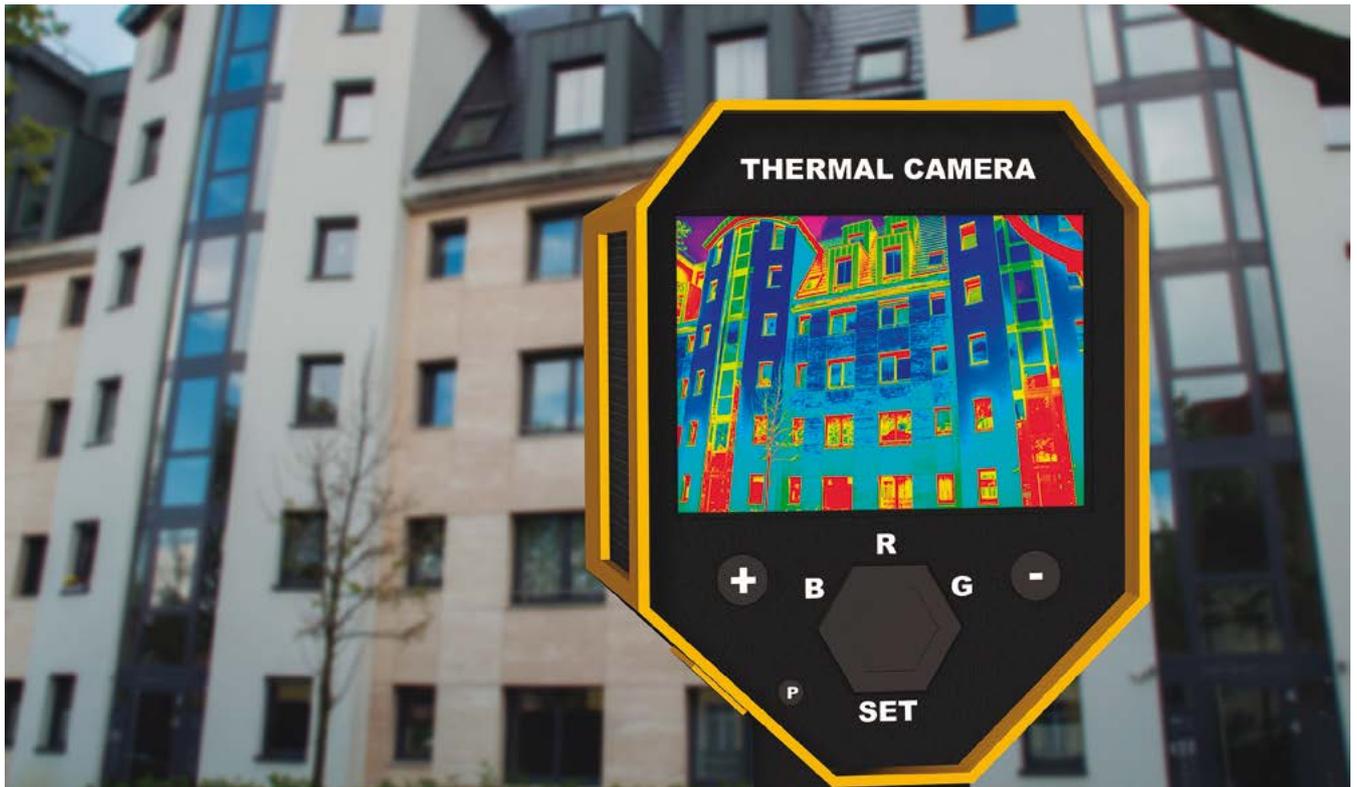


Foto: RikoBest / Shutterstock.

Introducción

Los termógrafos definen la termografía infrarroja como la “ciencia” encargada de obtener y analizar la información térmica obtenida mediante dispositivos de adquisición de imágenes térmicas a distancia.

Es decir, se puede obtener información térmica a distancia de un cuerpo, lo cual ocurre gracias a que todos los sólidos emiten radiación infrarroja desde su superficie, siempre que se encuentren a una temperatura superior al 0 absoluto ($0\text{ K} = -273\text{ °C}$) cosa que afortunadamente ocurre siempre¹.

Actualmente, la termografía infrarroja es una herramienta de gran utilidad en auditorías energéticas, edificación, electricidad, automatización de procesos, etc.

Gracias a la capacidad de ver y “fotografiar” la distribución del calor en una superficie, poder hacerlo a distancia y además poder medir la temperatura con alta precisión en cualquier punto de la imagen, esta técnica permite obtener gran cantidad de datos muy útiles para la detección de anomalías, el diagnóstico y el mantenimiento en todas sus tipologías (figuras 1 y 2).

Se puede decir que la termografía es una tecnología con un alto grado de

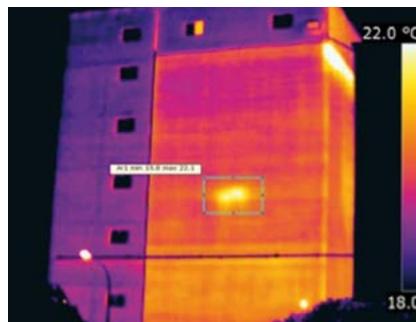


Figura 1. Aplicaciones en edificación. Anomalia detectada en un edificio. En el interior del mismo hay un foco de calor cercano a la pared. Ese calor se transfiere en parte al exterior. Fuente: elaboración propia.

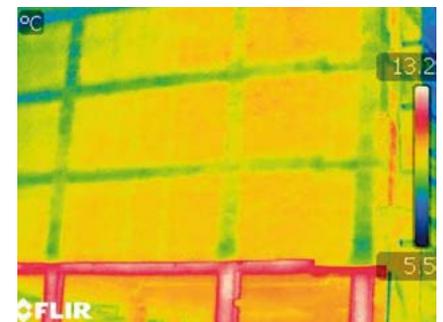


Figura 2. Imagen de puentes térmicos en un edificio. Fuente: elaboración propia.

madurez ya que se lleva investigando y desarrollando desde hace tiempo.

Antes del año 1800, no se conocía la región infrarroja del espectro electromagnético. Fue Sir William Herschel, astrónomo real del rey Jorge III, quien descubrió por accidente la radiación infrarroja probando muestras de colores para reducir el brillo de la imagen del Sol y permitir así hacer observaciones solares. Determinó que algunas muestras dejaban pasar tanto calor que podían producir daños oculares.

Repitiendo el ensayo de prismas de Newton buscando el efecto calorífico

y mediante un termómetro con el bulbo oscurecido encontró que al llevar el termómetro más allá del extremo rojo del espectro, en la parte oscura, la temperatura y, por tanto el calor, seguían aumentando, de ahí el término de “infrarrojo”.

Tras este hallazgo se siguió investigando e incluso se obtuvo la primera imagen térmica; posteriormente se descubrió el bolómetro en 1880 (precursor del sistema actual de detección más extendido).

Ya en el siglo XX, el desarrollo por parte de la tecnología militar dio el último impulso para llegar a la situación actual en la que existen ya cáma-

ras portátiles de resolución de 1.024 x 768 píxeles, con capacidad de grabar vídeo, etc.

Actualmente, dentro del espectro infrarrojo, que se sitúa aproximadamente entre los 0,7 μm y los 1.000 μm (como se aprecia en la figura 3), las cámaras termográficas trabajan en menor medida con la onda corta (de 2 a 5 μm) y en mayor medida con la onda larga (de 7 a 14 μm aproximadamente¹).

Esto es así puesto que en el resto de frecuencias se producen en situaciones que no son de utilidad para la detección del calor como ocurre entre los 5 y los 7 μm , en los que la atmósfera es opaca a la radiación infrarroja y, por tanto, tan solo podríamos conseguir una imagen de la lámina de aire en contacto con la lente de la cámara, circunstancia que condiciona su uso en sistemas de ventilación. Su uso en este sector es el que ha motivado el experimento descrito en el presente artículo.

Pero, ¿por qué se pueden medir temperaturas con una cámara termográfica?

Como dijimos al principio, todos los cuerpos emiten radiación infrarroja desde su superficie siempre que su temperatura superficial sea mayor que el “cero absoluto”. Además, lo hacen en una cantidad determinada, relacionada directamente con la temperatura, lo que se manifiesta claramente en la ecuación de Stefan-Boltzman para la potencia emisiva superficial de radiación de un cuerpo negro²:

$$W_{CN} = \sigma T_e^4$$

donde σ es una constante ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$) y T_e es la temperatura de la superficie.

Teniendo en cuenta que un cuerpo negro es un emisor perfecto y que ningún cuerpo emitirá más radiación que él, la ley de Stefan-Boltzman habrá que corregirla en función de la capacidad real del cuerpo de emitir radiación:

$$W_{CR} = \epsilon W_{CN}$$

donde ϵ es el factor de la emisividad, que es una propiedad de la superficie de los objetos que caracteriza la capacidad de emitir radiación a una temperatura determinada en comparación con un cuerpo negro y depende de varias propiedades de la superficie del cuerpo como el tipo de material, la estructura

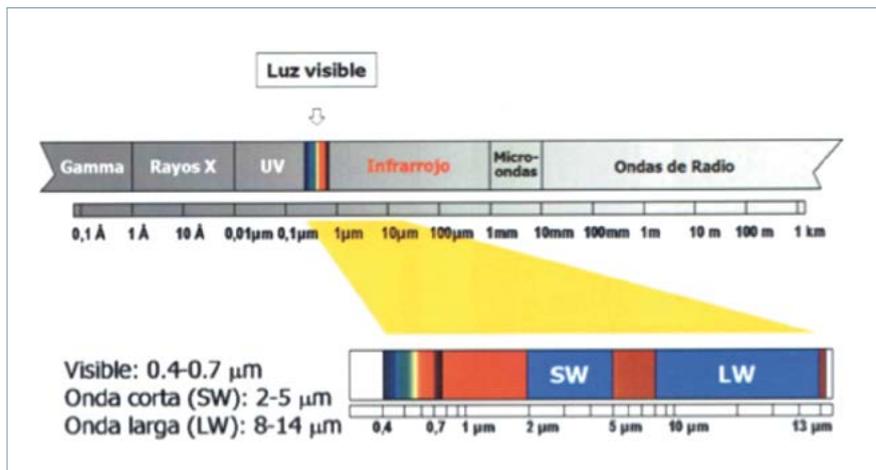


Figura 3. Espectro electromagnético del infrarrojo del que se destacan la banda de onda corta (SW) y onda larga (LW) de utilidad en termografía infrarroja. Fuente: Manual de nivel 1 de Infrared Training Center.



Figura 4. Imagen de la fachada de un edificio de viviendas en cuyo interior hay radiadores debajo de las ventanas. Fuente: página web de AETIR (Asociación Española de Termografía Infrarroja).

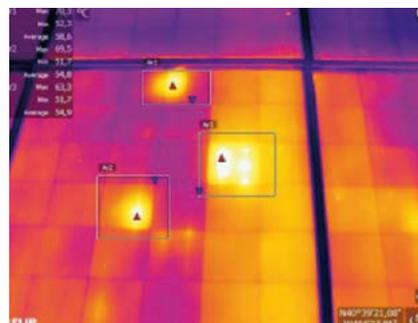


Figura 5. Inspección de paneles solares fotovoltaicos en los que se detectan células al comienzo de su deterioro. Fuente: Página web de AETIR (Asociación Española de Termografía Infrarroja).

superficial, la geometría, el ángulo y la temperatura².

Es decir, podemos relacionar directamente la potencia de la radiación emitida por el cuerpo con su temperatura superficial y, teniendo en cuenta que las cámaras termográficas lo que detectan es la radiación, conociendo la emisividad de la superficie del cuerpo observado, podemos medir temperaturas.

¿Y todo esto para medir temperaturas?

Sí, pero también mucho más.

Las cámaras actuales consiguen generar imágenes térmicas en las que cada píxel es una traducción a color de la cantidad de radiación que ha recibido la cámara en ese punto de la imagen, esto es, tenemos un “mapa de radiaciones” tan preciso cuanto más pequeños y abundantes sean los píxeles en la imagen, es decir, de su resolución.

Al final nuestro “mapa de radiacio-

nes” acaba siendo un “mapa de patrones térmicos” o “mapa de distribución del calor” en la superficie de los objetos capturados en la imagen y esto aporta en multitud de aplicaciones una cantidad de datos importantísima que pueden ser muy útiles por sí solos o para complementar datos en otras técnicas de ensayo.

Es así como llegamos a las aplicaciones de la termografía, bien sea para medir temperaturas o para ver una imagen de la distribución de calor, donde esta ciencia proporciona conocimientos en todo tipo de sectores como detección de anomalías eléctricas, ensayos e información térmica en edificación, aplicaciones veterinarias y un largo etcétera².

¿Qué interés especial podría tener la termografía en la difusión del aire?

La distribución superficial del calor nos da una información relevante en cualquier sólido y para una infinita

cantidad de procesos, pero ¿podría dar información de procesos relacionados con las corrientes de aire?

Ya hemos visto que las longitudes de onda con las que se puede trabajar en termografía son aquellas en las que la atmósfera (es decir, el aire) es transparente a la radiación, lo que supone que de forma directa mediante la toma de imágenes de los equipos de impulsión, retorno o difusión no es posible.

Sin embargo, en inspecciones termográficas de edificación y energía y, por tanto, en las que la detección de infiltraciones de aire tiene gran interés, es habitual la utilización de métodos indirectos para la visualización de pequeñas corrientes de aire de infiltración o exfiltración a través de grietas, juntas o rendijas.

Simplemente, el uso de un papel o cualquier material de alta emisividad situado de forma que la corriente de aire incida directamente en el mismo permite verificar la presencia de estas corrientes de aire.

Por tanto, con los elementos adecuados cabría pensar que es posible visualizar el flujo de aire que sale por un difusor y puede ser alternativa al láser y al humo que se usa actualmente permitiendo plantear metodologías para

la detección de flujos de aire, su visualización y la medición de temperaturas en su recorrido³.

La nueva aplicación

Recientemente, el profesor Fernández Gutiérrez, del Departamento de Ingeniería Mecánica, Térmica y de Fluidos de la Universidad de Málaga (UMA), consultando artículos científico-técnicos que apostaban por el uso de la termografía, ha realizado ensayos experimentales para cuantificar la temperatura de flujos de aire de sistemas de climatización a baja velocidad.

Estas referencias bibliográficas incluían experimentos en los que se medía la temperatura de un flujo de aire sobre una pantalla situada paralela a la dirección del propio flujo de aire que, en las condiciones adecuadas, era muy similar (por no decir igual) a la de la distribución del flujo de aire^{4,5}.

Efectivamente, si el aire es casi transparente a la radiación infrarroja para los equipos comercializados en general, la única forma de visualizar su flujo y medir su temperatura es de forma indirecta tomando imágenes de un cuerpo expuesto a la corriente de aire.

Así pues, uno de los puntos clave del

experimento fue encontrar un cuerpo que no alterara el flujo de aire significativamente y que tuviera una alta emisividad para medir temperaturas de forma precisa y sencilla, así como que estuviera hecho de un material que reaccionara rápidamente a la temperatura superficial, pero que no condujera el calor con mucha rapidez, lo que supondría una pérdida de información ya que la temperatura se homogeneizaría rápidamente en todo el cuerpo y no sabríamos su diferencia en distintos puntos del flujo.

Según las ecuaciones vistas, la fórmula que relaciona la temperatura y la radiación para cuerpos distintos a un cuerpo negro se ve corregida por un factor entre 0 y 1 llamado emisividad. Esto significa que un cuerpo con baja emisividad, por ejemplo 0,3, tendrá una capacidad de emisión del 30% en comparación con un cuerpo negro.

En el primer ensayo experimental se usa una cámara termográfica de 320 x 240 píxeles de resolución y un equipo de climatización al que se le acopló un conducto circular y un difusor por desplazamiento similar al de la figura 6.

La primera pantalla que se probó fue una plancha metálica lacada en blanco con un resultado bueno. Gra-

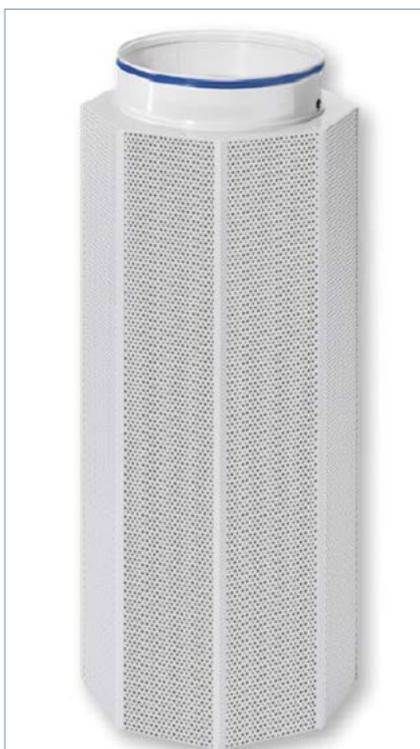
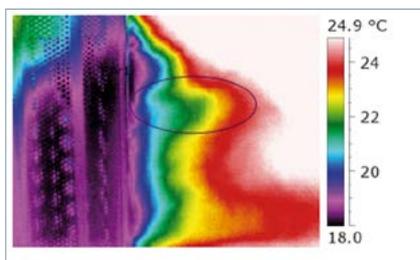


Figura 6. Difusor de baja velocidad similar al usado en el experimento. Fuente: Fabricante Trox.



Figuras 7. En la imagen se marca el cambio en el perfil de temperatura. Fuente: elaboración propia.



Figura 8. Imagen del primer ensayo.

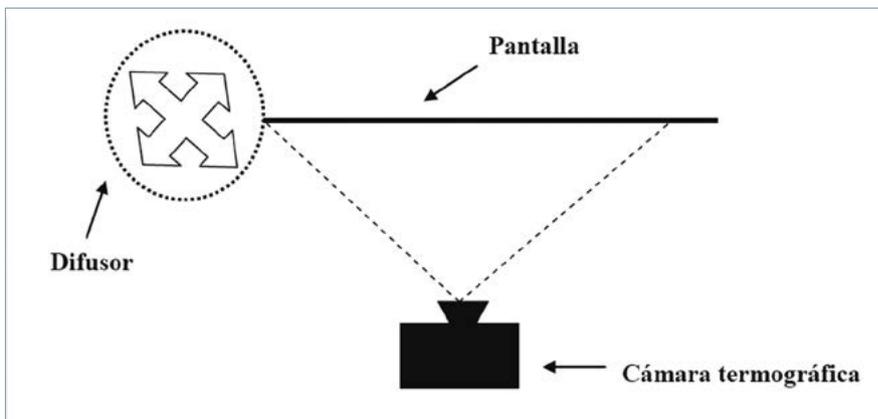


Figura 9. Esquema de disposición de la pantalla para el ensayo. Fuente: Elaboración propia.

cias a la pantalla de la cámara Flir serie T335 con frecuencia de imagen en su *display* de 30Hz, se pudo apreciar el movimiento del flujo de aire en tiempo real, incluso sus alteraciones en las capas más alejadas cuando la velocidad del aire era sensiblemente mayor.

También se pudo comprobar la facilidad para visualizar el flujo en materiales como papel o cartón, circunstancia esta coherente con la alta emisividad de dichos materiales.

Con esta primera aproximación para la visualización del flujo con distintos materiales se planificó la composición de la pantalla que utilizar en los ensayos.

El principal montaje experimental de difusión se trataba de un modelo a escala reducida de un difusor por desplazamiento con caudal y velocidad de aire variable, de forma que se pudiera medir el flujo y la temperatura del mismo. Todo el sistema se encontraba en una urna aislada del ambiente exterior para evitar alteraciones en el flujo.

Como pantalla de visualización se utilizó cartulina negra dada su alta emisividad y de pequeño espesor para que no modificara el flujo.

La pantalla se situaba rígida y anexa al difusor, con el flujo de aire tangente a ambas caras y visualizando en una de ellas la modificación de la temperatura.

Con este sistema se disponía de una superficie cuyo comportamiento térmico sería de acción inmediata y con una superficie de alta emisividad que permitiera la medición de temperaturas con la mayor exactitud posible.

Se dispusieron termómetros en varios puntos de la zona ensayada para tener medidas de referencia con las que comparar las temperaturas obtenidas con la cámara térmica.

El experimento fue todo un éxito ya que no solo se podían visualizar las venas de aire de forma inmediata al comienzo de la impulsión, sino que se consiguió medir temperaturas con las imágenes térmicas con una precisión similar a la de los termómetros, con lo que se concluyó que se puede obtener la temperatura del aire en cualquier punto del flujo y, además, visualizar su forma tan solo con una pantalla y una cámara térmica.

Se probaron distintos caudales de aire y en todos los termogramas la forma del flujo coincidía con la vi-

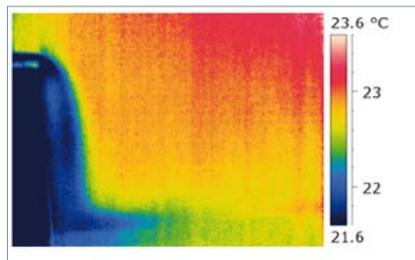


Figura 10. Termograma del ensayo. Fuente: imágenes propias del ensayo para la medida de temperaturas de aire en sistemas de climatización a baja velocidad.

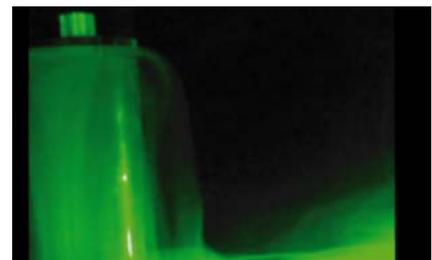


Figura 11. Fotografía del sistema de difusión de aire con humo y láser verde para visualizar el flujo.

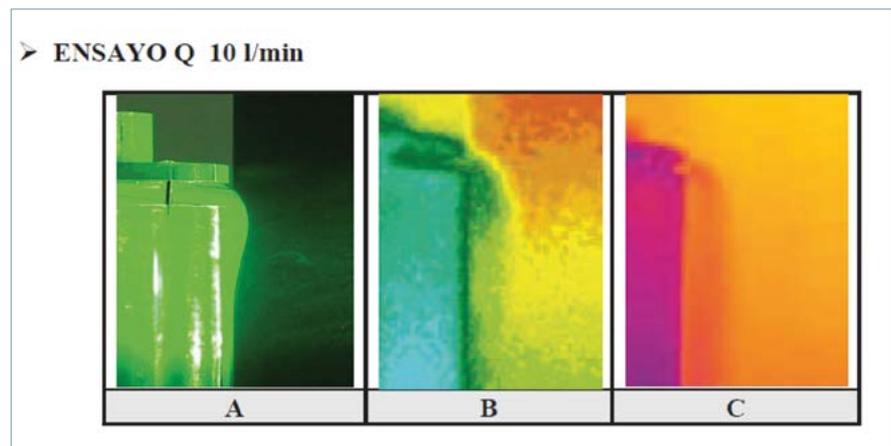


Figura 12. (A) Visualización del flujo de aire con humo y láser. (B) Termograma con la cámara Thermacam. (C) Termograma con la cámara Flir. Fuente: elaboración propia. Comparación de imágenes.

Q = 10 l/min	Tª medida con PT 100		Tª medida con FLIR	ΔT^a
Tª impulsión (°C)	15,8	Sp1 (°C)	14,9	0,9
Tª suelo (°C)	16,0	Sp2 (°C)	14,7	1,3
Tª superior (°C)	17,3	Sp3 (°C)	16,0	1,3

Tabla 1. Variación de las temperaturas medidas con la PT 100 y con las imágenes termográficas. En este caso la variación oscila entre 0,9 y 1,3 °C.

Q = 15 l/min	Tª medida con PT 100		Tª medida con FLIR	ΔT^a
Tª impulsión (°C)	15,8	Sp1 (°C)	14,7	1,1
Tª suelo (°C)	16,4	Sp2 (°C)	15,0	1,4
Tª superior (°C)	18,2	Sp3 (°C)	16,8	1,4

Tabla 2. Variación de las temperaturas medidas con la PT 100 y con las imágenes termográficas. En este caso la variación oscila entre 1,1 y 1,4 °C.

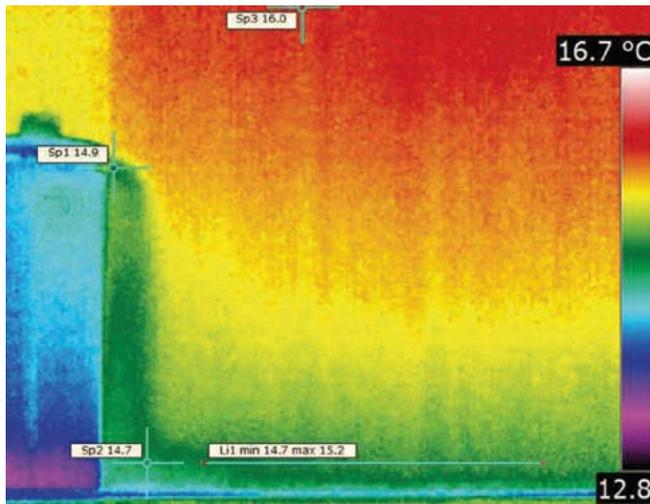


Figura 13. Imagen termográfica para un caudal de 10 l/min. Fuente: elaboración propia.

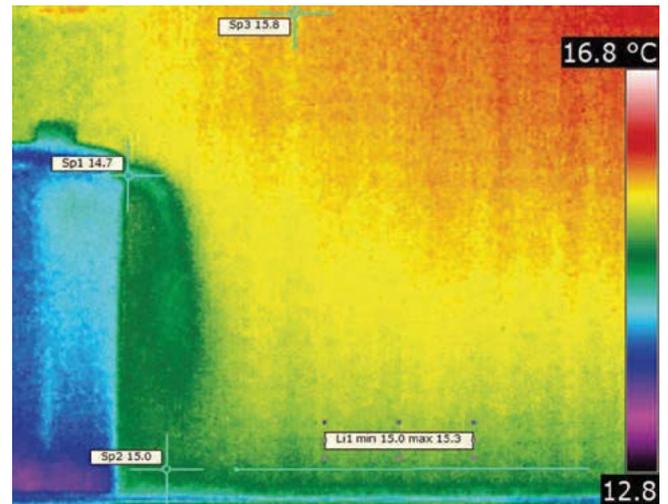


Figura 14. Imagen termográfica para un caudal de 15 l/min. Fuente: Elaboración propia.

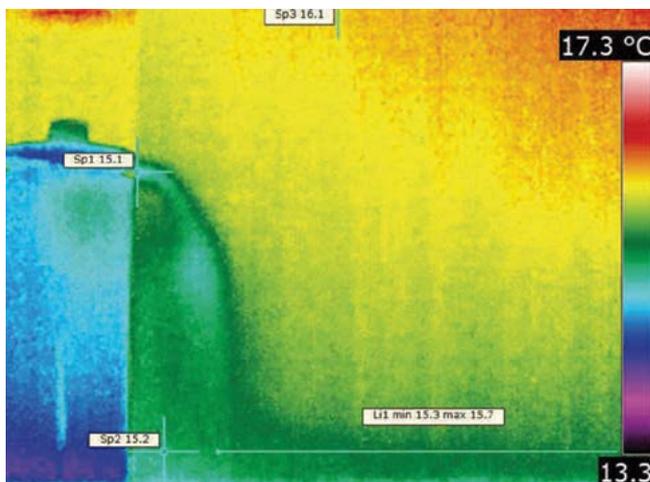


Figura 15. Imagen termográfica para un caudal de 20 l/min. Fuente: Elaboración propia.

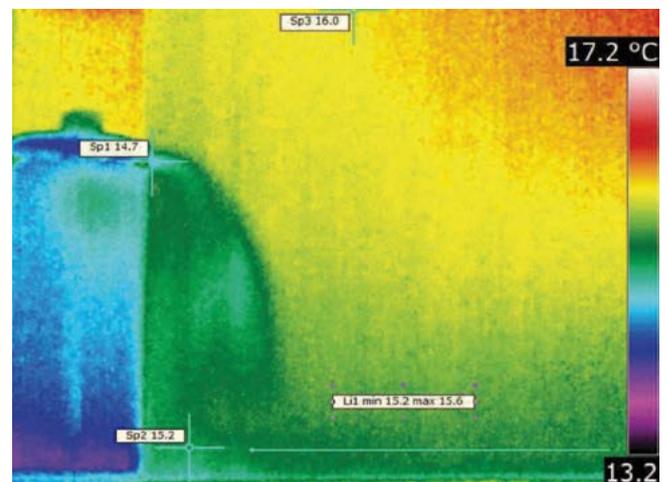


Figura 16. Imagen termográfica para un caudal de 25 l/min. Fuente: Elaboración propia.

Q = 20 l/min	Tª medida con PT 100		Tª medida con FLIR	ΔT°
Tª impulsión (°C)	15,7	Sp1 (°C)	15,1	0,6
Tª suelo (°C)	16,4	Sp2 (°C)	15,2	1,2
Tª superior (°C)	17,8	Sp3 (°C)	16,1	1,7

Tabla 3. Variación de las temperaturas medidas con la PT 100 y con las imágenes termográficas. En este caso la variación oscila entre 0,6 y 1,7 °C.

sualización del humo. También se comprobó la fiabilidad de las temperaturas que se podían medir en los termogramas. Respecto a los puntos donde se situaron los termómetros, las

temperaturas medidas con la cámara térmica sobre la pantalla difieren en ± 2 °C de precisión, que es la que proporciona el fabricante de la cámara como precisión de lectura (no confun-

dir con los 50 mK que tiene la cámara usada como sensibilidad térmica a 30 °C y que se refiere a la capacidad de asignar colores a los píxeles según su nivel de radiación).

Resultados de los ensayos

Q = 10 l/min (tabla 1). En la figura 13 se pueden observar tres puntos que indican las temperaturas de referencia y también una línea horizontal en la base del difusor que indica cómo la temperatura aumenta a medida que nos alejamos.

Q = 15 l/min (tabla 2). En la figura 14 se pueden observar tres puntos que indican las temperaturas de referencia y también una línea horizontal en la base del difusor que indica cómo la temperatura aumenta a medida que nos alejamos.

Q = 20 l/min (tabla 3 y figura 15).

Q = 25 l/min (tabla 4 y figura 16).

Como podemos observar en la tabla 5 que se muestra a continuación, la diferencia de temperatura media menor la tenemos en la temperatura de impulsión 0,85 °C, por lo que consideramos bastante aproximada a la realidad la temperatura en la imagen termográfica, la temperatura del suelo, 1,27 °C, también está muy próxima a la realidad, la variación más alta la tenemos en la medida que nos indica la temperatura superior de la urna, 1,85 °C, esto se debe a que es la temperatura que permanece más inestable a lo largo del desarrollo del ensayo debido a las condiciones externas de la urna.

Conclusiones

Después de la realización de los experimentos y tras analizar los resultados obtenidos a través de las imágenes termográficas, se obtienen las siguientes conclusiones:

- La finalidad de este artículo es transmitir al lector la posibilidad de visualizar y medir de una forma sencilla y precisa el campo de temperatura del aire en aplicaciones como la ventilación, climatización, infiltraciones y exfiltraciones. Con la utilización de la termografía comprobamos que los resultados son instantáneos, ya que podemos ver la imagen en tiempo real, es fácil de realizar teniendo definidas las pautas y económico ya que solo necesitamos la cámara termográfica y una pantalla.
- Es posible visualizar el campo de temperatura del aire a través de una cámara termográfica y utilizando como pantalla una cartulina negra, cuya emisividad tiene un valor de 0,91. Cuanto más elevada sea la emisividad, es decir cuanto más cercana esté a la unidad, mejores resultados obtendremos en la medición de temperaturas y menor será el error.
- La diferencia en las mediciones indirectas de temperatura respecto a las directas, es decir, las medidas que realizamos a través de las imágenes térmicas y en comparación con las mediciones directas obtenidas por las sondas PT 100, está dentro de los parámetros previstos por el fabricante de la cámara, a pesar de la dificultad existente para obtener la temperatura exacta en los distintos puntos de la pluma de

Q = 25 l/min	Tª medida con PT 100		Tª medida con FLIR	ΔT^a
Tª impulsión (°C)	15,5	Sp1 (°C)	14,7	0,8
Tª suelo (°C)	16,4	Sp2 (°C)	15,2	1,2
Tª superior (°C)	18,0	Sp3 (°C)	16,0	2

Tabla 4. Variación de las temperaturas medidas con la PT100 y con las imágenes termográficas. En este caso la variación oscila entre 0,8 y 2 °C.

	ΔT^a	ΔT^a media
Tª impulsión (°C)	0,6-1,1	0,85
Tª suelo (°C)	1,2-1,4	1,3
Tª superior (°C)	1,3-2,0	1,65

Tabla 5. Variación media de temperaturas medidas con la cámara termográfica respecto a las temperaturas medidas con la PT 100 para los distintos caudales ensayados.

aire. Calificamos de aceptable la diferencia de 2 °C, dado que en difusión de aire no es una variación de temperatura importante sobre todo considerando la dificultad existente en identificar la pluma de aire para medir su temperatura, así como la precisión de los medidores disponibles en el mercado.

- Las posibilidades que abre esta solución al mayor conocimiento de la difusión de aire son amplias. Desde ideas tan sencillas como aportar datos técnicos y comerciales de los productos, acompañados de una atractiva imagen térmica, hasta mejorar los datos técnicos del comportamiento del aire impulsado y su temperatura para caracterizar el flujo de aire, lo que puede ayudar tanto a las ventas como al desarrollo de estos productos e incluso a su correcta instalación y diagnóstico de anomalías.

- En cualquier instalación, desarrollando una pantalla adecuada, se podría determinar con facilidad el estado de funcionamiento de cualquier difusor, ya que se sabría la temperatura del flujo de aire y con la imagen de la vena se podría estimar su alcance.

Bibliografía

1. Öhman, Claes (2014). Measurement in Thermography, Flir Systems and the Infrared Training Center. Sweden 2014 (ISBN 978-91-637-6802-6).
2. Vollmer, Michael and Möllmann, Klaus-Peter (2010). Infrared Thermal Imaging: Fundamentals, Research and Applications (ISBN 978-3-527-40717-0).
3. Experimental investigation of a new supply diffuser in an office room. Enero de 2009.
4. M. Cehlin et al. (2002). Measurements of air temperatures close to a low-velocity diffuser in displacement ventilation using infrared camera. Energy and Buildings, 24 (7): 687-698.
5. M. Cehlin, B. Moshfegh, M. Sandberg (2010). Numerical modeling of a complex diffuser in a room with displacement ventilation. Building and Environment, 45 (10): 2240-2252.

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.

Nuevo equipo de desorción térmica de contaminantes en suelos

A new device for thermal desorption of soil pollutants

Pablo Pizarro Medina^{1*}, María José Sierra Herraiz^{2*}, Manuel Rodríguez Rastrero², Cristina Cabrales García², Rocío Rodríguez Pérez², Sandra Velado Renovel², Miguel Mas Jiménez², Nerea Arévalo Martín² y Rocío Millán Gómez^{2*}

Resumen

Se presentan en este artículo las características básicas de diseño y los primeros resultados operativos de un dispositivo de baja potencia para la desorción térmica de contaminantes en suelos mediante campos electromagnéticos, susceptible de utilización in situ en condiciones de baja temperatura, lo que permite preservar las características morfológicas y físico-químicas de los suelos tratados. Esto posibilita la generación de sinergias entre las técnicas de descontaminación de suelos basadas en la desorción térmica y las basadas en técnicas biológicas (biorrecuperación y fitorrecuperación). Los ensayos preliminares llevados a cabo con el prototipo diseñado han demostrado una importante capacidad de desorción de hidrocarburos en rangos de temperatura inferiores a 170 °C.

Palabras clave

Descontaminación de suelos, dispositivo de baja potencia, campos electromagnéticos, sinergias desorción-biorremediación.

Abstract

This paper presents the basic design features and first operational results of a low-power device for thermal desorption of soil pollutants by means of electromagnetic fields. Such device is susceptible of in-situ implementation under low-temperature conditions, in order to preserve the morphological and physico-chemical soil original characteristics. This enables the generation of synergies between soil decontamination techniques based on thermal desorption and biological techniques (bio and phytoremediation). The preliminary tests carried out with the prototype designed have demonstrated a significant desorption capacity for hydrocarbons in soils within temperature ranges lower than 170 °C.

Keywords

Soil decontamination, low-power device, electromagnetic fields, desorption-bioremediation synergies.

Recibido / received: 6.12.2016. Aceptado / accepted: 28.02.2017.

¹Green Oil Energy Systems SLP. Travesía de la Cruz Verde 2. 45002 Toledo.

²Unidad de conservación y recuperación de suelos. Departamento de Medio Ambiente. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat). Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid.

*Autores para correspondencia / corresponding authors: Pablo Pizarro Medina (pablopizarro.ingenieria@gmail.com); María José Sierra Herraiz (mj.sierra@ciemat.es), y Rocío Millán Gómez (rocio.millan@ciemat.es).



Foto: Thananya Apiromyanon / Shutterstock.

Introducción

Técnicas de descontaminación de suelos por desorción térmica

La contaminación de los suelos y, específicamente, la originada por contaminantes orgánicos y por metales pesados constituye un problema ambiental de primer orden que requiere el desarrollo de estrategias de descontaminación que aúnen eficiencia, bajos costes tecnológicos y de operación y sostenibilidad ambiental.

Actualmente, el abanico de técnicas para el tratamiento de suelos contaminados es muy amplio y su aplicación depende de múltiples factores, tales como las características del suelo, contaminantes implicados, eficacia esperada, coste económico, viabilidad, generación y tratamiento de residuos generables y tiempo requerido para ello. Existen técnicas de contención, que generalmente aplican barreras físicas en el suelo, técnicas de confinamiento para reducir la movilidad de los contaminantes, así como técnicas de descontaminación, que buscan disminuir o eliminar la concentración de los contaminantes. Entre estas últimas, se encuentra la técnica de desorción térmica mediante campos electromagnéticos, objeto de estudio del presente trabajo.

La desorción térmica se fundamenta en la separación física suelo-contaminante, térmicamente inducida, ya sea por calentamiento directo o indirecto, y se puede aplicar de forma *in situ* y de forma *ex situ*. Con carácter general, las técnicas desarrolladas *in situ* actúan sobre los contaminantes en el lugar en el que se localizan los suelos afectados. Los tratamientos *ex situ*, sin embargo, requieren la excavación previa del suelo para su posterior tratamiento, ya sea en el mismo lugar (tratamiento *on site*) o en instalaciones externas que requieren, además, el transporte del suelo contaminado (tratamiento *off site*) (Ortiz, 2007). Tanto el RD 9/2005 como la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados enfatizan la prioridad de las técnicas *in situ* siempre que sean viables.

En la desorción térmica tradicional la forma *in situ* consiste en la transferencia de calor desde elementos calentadores colocados en el suelo, generalmente, a diferentes profundidades. Por otra parte, el tratamiento *ex situ* consiste en someter el suelo a diferentes rangos de temperatura de volatilización dentro de un horno, por ejemplo, a rangos de baja temperatura (90-320 °C) y/o a rangos de alta tempe-

ratura (320-560 °C) (FRTR, 2016). El calentamiento dentro del horno puede ser convectivo, conductivo o radiactivo. El suelo se calienta hasta llegar a volatilizar el agua y los contaminantes presentes son transferidos a una corriente de gas, donde puedan ser tratados más fácilmente (EPA, 2011).

La desorción térmica está enfocada principalmente a la descontaminación de suelos con compuestos orgánicos volátiles no halogenados, semivolátiles, hidrocarburos aromáticos policíclicos, PCB, pesticidas, además de algunos contaminantes inorgánicos por sus especiales propiedades con respecto a la volatilidad, como mercurio, plomo, cadmio o arsénico (Marín San Pedro, 2010; Sierra *et al*, 2016).

Esta tecnología, especialmente la desarrollada a altas temperaturas, tiene una gran eficacia de eliminación del contaminante y los tiempos requeridos para la remediación del suelo son muy cortos, lo que justifica su empleo en determinados casos. Sin embargo, los costes energéticos para su aplicación de forma tradicional pueden llegar a ser muy altos (Falciglia *et al*, 2011; Yu *et al*, 2016). Los procesos a altas temperaturas implican la combustión de los contaminantes orgánicos en el me-

dio edáfico, lo que provoca, a su vez, la combustión de la materia orgánica, dificultando y retardando la regeneración del suelo.

En condiciones de baja temperatura, el suelo tratado mantiene, una vez finalizado el tratamiento de desorción, la capacidad de soportar una futura actividad biológica (FRTR, 2016).

En el caso de la desorción térmica de suelos contaminados por mercurio, los rangos de baja temperatura presentan especial interés; distintas experiencias indican una importante volatilización en los suelos y residuos para temperaturas de trabajo del orden de 160-180 °C (Mendoza *et al*, 2005). Ensayos de desorción térmica de mercurio, utilizando un horno solar a escala piloto, han sido aplicados a diferentes tipos de suelos, estableciendo la temperatura necesaria para asegurar la funcionalidad de estos suelos y evitar el intercambio de este metal con los otros compartimentos ambientales (Sierra *et al*, 2016).

Adicionalmente, en el caso de la desorción térmica *ex situ*, a los costes energéticos han de sumarse los derivados de las labores de excavación y transporte del suelo contaminado y los potenciales riesgos de una contaminación no deseada en caso de accidente en el traslado. Todo ello puede limitar notablemente la sostenibilidad económica de dichas técnicas, lo que puede implicar el aplazamiento de la descontaminación de los suelos afectados, a la espera de nuevas técnicas y procesos más económicos.

La excavación de los suelos implica, además, la pérdida de su morfología original, incompatible con el mantenimiento de las funciones y servicios ambientales que proporciona este recurso natural.

La sostenibilidad, tanto económica como ambiental, constituye, por tanto, un objetivo básico de las tecnologías que aplicar en la descontaminación de suelos.

Distintos investigadores en los últimos años están estudiando, a escala de laboratorio, el calentamiento mediante campos electromagnéticos para la desorción de contaminantes en suelos, en concreto en el rango de las microondas, consiguiendo altos rendimientos para la remediación de matrices contaminadas por orgánicos (Pereira *et al*, 2014; Falciglia *et al*, 2016a).

Microondas es un término aplicado de forma general a aquellas longitudes de onda comprendidas entre las de la radiación infrarroja y las ondas de radio (de entre 30 centímetros a 1 milímetro), y en el rango de frecuencias de 300 MHz a 300 GHz. En el caso de la radiación por microondas, la penetración, dentro del suelo contaminado, del campo eléctrico alterno generado, induce la rotación de los dipolos de sustancias polares o semipolares que constituyen los minerales del suelo o que están presentes en su superficie o en el espacio circundante, como el agua y los contaminantes de hidrocarburos (Falciglia *et al*, 2016a).

Las principales ventajas del empleo de microondas son la rapidez con la que el tratamiento por microondas calienta las matrices contaminadas, en comparación con la remediación térmica convencional (Robinson *et al*, 2009), así como la posibilidad de alcanzar un calentamiento homogéneo (Tyagi y Lo, 2013). Una descontaminación completa de los suelos es posible con altas potencias de microondas o tiempos de residencia largos (Robinson *et al*, 2009).

El principal interés en la aplicación ambiental es la mayor capacidad de las microondas para calentar muy rápidamente la matriz contaminada (es decir, suelos) en comparación con la remediación térmica convencional (Falciglia *et al*, 2016a), lo que puede permitir ahorros significativos de energía, así como emplear equipos más manejables, susceptibles de ser utilizados *in situ*.

Con carácter general, se trata de una tecnología innovadora, que requiere estudios específicos y ensayos experimentales destinados a optimizar su posterior aplicación práctica de la forma más económica y sostenible posible.

En este sentido surge este proyecto, fruto del convenio de colaboración de la empresa Green Oil Energy Systems SLP, y la Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos del Departamento de Medio Ambiente del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), que presenta el diseño y la construcción del prototipo de un equipo de desorción térmica de contaminantes volátiles en suelos mediante campos electromagnéticos.

Sus principales condicionantes de diseño responden a los siguientes criterios básicos:

–Desarrollo tecnológico de bajo coste.

–Tratamiento en rangos de baja temperatura, con bajo consumo energético.

–Susceptible de alimentación por energías renovables (solar, eólica, biomasa residual, y otras).

–Posibilidad de tratamiento *in situ* del suelo contaminado, lo que permite:

- Limitar los costes operativos.
- Minimizar el impacto ambiental sobre el suelo, conservando su estructura original y sus propiedades fisicoquímicas.

–Posibilidad de establecer sinergias mediante la aplicación, posterior a la desorción, de técnicas biológicas de remediación de suelos: biorrecuperación y fitorrecuperación.

Como paso preliminar para valorar la eficiencia del equipo, se han llevado a cabo diversos ensayos de desorción de contaminantes orgánicos (fuel) sobre la base de un suelo arenoso artificialmente contaminado. La Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos del Departamento de Medio Ambiente del Ciemat dispone de amplia experiencia en el estudio y evaluación de suelos con contaminantes orgánicos tales como hidrocarburos e inorgánicos tales como el mercurio.

Características del equipo de desorción térmica y descripción básica de su funcionamiento

El equipo generador de campos electromagnéticos, presentado en este trabajo, corresponde a un diseño original cuyas características técnicas básicas se presentan a continuación:

–Rango de trabajo a 2,54 GHz.

–Potencia máxima 750 W (ampliable).

–Magnetrón de antena recta.

–Refrigeración forzada por aire.

–Regulación de potencia de 50 a 230 V.

–Cuerno de distribución de tronco piramidal (pendiente altura y relación de superficies).

–Distribución de ondas por choque sobre distribuidor fijo.

–Profundidad inicial de trabajo 25-30 cm (ampliable).

–Superficie de contacto (de tratamiento) 35 x 35 cm (ampliable).

–Cámara móvil adyacente de amplificación de ondas.

En el diseño del equipo, se ha hecho especial hincapié en la optimización y dimensionamiento del cuerno transmisor de microondas. Este cuenta con una cámara móvil adyacente para su amplificación, lo que se prevé genere importantes ahorros energéticos.

El equipo cuenta con las siguientes unidades, tal como se recoge en la figura 1:

1. Unidad de regulación de potencia, para la optimización del consumo eléctrico y del rendimiento.

2. Unidad transformadora de generación de alto voltaje.

3. Unidad generadora, emisora y distribuidora de campos electromagnéticos en forma de microondas.

4. Unidad generadora de aspiración / vacío.

5. Unidades de filtración (carbón activo, resinas intercambiadoras, otros).

6. Unidad de condensación.

7. Unidad de adquisición de datos y control.

A los anteriores elementos, se añade, en esta fase inicial de trabajo y tal como se indica en la figura 1, un depósito para la realización de ensayos preliminares *ex situ*, monitorizado para un seguimiento preciso de la temperatura, tanto respecto a su evolución temporal como a su distribución espacial dentro de la masa del suelo.

Por ello, se han adaptado las características técnicas de acuerdo a la penetración de las ondas electromagnéticas dentro del suelo, analizando la variación espacio-temporal de la temperatura generada, ya que los patrones desiguales de la temperatura en el suelo son otra problemática importante que tratar.

El equipo está, por tanto, diseñado para trabajar tanto *in situ* como *ex situ*.

Una vez seleccionada la potencia de trabajo en función de las condiciones ambientales, tipo de suelo y contaminante, se activa el equipo, y la emisión de microondas comienza a distribuirse a través de cuerno o campana de distribución. Esta posee una cámara móvil adyacente que permite la amplificación de las ondas ajustando el volumen de la cámara, con objeto de favorecer el ahorro energético.

Las microondas penetran en la masa del suelo contaminado elevando su temperatura, lo que se pretende que

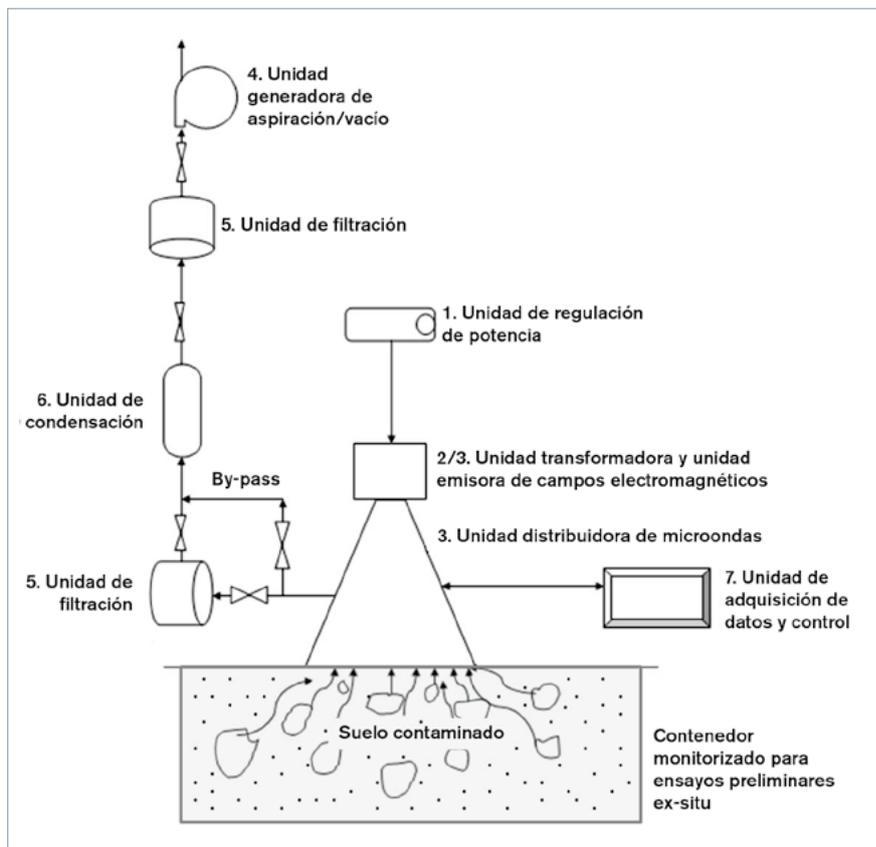


Figura 1. Esquema básico del equipo de desorción.

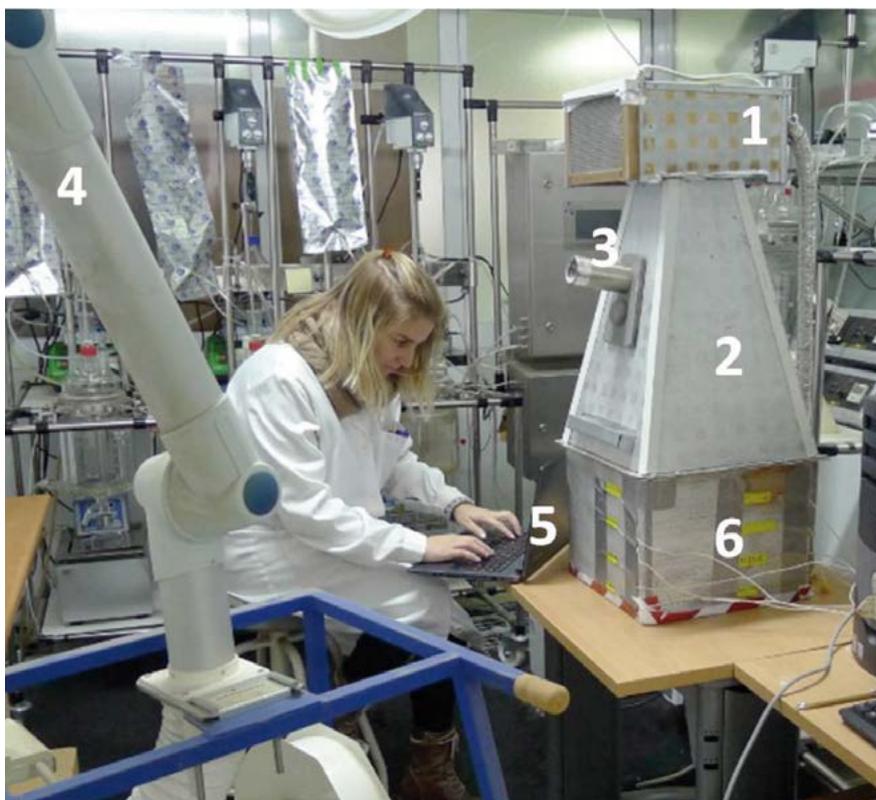


Figura 2. Fase de montaje del prototipo en los laboratorios de la Unidad de Conservación y Recuperación de suelos del Ciemat: 1) regulador de potencia y tubo de conexión al emisor; 2) cuerno distribuidor de ondas; 3) cámara móvil adyacente de amplificación de ondas; 4) equipo de aspiración y filtros; 5) unidad de adquisición de datos y control, y 6) contenedor monitorizado para ensayo preliminar *ex situ*.

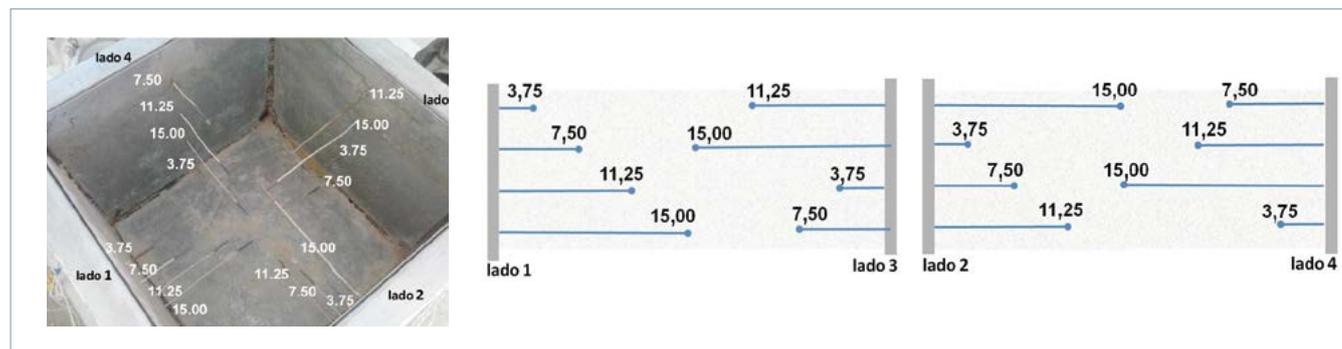


Figura 3. Imagen de la instalación de monitorización de temperatura en el depósito, previa al relleno con suelo contaminado y esquema de su distribución espacial. Las cifras reflejan la distancia en cm desde la punta del termopar hasta la pared del depósito.



Figura 4. Llenado del depósito monitorizado con el suelo arenoso artificialmente contaminado.

tenga lugar de la manera más homogénea posible. Una vez alcanzada la temperatura de volatilización, se activa la unidad de aspiración generando un vacío en la cámara de distribución, que está en contacto con el terreno, lo que provoca una caída de presión y favorece la desorción a menores temperaturas.

La campana posee una rejilla regulable que permite la generación de una corriente ascendente y el barrido de los compuestos volatilizados, que son transferidos al filtro para su inmovilización o al condensador para su recuperación. La figura 2 muestra una imagen del prototipo del equipo de desorción.

Ensayo preliminar de desorción térmica de hidrocarburos: descripción y resultados

El ensayo de desorción térmica realizado mediante el prototipo descrito se ha llevado a cabo sobre una muestra de suelo artificialmente contaminado por hidrocarburos (gasóleo) en condiciones de ensayo *ex situ*, y atendiendo a dos factores de control: por un lado, la evolución térmica de la masa de suelo contaminado, y, por otra, la variación de la concentración del contaminante

(hidrocarburos totales del petróleo, o TPH) en relación con el calentamiento y el tiempo de operación.

La monitorización de la temperatura se ha llevado a cabo mediante una distribución de un total de 16 termopares, que permiten el control de la masa del suelo tanto en profundidad como en distancia con respecto a las paredes del depósito.

El esquema de monitorización de la temperatura se muestra seguidamente (figura 3).

Características del suelo objeto de desorción

Los ensayos experimentales mostrados en este trabajo han tenido en cuenta los factores clave en esta tecnología, de forma que distintas características del suelo, como la textura y la humedad, pueden resultar determinantes en los rendimientos de desorción térmica. Así, se ha considerado que los suelos arcillosos de plasticidad alta tienen menor rendimiento, debido a que la adsorción de los contaminantes es mayor por su tendencia a agregarse y, en los tratamientos *ex situ*, por su mayor adherencia sobre las paredes del horno de desorción; el contenido de humedad y la presencia de materia orgánica también pueden reducir el rendimiento del proceso por su alta afinidad con los contaminantes (Marín San Pedro, 2010).

De acuerdo con Falciglia *et al* (2016a), en general, el suelo arenoso resulta más permeable al calentamiento por microondas que el de carácter arcilloso, y se encuentran mayores valores de campo eléctrico y temperatura del suelo para el suelo arenoso con menor contenido de agua.

Respecto a la relación hidrocarburo/suelo establecida para obtener el material artificialmente contaminado, se ha

considerado que la concentración de hidrocarburos en el suelo que tratar no ha de superar el denominado *límite menor de explosividad* (LEL) asociado a las emisiones de gases durante tratamientos *ex situ* (Harries *et al*, 2004), lo que implica que la concentración máxima de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) oscilará entre el 1% y el 3%.

Por tanto, en esta primera fase experimental del proyecto, se ha seleccionado una masa de suelo de textura arenosa, suficiente para completar el depósito monitorizado hasta una profundidad de unos 25 cm, con muy escaso contenido en materia orgánica, y a la que se ha añadido una proporción de gasóleo no superior a 5.000 mg.kg⁻¹ (equivalente al 0,5% en relación peso/peso).

El suelo modelo empleado corresponde a un material de textura gruesa comúnmente denominado “arena de río lavada”, con porcentajes de arena, limo y arcilla del 91%, 6% y el 3%, respectivamente. El porcentaje de materia orgánica es del 0,2%.

El pH es ligeramente básico (7,9) y la conductividad eléctrica, baja (25 µS.cm⁻¹, en relación 1:5), lo que excluye la presencia significativa de sales solubles. La densidad aparente del suelo objeto de ensayo es de 1,46 g.cm⁻³, y alcanza su capacidad de campo con un 16% de humedad.

El ensayo se ha llevado a cabo con dos condiciones extremas de humedad: suelo seco (0,2%) y suelo a capacidad de campo.

Tras la caracterización del suelo, se llevó a cabo la adición del contaminante sobre una masa de unos 35 kg de suelo, en una proporción que garantizara un contenido en TPH no inferior a 3.000 mg.kg⁻¹. Inmediatamente, se procedió a un muestreo por triplicado con objeto de realizar la medición de

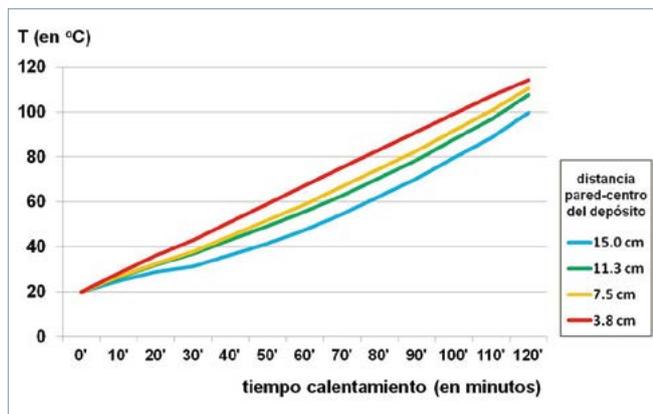


Figura 5. Evolución de la temperatura en la masa de suelo seco, según distancias horizontales desde las paredes del depósito.

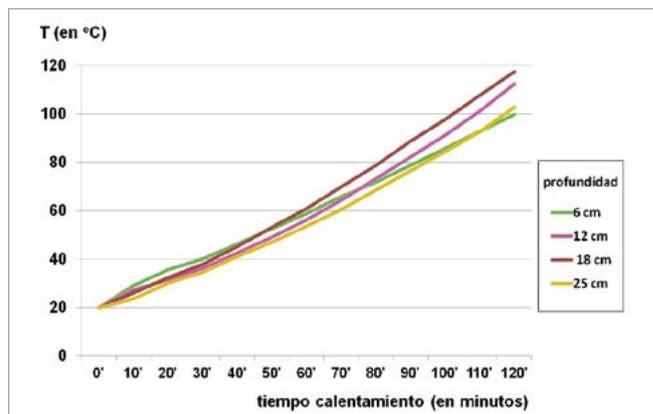


Figura 6. Evolución de la temperatura en la masa de suelo seco, según cuatro niveles de profundidad.

TPH en la masa de suelo (como valor inicial del ensayo) y, por otra parte, se rellenó el depósito para iniciar el ensayo *ex situ* (figura 4).

El valor de TPH promedio medido en la masa de suelo fue 3.193 ± 153 mg.kg⁻¹, y se ha considerado el valor inicial de hidrocarburos en suelo en los posteriores ensayos de desorción.

Resultados

Ensayo preliminar de desorción de hidrocarburos en el suelo contaminado

El suelo objeto de desorción ha sido sometido a calentamiento a través de diversos ensayos de dos horas de duración. Se procedió, en primer lugar a evaluar el incremento de temperatura de la masa de suelo monitorizada en dos aspectos: analizando la influencia del propio diseño del depósito donde queda confinada la masa del suelo (figura 5) y la eficacia de la penetración de las microondas en dicha masa, comparando el calentamiento en cuatro distintas profundidades (figura 6).

Esta fase de ensayos ha permitido cuantificar los tiempos requeridos para alcanzar determinadas temperaturas y su grado de homogeneidad en la masa del suelo.

De acuerdo con la figura, es apreciable, con carácter general en la masa del suelo, un incremento de temperatura notablemente regular en función del tiempo de operación del emisor de microondas, así como cierta influencia en dicho calentamiento por parte de las paredes del depósito, lo que se asocia a un aumento de la temperatura inicialmente más rápido en la parte del suelo más próxima a dichas paredes (datos a 3,8 cm y 7,5 cm) efecto que, sin

embargo, tiende a anularse al final del ensayo.

Un aspecto relevante de los ensayos consistió en evaluar la homogeneidad del calentamiento de la masa del suelo tratado en diferentes profundidades, lo que ha permitido evaluar la capacidad del equipo para ofrecer un calentamiento profundo y homogéneo de la masa del suelo, factor clave en su aplicabilidad para posteriores tratamientos *in situ*. Los resultados del ensayo se muestran en la figura 6.

Los datos obtenidos reflejan que en el entorno de dos horas de operación del equipo, en condiciones de suelo seco, se alcanzan temperaturas superiores a los 100°C.

La futura aplicación en condiciones de campo del equipo de desorción diseñado ha exigido la realización de ensayos en condiciones de mayor humedad. Para ello, se saturó el suelo en las proporciones citadas (16% de humedad) y se realizaron ensayos de evolución térmica equivalentes a los anteriores, y se obtuvieron los resultados que se muestran en las figuras 7 y 8.

En ambos casos, y en relación con los resultados obtenidos sobre suelo seco, son evidentes las diferencias en las temperaturas alcanzadas en las dos horas de tratamiento, así como una mayor heterogeneidad en el calentamiento de la masa del suelo, tanto en relación con las diferentes distancias a las paredes del depósito, como en las diferentes profundidades. El ensayo fue continuado hasta alcanzar de forma general temperaturas próximas a los 100 °C, para lo que fueron necesarias en total 4 horas de tratamiento.

La eficacia del calentamiento alcanzado en la desorción del contaminante fue evaluada mediante la realización de muestreos de seguimiento sobre la masa de suelo contenida en el depósito. Los muestreos fueron llevados a cabo cada 2 horas de operación del equipo, mediante mezcla compuesta de 3 puntos tomados con sonda a una profundidad de 15-25 cm (figura 9a). Inmediatamente, y previa molienda de la muestra, fue realizada la medición de TPH mediante un equipo de infrarrojos (figura 9b).

Sobre la masa de suelo seco se llevó a cabo un tratamiento de desorción térmica más prolongado (8 horas), con medición, cada 2 horas, de la concentración de TPH (mg.kg⁻¹) para un valor promedio de tres muestras, así como de la temperatura de la masa del suelo, para un promedio de 16 valores termométricos. La figura 10 muestra la correlación entre ambas variables.

El contraste de regresión realizado muestra que el 74% de la variabilidad del contenido de TPH puede atribuirse a una relación lineal negativa con la temperatura. Esto indica una elevada capacidad de desorción del equipo en condiciones de baja temperatura. En promedio, la desorción obtenida en las condiciones del ensayo (8 horas de tratamiento hasta alcanzar una temperatura promedio de 163 °C) ha supuesto una disminución del 69% con respecto a la carga contaminante inicial, siendo, en las dos primeras horas de tratamiento (temperatura promedio de 90 °C), del 20% con respecto a la situación inicial.

Cabe señalar que el conjunto de ensayos realizados corresponde a tem-

peraturas inferiores al rango de ebullición de un diésel estándar (200-338 °C) (Harries *et al*, 2004).

Conclusiones y previsiones de desarrollo del equipo y futuros ensayos

El prototipo de equipo de desorción térmica presentado en este estudio ha sido diseñado y construido para desarrollar tratamientos de bajo coste tecnológico y energético, y es susceptible de alimentación por energías renovables y apto para tratamientos *in situ*.

A la vista de los resultados preliminares obtenidos, el prototipo ensayado ha demostrado una importante capacidad de desorción de hidrocarburos en rangos de baja temperatura, inferiores a 170 °C. Cabe esperar, sin embargo, que la eficacia relativa de la desorción disminuya al aumentar los tiempos de tratamiento, como consecuencia de la presencia relativamente mayor en el suelo de compuestos orgánicos recalcitrantes. En este aspecto, es en el que

el tratamiento propuesto plantea diferencias clave con los habitualmente desarrollados: estos últimos, con objeto de avanzar en la descontaminación, pasan por someter a la matriz (suelo) a rangos de temperatura más elevados, obteniendo una descontaminación completa del suelo; no obstante, tales tratamientos exigen altos costes energéticos y conllevan una completa alteración morfológica (por excavación) y fisicoquímica (por combustión de la materia orgánica y alteraciones mineralógicas) respecto a las condiciones originales del suelo tratado.

El tratamiento *in situ* a baja temperatura que este proyecto persigue permite minimizar el impacto de la descontaminación sobre el medio edáfico tratado; en concreto, sobre sus condiciones morfológicas y fisicoquímicas originales, posibilitando la generación de sinergias entre la técnica de desorción térmica y las técnicas biológicas de remediación de suelos. Dichas sinergias se basan, fundamentalmente,

en que la desorción térmica a baja temperatura permite la eliminación rápida de gran parte del contaminante sin alterar significativamente las características morfológicas y fisicoquímicas del suelo, de forma que los posteriores tratamientos biológicos (biorremediación y/o fitorremediación) puedan ser aplicados en óptimas condiciones.

En la actualidad, el equipo de trabajo de Green Oil Energy Systems SLP y la Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos del Departamento de Medio Ambiente del Ciemat desarrollan diversas tareas destinadas a la optimización técnica del prototipo en desarrollo, a incrementar el conocimiento de los procesos de desorción de suelos a baja temperatura y al análisis de las sinergias de este tipo de desorción térmica con técnicas de biorremediación y fitorremediación.

En concreto, las tareas de optimización de los parámetros de diseño del equipo van dirigidas a los siguientes objetivos:

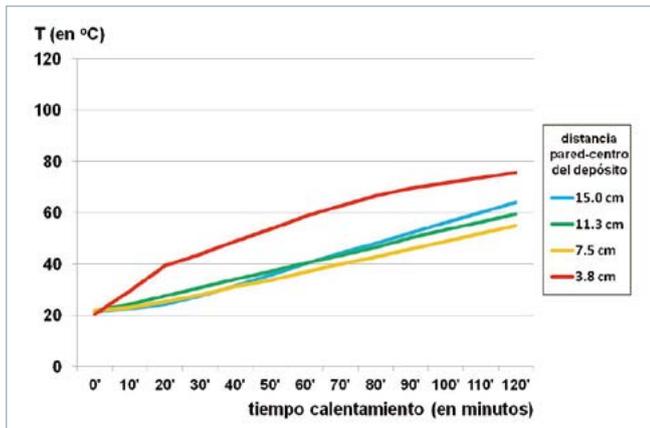


Figura 7. Evolución de la temperatura en la masa de suelo a capacidad de campo, según distancias horizontales desde las paredes del depósito.

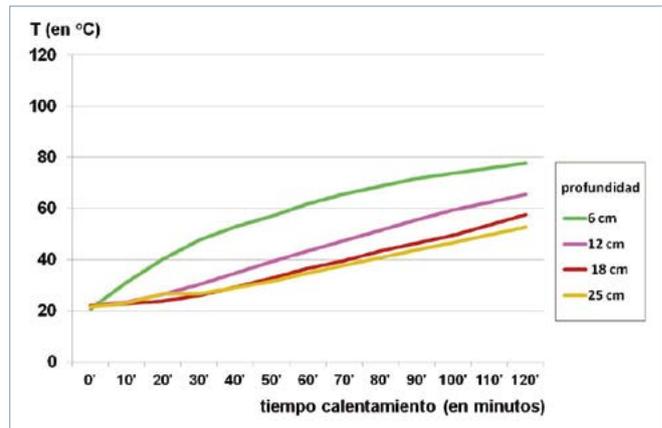


Figura 8. Evolución de la temperatura en la masa de suelo a capacidad de campo, según cuatro niveles de profundidad.



Figura 9. Muestreo mediante barrena del suelo tratado y medición de TPH (analizador de infrarrojos, modelo Wilks/InfraCal2).

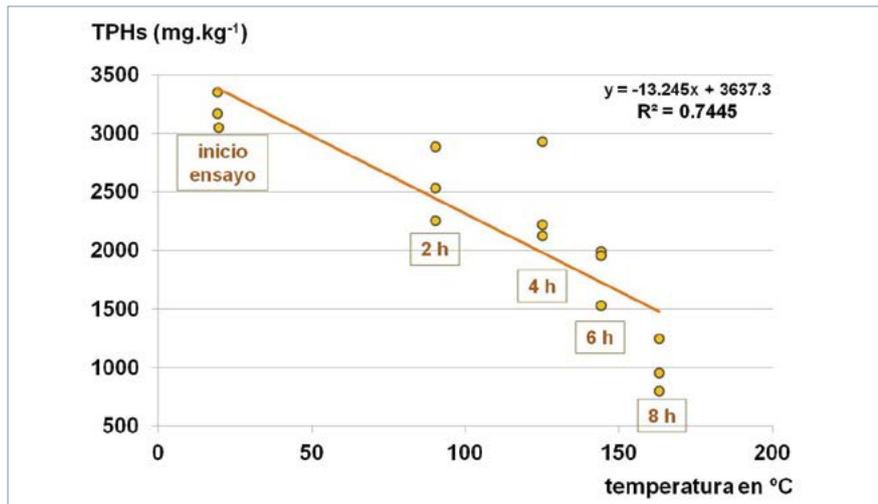


Figura 10. Evolución del contenido en TPH a lo largo del ensayo de 8 horas, en función de la temperatura alcanzada y según tiempos de tratamiento.

- Optimización de la amplificación de ondas mediante la cámara móvil adyacente, de modo que se alcance un adecuado calentamiento del suelo con menores tiempos y costes.

- Mejora de las técnicas de generación de vacío, lo que permitiría desorber los contaminantes a menores temperaturas.

- Diversos trabajos para el desarrollo de un equipo a mayor escala, portable, para tratamiento *in situ* de suelos contaminados y para el desarrollo de soluciones técnicas para su conexión a fuentes de energía renovables. El modelo en desarrollo para tratamientos en campo permitirá establecer con precisión los costes por unidad de suelo descontaminado.

El seguimiento de los procesos de desorción de suelos a baja temperatura se desarrollará y ampliará en los siguientes aspectos:

- En paralelo al seguimiento de la evolución de la desorción de hidrocarburos en suelos, se llevarán a cabo ensayos equivalentes de desorción de suelos contaminados por mercurio.

- Los factores limitantes de humedad y textura serán estudiados específicamente: dado que han sido patentes las diferencias en el calentamiento según el contenido en humedad del suelo, se llevarán a cabo series de seguimiento de la evolución térmica en condiciones distintas de humedad. Por otra parte, se están realizando ensayos preliminares de evolución térmica con suelos de texturas más finas y contenidos mayores en materia orgánica, así

como otros parámetros fisicoquímicos.

Las tareas en desarrollo destinadas a favorecer las sinergias con las técnicas biológicas de remediación van dirigidas a la determinación de la temperatura de tratamiento en la que se consigue la máxima desorción de contaminantes con la menor afección a bioestimulación, evaluada mediante el seguimiento respirométrico y microbiológico de series de muestras obtenidas en diversos tiempos y temperaturas de tratamiento.

Específicamente, en el caso de la desorción de mercurio en suelos, la aplicación posterior de plantas fitoextractoras se presenta como la técnica complementaria de mayor interés, tal como se propone en un reciente trabajo de la Unidad de Conservación y Recuperación de Suelos del Departamento de Medio Ambiente del Ciemat (Sierra *et al*, 2016).

Queda patente que el buen desarrollo del conjunto de actividades anteriormente expuesto implica la creación y el mantenimiento de equipos de trabajo multidisciplinarios, y es, asimismo, clave la colaboración con instituciones públicas y privadas.

Bibliografía

Anderson W (1993). Innovative site remediation technology. Thermal Desorption, Volume 6. Washington, D.C. U.S Academy of Environmental Engineers.

Barba A, Aciero D, D'Amore M (2011). Use of microwaves for in-situ removal of pollutant compounds from solid matrices. Journal of hazardous materials 207-208:128-35.

EPA-Environmental Protection Agency (2011). Thermal Treatment Technologies, Information Bulletin, Publication 1402. <http://www.epa.vic.gov.au/~media/publications/1402.pdf> [7-11-2016].

Falciglia PP, Scandura P, Vagliasindi F (2016a). Modelling of in situ microwave heating of hydrocarbon-polluted soils: Influence of soil properties and operating conditions on electric field variation and temperature profiles. Journal of Geochemical Exploration, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2016.06.005>.

Falciglia PP, Maddalena R, Mancuso G, Vagliasindi F (2016b). Lab-scale investigation on remediation of diesel-contaminated aquifer using microwave energy. Journal of Environmental Management 167:196-205.

Falciglia PP, Bonifacio A, Federico GA, Vagliasindi (2016). An Overview on Microwave Heating Application for Hydrocarbon-contaminated Soil and Groundwater Remediation. Oil Gas Res 2:110. doi:10.4172/ogr.1000110.

Falciglia PP, Giustra MC, Vagliasindi FGA (2011). Influence of soil texture on contaminant adsorption capacity and removal efficiency in ex situ remediation of diesel polluted soil by thermal desorption. Chem. Ecol. 27 (1), 119-130.

FRTR/Federal Remediation Technologies Roundtable (2016). Remediation Technologies, Screening Matrix and Reference Guide; Version 4.0. Web activa: última modificación 17/05/2016. <https://frtr.gov>.

Harries N, Beck P, Sweeney R (2004). Remediation trial using low temperature thermal desorption to treat hydrocarbon contaminated soil. Technology Demonstration Project Report: TDP1. Contaminated Land: Applications in Real Environments (CL:AIRE), London UK.

Marín San Pedro AF (2010). Tesis doctoral: Optimización de los tratamientos de desorción térmica de suelos contaminados por hidrocarburos derivados del petróleo. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Mendoza JL, Navarro A, Viladevall M, Doménech LM (2005). Caracterización y tratamiento térmico de suelos contaminados por mercurio. En: J.A. López-Geta, J. C. Rubio y M. Martín Machuca (Eds.), VI Simposio del Agua en Andalucía. IGME, pp. 1077-1088.

Ortiz I, Sanz J, Dorado M, Villar S (2007). Técnicas de Recuperación de Suelos Contaminados. Informe de Vigilancia Tecnológica, 6. Universidad de Alcalá - Dirección General de Universidades e Investigación. Consejería de Educación. Comunidad de Madrid.

Pereira MS, de Ávila Panisset CM, Martins AL, de Sá CHM, de Souza Barrozo MA, Ataíde CH (2014). Microwave treatment of drilled cuttings contaminated by synthetic drilling fluid. Separation and Purification Technologies, 124, 68-73.

Robinson JP, Kingman S, Snape C, Saeid B (2009). Separation of polyaromatic hydrocarbons from contaminated soils using microwave heating. Separation and Purification Technology, 69(3):249-254.

Sierra MJ, Millán R, López FA, Alguacil FJ, Cañadas, I (2016). Sustainable remediation of mercury contaminated soils by thermal desorption. Environ. Sci. Pollut. Res. 23(5): 4898-4907.

Tyagi VK, Lo SL (2013). Microwave irradiation: a sustainable way for sludge treatment and resource recovery. Renew. Sust. Energ. Rev. 18, 288-305.

Yu Y, Liu L, Shao Z, Ju T, Sun B, Benadda B (2016). A soil-column gas chromatography (SCGC) approach to explore the thermal desorption behaviour of hydrocarbons from soils. Environ. Sci. Pollut. Res. 23, 683-690.

Mecanismo electrónico localizador para mamografía digital

Electronic locator device for digital mammography

Basil Mohammed Al-Hadithi¹, Cecilia E. García Cena¹ y Antonio Martín González²

Resumen

El mecanismo electromecánico localizador (MEL) de aplicación en la radiología intervencionista de la mama es un sistema de guiado en la localización de lesión no palpable en mamografía. Ubicado en un equipo de mamografía digital (MD), consta de dos partes diferenciadas, el mecanismo localizador y la aplicación responsable de la automatización del mismo, desde su estación de visualización. La interconexión entre el equipo y el localizador permitirá mejorar la parte técnica del procedimiento en la localización, logrando reducir el tiempo del procedimiento y, por tanto, la incomodidad para el paciente.

Palabras clave

Mamografía, localización lesión no palpable, mecanismo localizador, aplicación informática, automatización, unidad de control.

Abstract

The electromechanical locator device (ELD) with application in the interventional radiology of the breast is a guidance system in the location of non-palpable lesion in mammography. Located inside a digital mammography (DM) equipment, it consists of two distinct parts: the locator mechanism and the responsible application of the automation, from its display station. The interconnection between the equipment and the locator will improve the technical part of the procedure in localization, reducing the time of the procedure and, therefore, the discomfort for the patient.

Keywords

Mammography, non-palpable lesion localization, locator mechanism, computer application, automation, control unit

Recibido / received: 5.03.2017. Aceptado / accepted: 8.03.2017

¹Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Automática y Física Aplicada. Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial. Universidad Politécnica de Madrid. Centro de Automática y Robótica UPM-CSIC. ²Técnico superior de Imagen Diagnóstica. Servicio de Radiodiagnóstico Hospital Universitario 12 de Octubre. Compagina esta labor asistencial dando soporte como ingeniero técnico industrial en la Unidad de Apoyo a la Innovación del Instituto de Investigación Sanitaria (i+12).

Autor para correspondencia / corresponding autor: Antonio Martín González (amartingonzalez2@salud.madrid.org).



Foto: Zlikovec / Shutterstock.

Introducción

La Federación Internacional de Ingeniería Médica y Biológica (IFMBE) define la ingeniería biomédica como la integración de la Física, las Matemáticas y las Ciencias experimentales con los principios de la ingeniería, para el estudio de la biología, la medicina y los sistemas sanitarios y para la aplicación de la tecnología en la mejora de la salud y la calidad de vida.

Gracias a los ingentes avances en técnicas de adquisición de imágenes médicas y a las múltiples líneas de aplicación de las mismas se pueden prevenir y diagnosticar distintas patologías y simular y planificar las intervenciones quirúrgicas sin necesidad de someter al paciente a continuas pruebas invasivas.

En los últimos años, se está produciendo una expansión de los departamentos de diagnóstico por imagen en las organizaciones sanitarias. Las tecnologías de la información y de las comunicaciones han favorecido dicha expansión mediante la incorporación de los sistemas RIS (del inglés Radiological Information System) y PACS (también del inglés Picture Archiving and Communication System) a los departamentos de diagnóstico por

imagen. Esto ha favorecido el desarrollo de las estaciones de visualización y trabajo de posprocesado que incluyen herramientas y funciones que permiten manejar adecuadamente la imagen radiológica digital obtenida.

Las funciones o herramientas esenciales son muy diversas: revisión de imagen, centrado de la región de interés de la imagen en el monitor, control de brillo y contraste, medición de distancias, ángulos y áreas, etc. Y se podrán añadir otras más complejas para controlar desde la propia estación de visualización la automatización del mecanismo electro-mecánico localizador (MEL).

Este se utilizará desde la estación de visualización del propio equipo de mamografía digital (MD) y su función será la de servir como sistema de guiado en la localización de lesiones no palpables en mamografía, estableciendo una relación entre la imagen digital de la misma y la lesión en la mama del paciente. La interconexión entre equipo y localizador permitirá mejorar la parte técnica del procedimiento, disminuyendo el tiempo del mismo y, por tanto, consiguiendo menor malestar para el paciente.

Estado del arte

El MEL tiene su ámbito de aplicación en la radiología intervencionista de la mama, y esta tiene su origen en la radiología diagnóstica como subespecialidad invasiva y diagnóstica. Hoy en día, la radiología intervencionista es una especialidad terapéutica y diagnóstica que comprende una amplia gama de procedimientos terapéuticos mínimamente invasivos guiados por imagen, como también el diagnóstico por imagen invasivo. Se utilizará como ayuda de guiado o posicionamiento en los siguientes procedimientos: localización prequirúrgica de lesiones no palpables guiada por mamografía y localización de lesiones no palpables para su marcaje mediante clip marcador previo a tratamiento posterior (Apesteguía, 2009). El equipo y los componentes tecnológicos necesarios para su realización están formado por un equipo de MD (figura 1), un mamógrafo digital directo de campo completo Siemens Healthcare (no objeto de estudio) y un dispositivo de localización que puede ser de dos tipos: plato de compresión perforado, sin mecanismo localizador, o plato de compresión fenestrado con mecanismo localizador.



Figura 1. Mamógrafo digital directo de campo completo Siemens Healthcare.



Figura 2. Mamógrafo analógico GE Healthcare.

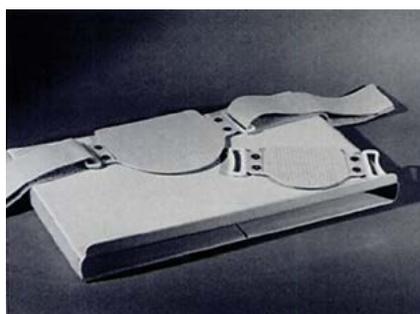


Figura 3. Rejilla multiperforada radiopaca.



Figura 5. Plato de compresión perforado Siemens Healthcare.



Figura 7. Localizador de accionamiento mecánico GE Healthcare.



Figura 4. Plato de compresión perforado genérico.



Figura 6. Plato de compresión fenestrado alfanumérico GE Healthcare.



Figura 8. Posicionador de garra Hologic. Breast-Imaging Solutions.

Plato de compresión perforado, sin mecanismo localizador

Su ubicación es sobre el cuerpo del mamógrafo. La localización de la lesión se realiza haciendo coincidir la lesión entre alguno de los orificios del mismo. Este puede ser utilizado tanto en un mamógrafo analógico (MA) (figura 2), como en equipos de MD (figura 1).

La primera referencia de plato de compresión perforado para la localización de lesiones no palpables en mamografía (Goldberg, 1983). Rejilla multiperforada radiopaca, (Parekh, 1987) adaptable a un sistema portachasis, la paciente era colocada sobre el mismo, mediante la rejilla multiperforada a través de los orificios se localizaba el punto de la lesión (figura 3).

Plato de compresión perforado, adaptable al cuerpo de mamógrafo analógico (Barbarisi, 1990) y (Puglisi, 1999) (figura 4). Plato de compresión perforado utilizado en la actualidad en un mamógrafo digital (figura 5). Plato de compresión perforado de rejilla, (Blane, 2010) adoptando una disposición de raqueta de tenis.

En lo que se refiere a este tipo de plato de compresión, no existen más modificaciones hasta el momento actual.

La desventaja de este tipo de dispositivos está en la dificultad de hacer coincidir la lesión entre un agujero y no entre el vano del mismo, sobre todo cuando se llega a ella por vía posterior, por lo que el procedimiento de localización es más lento y, por tanto, más molesto para el paciente.

Plato de compresión fenestrado con mecanismo localizador

La primeras referencias de este tipo de dispositivo (Novak, 1981) para aplicaciones en mamografía analógica convencional consiste en un plato de compresión fenestrado con demarcación alfanumérica radiopaca (figura 6) y localizador de accionamiento manual (figura 7), el cual se coloca a la salida del haz de rayos x, sobre la base del colimador mediante un anclaje mecánico, en un MA (figura 2) (Kopans, 1985), (Kopans, 1989) y (Kopans, 1994) describen la técnica de colocación de arpón con este dispositivo (Selland, 2003), plato de compresión fenestrado con demarcación alfanumérica radiopaca.

El localizador consta de un sistema de corredera con dos grados de liber-



Figura 9. Posicionador de ventana Hologic. Breast Imaging Solutions.



Figura 10. Plato de compresión fenestrado para mamógrafo digital Siemens Healthcare.



Figura 11. Posicionador manual actual para mamógrafo digital Livingston Products Inc.

tad que se puede mover en el plano XY. La corredera se desplaza desde su extremos mediante dos varillas metálicas coincidentes 90 grados, que bajo la luz del colimador del propio mamógrafo, nos marcan en forma de ejes coordenados el punto sobre la lesión que hay que señalar. Este punto queda proyectado a través de la ventana del plato de compresión fenestrado (figura 6); sobre el borde de la ventana del mismo tiene grabados caracteres alfanuméricos para facilitar la localización de la lesión.

Otros dispositivos de accionamiento manual son el posicionador de garras, que se fija al cuerpo del mamógrafo, y la ventana del mismo queda por debajo de la salida del haz de rayos. Mediante sendos mandos, desplazamos las varillas metálicas coincidentes 90 grados a lo largo de los ejes X e Y para realizar el marcado de la lesión, utilizando la luz de centrado. Esta quedará proyectada sobre la ventana del compresor (figura 8) y el posicionador de ventana, colocado paralelo al haz de rayos sobre la ranura de la visera de protección del mamógrafo, que funciona de igual forma (figura 9).

Siguiendo la evolución tecnológica, (Holler, 2013) encontramos el plato de compresión fenestrado con caracteres alfanuméricos mejorado (figura 10) y el localizador de accionamiento manual más perfeccionado (Livingston, 1994), se puede adaptar a un equipo de MD colocado a la salida del haz de rayos X, sobre la ranura de la visera de protección, (figura 11). La localización de la lesión se realiza mediante un puntero láser; este dispositivo es utilizado en la actualidad en nuestra unidad de mamografía.

Diseño conceptual del MEL

El objeto del MEL es la correlación del punto de una lesión obtenida mediante

una imagen digital de una mamografía con la propia región que se va a examinar, mediante un mecanismo capaz de desplazarse a ese punto de forma automática. El marcaje del punto se realizará con un indicador señalador. Una vez localizado, se realizará el procedimiento radiológico correspondiente y el mecanismo volverá a la posición de partida (0,0). El efecto final del mecanismo es ser utilizado como sistema de guiado o posicionamiento.

El MEL está constituido por dos partes fundamentales: el propio mecanismo y la aplicación informática encargada del control del mismo.

Componentes del mecanismo

El mecanismo está constituido por una base sobre la cual irán fijadas dos guías lineales de precisión para aplicaciones médicas sobre su cara lateral y un puente en el que irá fijada otra guía de similares características portadora del indicador señalador. Ambas se desplazarán de forma automática en cualquier dirección del plano, mediante el accionamiento de dos servomotores de corriente continua, controlados por una unidad de control. Esta se conectará a una estación de visualización de imagen digital, un ordenador desde el que se enviarán las coordenadas exactas al punto deseado mediante una aplicación informática.

A continuación, describiremos cada uno de los componentes, así como la aplicación que lo pondrá en funcionamiento:

El mecanismo está constituido por una base cuadrangular, con una abertura central coincidente con la ventana de la salida del tubo de rayos X del mamógrafo, en la que irá colocada para permitir la obtención de la mamografía de localización a través de dicha abertura. Esa base irá acoplada sobre

la ranura de la visera de protección del mamógrafo mediante un anclaje mecánico de fácil montaje-desmontaje. La base será de acero inoxidable de alta rigidez. Además, debe estar rectificadas, ya que irán fijadas sobre ella dos guías lineales de precisión sobre su cara lateral, y con el par de apriete específico, se podrá alcanzar un movimiento lineal de alta precisión del puntero señalador en la dirección del eje Y.

El puente, al igual que la base, será de acero inoxidable de alta rigidez, ya que fijada al mismo, irá colocada una tercera guía responsable del desplazamiento del puntero señalador en la dirección del eje X.

Las guías lineales propuestas para este mecanismo son de la serie de alta precisión para aplicaciones médicas, con un sistema de carril único. El acero tanto del carro como del carril es resistente a la oxidación; esto incluye también las bolas y el retenedor. Sobre el carro de la guía del puente irá fijado un soporte que se hará solidario a sendos tornillos sinfín de los servomotores encargados del desplazamiento del puntero señalador en la dirección de los ejes X e Y.

Las dimensiones de las guías elegidas se ajustarán a las dimensiones de la base y del puente e irán fijadas mediante tornillos. El par de apriete será el especificado por el fabricante para alcanzar un movimiento lineal de alta precisión.

Los servomotores son los encargados del desplazamiento de las guías en las dos direcciones del plano. Su ubicación será sobre la base soporte, sobre dos de sus caras laterales. Los servomotores irán fijados a dicha base mediante el extremo final del tornillo sinfín. Dicho extremo se hará solidario a la base para poder realizar el desplazamiento del mismo en uno u otro sentido.

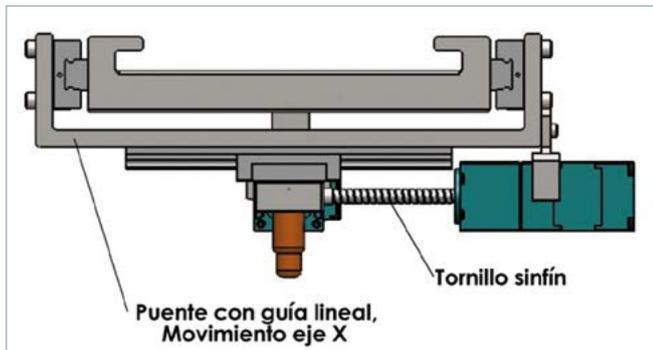


Figura 12. Vista frontal MEL con componentes.

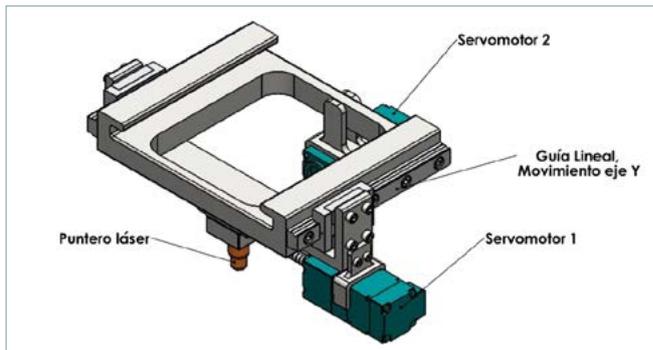


Figura 13. Vista isométrica MEL con componentes.

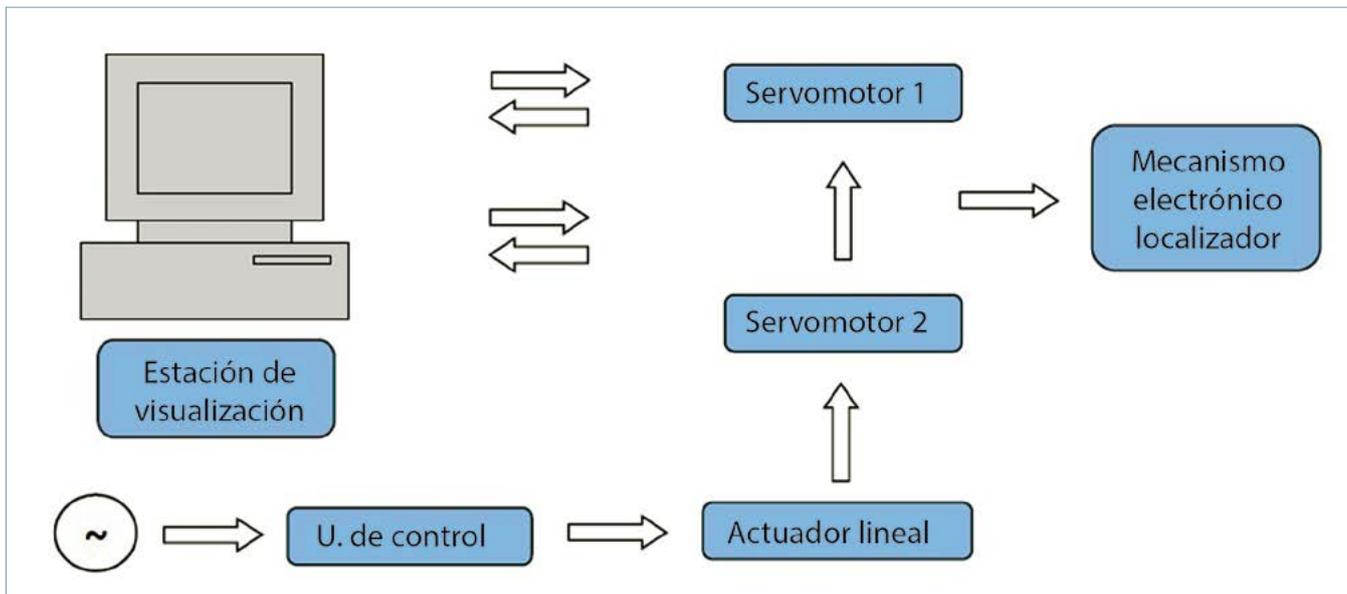


Figura 14. Arquitectura del software de la aplicación.

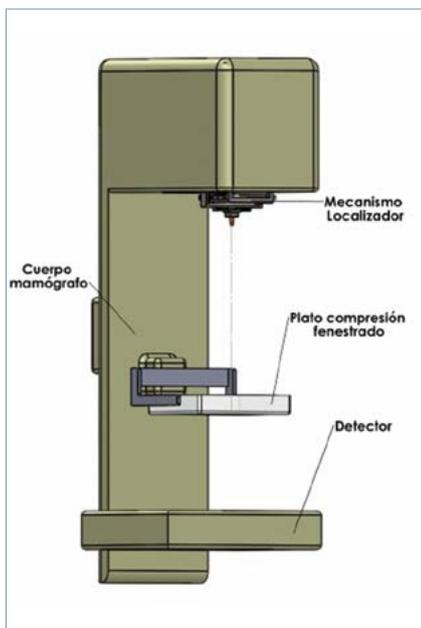


Figura 15. Mamógrafo digital genérico con localizador y plato de compresión fenestrado.

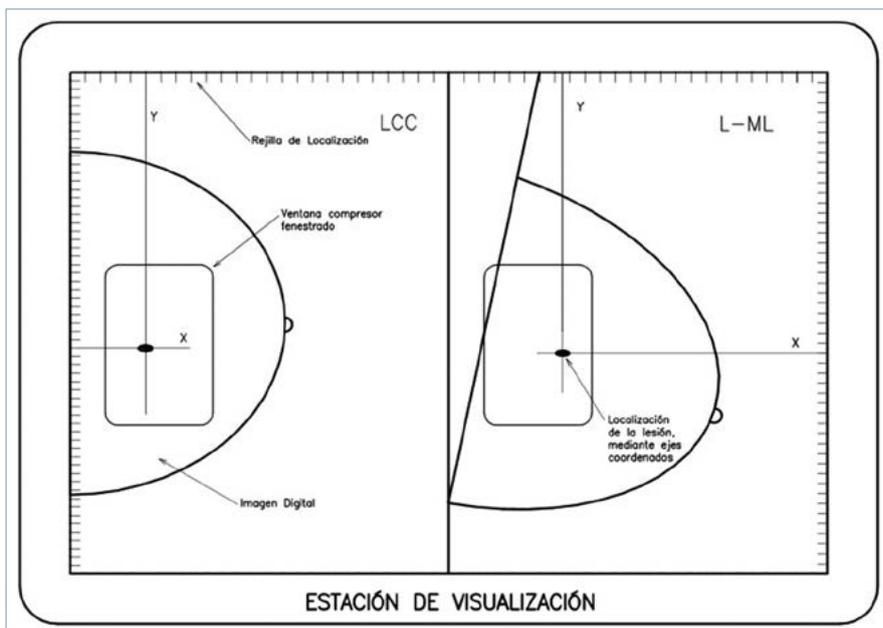


Figura 16. Mamografía sobre rejilla de localización.

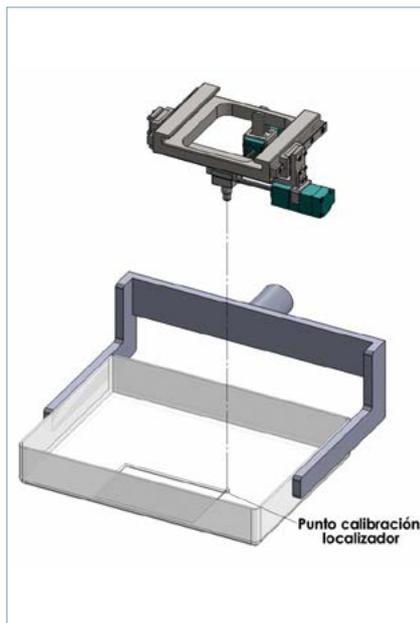


Figura 17. Calibración del localizador con plato de compresión.

Al accionar el servomotor para el desplazamiento de la guía en la dirección $+X$, el tornillo sinfín se introducirá en el cuerpo del motor y para el desplazamiento en la dirección $-X$, el tornillo sinfín saldrá del cuerpo del motor; de igual forma para el desplazamiento de la guía en la dirección $+Y$ e $-Y$.

El puntero señalador irá fijado a la base soporte y colocado sobre el carro de la guía que va fijada al puente, responsable del desplazamiento horizontal del mecanismo en la dirección del eje X . El puntero señalador de líneas cruzadas emite radiación visible en el intervalo de longitudes de onda comprendido entre 400 nm y 700 nm y tiene una potencia igual o inferior o igual a 5 mW.

Para finalizar, vemos el mecanismo localizador con todos sus componentes, en una vista frontal (figura 12) e isométrica (figura 13).

Aplicación informática responsable del control del localizador

El MEL se controlará de forma automática desde la estación de visualización del equipo de mamografía, en el cual instalaremos la aplicación informática responsable de llevar el localizador al punto deseado.

Una unidad de control será la responsable del accionamiento de los dos servomotores, que nos permitirán el desplazamiento de las guías y, por

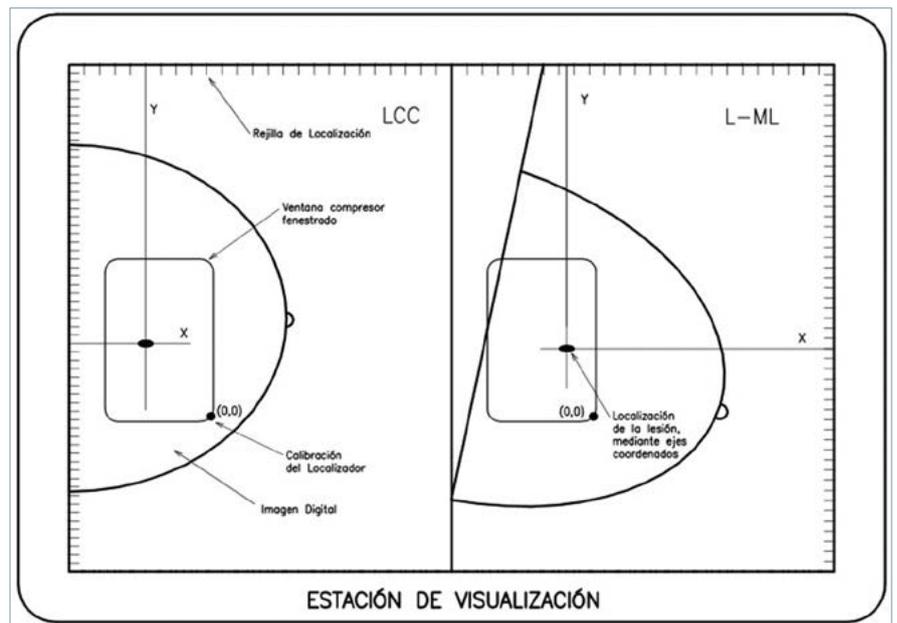


Figura 18. Mamografía sobre rejilla de localización: calibración.

tanto, del puntero señalador al punto deseado. Todo el conjunto tendrá una tensión de alimentación controlada por la unidad de control y por la propia aplicación.

El diagrama general de conexión del MEL muestra los componentes que lo integran y la interrelación entre ellos (figura 14).

El MEL va montado sobre la ranura de la visera de protección a la salida del haz de rayos X acompañado para la realización del procedimiento radiológico de un plato de compresión fenestrado. Se ve la ubicación del mismo en un mamógrafo digital genérico (figura 15).

En la aplicación tenemos la rejilla de localización. Sobre esta se realizará la mamografía comprimida con el plato de compresión fenestrado. Vemos que la lesión queda dentro del mismo, en las dos proyecciones distintas, CC (cráneo-caudal) y ML (medio-lateral) de la mamografía (figura 16).

Antes de comenzar el procedimiento radiológico, es necesario realizar la calibración del MEL con el plato de compresión fenestrado. Para realizarla deberá colocarse sobre el borde externo de la ventana del mismo una marca que nos indicará el punto $(0,0)$ para la calibración del MEL. Esta consistirá en desplazar el puntero señalador a esta posición $(0,0)$ del plato de compresión fenestrado (figura 17).

En la aplicación en la rejilla de lo-

calización (figura 18) vemos el punto de calibración $(0,0)$ impreso sobre la mamografía en las dos proyecciones de igual forma. Con el ratón marcaremos el punto de calibración para que el localizador vaya a la posición $(0,0)$ del plato de compresión. Los dos servomotores son los encargados de llevar el puntero señalador a la posición indicada. El giro dextrógiro o levógiro de cada uno de los dos servomotores hace esto posible desplazándose en la dirección $+X-X$ y $+Y-Y$, respectivamente.

Una vez comenzado el procedimiento haciendo un clic con el ratón, fijaremos las coordenadas de la lesión sobre la imagen digital para ser enviadas al mecanismo localizador y así determinar el punto exacto al que corresponde en la mama del paciente. Primero se desplazará el servomotor 1, puntero señalador en la dirección del eje X , y a continuación, el servomotor 2, puntero en la dirección del eje Y , consiguiendo con exactitud el punto deseado.

Todo el proceso queda descrito en el diagrama de flujo de la aplicación informática, instalada en la estación de visualización (figura 19).

Resultados

Este dispositivo dará solución a un problema técnico detectado con el dispositivo actual que mejorará la parte técnica del procedimiento, ob-

teniendo como resultado un beneficio para el paciente. La ingeniería técnica industrial dentro de la innovación sanitaria permite poder desarrollar tanto ideas innovadoras de dispositivos médicos como mejoras en procedimientos para que el paciente, como usuario final, se beneficie de ellas. En la actualidad nuestro empeño es poder desarrollar un prototipo del mecanismo localizador, así como poder integrar la arquitectura del *software* de la aplicación en una unidad de mamografía digital genérica para poder controlarlo desde la misma. La interconexión equipo-localizador permitirá mejorar la parte técnica del procedimiento en la localización, logrando reducir el tiempo del procedimiento y, por tanto, el malestar para el paciente, así como optimizar y mejorar la agenda de la sala. Así se consigue disminuir el personal técnico dentro de la misma, ya que el posicionamiento se realiza de forma automática consiguiendo mayor rapidez y precisión.

Conclusiones

Gracias a la tecnología disponible y a las posibilidades que nos brindan las estaciones de trabajo radiológicas, en la actualidad es posible que el MEL interactúe con un mamógrafo digital genérico. Se han presentado distintos sistemas de posicionamiento previos a nuestro dispositivo localizador automatizado. El diseño del localizador se ha desarrollado en dos partes diferenciadas: el propio mecanismo y la aplicación informática encargada del control del mismo.

Este trabajo fue expuesto en 2014 como proyecto de fin de carrera en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid. Dado lo novedoso de la invención, el proyecto fue presentado como patente de invención en la Oficina Española de Patentes y Marcas bajo el título *Mecanismo electromecánico localizador de lesiones no palpables en mamografías* en octubre de 2014. Le fue concedida la patente por dicha oficina, como modelo de utilidad, con fecha 6 de abril de 2016. Igualmente, con fecha 7 de abril de 2016, se publica por dicha oficina la extensión de la patente vía Tratado de Cooperación de Patentes (PCT).

El trabajo, presentado en representación del Colegio de Ingenieros Téc-

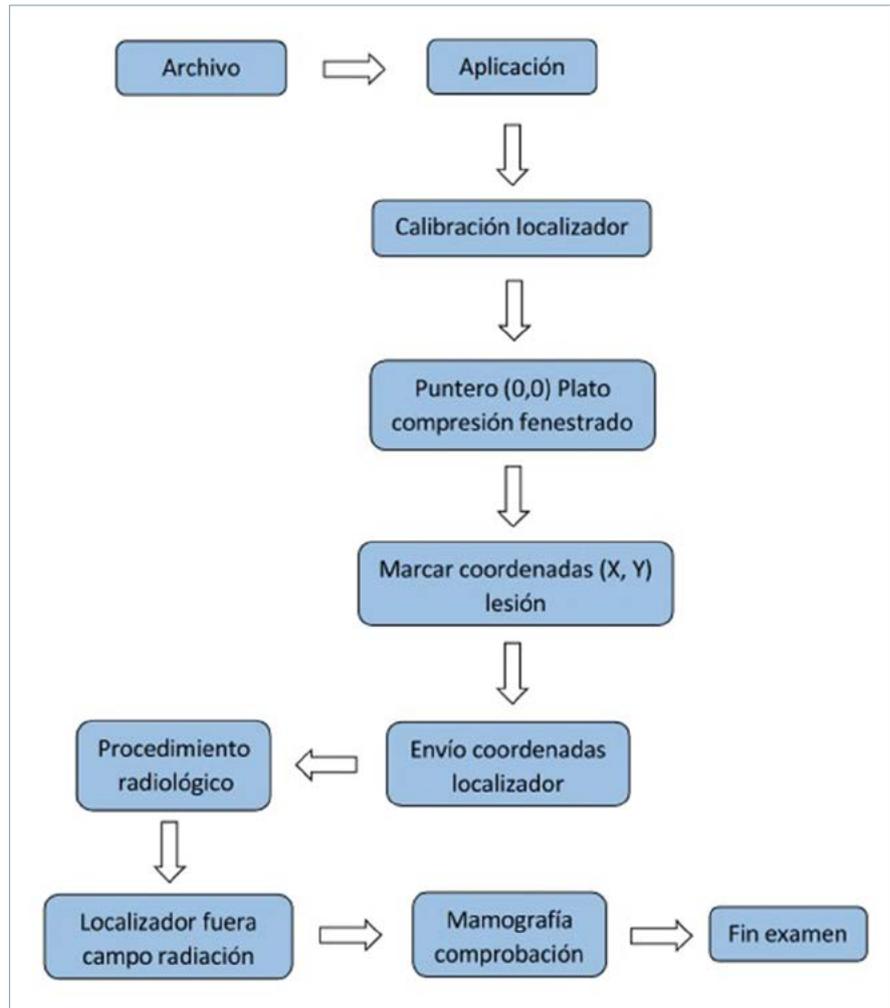


Figura 19. Diagrama de flujo de la aplicación.

nicos Industriales de Madrid, ha sido galardonado por la Fundación Técnica Industrial en su convocatoria Premios Fin de Grado 2015 de carácter nacional.

Referencias

Apesteuguía Ciriza L, Iribar de Marcos M, López Ruiz JA, Mariscal Martínez A, Martínez de Vega V, Pina Insausti L et al. (2009). Procedimientos Intervencionistas de la mama. Sociedad Española de Diagnóstico por Imagen de la Mama. SEDIM.

Barbarasi L. Mammography compression apparatus for prosthetically augmented breast. US 4943986. BOPI 24-07-1990.

Blane CE, Goodsitt MM, Grimm JC, Pavlik J, Jonathon DM, Ong T et al. (2010). New Compression Paddle for Wire Localization in Mammography. *Academia de Radiología* 17:142-145.

Gabriele et al. Breast compression and needle localization apparatus. US 4691333. BOPI 1-10-1987.

Goldberg RP, Hall FM, Simon M (1983). Preoperative Localization of Nonpalpable Breast Lesions Using a Wire Marker and Perforated Mammographic Grid. *Radiology* 146:833-835.

Holler et al. Siemens Aktiengesellschaft assignee. Compression plate for a mammography unit and mammography unit. US5861149B2. BOPI 17-122013.

Livingston TW, Northbrook Ill. Livingston Products,

Inc., Wheeling, Ill assignee. US 5320111. BOPI 14-06-1994.

Martínez A, Chavarría M (2012). Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud. Publicación de las Naciones Unidas 6: 153-165. Disponible en: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/3023-manual-salud-electronica-directivos-servicios-sistemas-salud>.

Parekh NJ, Wolfe JN (1987). Localization Device for occult Breast Lesions: Use in 75 Patients. *AJR* 148: 699-701.

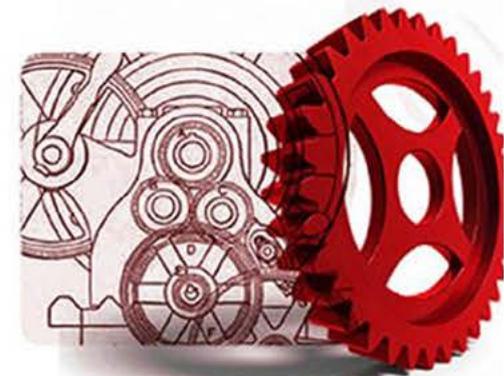
Puglisia F, Pertoldib P, Ramelloc M, Facecchiad I, Zuianie CH, Bazzocchie M et al. (1999). Diagnostic accuracy of perforated compression grid approach for mammographic ally guided core needle biopsy of breast lesions. *Cancer Letters* 146: 181-188.

Kopans DB, Lindfors K, McCarthy KA, Meyer JE (1985). Spring hookwire breast lesion localizer: Use with Rigid-Compression Mammographic Systems. *Radiology* 157:537-538.

Kopans DB, Swann CA (1989). Preoperative Imaging-Guided Needle Placement and Localization of Clinically Occult Breast Lesions. *AJR* 152:1-9.

Kopans DB, McCarthy KA, Hall DA, Whitman GJ, Hulka CA, McGinty GB et al. (1994). Technical Developments and Instrumentation. A Simple Device to Assist in Needle Positioning Procedures. *Radiology* 191: 868-869.

Selland DL, Needham MA. The Brigham and Women's Hospital Inc., assignee. Compression apparatus for diagnostically examining breast tissue. US 6507748B2. BOPI 14-06-2003.



2nd International Symposium on the Education in MECHANISM AND MACHINE SCIENCE

November 23-24, 2017, Madrid, Spain

ISEMMS 2017

<http://www.uc3m.es/iseemms17>

Organized by:

Department of Mechanical Engineering,
Universidad Carlos III of Madrid

In coordination with IFTToMM –

Permanent Commission on Education

AIM

The aim of the second Symposium is to establish a stable framework of interchange of experience among researchers of the mechanism and machine science with special emphasis in the New Learning Technologies and globalization.

TOPICS

- Mechanical Engineering education: new trends and experiences.
- Mechanism and machine science in the mechanical engineer curricula.
- MMS in the engineer program: methodology, virtual labs and others.

SUBMISSION

- Authors are invited to submit a full paper of max. 8 pages through submission form. The official language of the Conference is English. Each submission will be rigorously peer reviewed and accepted papers will be published in the Proceedings book by Springer "New trends in Educational Activity in the Field of Mechanism and Machine Theory. 2014-2017".

IMPORTANT DATES

- Full paper submission: 30.07.2017
- Notification of acceptance: 25.09.2017
- Final paper submission: 13.10.2017

LOCAL ORGANIZING COMMITTEE

Carlos III de Madrid University

Co-chairs: Juan Carlos García-Prada
Cristina Castejón

Organizing Members:

Jesús Meneses
Higino Rubio
M^a Jesús Gómez
Secretary:
Eduardo Corral
Alejandro Bustos

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

- Mario Acevedo Mexico
- Giuseppe Carbone Italy
- Salvador Cardona Spain
- Cristina Castejón Spain
- Marco Ceccarelli Italy
- Olga Egorova Russia
- Pietro Fanghella Italy
- Paulo Flores Portugal
- J. Carlos García-Prada Spain
- Antoni Gronowicz Poland
- Manfred L. Husty Austria
- Dae-Eun Kim Korea
- Eduard Krylov Russia
- Erwin Lovasz Romania
- Juana Mayo Spain
- Karol Miller Australia
- Jose Luis Ocaña Spain
- Alba Perez-Gracia EEUU
- Victor Petuya Spain
- Riccardo Rubini Italy
- Yukio Takeda Japan
- María Tomas-Rodriguez UK

REGISTRATION FEES

The registration fee includes the complete program of the conference and proceedings book.

Early bird registration (before 10.2017)

IFTToMM Members	350€
Non IFTToMM Members	400€
Regular registration (till 10.2017)	
IFTToMM Members	450€
Non IFTToMM Members	500€

Students / Accompanying Person 150€

TRANSPORTATION

Madrid is located right in the centre of Spain and has excellent public transport within the city. Madrid has an airport in the north well communicated by underground, buses and train. Leganes is located in the south of Madrid and is well communicated by train and underground.

HOST CITY

Madrid, the capital of Spain, is a cosmopolitan city that combines the most modern infrastructures and the status as an economic, financial, administrative and service center, with a large cultural and artistic heritage, a legacy of centuries of exciting history.

Main landmarks in Madrid include, the Royal Palace of Madrid, the Sabatini Gardens and the Almudena's Cathedral, the Teatro Real (Royal theatre) and other tourist places like Puerta del Sol and Mayor Square. More information can be found at:

<http://www.turismomadrid.es/en/>



Aprovechamiento energético de los molinos de viento tradicionales de las islas Canarias

Energetic use of traditional windmills of the Canary Islands

Víctor Manuel Cabrera García¹

Resumen

Las máquinas eólicas en la actualidad se utilizan para producir energía eléctrica a partir de los aerogeneradores buscando incorporar las energías renovables a la red eléctrica. Sin embargo, los tradicionales molinos de viento son elementos de la arquitectura tradicional popular que pertenecen al pasado debido a que han desaparecido los modos de vida a los que iban ligados y, por ello, actualmente no son útiles para la sociedad actual.

La conservación de los tradicionales molinos de viento en las islas Canarias resulta problemática ya que han quedado en desuso, por lo que se muestran inadecuados para la sociedad actual y, en consecuencia, se facilita el abandono de los mismos. Por ello se propone recuperar el funcionamiento de estos molinos de viento, dotándolos de un nuevo uso que consiste en producir energía eléctrica, lo que posibilitaría recuperar lo que aún no se ha perdido de estas construcciones tradicionales procedentes de la cultura industrial tradicional canaria.

Palabras clave

Molinos de viento, patrimonio, restauración, rehabilitación, conservación.

Abstract

Wind machines are currently used to produce electricity from wind turbines, trying to incorporate renewable energy into the grid. However, traditional windmills are elements of traditional folk architecture that belong to the past because the ways of life to which they were linked have disappeared and, as a result, they are no longer useful for today's society. The conservation of the traditional windmills in the Canary Islands is problematic since they have been deprecated. Therefore, they are inadequate for the present society and, consequently, they can be easily abandoned. This is why it is proposed to restore the operation of these windmills, providing them with a new use consisting of producing electrical energy. This would make it possible to recover what has not yet been lost from these traditional constructions from the traditional Canarian industrial culture.

Keywords

Windmills, heritage, restoration, rehabilitation, conservation.

Recibido / received: 02.05.2017. Aceptado / accepted: 06.07.2017.

¹ Doctor arquitecto en restauración y rehabilitación arquitectónica por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Profesor III de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Europea de Canarias (victormanuel.cabrera@universidadeuropea.es).



Molino de viento de tipo torre en Llanos de la Concepción, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura. Foto: Néstor Rodríguez Rodríguez.

Introducción

En la actualidad las máquinas eólicas se utilizan generalmente para producir energía eléctrica a través de los aerogeneradores, buscando incorporar a las energías renovables al sistema de la red eléctrica. Las dimensiones de estos aerogeneradores varían según la potencia eléctrica que se desee obtener; de este modo se fija inicialmente el diámetro del rotor para luego decidir la altura de la torre. Los nuevos diseños de estas máquinas eólicas, los materiales novedosos empleados en su construcción, la mayor altura de las torres, así como los mayores diámetros de los rotores de aspas de los actuales aerogeneradores engrandecen la función histórica, la integración con el paisaje rural y la estética de los molinos harineros tradicionales de tiempos pasados.

Los tradicionales molinos de viento harineros son elementos de la arquitectura tradicional que pertenecen al pasado debido a que han desaparecido los modos de vida a los que iban ligados y por ello resulta que no son útiles para la sociedad actual. La falta de estudio y de inventario de los mismos y la fragilidad relacionada con el envejecimiento de todos los materiales

empleados para su construcción los hacen especialmente vulnerables ante el abandono y el desinterés por parte de la sociedad actual.

Como alternativa a las diversas estrategias existentes destinadas a procurar la conservación de estas construcciones pertenecientes a la arquitectura popular canaria, se propone recuperar el funcionamiento de estos tradicionales molinos de viento dotándolos de un nuevo uso, es decir, implantándoles una tecnología específica que les permita producir energía eléctrica mediante el acoplamiento de un generador de baja potencia, iniciativa similar a la propuesta por el Ayuntamiento de Campos, en Mallorca, con el Proyecto de Recuperación Patrimonial Molins de Campos en Mallorca, realizado por la Ingeniería y Consultoría Técnica Pascual Esteva SLL en el año 2000.

En la actualidad es posible implantar una tecnología adecuada para estas construcciones y que posibilitaría la obtención de energía eléctrica permitiendo a la sociedad actual obtener energía eléctrica, para poder utilizarla en los lugares donde no exista red general eléctrica debido a la inexistencia de infraestructuras o como complemento a la red eléctrica existente. La

energía eléctrica obtenida se podría utilizar para dar servicio a las instalaciones complementarias vinculadas a los molinos como son los diversos talleres artesanales, así como para dar servicio al alumbrado público, tanto para la red viaria como para los parques, jardines y plazas urbanas (Cabrer García, 2010).

Esta propuesta posibilita dar respuesta a la inoperatividad actual de los diversos tipos de molinos de viento tradicionales, incorporándoles un nuevo uso (producir energía eléctrica), y que es perfectamente compatible con estas construcciones de la arquitectura popular canaria. La iniciativa planteada posibilitaría recuperar lo que aún no se ha perdido de estas construcciones procedentes del patrimonio industrial tradicional canario y que, al mismo tiempo, es compatible con las necesidades sociales actuales en el interés creciente por obtener energía eléctrica a través de las energías limpias y renovables, en aras de disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Este artículo de investigación se aborda desde el planteamiento de un objetivo principal, realizar un estudio en el que se indique la energía eléctrica que se podría obtener de los

Número de Beaufort	Velocidad del viento (m/s)	Denominación	Efectos en tierra	Aspecto del mar
0	De 0 a 0,27	Calma	Calma El humo asciende verticalmente	Despejado
1	De 0,55 a 1,38	Ventolina	El humo indica la dirección del viento	Pequeñas olas, pero sin espuma
2	De 1,66 a 3,05	Flojito (brisa muy débil)	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos	Crestas de apariencia vitrea, sin romper
3	De 3,33 a 5,27	Flojo (brisa débil)	Se agitan las hojas, ondulan las banderas	Pequeñas olas, crestas rompientes
4	De 5,55 a 7,77	Bonancible (brisa moderada)	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas
5	De 8,05 a 10,55	Fresquito (brisa fresca)	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes
6	De 10,83 a 13,61	Fresco (brisa fuerte)	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma
7	De 13,88 a 16,94	Frescachón (viento fuerte)	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento
8	De 17,22 a 20,55	Temporal (viento duro)	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas dificultosa	Grandes olas rompientes, franjas de espuma
9	De 20,83 a 24,44	Temporal fuerte (muy duro)	Daños en los árboles, imposible andar contra el viento	Olas muy grandes rompientes, visibilidad mermada
10	De 14,72 a 28,33	Temporal duro (temporal)	Árboles arrancados, daños en las estructuras de las construcciones	Olas muy gruesas con crestas empenachadas, superficie del mar blanca
11	De 28,61 a 32,50	Temporal muy duro (borrascosa)	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente blanca, visibilidad muy reducida
12	> 32,77	Temporal huracanado (huracán)	Destrucción total	El aire está lleno de espuma y rociones, enorme oleaje, visibilidad casi nula

Tabla 1. Escala Beaufort.

tradicionales molinos de viento con la intención de recuperar, incorporar, reutilizar y revitalizar los tradicionales molinos de viento, que en la actualidad se encuentran abandonados y en ruinas, mediante la puesta en valor de dichas construcciones proponiendo un uso alternativo (producir energía eléctrica) a los ya existentes como métodos de conservación de estos elementos singulares de la arquitectura popular canaria.

Método

La energía eólica es una energía renovable y es una variable de la energía solar. Se obtiene a partir de la fuerza

del viento, resultante del desigual calentamiento que produce el Sol en la atmósfera y de las irregularidades del relieve de la superficie terrestre. El término de energía eólica se describe como el proceso por medio del cual la fuerza del viento es usada para generar energía útil, ya sea mecánica o eléctrica. En el pasado, el viento ha sido una importante fuente de energía que se utilizaba para poner en movimiento medios de transporte (barcos de vela) y para moler granos o bombear agua a través de los molinos de viento.

El mayor interés que existe actualmente en las máquinas eólicas consiste en la producción de energía eléctrica

a partir de energía cinética del viento como alternativa a la generación de energía eléctrica utilizando los costosos y contaminantes combustibles fósiles. La cantidad de energía que contiene el viento antes de pasar por el rotor de aspas de un aerogenerador depende fundamentalmente de tres parámetros: la velocidad del viento, la densidad del aire y el área de barrida del rotor de aspas. La energía cinética de una masa de aire que se desplaza viene determinada por la denominada "ley del cubo". La velocidad del viento que pasa por el rotor de aspas es determinante, ya que la energía cinética aumenta proporcionalmente al cubo de

la velocidad a la que se mueve, es decir, si la velocidad del viento se duplica, la energía será ocho veces mayor.

No obstante, ni molino de viento tradicional ni un aerogenerador pueden capturar el 100% de la potencia del viento, ya que su velocidad una vez que atraviesa la superficie del rotor no es nula. Las principales dificultades que presenta el aprovechamiento de esta energía renovable son: las variaciones en la velocidad del viento y la incapacidad de asegurar un suministro constante y regular a lo largo de día. En contraste con estos inconvenientes, la energía eólica no contamina, es inagotable y frena el agotamiento de los combustibles fósiles a la vez que puede competir en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales. Al contrario de lo que ocurre con las energías convencionales, la energía eólica no produce contaminación por residuos o vertidos en el terreno, no produce gases tóxicos expulsados hacia la atmósfera y no contribuye al efecto invernadero.

Los maestros molineros de los molinos de viento tradicionales tenían una cierta sensibilidad para deducir la intensidad y velocidad del viento al carecer de aparatos capaces de registrar su velocidad y su intensidad. Por ello, dichos parámetros eólicos los establecían por métodos de visibilidad, a través del movimiento del mar y sus olas, por el movimiento de los árboles y, finalmente, por el movimiento de las nubes. Estos sistemas de visibilidad permitían al maestro molinero intuir la dirección y la velocidad del viento.

Existen tablas empíricas para deducir la intensidad del viento (escala Beaufort), en las que se establecen equivalencias basadas en el estado de la mar, de sus olas y de los efectos producidos por la fuerza del viento en la superficie de la tierra. En la tabla 1 se indica el número de la escala de Beaufort, la velocidad de viento, los efectos en tierra y el aspecto del mar que produce el viento.

Los molinos de viento tradicionales comienzan a moverse a partir de velocidades del viento de 6 km/h (1,66 m/s), que corresponde al número 2 de la escala de Beaufort y deben recoger velas o aminorar su rendimiento a partir de los 28 km/h (7,77 m/s), que corresponde con el número 4 de la escala de Beaufort.

Intensidad	Velocidad (m/s) a 10 m de altura
Calma	0,0-0,4
Ligero	0,4-5,8
Moderado	5,8 - 8,5
Fresco	8,5-11
Fuerte	11-17
Temporal	17-25
Fuerte temporal	25-34
Huracán	> 34

Tabla 2. Intensidad y velocidad del viento.

Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Potencia (W/m ²)
1	3,6	0,6
2	7,2	4,9
3	10,8	16,5
4	14,4	39,2
5	18,0	76,5
6	21,6	132,3
7	25,2	210,1
8	28,8	313,6
9	32,4	446,5
10	36,0	612,5
11	39,6	815,2
12	43,2	1.058,4
13	46,8	1.345,7
14	50,4	1.680,7
15	54,0	2.067,2
16	57,6	2.508,8
17	61,2	3.009,2
18	64,8	3.572,1

Tabla 3. Potencia eléctrica a partir de la velocidad del viento.

Para que los molinos de viento tengan eficacia en su rendimiento, deben estar instalados en lugares desprovistos de barreras y de obstáculos naturales (colinas, árboles) o de obstáculos artificiales (edificaciones) que puedan entor-

pecer la libre marcha de las corrientes de viento, evitando en determinados casos la aparición de ráfagas y torbellinos que puedan comprometer la estabilidad del molino. Aun no existiendo los obstáculos anteriormente citados,

debe tenerse en cuenta que el movimiento del viento a poca distancia del terreno es de naturaleza ondulante, no es constante ni uniforme hasta algunos metros de la superficie del terreno. Por ello, las torres que sostienen los rotores de aspas de los molinos de viento deben de tener una altura mínima que oscila entre 6,00 y 10,00 metros.

La intensidad de los vientos dominantes y la velocidad de los mismos se indican en la tabla 2: (Lopez Romero JJ, Cerón García FJ, 2008).

En función de la intensidad del viento, el aprovechamiento del mismo por los molinos de viento se fija entre las intensidades de ligero (2 m/s-7,2 km/h) y fuerte (16 m/s-57,60 km/h). El viento no es continuo, suele ir a ráfagas, con una dirección predominante pero no siempre exactamente la misma. Por lo tanto, es variable, con lo que no sopla con la misma dirección ni con la misma velocidad. Conocer los datos estadísticos sobre la velocidad del viento, las direcciones predominantes de circulación, la presión atmosférica, la temperatura y la humedad del aire en un lugar determinado son elementos claves para valorar la eficiencia de un molino de viento.

Las potencias eólicas máximas aprovechables (W/m^2), considerando toda la superficie del rotor (πr^2) de aspas de las máquinas eólicas y según la velocidad de los vientos dominantes, se pueden calcular según se indican en la tabla 3 (López Romero JJ, Cerón García FL, 2008).

Resultados

Todos los cuerpos o masas en movimiento tienen una energía, llamada energía cinética y, por tanto, son capaces de desarrollar un trabajo. Cuanto mayor es la masa en movimiento (m) y su velocidad (v), mayor es la energía de que se dispone. La expresión matemática que expresa esta energía es la siguiente:

$$\text{Energía cinética del viento} = \frac{1}{2} m v^2$$

La potencia máxima de un molino de viento que se podría aprovechar es la que transporta el viento que atraviesa la circunferencia que traza su rotor de aspas y viene dada por la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \rho S V^3$$

Donde:

P = Potencia en vatios (W)

ρ = Densidad del aire (kg/m^3)

S = Superficie del rotor (m^2)

V = Velocidad del viento (m/s)

Según demostró el físico alemán Albert Betz en 1919, no es posible aprovechar toda esta potencia del viento; solo puede llegarse al 59,2%, por lo que la expresión anterior se modifica de la siguiente forma:

$$P = 16/27 \times (\frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^3)$$

Sin embargo, según los estudios experimentales realizados por el Laboratorio Eiffel (1983), la potencia más alta generada en un molino de viento no es el 59,2%, sino del entorno del 30%, y según las características de cada molino de viento (Valera Martínez-Santos, 2010).

Para obtener la potencia mecánica máxima en el eje inclinado del molino de viento previo al mecanismo de molienda, es necesario conocer los datos estadísticos sobre la velocidad del viento, sus direcciones predominantes, la presión atmosférica, la temperatura, las dimensiones de la circunferencia del rotor de aspas y la superficie total de velas expuestas al viento dominante.

Cálculo de la potencia mecánica máxima

Para calcular la potencia mecánica máxima aprovechable del viento, se estima una densidad del aire de $1,225 kg/m^3$, que se corresponde con un aire seco a una presión atmosférica estándar a nivel del mar y a $15^\circ C$ (López Romero JJ, Cerón García FJ, 2008).

Molinos de viento harineros tipo torre

La estructura total del edificio se puede descomponer en dos secciones. La primera tiene forma troncocónica de planta circular de, aproximadamente, 6 metros de diámetro y consta de tres plantas de altura de dimensiones entre los 6 y 7 metros, siendo el elemento fijo y sustentante del molino. La segunda está constituida por una cubierta cónica peraltada de armazón de madera con unas dimensiones entre los 2 y los 3 metros de altura, sostiene el rotor de aspas del molino de viento y es el elemento móvil que permite orientar el rotor de aspas hacia los vientos dominantes (figura 1).



Figura 1. Molino de viento harinero tipo torre. Llanos de la Concepción. TM Puerto del Rosario. Fuerteventura. Foto: Víctor M. Cabrera García



Figura 2. Molino de viento harinero sistema Ortega. TM de Garafía. La Palma. Foto: Víctor M. Cabrera García

El rotor de aspas tiene un diámetro que oscila entre los 9 y los 15 metros y las aspas tienen forma trapezoidal, con dimensiones que oscilan entre los 4,50 y los 7,50 metros de longitud y los 2 metros de ancho. Para hacer frente a las variaciones de la velocidad del viento es necesario modificar la superficie de las velas de las aspas, plegando o desplegando las lonas según la fuerza del viento.

La potencia mecánica máxima obtenida en el eje del rotor de aspas del

Densidad (kg/m ³)	Diámetro (m)	Superficie πr^2 (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Potencia (W)	Potencia (kW)
1,225	15,00	176,71	4	14,4	6.926,72	6,92
			5	18	13.528,75	13,53
			6	21,6	23.377,68	23,37
			7	25,2	37.122,90	37,12
			8	28,8	55.413,76	55,41

Tabla 4. Potencia máxima de un molino harinero tipo torre (elaboración propia).

Densidad (kg/m ³)	Diámetro (m)	Superficie πr^2 (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Potencia (W)	Potencia (kW)
1,225	15,00	176,71	4	14,4	2.078,01	2,08
			5	18	4.058,62	4,06
			6	21,6	7.013,30	7,01
			7	25,2	11.136,87	11,13
			8	28,8	16.624,13	16,62

Tabla 5. Potencia eléctrica estimada de un molino tipo torre (elaboración propia).

molino de viento previo al mecanismo de la maquinaria que permite molienda se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^3$$

Donde:

P = Potencia en vatios (W)

ρ = Densidad del aire (kg/m³)

S = Superficie del rotor (m²)

V = Velocidad del viento (m/s)

La velocidad del viento más apropiada y óptima debido al rendimiento mecánico de la maquinaria de molturación para estos molinos de viento harineros es de 7 m/s (25,2 km/h). Si la velocidad del viento no pasa de 4 m/s (14,4 km/h) el rotor de aspas de este tipo de molino de viento no se mueve y cuando excede de 8 m/s (28,8 km/h) hay que reducir la velocidad del rotor recogiendo velas de las aspas para evitar la rotura del mismo y de la maquinaria.

Por lo tanto, la potencia mecánica máxima obtenida a partir del diámetro del rotor de aspas y de la velocidad del viento se indica en la tabla 4.

Sin embargo, se deben asumir pérdidas mecánicas, por lo que la potencia

más alta generada por este tipo de molino se estima en torno al 30% de la potencia mecánica máxima obtenida (Valera Martínez-Santos, 2010).

Los nuevos datos obtenidos considerando dichas pérdidas se exponen en la tabla 5.

Molino de viento harinero sistema Ortega

En líneas generales, el edificio es un volumen de una altura y de planta habitualmente rectangular. La torre de madera está dividida en dos partes. Una de ellas es exterior al edificio y que sobresale del mismo con una altura que oscila entre los 6 y 7 metros. La otra parte es interior al edificio y tiene una altura que oscila entre los 2 y los 2,60 metros, y la altura total está entre los 9 y los 10 metros.

El rotor de aspas de este tipo de molino de viento tiene un diámetro que oscila entre los 6 y los 9 metros y la estructura del mismo está compuesta por una serie de palos largos denominados largueros y una serie de palas de madera denominadas fajas colocadas en las aspas. Los largueros tienen una longitud aproximada entre los 3 y los 4 metros y las fajas de las aspas están compuestas habitualmente por cuatro segmentos de madera con forma tra-

pezoidal con dimensiones aproximadas de 1,5 metros de ancho por 2 metros de largo (figura 2).

La potencia mecánica máxima obtenida en el eje del rotor de aspas del molino de viento previo al mecanismo de la maquinaria que permite molienda se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^3$$

Donde:

P = Potencia en vatios (W)

ρ = Densidad del aire (kg/m³)

S = Superficie del rotor (m²)

V = Velocidad del viento (m/s)

La velocidad del viento más apropiada para estos molinos harineros es de 5 m/s (18 km/h). Si la velocidad del viento no pasa de 2 m/s (7,2 km/h), el rotor de aspas de este tipo de molino de viento no se mueve y cuando excede de 7 m/s (25,2 km/h) hay que reducir la velocidad del rotor retirando segmentos de fajas de madera en las aspas para evitar la rotura del rotor y de la maquinaria.

Por lo tanto, la potencia mecánica máxima obtenida a partir del diámetro del rotor de aspas y de la velocidad del viento se indica en la tabla 6.

Densidad (kg/m ³)	Diámetro (m)	Superficie πr^2 (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Potencia (W)	Potencia (kW)
1,225	8,80	60,80	2	7,2	152,73	0,15
			3	10,8	515,43	0,51
			4	14,4	1.221,76	1,22
			5	18	2.386,25	2,38
			6	21,6	4.123,44	4,12
			7	25,2	6.547,87	6,54

Tabla 6. Potencia máxima de un molino harinero sistema Ortega (elaboración propia).

Sin embargo, se deben asumir pérdidas mecánicas, y no se conocen estudios detallados que cuantifiquen las pérdidas de eficiencia en cuanto a la potencia mecánica máxima que se podría obtener en este tipo de molino de viento tradicional.

Molino de viento harinero la Molina

La morfología y las dimensiones del edificio del molino de viento la Molina, al igual que los molinos de viento sistema Ortega, son de naturaleza variable. La torre de la Molina es el elemento intermedio entre el rotor y la maquinaria de molturación. La torre de madera está dividida en dos partes. Una de ellas es exterior al edificio y sobresale del mismo con una altura que oscila entre los 3,50 metros y los 5 metros. La otra parte es interior al edificio y tiene una altura que oscila entre los 3 y los 4,50 metros; su altura total va de los 7 a los 10 metros.

El rotor de aspas de este tipo de molino de viento tiene un diámetro entre 5 y 7 metros. Las aspas de la Molina tienen forma trapezoidal, al igual que las aspas del molino de viento tipo torre. La estructura de cada aspa está compuesta por una serie de palos largos denominados largueros y un conjunto de palos más pequeños llamados teleros o traviesas que son las que sostienen las lonas de tela. Las aspas tienen una longitud aproximada entre los 2,50 y los 3,50 metros y una anchura de 1,60 metros. Para hacer frente a las variaciones de la velocidad del viento es necesario modificar la superficie del aspa, plegando o desplegando las lonas según la fuerza del viento.

La potencia mecánica máxima obtenida en el eje del rotor de aspas del



Figura 3. Molino de viento harinero la Molina. Tefía, TM de Puerto del Rosario. Fuerteventura. Foto: Víctor M. Cabrera García.

molino de viento previo al mecanismo de la maquinaria que permite molienda se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^3$$

Donde:

P = Potencia en vatios (W)

ρ = Densidad del aire (kg/m³)

S = Superficie del rotor (m²)

V = Velocidad del viento (m/s)

La velocidad del viento más apropiada para estos molinos harineros es de 5 m/s (18 km/h). Si la velocidad del viento no pasa de 2 m/s (7,2 km/h), el rotor aspas de este tipo de molino de viento no se mueve; cuando excede de 7 m/s (25,2 km/h), hay que reducir la

velocidad del rotor recogiendo velas para evitar la rotura del rotor y de la maquinaria.

Por lo tanto, la potencia mecánica máxima obtenida a partir del diámetro del rotor de aspas y de la velocidad del viento se indica en la tabla 7.

Sin embargo, se deben asumir pérdidas mecánicas, y no se conocen estudios detallados que cuantifiquen las pérdidas de la eficiencia en este tipo de molino de viento tradicional.

Molino de viento harinero sistema Romero

La morfología y las dimensiones del edificio del molino de viento del sistema Romero, al igual que la Molina, son de naturaleza variable. La torre es el elemento intermedio entre el rotor de aspas y la maquinaria de moltura-

Densidad (kg/m ³)	Diámetro (m)	Superficie πr^2 (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Potencia (W)	Potencia (kW)
1,225	6,30	31,17	2	7,2	152,72	0,15
			3	10,8	515,43	0,51
			4	14,4	1.221,76	1,22
			5	18	2.386,25	2,38
			6	21,6	4.123,44	4,12
			7	25,2	6.547,87	6,55

Tabla 7. Potencia máxima de un molino harinero la Molina (elaboración propia).

Densidad (kg/m ³)	Diámetro (m)	Superficie πr^2 (m ²)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Potencia (W)	Potencia (kW)
1,225	7	38,48	2	7,2	188,56	0,19
			3	10,8	636,39	0,63
			4	14,4	1.508,48	1,50
			5	18	2.946,25	2,94
			6	21,6	5.091,12	5,09
			7	25,2	8.084,51	8,08

Tabla 8. Potencia máxima de un molino harinero sistema Romero (elaboración propia).



Figura 4. Molino de viento harinero sistema Romero. TM de La Aldea. Gran Canaria. Foto: Víctor M. Cabrera García.

ción y está dividida en dos partes: una de ellas es exterior al edificio y sobresale del mismo con una altura entre los 3,50 y los 4,50 metros. La otra parte está en el interior del edificio y tiene una altura que oscila entre los 3 y los 4,50 metros. La altura total va entre los 6 y los 9 metros.

El rotor de aspas de este tipo de molino de viento tiene un diámetro que oscila entre 6 y 8 metros y está formado generalmente por seis aspas. Las aspas tienen forma trapezoidal y la estructura inicial de cada aspa está compuesta por una serie de palos largos denominados largueros, de una longitud aproximada entre los 3 y los 4 metros y una serie de palas de madera denominadas fajas de 1,70 metros de anchas. Con el paso del tiempo, se cambia la estructura de las fajas, sustituyendo la configuración de las velas de madera por velas de lonas de tela, lo que facilita la recogida de las mismas ante los fuertes vientos (figura 4).

La velocidad del viento más apropiada para estos molinos harineros es

de 5 m/s (18 km/h). Si la velocidad del viento no pasa de 2 m/s (7,2 Km/h) el rotor aspas de este tipo de molino de viento no se mueve; cuando excede de 7 m/s (25,2 km/h) hay que reducir la velocidad del rotor y recoger velas para evitar la rotura del rotor y de la maquinaria.

Por lo tanto, la potencia mecánica máxima obtenida a partir del diámetro del rotor de aspas y de la velocidad del viento se indica en la tabla 8.

Sin embargo, se deben asumir pérdidas mecánicas, y no se conocen estudios detallados que cuantifiquen las pérdidas de la eficiencia en este tipo de molino de viento tradicional, al igual que ocurre con los molinos de viento harineros sistema Ortega y la Molina.

Conclusiones

Los tradicionales molinos de viento que han sobrevivido al paso del tiempo en las islas Canarias ofrecen datos sobre la economía y las técnicas que empleaban los habitantes canarios en épocas pasadas. La solución clásica de

restauración y rehabilitación consiste en crear numerosos centros de interpretación para garantizar la conservación de la mayor parte de las construcciones de la arquitectura tradicional popular como recuerdos históricos de las antiguas técnicas artesanales, agrícolas o industriales por su gran valor didáctico y para incentivar el estudio de la evolución de la sociedad en el curso del tiempo. Sin embargo, solo se limitan a conservar las edificaciones tradicionales como documentos etnográficos estáticos, asumiendo la pérdida de la forma de vida a las que daban origen.

La posibilidad de dotar a los tradicionales molinos de viento de las islas Canarias de una tecnología adecuada para obtener energía eléctrica permitiría dar una respuesta a la inoperatividad actual de los diversos tipos de molinos de viento tradicionales incorporándoles un nuevo uso (producir energía eléctrica), y que es perfectamente compatible con estas construcciones singulares de la arquitectura tradicional. La energía eléctrica obtenida se podría utilizar para dar servicio a las instalaciones complementarias vinculadas a los molinos de viento tradicionales como son los diversos talleres artesanales y para dar servicio al alumbrado público, tanto para la red viaria como para los parques, jardines y plazas urbanas. La iniciativa planteada posibilitaría recuperar lo que aún no se ha perdido de estas construcciones tan singulares procedentes de la cultura industrial tradicional canaria, y que al mismo tiempo es compatible con las necesidades sociales actuales en el interés creciente por la obtención de energía eléctrica a través de las energías limpias y renovables, en aras de disminuir la obtención de energía a partir de los combustibles fósiles y contaminantes.

Las diversas actuaciones que realizar en los distintos tipos de molinos de viento tradicionales se plantearán caso por caso, por lo que en cuanto a la rehabilitación se refiere, tanto la sustitución de los elementos en estado ruinoso como la incorporación de nuevos elementos han de tener en cuenta los documentos de obligado cumplimiento como son las Cartas del Restauro de Venecia y de Cracovia, así como la legislación vigente en materia de patrimonio. Mayoritariamente, se trataría

de consolidar las fábricas resistentes y los acabados de los edificios, así como la sustitución de aquellos elementos deteriorados de la maquinaria, que están hechos de madera, diferenciándolos de los originales. En otro orden de cuestiones, se debe minimizar el rozamiento mecánico de los elementos de la maquinaria de los molinos de viento, evitando las elevadas pérdidas mecánicas que puedan producirse para obtener la máxima eficiencia de los molinos de viento tradicionales con la energía eléctrica a partir de la energía cinética del viento.

Para obtener energía eléctrica en los tradicionales molinos de viento del archipiélago canario es necesario acoplar un generador eléctrico y las baterías necesarias para almacenar la energía producida y así facilitar su acumulación y permitir el suministro eléctrico para cuando no esté presente el viento. Los generadores eléctricos pueden ser de corriente continua (dinamos), que se han ido abandonando, y los generadores de corriente alterna. En este último caso hay de dos tipos: generadores sincrónicos o alternadores y generadores asincrónicos o de inducción.

Para el caso concreto de los molinos de viento tradicionales resulta óptima la utilización de los generadores sincrónicos, que aunque tienen un mayor rendimiento potencial, deben operar a velocidad constante si se quiere mantener fija la frecuencia. Debido a la variabilidad de los vientos, es muy aconsejable en instalaciones aisladas de la red eléctrica acumular la energía obtenida en baterías y desde ellas alimentar la demanda de energía eléctrica. En estos casos la frecuencia no tiene importancia, ya que habrá rectificadores (inversores) que transformarán la corriente continua en corriente alterna y viceversa. Entre el rotor de aspas y el generador se dispondrá de una caja multiplicadora, que se encargará de elevar el número de revoluciones por minuto del eje mecánico del rotor de aspas, ya que en los molinos de viento harineros tradicionales se estima el número de vueltas del eje inclinado que proviene del rotor en torno a 12 rpm, y los generadores comerciales requieren girar a velocidades entre las 1.000 rpm y las 3.000 rpm, dependiendo de las características constructivas y la frecuencia que obtener.

Además, es necesario disponer de un regulador de la velocidad del giro del rotor de aspas para evitar que estas trabajen a altas velocidades que comprometan la resistencia de los materiales empleados o induzcan vibraciones perjudiciales para la maquinaria. El control del funcionamiento de esos molinos de viento tradicionales puede realizarse a través de la incorporación un anemómetro que permita determinar cuándo debe actuar el mecanismo de frenado de los molinos de viento, tanto para los valores máximos como para los valores mínimos del viento. Toda la adaptación mecánica se realizará fundamentalmente en los interiores de los edificios de los molinos de viento tradicionales, salvo el anemómetro, que se dispondrá en los exteriores de los mismos.

Bibliografía

- AAVV (2008). *Molinos de viento en la Región de Murcia*. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Consejería de Cultura, Juventud y Deportes. Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales y Servicio de Patrimonio Histórico. ISBN: 978-84-7564-390-8.
- Alemán, Gilberto. (1998). *Molinos de Viento*. Ediciones Idea. S/C de Tenerife. ISBN: 848910574X.
- Benthencourt Morales, Manuel (1988). *Los molinos de viento en La Palma*. Aguayo nº 178, pp. 16-18.
- Cabrera García, Victor Manuel (2009). *La arquitectura del viento en Canarias. Los molinos de viento. Clasificación, funcionalidad y aspectos constructivos*. Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Cabrera García, Victor Manuel. (2010). *Molinos de viento en las Islas Canarias*. Ediciones Idea SA. Colección: Territorio Canario. ISBN: 9788499413785.
- Cabrera García, Victor Manuel. (2016). *La revitalización de los molinos de viento mediante las energías renovables. Evolución de las máquinas edicas en las Islas Canarias*. Revista PH-Investigación, Nº 7, diciembre 2016, pp. 75-94. ISSN: 2340-9479.
- Lecuona Neuman, Antonio (2002). *La energía eólica: Principios básicos y tecnología*. Edita: Antonio Lecuona Neuman. Disponible en https://www.aegenergia.org/files/respurcesmodule/.../1234272455_eolica_ALecuona.pdf [Consultado el 15.01.2017]
- Quintana Andrés, Pedro C (2001). *Molinos y molinerías en las Canarias orientales durante los siglos XVI-XVIII*. El Pajar, Cuaderno de Etnografía Canaria, nº.10. La Orotava. ISSN: 1136-4467.
- Pogio Capote, M. Lorenzo Tena, A (2015). *Molinos de viento de las islas Canarias. El sistema Ortega y sus derivados (Molina y sistema Romero)*. Revista de Folklore nº 402, pp 31-48. Fundación Joaquín Díaz. ISSN: 0211-1810.
- Suárez Moreno, Francisco. (1994). *Ingenierías históricas de la aldea*. Ediciones el Cabildo Insular de Gran Canaria. ISBN 10: 8481030481.
- Valera Martínez-Santos, Francisco (2010). *Principios físicos y tecnología del molino de viento*. Disponible en <https://www.campondecriptana.info/.../Fisica-y-tecnologia-del-molino-de-viento.pdf>. [Consultado el 17.01.2017].



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

Diseño de sala de estimulación multisensorial para niños con trastornos del desarrollo en las etapas de preescolar y primera infancia

Design of multisensory stimulation room for children with developmental disorders in preschool and early childhood stages

Estefanía Pinto San Macario¹

Resumen

Este artículo define la estimulación multisensorial como nueva técnica de tratamiento de niños con trastornos del desarrollo en sus primeras etapas de vida. Basada en ella, conociendo el desarrollo sensorial, motor, cognitivo y comunicativo normal de un niño entre las edades de 0 y 6 años, e investigando cuáles son los trastornos concretos que pueden ser tratados mediante esta técnica, se han diseñado, modelado y analizado estructural y económicamente siete productos que juntos forman la sala de estimulación multisensorial. Estos pretenden abarcar todo el rango de edades, así como estimular y desarrollar aquellas necesidades definidas en cada uno de los trastornos del desarrollo que pretende tratar la sala de estimulación multisensorial.

Palabras clave

Sala de estimulación multisensorial, trastornos del desarrollo, diseño, niños.

Abstract

This article defines multisensory stimulation as a new treatment technique for children with developmental disorders in their early stages of life. Based on it, knowing the normal sensory, motor, cognitive and communicative development of a child between the ages of 0 and 6 years old and researching which are the specific disorders that can be treated by this technique, seven products have been designed, modeled and analyzed structural and economically. They all form the multisensory stimulation room. These are intended to cover the entire range of ages and to stimulate and develop those needs defined in each of the developmental disorders that the multisensory stimulation room intends to treat.

Keywords

Multisensory stimulation room, developmental disorders, design, children.

Recibido / received: 3.05.2017. Aceptado / accepted: 26.06.2017.

¹Ingeniera química con máster en ingeniería en diseño industrial. Universidad Politécnica de Madrid (estefania.pinto91@gmail.com).



Foto: Photographee.eu/Shutterstock.

Introducción

El origen histórico de la estimulación multisensorial se remonta a la década de 1970, cuando dos terapeutas holandeses, Jan Hulsegge y Ad Verheul, del instituto de Hartenber, se enteraron de las respuestas positivas que se obtuvieron en pacientes utilizando un espacio sensorial¹. Ambos terapeutas decidieron construir una tienda de campaña experimental. Esta tienda sensorial estaba equipada solamente con efectos simples: tinta mezclada con agua y proyectada en una pantalla, objetos táctiles, instrumentos musicales, ventilador y botellas de jabón perfumado y sabores de alimentos. El experimento tuvo tanto éxito con niños con diferentes discapacidades que meses más tarde crearon otra unidad sensorial en el mismo centro. Paralelamente, establecieron una palabra para definir este concepto terapéutico: *snoezelen*, que proviene de la contracción de los verbos *snuffelen* (explorar) y *doezelen* (relajarse).

Fue en 1987 en Whittington (Reino Unido) donde se creó la primera instalación *snoezelen*, con seis entornos multisensoriales. La investigación realizada por el equipo de terapeutas con pacientes que se autolesionaban

obtuvo resultados realmente impresionantes. Fueron tan alentadores, que las aulas multisensoriales o espacios *snoezelen* comenzaron a ser utilizados casi en toda Europa para el cuidado de niños con discapacidad y autismo debido a la gran importancia de la terapia en edades tempranas.

A partir de estas técnicas terapéuticas, aún en desarrollo, se ha desarrollado el siguiente proyecto.

Metodología

Se conoce como estímulo todo impacto sobre el ser humano que puede provocar en él una reacción. Para poder saber cómo responde el cuerpo a cada estímulo es necesario conocer qué habilidades debería adquirir este en un desarrollo normal. Por ello, inicialmente, se ha investigado sobre las habilidades sensoriales, motoras, cognitivas y comunicativas de un niño entre las edades de 0 y 6 años.

Tras conocer el desarrollo sensorial, motor, psicomotor y cognitivo que podría considerarse normal en niños entre 0 y 6 años, se propone analizar el concepto de trastorno del desarrollo, así como diferentes trastornos del desarrollo concretos que limitan las capacidades normales de los niños.

El principal objetivo de este análisis es conocer de qué manera se puede orientar el diseño de la sala de estimulación multisensorial para mejorar o solucionar en gran medida las dificultades que presenten los pacientes.

Para ello, se ha basado la investigación en las siguientes guías: CIE-10² (Clasificación Internacional de Enfermedades en su décima versión, editado por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación y la Subdirección general de Información Sanitaria e Innovación) y el DSM IV y DSM V³ (Manual oficial de diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales de la Asociación Estadounidense de Psiquiatría en su cuarta y quinta edición).

Los criterios evaluados para la justificación de los trastornos que son susceptibles a ser tratados en la sala de estimulación multisensorial que se proyectará son los siguientes: los trastornos deben poder ser diagnosticados en una etapa previa a los seis años y estos deben poder ser tratados mediante estimulación sensorial, motora, cognitiva o comunicativa. Con ello se ha llegado a la conclusión que los trastornos susceptibles a ser tratados en la sala de



Figura 1. Sala multisensorial centro Anayet. Fuente: www.centroanayet.com

estimulación multisensorial son los siguientes:

- Trastornos específicos del desarrollo del habla y del lenguaje
- Trastornos específicos del desarrollo psicomotor
- Trastorno del espectro autista
- Síndrome de Rett
- Trastorno desintegrativo
- Síndrome de Asperger
- Discapacidad intelectual
- Retraso global del desarrollo
- Trastorno de la comunicación
- TDAH

En la siguiente etapa, con el fin de obtener un porcentaje representativo de la población infantil española que puede ser usuario potencial de la sala de estimulación multisensorial, se ha consultado la base de datos de la Federación de Organizaciones de Personas con Discapacidad Intelectual o del Desarrollo de Madrid (FEAPS) que actualmente se llama Plena Inclusión Madrid. Según un artículo publicado en su página web, en España el 2,24% de los niños y niñas entre 0 y 6 años tiene alguna discapacidad, y cerca del 2,5% tiene un trastorno en el desarrollo⁴. Aproximadamente, otro 2,5% tiene riesgo biológico o social de desarrollar un trastorno. Todo ello nos sitúa ante más del 7% de niños y niñas con alteraciones de este tipo en los



Figura 2. Sala de estimulación multisensorial Fundación Lukas. Fuente: www.fundacionlukas.org.

primeros momentos de su vida, alteraciones que en el mayor número de los casos persisten en edades posteriores y precisan de tratamiento y atención a lo largo de todo el periodo infantil y adolescente.

Según este valor, y teniendo en cuenta la población infantil menor de seis años que reside en el territorio nacional, la cifra de usuarios potenciales de salas de estimulación multisensorial, asciende a 224.831 niños, aproximadamente.

Tras analizar el desarrollo normal de un niño, los trastornos que pueden ser diagnosticados y el porcentaje de la población infantil española que puede ser usuaria potencial de la sala, se ha reali-

zado un estudio de mercado de las salas de estimulación multisensorial existentes en el territorio nacional. El objetivo principal es estudiar el diseño de algunas de las salas existentes en el territorio nacional para conocer las principales características de estas y analizarlas.

Durante el análisis se ha llegado a la conclusión de que la mayoría de ellas pretenden la estimulación utilizando el mismo tipo de objetos y, en ocasiones, la misma disposición de estos. Para poder comprobarlo, se presentan ilustraciones de algunas de ellas.

Tras analizar toda la información recabada anteriormente se ha llegado a las siguientes conclusiones sobre las salas de estimulación multisensorial actuales.



Figura 3. Sala de estimulación multisensorial C Miguel de Unamuno. Fuente: cpee.unamuno.mostoles.educa.madrid.org.

- No hay un aprovechamiento óptimo de la totalidad del espacio de la sala. Se debería aprovechar más el espacio dedicado al tratamiento de los diferentes trastornos en niños sin que existiese una sobreestimulación del paciente.
- La oferta al usuario en relación con los instrumentos existentes en cada una de las salas es prácticamente la misma. Se podrían analizar nuevas formas de estimular para evitar la monotonía en las actividades.
- No se potencia el desarrollo motriz, cognitivo ni comunicativo del niño. El espacio dedicado a la sala podría proporcionar una mejora en la terapia de los trastornos evaluados.
- El aspecto general de la sala podría mejorar. No está orientada a la terapia con niños, podría existir una temática infantil que promoviese un espacio más cómodo.
- No se aprecia una variación de los elementos. Estos deben ser utilizados siempre de la misma forma para producir el mismo estímulo. Se podrían buscar nuevos elementos que pudiesen ser utilizados a diferentes edades y de diferente forma según el trastorno que se deseara tratar.

Resultados

El principal motivo de diseño de las zonas integradas en la sala ha sido la mejora o solución de los problemas explicados anteriormente. El objetivo que se pretende lograr es que el niño se sienta cómodo en este ambiente y gracias a ello se obtengan mejores resultados en la terapia.

Teniendo en cuenta las características necesarias se tomó la decisión de que todas las partes estuvieran relacionadas con la naturaleza y, a su vez, que se pudiese entender en ellas cierto aspecto infantil. Una de las ventajas destacables de esta propuesta es que, además de la terapia y la potenciación de todas las capacidades cognitivas, motoras, comunicativas y sensoriales, los usuarios que no tengan la posibilidad de tomar contacto con la naturaleza real podrán hacerlo en esta sala.

Para la selección de los materiales necesarios en cada una de las partes que forman los productos se ha utilizado el *software* CES EduPack 2015. En él se han introducido las características mecánicas, químicas, de pro-

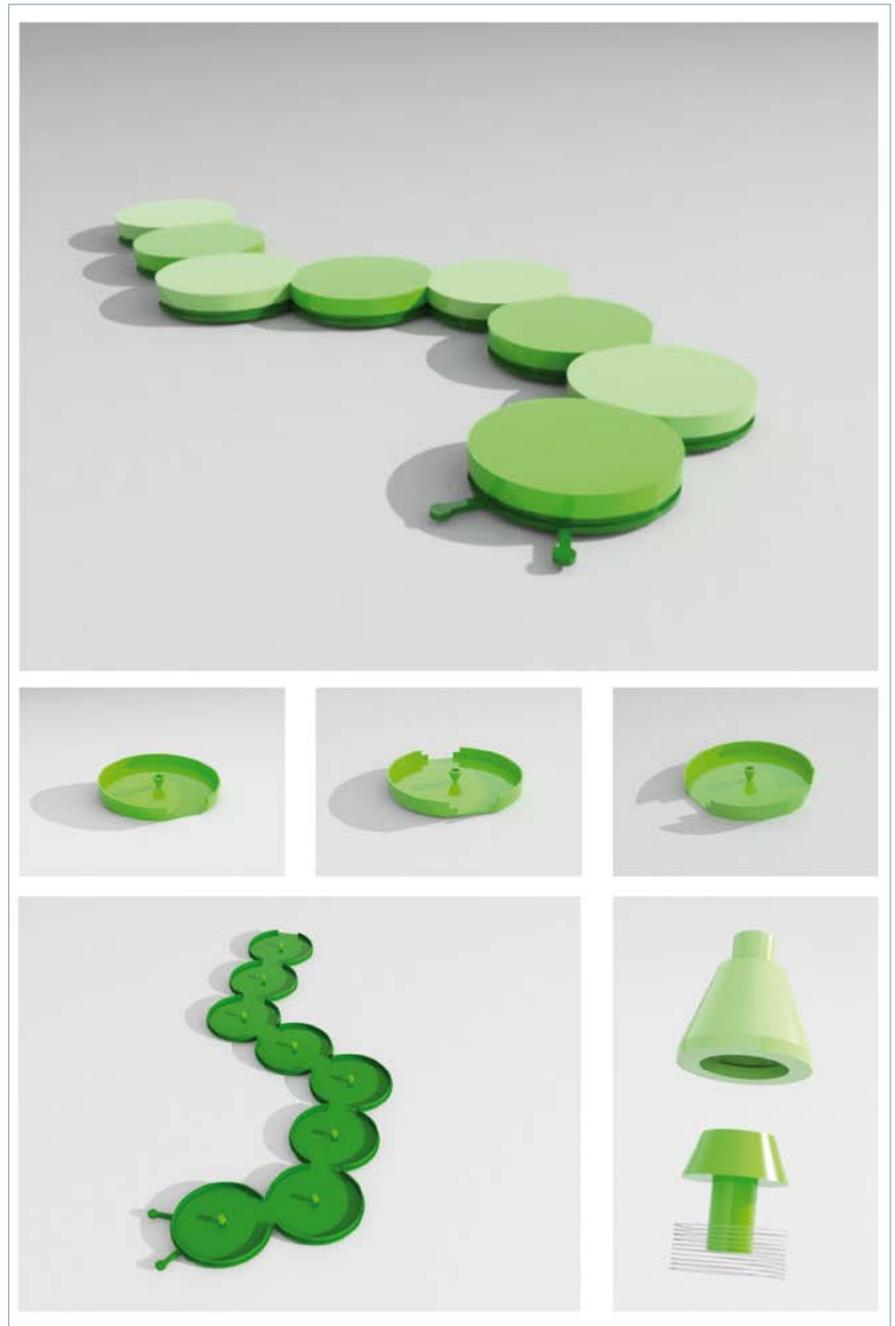


Figura 4. Piano gusano.

cesado y térmicas que deberá soportar el material en su uso habitual. Se ha seleccionado un rango de materiales que cumplieran todas las características necesarias y, por último, se ha elegido aquel que puede proporcionar una alternativa más económica al proyecto.

A continuación, se presentarán las zonas de la sala de estimulación multisensorial. El *software* utilizado para la obtención de *renders* fotorrealistas ha sido Autodesk 3ds Max 2016 y para la selección de los materiales el *software* ha sido CES EduPack 2015.

Piano gusano

El piano gusano (figura 4) es un producto que recrea la forma de un gusano y cada una de las partes circulares de este son las teclas de un piano.

Las teclas se encuentran encajadas en la base inferior, que está formada por una única pieza verde oscuro y ocho elementos de unión que permiten el encaje de las ocho teclas.

Las ocho teclas no están alineadas entre sí con el fin de promover una sensación de movimiento.

La redondez de todas las piezas y los

perfiles suavizados permiten obtener una imagen más infantil, así como las antenas situadas en la cabeza.

Cada una de las tapas junto con la base tienen un espacio de entrada y salida. Este espacio está previsto para introducir el sistema eléctrico necesario para que la actividad se pueda desarrollar.

El sistema de unión entre las dos partes del piano gusano permite realizar movimientos en el eje Z de la tecla con respecto a la base, y está amortiguado por un muelle que se encuentra rodeando la parte inferior de la unión. Tras finalizar la presión ejercida en la parte superior del piano gusano, la pieza vuelve a la posición inicial.

Todos los elementos que componen el piano gusano están fabricados en polietileno de alta densidad (HDPE).

Gracias a este producto se puede estimular el desarrollo motor, dado que el niño tiene que desplazarse para realizar la actividad cognitiva y sensorial auditiva en el entendimiento e interpretación de melodías.

Panel montañoso

El producto panel montañoso (figura 5) está formado por tres grandes partes unidas mediante encaje. La primera, sobre la que reposa el resto se trata de una caja base de color blanco. Está provista de un espacio entre la parte posterior y la parte delantera por el que caerán las piezas que se introducirán en la parte superior del panel.

La siguiente parte, situada sobre la caja base anterior, es el cielo del panel. En él se pueden apreciar ciertas aperturas por las cuales irán introducidas las piezas móviles.

La siguiente y última parte principal del panel son las montañas. En la parte delantera se pueden observar las ranuras por las cuales circulan los carriles de texturas y colores, así como las ranuras en las que van encajadas las texturas y los colores que se emplearán para la actividad.

El producto dispone de cinco elementos móviles: los carriles (con una textura y un color diferente cada uno de ellos), el Sol, las estrellas, las nubes y la Luna.

La actividad principal consiste en guiar los carriles por las ranuras de la parte marrón del panel hasta hacerlos coincidir con la textura y color coincidente. De esta forma, se estimula el desarrollo sensorial táctil y visual así

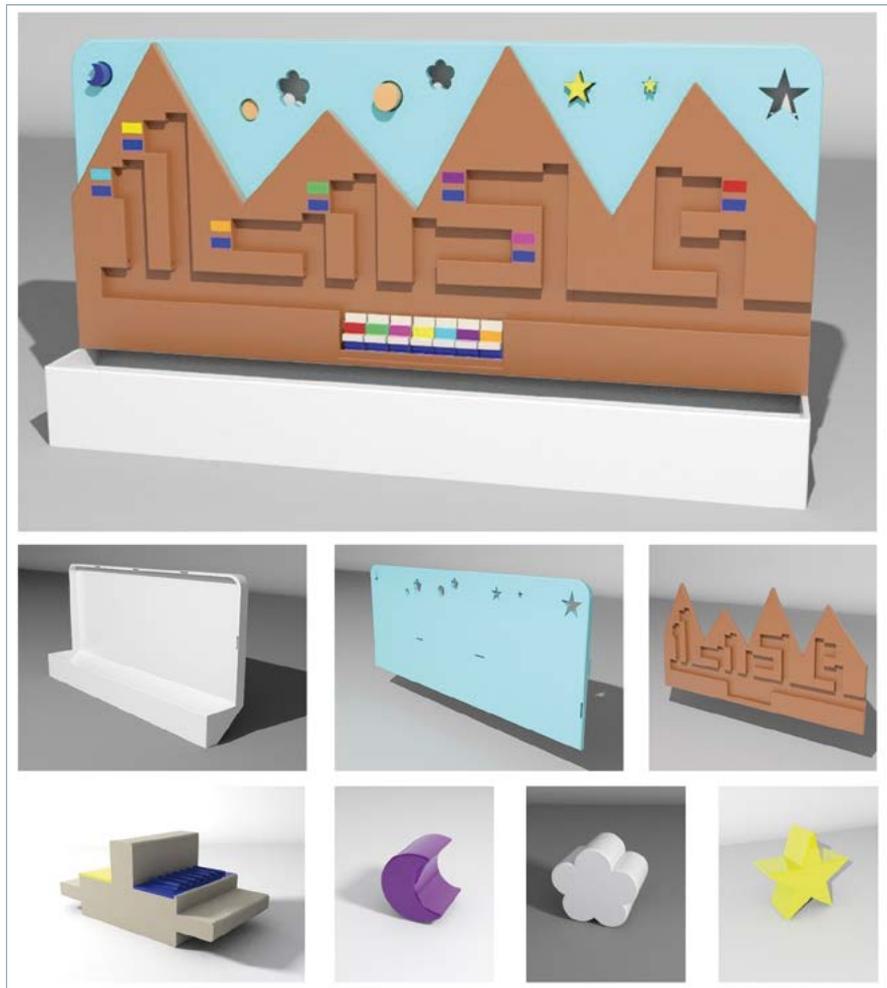


Figura 5. Panel montañoso.

como el desarrollo motor al tener que desplazarse y alzar los brazos.

Por otro lado, es posible la introducción de los elementos móviles en la parte superior del panel y su recogida en la parte inferior. Al igual que el resto de elementos del panel, todos ellos están fabricados en ABS, y tienen un tamaño tal que impiden el taponamiento de las vías respiratorias.

Playa de bolas

La playa de bolas (figura 6) es una piscina de bolas convencional con ciertas variaciones estéticas y funcionales. En ella existen elementos acuáticos como estrellas de mar y bolas; estas últimas simulan el agua.

Alrededor de la piscina y con el objetivo de contener estas bolas existen tres módulos, dos laterales y uno central, cuya textura y color pretenden simular la arena de la playa, unidos mediante encaje. Están fabricados en LDPE y rellenos de PS expandido.

Rodeando la otra parte del perímetro de la piscina se encuentran los paneles transparentes, los cuales albergan líquido en su interior. Al presionar los paneles con las palmas de las manos el líquido se mueve en la dirección en la cual se efectúa el esfuerzo. Los laterales de estos van unidos por medio de una tapa superior y otra inferior. Además, estos van soldados entre sí por los laterales, en los cuales no existe tapa. Están fabricados en PVC y han sido diseñados de tal forma que rodean el resto del perímetro que no cubren los módulos marrones para otorgar profundidad a la playa.

Los elementos móviles del agua, como bolas y estrellas, son lo suficientemente grandes para que no puedan ser ingeridos por un niño y están fabricados en ABS.

El producto pretende promover un espacio de relajación y contacto con la naturaleza en la sala. Además, en el caso de que el niño presente capacidad

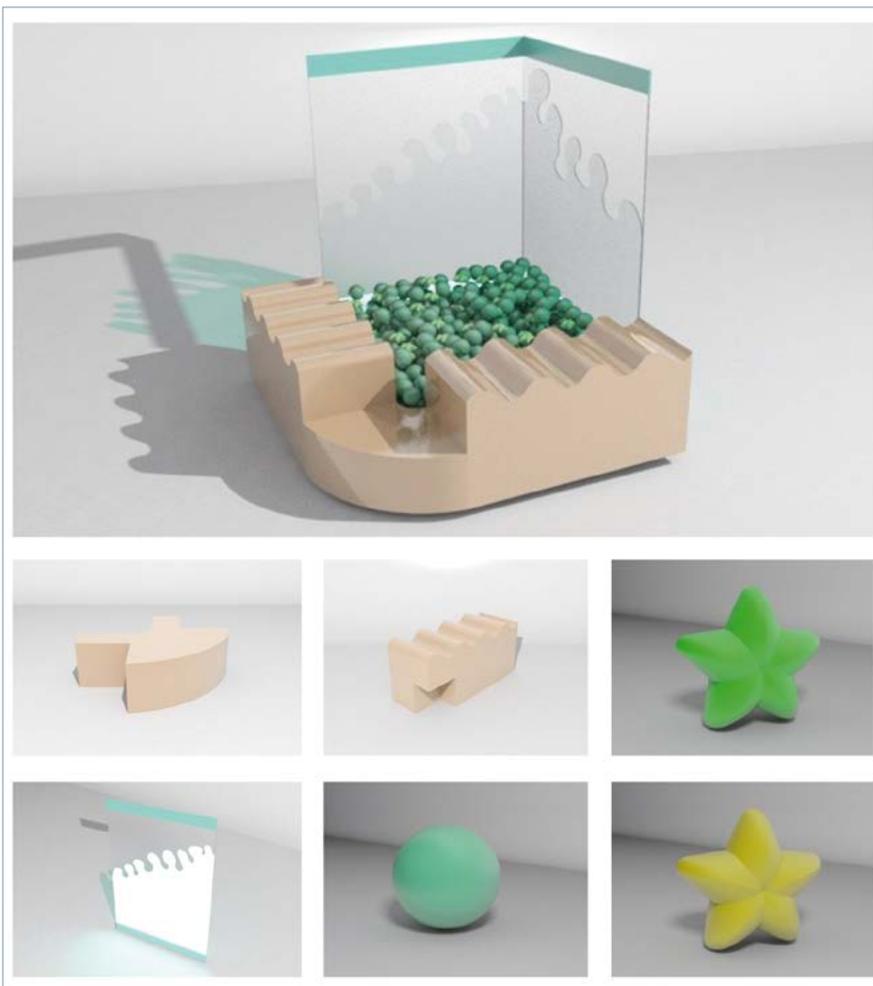


Figura 6. Playa de bolas.

de movimiento, se podrá estimular el desarrollo motor al desplazarse en la piscina y mover el líquido de los paneles transparentes.

Columpio floral de base circular

El columpio floral (figura 6) es una alternativa diferente en la sala de estimulación multisensorial. En él el usuario puede potenciar su equilibrio a la vez que se realizan otras actividades.

En ella se pueden diferenciar cuatro partes principales: el asiento, el círculo superior rojo, el círculo inferior verde y los pétalos.

El asiento es la parte donde irá apoyado el usuario. Se encuentra colocado entre otros dos elementos.

La geometría curvada del asiento pretende dar una comodidad al usuario. Dado que además está fabricado en un material flexible, PEBD, esta geometría facilitará la adaptación al cuerpo del niño.

Situado en la parte inferior del anterior elemento se sitúa el círculo de color verde, el cual posee un diámetro superior al asiento y rodea todo su perímetro. Localizados en el mismo lugar que en el círculo superior, existen cuatro taladros para el apoyo en la unión del círculo superior e inferior.

En la parte superior del asiento se sitúa el círculo rojo donde irán inser-

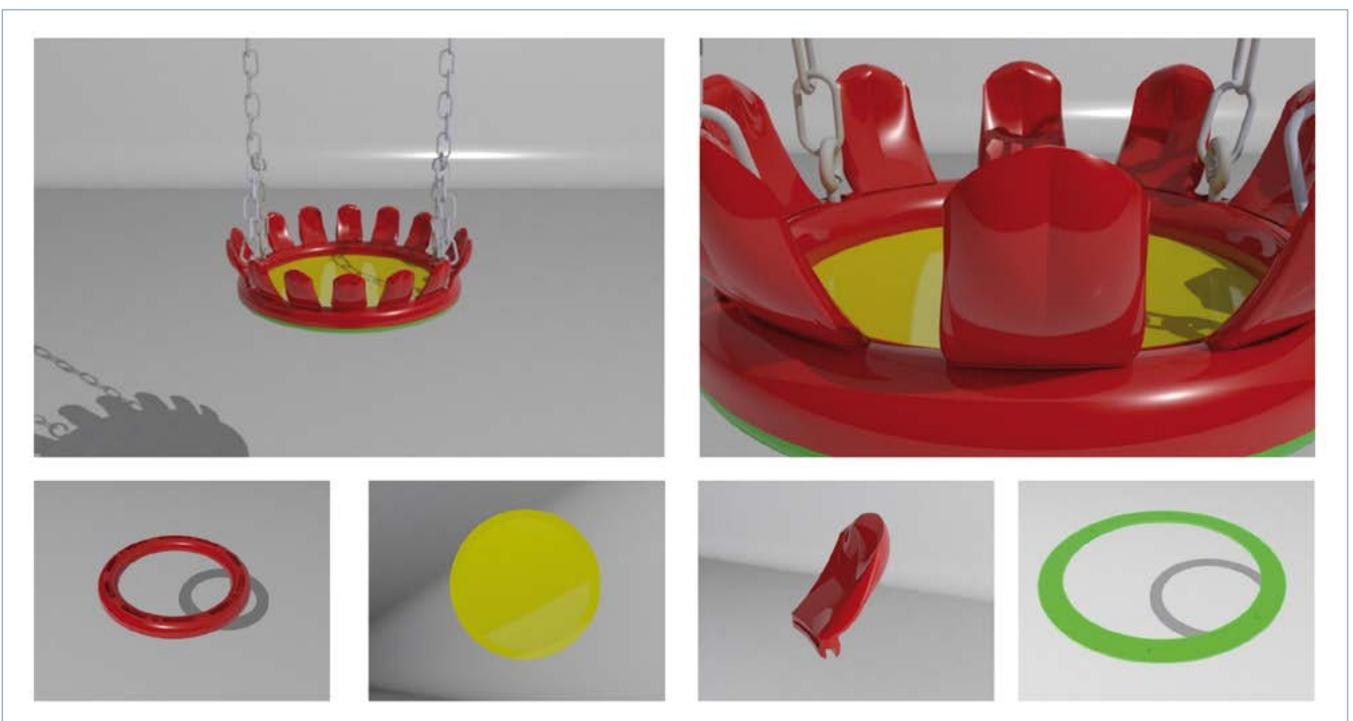


Figura 7. Columpio floral de base circular.

tados los pétalos del columpio floral mediante encaje. Este círculo presenta en su parte superior 10 ranuras ovaladas que permiten la inserción de los pétalos y cuatro ranuras circulares que permiten la inserción del elemento de unión de las tres partes.

Tanto los pétalos como los círculos rojo y verde están fabricados en ABS.

El producto pretende desarrollar la estabilización del niño, dado que este debe guardar el equilibrio cuando se sitúa sobre el columpio y, además, potenciar el desarrollo de la motricidad fina al extraer e introducir los pétalos en las cavidades diseñadas para ello.

'Busca el sonido'

Busca el sonido (figura 8) es un producto que pretende desarrollar sensorialmente el oído y la vista. Está formado por ocho módulos unidos por su parte inferior. Cada uno de ellos está formado por únicamente dos piezas que encajan entre sí: un hexágono superior y uno inferior.

El hexágono superior está formado por una figura hexagonal con superficie ligeramente curvada. En el centro de este está ubicada la forma de unión al hexágono inferior del módulo. Toda la pieza es de un color translúcido y brillante y está fabricada en PLA.

El hexágono inferior está formado por una figura hexagonal con una superficie lisa, que pretende facilitar el apoyo de todo el producto en la pared. En el centro de este, se encuentra ubicada la forma de unión de las dos superficies. La pieza es de un color opaco y brillante, fabricada en HDPE.

Una vez encajadas la parte superior e inferior, mediante el mismo sistema de unión que el Piano gusano se obtiene un módulo que se puede repetir en el producto tantas veces como se desee.

La forma de unión entre módulos se realiza por encaje. Para ello, por la parte posterior de estos se introduce una pieza en las ranuras hexagonales posteriores a los hexágonos inferiores. Este tipo de unión permite la asociación de los hexágonos por cualquier lateral de estos. Por último, existe la unión de uno de los módulos a la pared. La forma de unión es semejante a la que se ha presentado anteriormente.

El desarrollo de la actividad consistirá en la iluminación de un hexágono

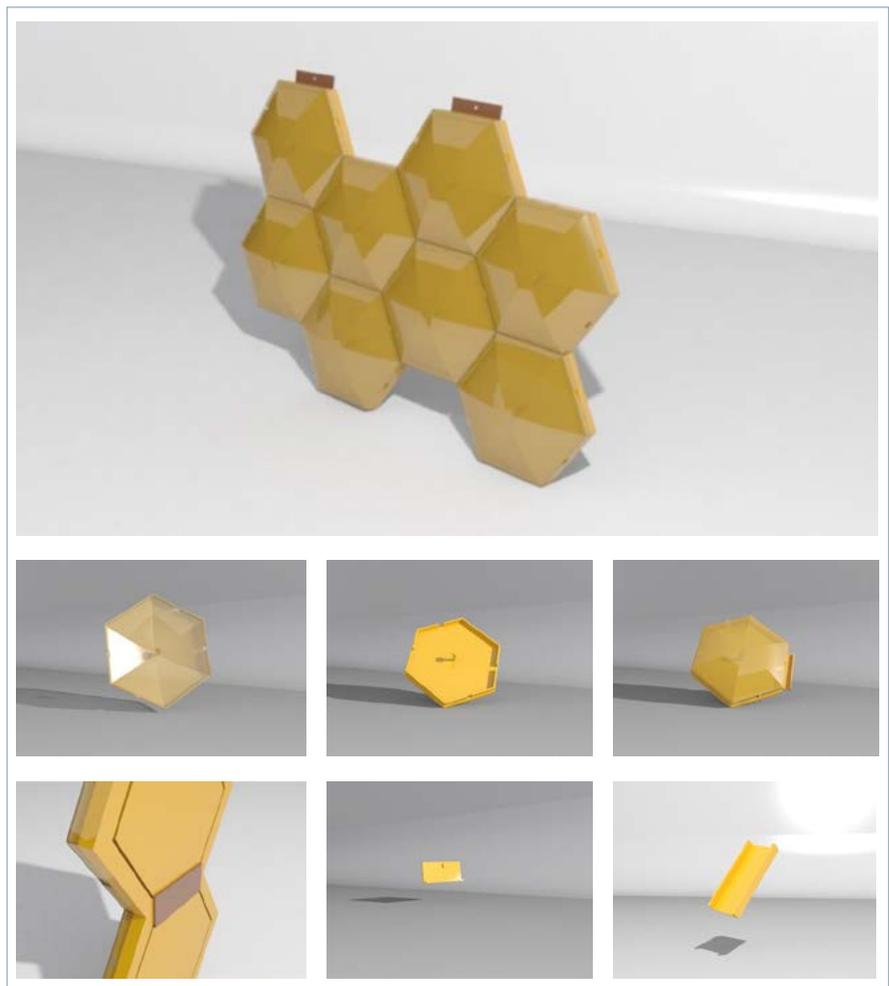


Figura 8. 'Busca el sonido'.

acompañada de un sonido. A continuación, el niño deberá buscar qué hexágono está iluminado para pulsarlo y poderlo apagar. Así, se desarrolla el sentido de la vista y el oído y el motor, debido a la necesidad de desplazamiento del niño.

Gimnasio zoo

El gimnasio (figura 9) zoo está compuesto por siete piezas tridimensionales: cinco triángulos, un cuadrado y un rombo. Está basado en el juguete tradicional denominado *tangram*. La variación respecto a este es que en nuestro caso se trata de colchonetas de mediana altura y la unión entre los módulos se realiza mediante imanes para que esta sea consistente. Todas ellas están fabricadas en PEBD y rellenas con PS expandido.

La idea de este producto es plantear en la sala de estimulación multisensorial un lugar de descanso para realizar otro tipo de terapias con el terapeuta

ocupacional, pero que a su vez pudiese utilizarse para potenciar el desarrollo cognitivo y motriz.

De esta forma, si lo que pretendemos es obtener una superficie en la que el niño se pueda tumbar y relajar, podemos construir con las piezas un cuadrado de mayor amplitud. Sin embargo, si se pretende potenciar el desarrollo cognitivo y motor, el niño puede trabajar con el terapeuta ocupacional en la creación de distintos animales, como los que se presentan en las imágenes.

Así, esta zona de la sala está dirigida tanto a niños que presentan una capacidad de movimiento muy reducida, como aquellos que, por el contrario, pueden desplazarse y disponen de una mayor capacidad cognitiva.

Árbol aromático

El último producto de la sala de estimulación multisensorial es el difusor de aromas denominado árbol aromá-

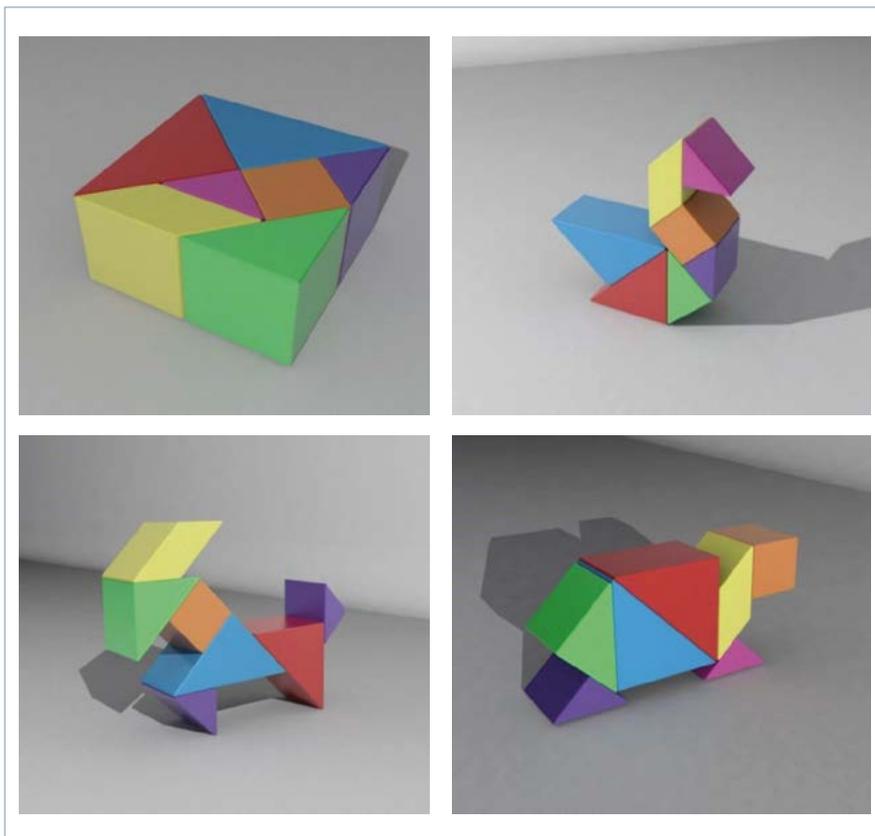


Figura 9. Gimnasio zoo.



Figura 10. Árbol aromático.

tico (figura 10). Este producto pretende el desarrollo sensorial olfativo del usuario que visite la sala de estimulación multisensorial.

El funcionamiento es sencillo: en él se introducirá el aroma que se pretende difundir por toda la sala y junto a este unos palillos de madera que puedan absorber este aroma en el fondo del recipiente y liberarlo en contacto con la atmósfera una vez superado el punto más alto del árbol aromático.

El difusor de aromas tiene aspecto de árbol con una gran copa. El color elegido es verde para hacer honor a este elemento de la naturaleza y el material en el que se fabricará es el borosilicato.

El grosor de la sección del árbol no es excesivo de manera que, pese a la coloración de este, sea posible ver el nivel de líquido que alberga en su interior.

Por otra parte, se ha tenido en cuenta que el diámetro sea el suficiente para poder albergar una gran cantidad de líquido. Cabe destacar que los diámetros aumentan con respecto al disponible en el tronco del árbol con el objetivo de que en esta parte del producto se albergue más cantidad de líquido.

Discusión

La sala de estimulación multisensorial cuenta con zonas que estimulan el desarrollo sensorial táctil, olfativo, auditivo y visual. El sentido del tacto es desarrollado principalmente en el panel montañero, el olfativo en el árbol aromático, el auditivo en el piano gusano y el visual en el producto *busca el sonido*. La estimulación cognitiva se potencia en el gimnasio zoo, en el panel montañero, en los hexágonos de *busca el sonido*, en el piano gusano y en la playa de bolas. La estimulación motora se potencia en la playa de bolas, en el gimnasio zoo, en el piano gusano, en el panel montañero, en el columpio floral de base circular y en el producto *busca el sonido*. Tal como se ha especificado en el diseño de cada una de las partes, la estimulación comunicativa se desarrollará gracias a la acción del terapeuta en el desarrollo de la terapia. La geometría y el diseño de la sala es agradable y propone una temática infantil para el contacto de los usuarios con la naturaleza.

Las dimensiones de cada una de las partes están sobredimensionadas, por ello es posible la utilización de la sala de estimulación multisensorial por

usuarios de edades cronológicas superiores al rango de 0-6 años de edad.

Referencias

- Gómez, M. C. G. (2009). Aulas multisensoriales en educación especial. Estimulación e integración sensorial en los espacios Snoezelen. Vigo: Ideaspropias.
- Gobierno de España. CIE-10 (Clasificación internacional de enfermedades, 10ª edición) [En línea]. Disponible en: www.eciemp.msps.es.
- Alfonso Ladrón Jiménez, Marta Álvarez Calderón, Luis Javier Sanz Rodríguez, Juan Antequera Iglesias, Juan Jesús Muñoz García, María Teresa Almendro Marín (2013). DSM-5: Novedades y criterios diagnósticos. CEDE.
- T. d. F. (Madrid). Plena Inclusión Madrid [En línea]. Disponible en: <http://www.plenainclusionmadrid.org/area/atencion-temprana/>. [Último acceso: 23.08.2016].
- Jiménez, B (2009). Una habitación más que mágica: Las seis salas snoezelen de Madrid estimulan a grandes discapacitados. *El País*, http://elpais.com/diario/2009/08/25/madrid/1251199462_850215.html, 25 de agosto de 2009.
- Comunidad de Madrid. Los dependientes con discapacidad disponen ya de 11 salas multisensoriales, Comunidad de Madrid, 8 de agosto de 2010 [En línea]. Disponible en: http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_Actualidad_FA&cid=1142606515427&idConsejeria=1109266187278&idListConsj=1109265444710&idOrganismo=1109266227679&language=es&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&sm=1109266100996. [Último acceso: 5.05.2016].

Laminadores renovados con mejoras en los cilindros para cargas extremas

Renewed rolling mills with upgraded cylinder for extreme loads

Nicolae Tudor¹

Resumen

El entorno actual del mercado de laminadores se puede caracterizar por una baja inversión en nuevos equipos y unos requisitos de producción más elevados. Los laminadores están envejeciendo pero, para aumentar la productividad, sus cargas operativas se están volviendo mucho más pesadas. Estas condiciones extremas, junto con los diseños de rodillos antiguos y obsoletos, contribuyen a muchos de los fallos en los cuellos de los cilindros que se producen en los rodillos de laminado 2-HI y en los rodillos de apoyo 4-HI. Como consecuencia, el mercado requiere de la renovación de los laminadores para mitigar las roturas de los cuellos de los cilindros en la zona del anillo de unión en condiciones de carga extrema. La elección del rodamiento desempeña un papel importante y beneficioso para el éxito de la solución de renovación. The Timken Company tiene una gran experiencia en este campo y ofrece tanto asistencia de ingeniería para la optimización del diseño del cilindro como rodamientos de sección transversal reducida. Estas medidas aumentan el rendimiento del rodamiento al reducir los esfuerzos máximos del cilindro y aumentar la vida a fatiga del cilindro y el rodamiento.

Palabras clave

Rodamientos, laminadores renovados, carga extrema, cilindros, Timken.

Abstract

The current rolling mill market can be characterized by a low investment in new equipment and higher production requirements. Laminators are aging but, to increase productivity, their operating loads are becoming much heavier. These extreme conditions, together with old and obsolete roller designs, contribute to many of the failures in the cylinder necks that occur on the 2-HI mill rolls and on the 4-HI support rollers. As a consequence, the market requires the renewal of the mills to mitigate breakages of the cylinder necks in the area of the tie ring under extreme load conditions. The choice of the bearing plays an important and beneficial role for the success of the renovation solution. The Timken Company has great experience in this field and offers both engineering assistance for cylinder design optimization and reduced cross-section bearings. These measures increase bearing performance by reducing maximum cylinder stresses and increasing cylinder and bearing fatigue life.

Keywords

Bearing, renewed mills, extreme load, cylinders, Timken.

Recibido / sent: 21.05.2017. Aceptado / accepted: 28.06.2017.

¹Principal Application Engineer, Timken Europe Customer Engineering, Ploiesti, Rumania.

Autor para correspondencia / corresponding author: Nicolae Tudor (nicolae.tudor@timken.com). Timken Europe Customer Engineering, Strada Gheorghe Petrescu 25, 100525 Ploiesti, Rumania.

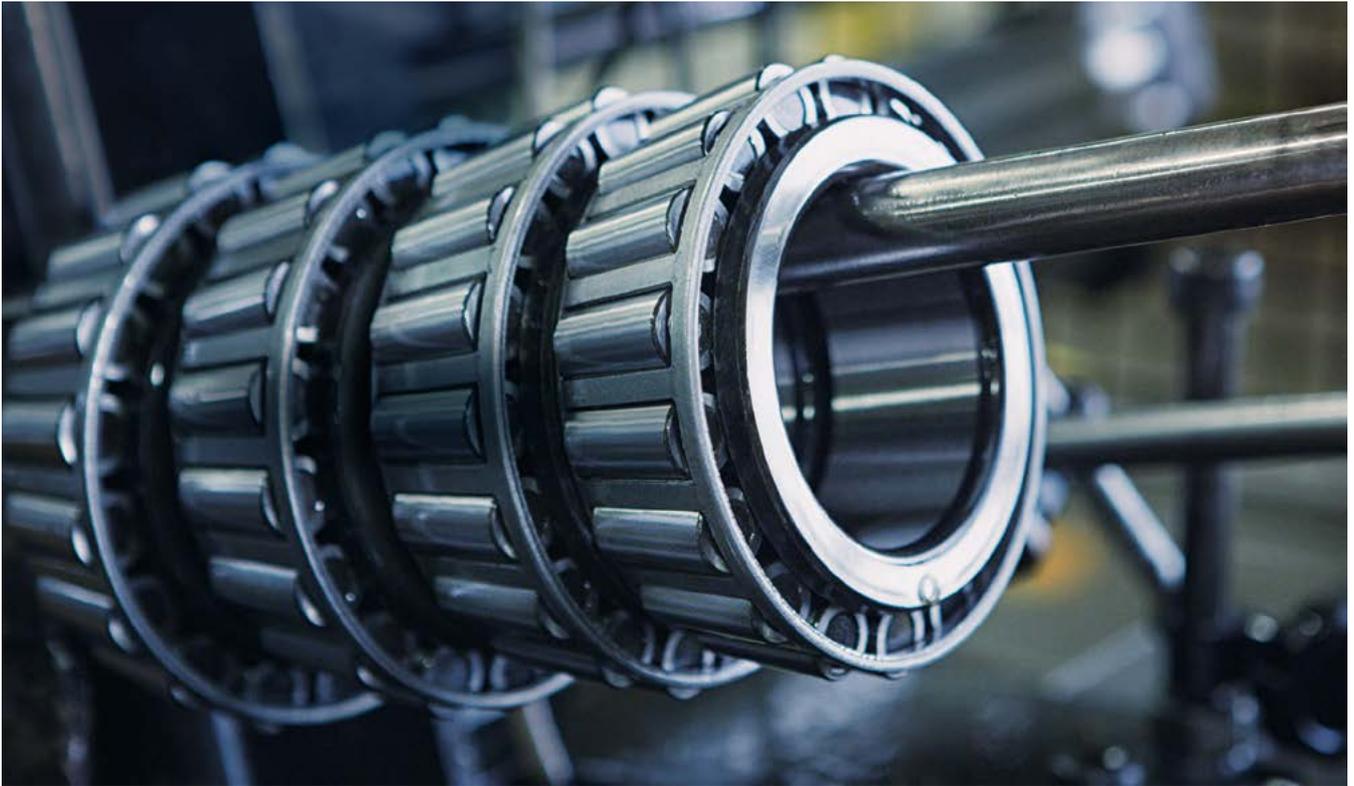


Foto: Timken.

Introducción

Descripción general técnica

Los laminadores son aplicaciones extremadamente exigentes, tanto para rodamientos como para rodillos, que deben trabajar sometidos a temperaturas, velocidades y cargas elevadas.

Durante el proceso de laminado, el rodillo gira y, simultáneamente, se aplica la carga a través de los rodamientos sobre los flejes semiacabados. Un punto del cuello del cilindro soporta principalmente fuerza de tracción con un valor máximo $\sigma_{\text{máx.}}$, mientras que el punto situado en posición diametralmente opuesta soporta una fuerza de compresión con un valor mínimo $\sigma_{\text{mín.}}$. Cuando el rodillo gira 180° , cambia la fuerza y la posición de estos dos puntos, y la tensión progresa de $\sigma_{\text{máx.}}$ a $\sigma_{\text{mín.}} = -\sigma_{\text{máx.}}$. El esfuerzo del material en estos puntos varía muchas veces entre estos dos límites a lo largo del tiempo (una variación completa por rotación), como se muestra en el gráfico de la figura 1. Como resultado, la zona del cuello del cilindro entre el rodamiento y el rodillo (la zona del radio de acuerdo) está sometida a un esfuerzo cíclico de flexión simétrico que fluctúa con la rotación del rodillo. Es necesario realizar una evaluación

minuciosa para determinar el esfuerzo máximo permitido y gestionar las características geométricas de la transición entre los diámetros del rodillo y el cuello del cilindro (es decir, biselado en escalón y radios de acuerdo) para poder controlar el efecto de la concentración de esfuerzos.

La solución de The Timken Company para renovar rodillos de cuello de cilindro sometidos a grandes cargas

The Timken Company ofrece la siguiente solución de ingeniería para los proyectos de renovación de cuellos de cilindro:

- 1) Optimización del diseño del rodillo maximizando el diámetro del cuello del cilindro.
- 2) Asistencia en el diseño del radio de acuerdo del cuello del cilindro.
- 3) Una selección de rodamientos con una sección transversal reducida (mayor diámetro interior, mismo diámetro exterior*, ancho total igual o inferior y características especiales para mantener o incrementar la carga nominal del rodamiento).

*En la solución de renovación se presupone que se utilizarán las mismas ampuestas, para lo que es necesario que

los rodamientos tengan el mismo diámetro exterior.

Consideraciones teóricas de las mejoras en rodamientos para cargas extremas

Optimización del diseño del rodamiento a) Optimización del diámetro del cuello del cilindro

En rodillos sometidos a grandes cargas, que giran con frecuencia a velocidades menores, se necesita un mayor diámetro de cuello para soportar un mayor esfuerzo de flexión. Debido a esta necesidad, puede que un tamaño de rodamiento convencional de alta resistencia (representado como el rodamiento A en la figura 2) no sea adecuado. Para estas aplicaciones con carga elevada, se recomienda utilizar rodamientos de sección reducida (representados como el rodamiento B) con el mismo diámetro exterior que los de alta resistencia, pero con un mayor diámetro interior. Estos rodamientos de sección reducida presentan una mejor relación cuello-rodillo ($d/D \sim 68\%$) y, cuando es posible, un menor ancho de rodamiento, que reduce también la distancia axial entre la línea de carga de bombeo y la superficie del cilindro. El mayor diámetro exterior del

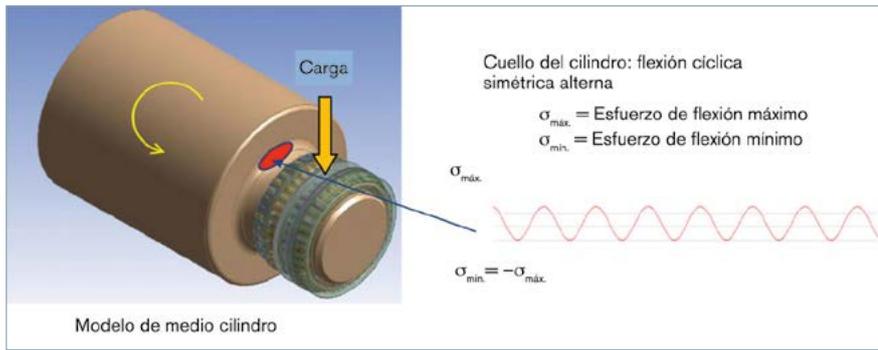


Figura 1. Esfuerzo de flexión.

cuello del cilindro y la reducción del momento de flexión mejoran también la capacidad de rendimiento del cuello del cilindro cuando se somete a cargas extremas.

b) Sustitución del radio de acuerdo existente con un radio de acuerdo compuesto

Los diseños tradicionales de cuellos de cilindro suelen utilizar un radio simple en la zona del anillo. La larga experiencia de Timken en la industria de la fabricación de acero indica que esta solución puede no ser apropiada para laminadores sometidos a grandes cargas, y se recomienda sustituir el radio simple por un radio de acuerdo compuesto. El uso de radios compuestos (o de doble radio) se recomienda porque permiten una distribución favorable del esfuerzo a lo largo del radio de acuerdo. La figura 3 muestra el desarrollo del radio compuesto con dos dimensiones de longitud y altura de radio de acuerdo predeterminadas r_a y r_b , respectivamente, con la finalidad de reducir el esfuerzo máximo del cuello del cilindro. La longitud y altura de los radios r_c y r_d se pueden determinar mediante las siguientes fórmulas:

$$r_c = r_a + \frac{(r_a - r_b)^2}{2(r_b - r_d)}$$

$$r_d = \frac{4r_b - r_a}{3}$$

- r_a = Longitud del acuerdo (r_a es inferior a 2,5 r_b por razones prácticas)
- r_b = Altura del acuerdo
- r_c = Radio mayor del radio de acuerdo compuesto
- r_d = Radio menor del radio de acuerdo compuesto

Rodamientos con sección transversal reducida

Los ingenieros de Timken utilizan sofisticados programas de *software* centrados en la aplicación para modelar aplicaciones y entornos operativos, produciendo rodamientos con diseños específicos para una mayor vida útil. Para maximizar el rendimiento del rodamiento en condiciones operativas extremas, Timken ha desarrollado la serie de rodamientos DuraSpexx® Power Rating. Los rodamientos DuraSpexx® tienen un diseño modificado que aporta mejoras para aumentar la vida útil del rodamiento en aplicacio-

nes exigentes y entornos difíciles. Los rodamientos DuraSpexx® son ideales para aplicaciones industriales con cargas elevadas, como laminadores y transmisiones de engranajes. Las características mejoradas y la reducción de la sección transversal de estos rodamientos permiten conseguir valores nominales más altos. En los rodamientos DuraSpexx® se utilizan los conocimientos de diseño de Timken para conseguir un aumento del rendimiento nominal dinámico del rodamiento del 23%, lo que aporta una mayor vida útil con una menor fatiga en comparación con los rodamientos estándar Timken, como se muestra en la figura 4.

Características de diseño de los rodamientos DuraSpexx®

- **Materiales de acero mejorado** con mayor limpieza y una forma de inclusión modificada para reducir los daños relacionados con las inclusiones.
- Opciones de **acabado superficial** para reducir el descascarillado y la fatiga en entornos con altas temperaturas y películas de lubricante finas.
- **Geometría de perfil modificada** para optimizar la distribución de esfuerzos de contacto con cargas elevadas y/o alineaciones incorrectas.

Caso de estudio: solución existente y descripción del problema

Esta aplicación se realiza en rodillos de trabajo 2-HI, pero se podría extender a los rodillos de apoyo 4-HI. La figura 5 muestra la carga del rodillo y el detalle del radio de acuerdo actual.

Características de diseño del laminador
 Tipo de laminador: laminador 2-HI.

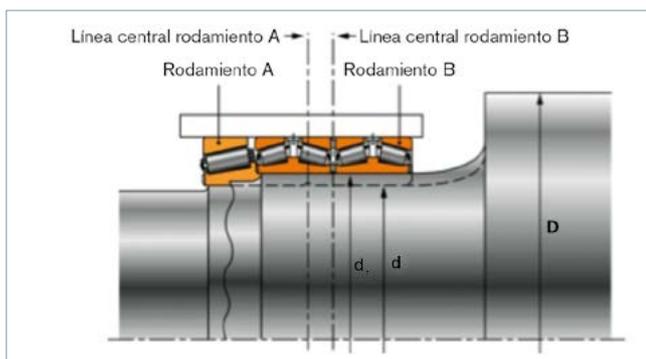


Figura 2. Optimización del diámetro.

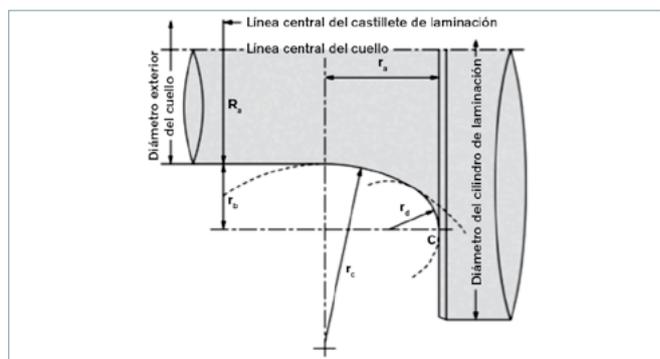


Figura 3. Radio de acuerdo.

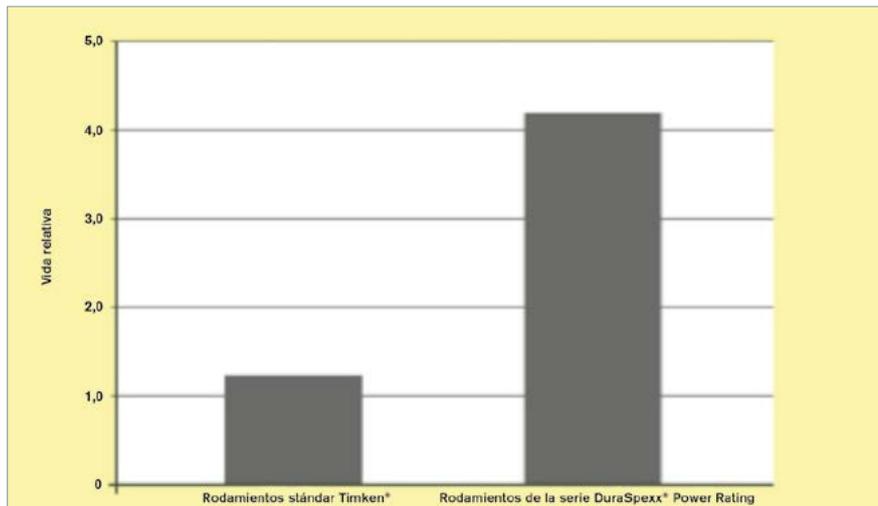


Figura 4. Resultados comparativos de los rodamientos de la serie DuraSpexx® Power Rating con relación a los rodamientos estándar Timken con la misma dimensión.

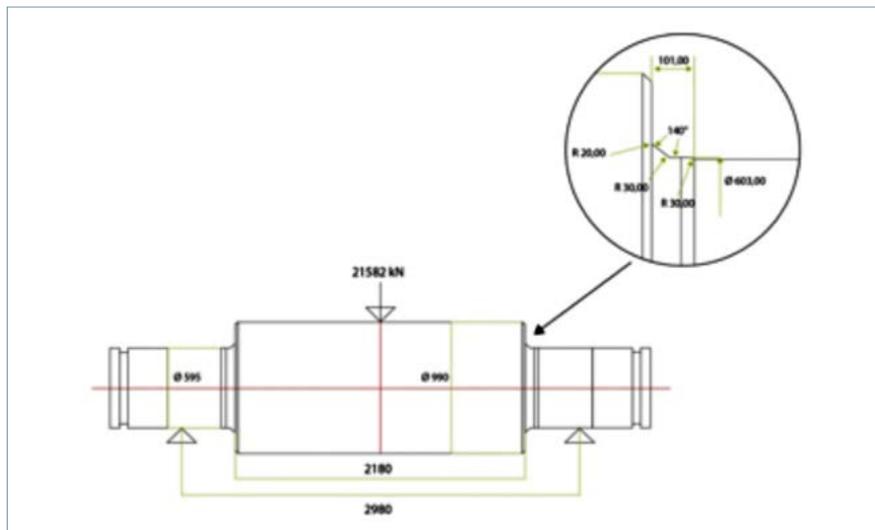


Figura 5. Carga del rodillo y detalle del radio del anillo.

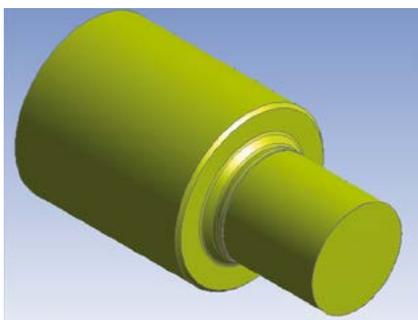


Figura 6. Diseño del radio de acuerdo del cuello del cilindro: perspectiva isométrica.

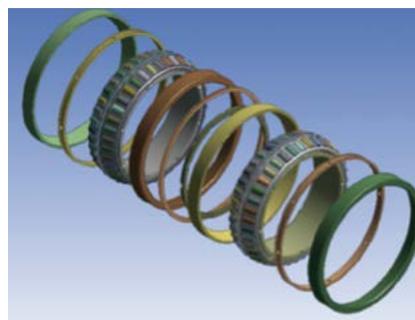


Figura 7. Vista ampliada del rodamiento de rodillos cónicos de cuatro hileras.

Diámetro del cilindro: 990 mm.
 Tabla del cilindro: 2.180 mm.
 Diámetro del cuello del cilindro: 595 mm.
 Relación cuello-cilindro: 60%.
 Distancia entre apoyos: 2.980 mm.

Material del cuerpo del rodillo: acero.
 Módulo de Young: 210.000 MPa.
 Coeficiente de Poisson: 0,3.
 Límite elástico de deformación: 250 MPa.
 Límite elástico de rotura: 460 MPa.

La perspectiva isométrica del rodillo se muestra en la figura 6.

Condiciones operativas

Carga máxima de laminación: 2.200 toneladas (= 21.582 kN).
 Velocidad máxima de laminación: 220 m/min. en la línea de paso.

Rodamiento Timken

La figura 7 muestra una vista ampliada del rodamiento de rodillos cónicos de cuatro hileras formado por dos anillos interiores dobles, cuatro anillos exteriores simples, un separador de anillo interior y tres separadores de anillo exteriores.

Rodamiento:

TRB M280049DW-M280010 de cuatro hileras .

Dimensiones: 595.312 x 844.550 x 615.950 (DI x DE x ancho en mm).

Capacidad de carga Timken: C90(4) = 4.400 kN.

Modelo por ordenador

La figura 8 muestra la perspectiva isométrica del modelo por ordenador. La aplicación modelada por ordenador se muestra en la figura 9.

La vida ajustada del rodamiento L10a de la hilera con carga máxima que se muestra en la figura 10 es de 2.800 horas.

Como los aros del rodamiento son estacionarios en las ampuestas, solo una parte del aro soporta la carga de laminación en un momento determinado. Esta parte se denomina “zona de carga”. Los aros del rodamiento del cuello del cilindro están marcados en las caras anterior y posterior para mostrar cuatro cuadrantes. Las marcas en la superficie del aro permiten que el usuario mantenga un registro de los cuadrantes utilizados en la zona de carga.

Una buena práctica consiste en montar el rodamiento con el cuadrante número 1 de cada aro en la zona de carga y, en inspecciones posteriores, girar a cada una de las otras, secuencialmente, hasta que el procedimiento se repita de nuevo con el número 1.

La rotación de los aros en cada inspección alargará la vida útil del rodamiento al distribuir incrementalmente la carga por toda la banda de rodadura del aro.

La figura 11 muestra un esfuerzo máximo en la zona del cuello de 352 N/mm² y una vida a fatiga de 4.400 horas.

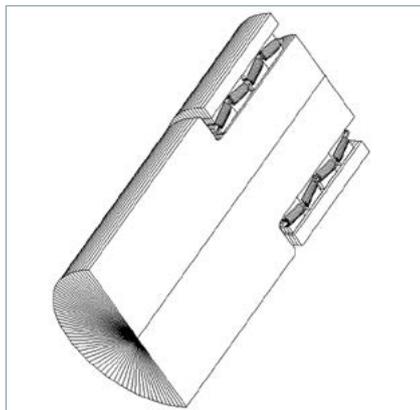


Figura 8. Modelo por ordenador: perspectiva isométrica.

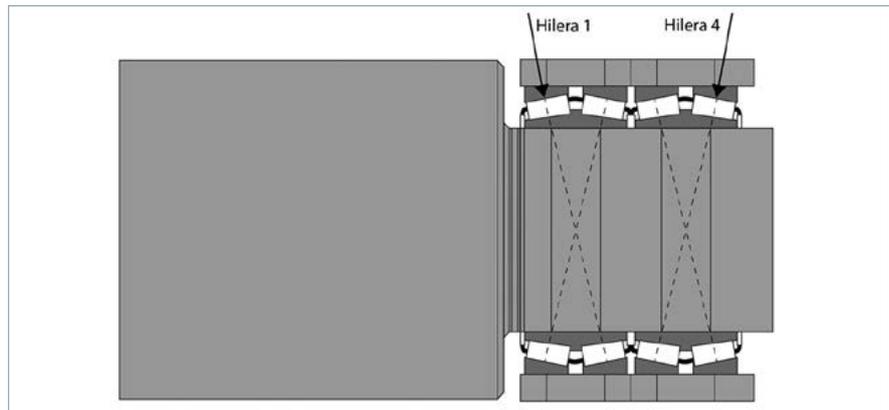


Figura 9. Modelo por ordenador.

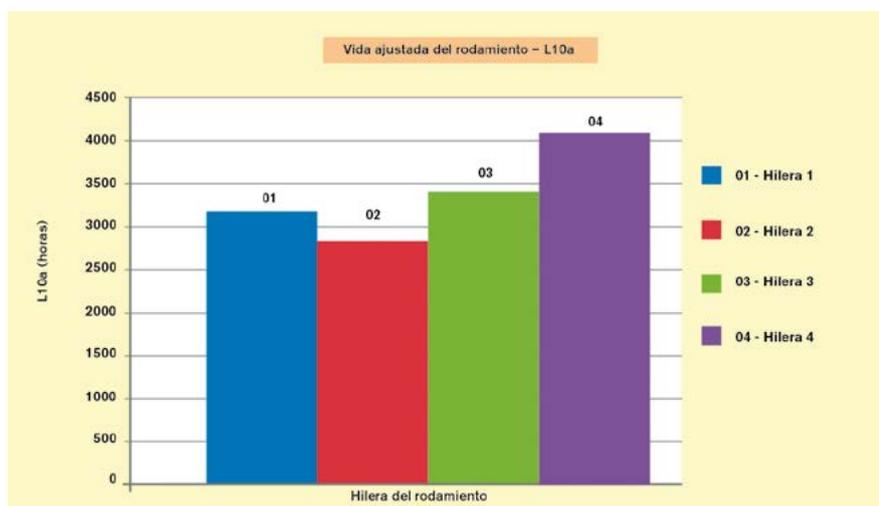


Figura 10. Vista de la vida a fatiga ajustada L10a del rodamiento.

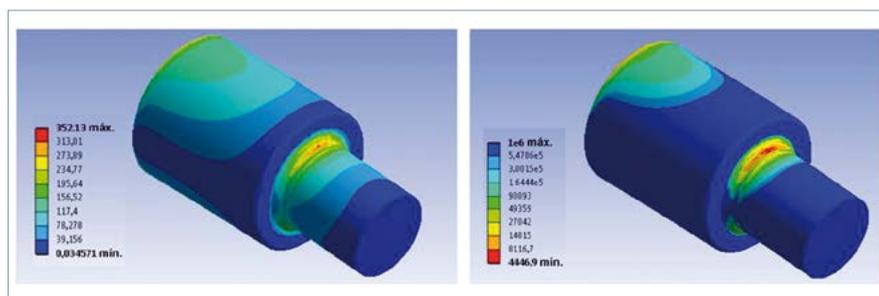


Figura 11. Evaluación del cuello del cilindro antes de la mejora: vida a fatiga y esfuerzo máximo.



Figura 12. Rotura del cuello del cilindro.

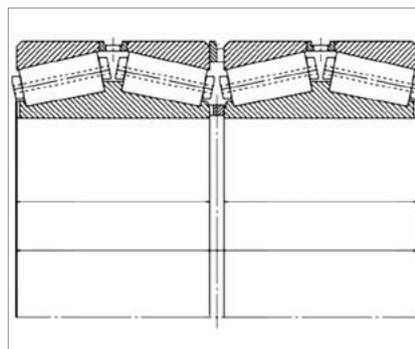


Figura 13. Esquema del rodamiento.

Descripción del problema: rotura del cuello del cilindro

El cuello del cilindro se rompió en la zona del radio de acuerdo, como se muestra en la figura 12. El cliente solicitó la asistencia de Timken para desarrollar soluciones que aumentaran la resistencia del cuello del cilindro y mantuvieran la resistencia a la fatiga del rodamiento dentro de límites aceptables. No se notificó ningún problema con la selección de rodamiento existente.

Caso de estudio: solución Timken de actualización del cilindro

Timken sugirió la optimización del diseño del cilindro aumentando el diámetro del cuello de Ø595 a Ø610 mm y la sustitución del radio de acuerdo existente por un radio compuesto. El ancho y el diámetro exterior del rodamiento se mantuvieron en sus valores iniciales. Se debe tener en cuenta que fue necesario sustituir las tapas y juntas de las ampuetas del laminador debido al mayor diámetro interior del rodamiento.

Aumento del diámetro del cuello del cilindro (de 595 a 610 mm)

- Características de diseño del laminador**
- Diámetro del cilindro de laminación: 990 mm.
 - Tabla del cilindro: 2.240 mm.
 - Diámetro del cuello del cilindro: 610 mm.
 - Relación cuello-cilindro: 62%.

Nuevo rodamiento Timken

Rodamiento:
TRB NP825343-NP205014 de cuatro hileras (mostrado en la figura 13).
Dimensiones:

610.000 x 844.550 x 615.950 [DI x DE x ancho en mm].

Capacidad de carga Timken:

C90 (4) = 5.020 kN con el rodamiento estándar Timken.

Capacidad de carga Timken:

C90 (4) = 6.175 kN con el diseño de rodamiento DuraSpexx®.

Sustitución del radio de acuerdo existente con un radio de acuerdo compuesto

La vida a fatiga ajustada L10a, mostrada en la figura 15, es de 4.500 horas para el rodamiento estándar Timken y de 9.000 horas para el diseño de rodamiento DuraSpexx®.

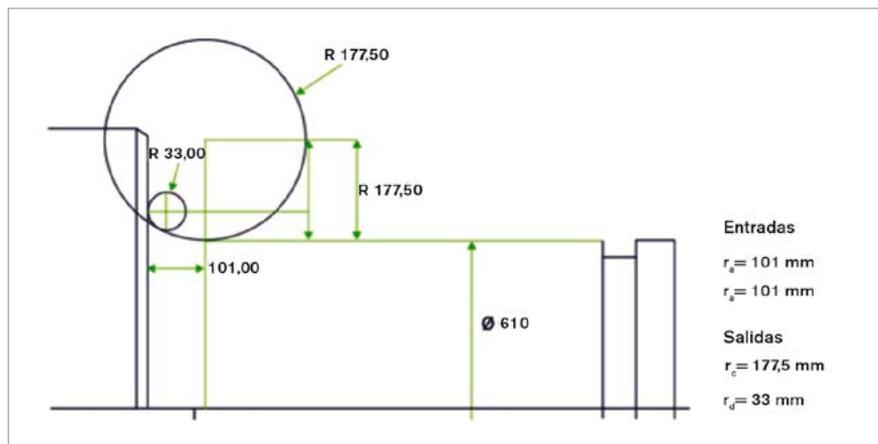


Figura 14. Radio de acuerdo del cilindro optimizado.

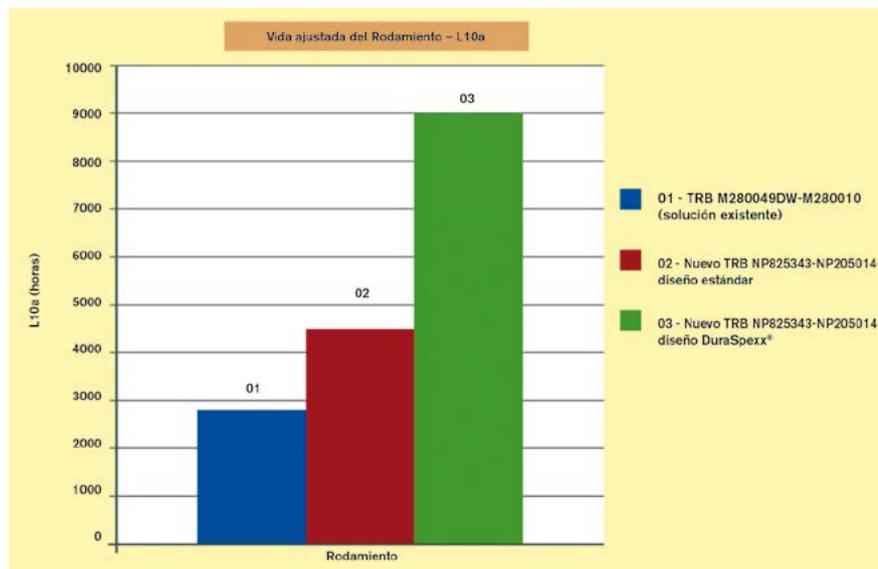


Figura 15. Vida ajustada del rodamiento L10a de la solución existente en relación a los diseños de rodamiento estándar y DuraSpexx®.

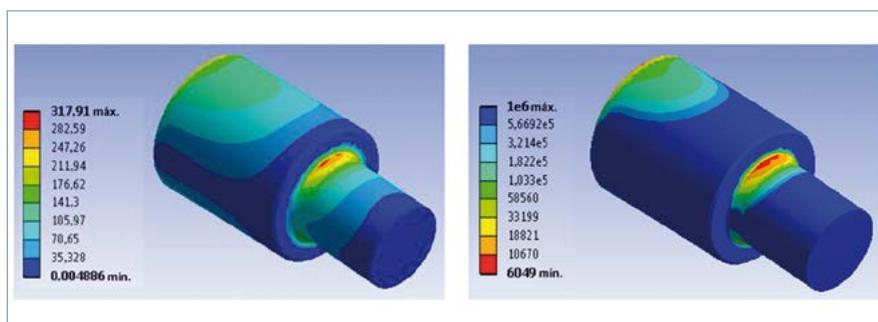


Figura 16. Evaluación del cuello del cilindro después de la mejora: vida a fatiga y esfuerzo máximo.

La figura 16 muestra un esfuerzo máximo en la zona del acuerdo de 318 N/mm² y una resistencia a la fatiga de 6.000 horas.

Resultados de la mejora del cilindro

1. Reducción del esfuerzo máximo del cilindro de 352 N/mm² a 318 N/mm², una disminución del 9,6%.
2. Aumento de la vida a fatiga del cilindro de 4.400 horas a 6.000 horas, un incremento del 36%.
3. Aumento de la vida a fatiga del rodamiento estándar Timken de 2.800 horas a 4.500 horas, un incremento del 60%.
4. Aumento de la vida a fatiga del nuevo rodamiento DuraSpexx® de 2.800 horas a 9.000 horas, un incremento del 120%.

Resumen y conclusiones

El mercado requiere actualmente de la renovación de los laminadores debido a la frecuencia de los fallos ocasionados por la rotura del cuello del cilindro en la zona del radio de acuerdo. Timken Company tiene una gran experiencia en este campo, y ofrece tanto asistencia de ingeniería para la optimización del diseño del cilindro como rodamientos de sección transversal reducida. Estas medidas aumentan el rendimiento del rodamiento al reducir los esfuerzos máximos del cilindro y aumentar la vida a fatiga del cilindro y el rodamiento.

Agradecimientos

El autor desea agradecer a Timken Company el permiso para la publicación de este estudio.

Nota

Para obtener más información sobre la serie de rodamientos DuraSpexx®, visite: <http://www.timken.com/en-us/products/bearings/productlist/HighPerformance/Pages/DuraSpexx.aspx> o póngase en contacto con su representante comercial local de Timken.

Referencias

- Association of Iron and Steel Engineers (1985), "The Making, Shaping and Treating of Steel", 10^a edición
- Catálogo de productos de Timken Metals.
- Harris, T. y Kotzalas, M. (2007), "Rolling Bearing Analysis—Advanced Concepts of Bearing Technology"
- ISO 281 (2007), Rolling Bearings, Dynamic Load Ratings and Rating Life
- Manual de ingeniería de Timken, Edición para la industria del metal.
- The Metals Society (1978), "Flat Rolling: A Comparison of Rolling Mill Types".

PP y PSOE coinciden en mantener e impulsar la tecnología en la ESO y el bachillerato

Cogiti, profesorado de tecnología, directores de escuela y alumnos de ingeniería de la rama industrial han mantenido sendas reuniones con responsables en materia educativa del Grupo Parlamentario Popular y del PSOE para trasladarles su preocupación por las diferentes disposiciones y regulaciones que están reduciendo de forma sistemática tanto las horas de formación como el peso específico de las asignaturas tecnológicas en la ESO y el bachillerato.

El Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales (Cogiti), profesorado de tecnología, directores de escuela y alumnos de ingeniería de la rama industrial han mantenido sendas reuniones con responsables en materia educativa del Grupo Parlamentario Popular y del PSOE.

Estas reuniones son la evolución de otras que se celebraron el pasado 9 de marzo con los mismos grupos parlamentarios y se enmarcan en las actuaciones que las citadas organizaciones están llevando a cabo para la defensa y el fomento de la educación tecnológica. De este modo, han entregado el manifiesto de *Aportaciones de la PEAPT (Plataforma Estatal de Asociaciones de Profesorado de Tecnología) por el Pacto de Estado Social y Político por la Educación. Por una educación tecnológica en la ESO y bachillerato* a Sandra Moneo Díez, portavoz de la Subcomisión de Educación del PP, y a María Luz Martínez Seijo, secretaria federal de Educación y Universidades del PSOE.

Por parte de las entidades firmantes de dicho manifiesto, a ambas reuniones asistieron el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz; la presidenta de la Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado de Tecnología (PEAPT), Ester Micó Amigo con su junta directiva; el presidente de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingenierías del ámbito industrial (CDITI), Juan José

Domínguez Jiménez, y de la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de ámbito industrial (AERRAITI), Francisco Javier de Lara García-Brioles, que, entre todos, representan a 15.000 profesores de tecnología, 52 escuelas de ingeniería, 90.000 colegiados y 84.000 alumnos de ingeniería, respectivamente.

La percepción de las reuniones mantenidas con ambos políticos ha sido positiva, ya que ambos grupos parlamentarios coinciden al afirmar que la tecnología, base de la ingeniería y de la resolución de problemas en el contexto educativo, debe fomentarse desde edades tempranas en la educación infantil y primaria, y son conscientes de que la revolución tecnológica actual y futura requiere una buena formación de perfiles técnicos. Además, reconocen las metodologías innovadoras que se desarrollan en esta área, con una trayectoria de más de 25 años, fundamentales para desarrollar nuevos modelos educativos tan necesarios en el contexto del nuevo Pacto de Estado por la Educación. Ambas representantes políticas se han comprometido a contar con el colectivo de profesorado de tecnología para elaborar el diseño curricular de las materias propias del área en todos los niveles educativos.

La economía y la industria de nuestro país necesitan una educación científica y tecnológica que posibilite el crecimiento de la investigación y el de-

sarrollo tecnológico y que permita acortar distancias con las economías más avanzadas de nuestro entorno. Por ello, la tecnología, como materia específica, debe ser impulsada desde las Administraciones educativas para evitar la fractura social que se producirá si la escuela no es capaz de permitir el acceso a esta asignatura de todo el alumnado, de forma generalizada, pues desde ella se potencian las vocaciones de ingeniería y de estudios técnicos en general.

Para el presidente de Cogiti-UAITIE, José Antonio Galdón Ruiz, "es el momento de dejar a un lado cualquier tipo de interés ajeno y diseñar un modelo educativo que obedezca a las necesidades reales de nuestra sociedad, entre las que no cabe duda, se encuentra la tecnología". Ante esta situación, es fundamental realizar los esfuerzos necesarios para que el sistema educativo propicie y fomente esta materia en aras de favorecer las vocaciones y, por tanto, cubrir las necesidades laborales presentes y futuras. Y es que, como demuestran los informes sobre el mercado de trabajo de los últimos años en nuestro país, las ingenierías son las titulaciones universitarias más demandadas y valoradas por el tejido industrial.

Por su parte, Juan José Domínguez Jiménez, presidente la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería del Ámbito Industrial (CDITI), señaló: "La situación actual del modelo educativo es de retroceso en esa formación



A la izquierda, imagen de la reunión con Sandra Moneo Díez, del PP. A la derecha, reunión con María Luz Martínez, del PSOE.

tecnológica”, y se pregunta cómo podemos formar y orientar a los alumnos en bachillerato, si luego no se puntúa esa formación en tecnología industrial en el acceso a la universidad.

En esta misma línea, Ester Micó Amigo, presidenta de la PEAPT, indica: “La tecnología vertebró un abanico de bloques de contenidos que abarca desde la mecánica, las estructuras, los materiales, la expresión gráfica, neumática, la electricidad y la electrónica, hasta la automática, la programación y robótica, tan en boga hoy en día”. Por ello, es importante destacar que todos los bloques son necesarios y complementarios y, por tanto, no se pueden concebir de forma aislada; lamentablemente hay cierta confusión mediática al respecto, pues la programación computacional y las nuevas tecnologías son solo una parte singular del global de la tecnología”. Además, no debemos olvidar tampoco que es una materia que trabaja las desigualdades de género en la educación, generando nuevos modelos femeninos en la formación tecnológica.

Por último, a juicio de Francisco Javier de Lara García-Brioles, presidente de la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingeniería del Ámbito Industrial (AERRAITI), “es vital que los currículos del área se diseñen por los expertos docentes de tecnología, cuya formación de base es la ingeniería, lo que les permite contextualizar estos conocimientos en las aulas”.

Por todo ello, solicitan, además de su troncalidad en el primer ciclo de la ESO, que el alumnado en 4º de la ESO pueda optar por la asignatura de Tecnología como materia obligatoria, independientemente de las vías formativas que se planteen, ya que no se puede asociar única y exclusivamente la tecnología en este curso a la formación profesional, obviando su carácter propedéutico para el bachillerato de ciencia y tecnología.

Asimismo, consideran que debe hacerse una apuesta clara, decidida y definitiva por ofrecer un verdadero bachillerato de ciencia y tecnología. Para ello, es imprescindible la presencia de la materia tecnología industrial como troncal de modalidad en ambos cursos de bachillerato, así como figurar en las pruebas de acceso a la universidad, evitando generar desigualdades hacia los alumnos que cursarán estudios en universidades politécnicas.

Más información en cogiti.es.

Manifiesto por la tecnología



Firma del manifiesto de la PEAPT en la sede del Cogiti-UAITIE.

La necesidad de integrar los conocimientos del ámbito científico-tecnológico, tanto en la educación secundaria obligatoria como en el bachillerato, es la base del manifiesto de la Plataforma Estatal de Asociaciones del Profesorado de Tecnología (PEAPT), al que se han adherido el Cogiti-UAITIE, la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingenierías del ámbito industrial (CDITI) y la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de ámbito industrial (AERRAITI).

Las citadas instituciones y entidades se unen de este modo a las reivindicaciones de la PEAPT, que están motivadas en el hecho de que llevamos varios años en los que las diferentes disposiciones y regulaciones que afectan a la ESO y al bachillerato están reduciendo de forma sistemática tanto las horas de formación como el peso específico de las asignaturas tecnológicas. Es una situación que les preocupa, como ya han

trasladado en varias ocasiones al Ministerio de Educación.

Uno de los pilares en los que se sustenta el 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* es la necesidad de establecer un pacto de Estado social y político por la educación, como base de las reformas que necesita nuestro país. Otro de los fundamentos del manifiesto es la creciente demanda de perfiles tecnológicos en el mercado laboral, especialmente carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

El manifiesto fue firmado el 16 de junio por José Antonio Galdón Ruiz, presidente de Cogiti; Juan José Domínguez Jiménez, presidente de CDITI; Francisco Javier de Lara García-Brioles, presidente de AERRAITI, y Ester Micó Amigo, presidenta de PEAPT.

Homenaje a Ramón Entrena

Ramón Entrena Cuesta, asesor jurídico del Cogiti, recibió un merecido homenaje el pasado 17 de junio, arropado por cerca de un centenar de invitados, como reconocimiento a toda su trayectoria profesional en defensa de la profesión de ingeniero técnico industrial desde 1971. Uno de los momentos más emotivos del acto fue la imposición de la Insignia de Oro y Brillantes de la institución al homenajeado, por parte del presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, que le dedicó unas afectuosas palabras, al expresar que sin él, la profesión no sería lo que es hoy. A lo que añadió que es una de las personas que, sin ser ingeniero, más quiere a la profesión, y por ello, la profesión también le quiere a él.



José Antonio Galdón Ruiz, presidente del Cogiti, impone la Insignia de Oro y Brillantes a Ramón Entrena Cuesta, asesor jurídico de la institución.

Proyectos ganadores del Premio 2017 de Iniciación a la Investigación Tecnológica de la UAITIE

La Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE) ha entregado los premios de la convocatoria 2017 del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica dirigido a estudiantes de la ESO y bachillerato, con el objetivo de fomentar las vocaciones hacia la ingeniería.



José Antonio Galdón, presidente del Cogiti-UAITIE, junto a representantes de los alumnos premiados.

Grandes dosis de ingenio, creatividad y sobre todo mucha ilusión son los ingredientes que han llevado a los alumnos de ESO y bachillerato a presentar sus proyectos a la convocatoria 2017 del Premio Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica, que tiene como objetivo fomentar las vocaciones y el interés de los alumnos preuniversitarios por los estudios de ingenierías de la rama industrial, mediante la práctica de actividades de iniciación a la investigación tecnológica, así como la potenciación de las asignaturas de Tecnología y la concienciación de la sociedad, en general, sobre el papel de los ingenieros en los procesos de investigación e innovación de la tecnología y la industria. Los trabajos presentados tenían que estar orientados a la mejora de la eficiencia energética.

Un pequeño vehículo robotizado capaz de realizar pequeñas tareas cotidianas destinado a personas con movilidad reducida ha sido el proyecto ganador en la categoría ESO, y ha correspondido a los alumnos de Tecnología del IES Joaquín Romero Murube, de Los Palacios y Villafranca de Sevilla. Según han explicado los alumnos, el proyecto, denominado *El brazo ayudante*, está motivado por el alto consumo que requieren muchos de los recursos mecánicos, electrónicos y

energéticos en la propia vivienda para poder tener una vida lo más independiente posible. Por ello, los estudiantes decidieron utilizar sus nuevos conocimientos en robótica para intentar dar solución a este problema a través de su proyecto, y que al mismo tiempo se pudiera visualizar cualquier parte de la vivienda donde estuviera el objeto que se pretendía recoger con el brazo articulado. Todo el conjunto puede controlarse desde cualquier dispositivo Android con Bluetooth, mediante *software* gratuito.

El segundo proyecto clasificado en la modalidad de ESO ha sido el presentado por el colegio La Salle de Palma de Mallorca: *Efecto Seebeck relacionado en automóviles*. Se trata del diseño y construcción de un posible método de aprovechamiento de la termoelectricidad en automóviles y reducir así las emisiones de CO₂. Para comprobar su efectividad, el proyecto consta de dos células Peltier, que suministran electricidad a un motor con reductora.

En cuanto a la categoría de bachillerato, el proyecto ganador ha sido para el IES Benlliure de Valencia, denominado *SEPS (Sistema de Eliminación de Partículas en Suspensión)*. A través de una malla ionizadora captadora de partículas, el sistema diseñado por los alumnos es

capaz de ionizar las partículas y atraerlas con éxito, desempeñando la función que perseguían desde un principio, y evitar la entrada de polvo o polen al interior de un recinto aun con la ventana abierta. El segundo clasificado es el proyecto *Tech tat*, presentado por los alumnos del IES Ramiro de Maeztu de Madrid. Se trata de un tatuaje inteligente para ayudar al usuario con su salud y condición sanitaria.

Entrega de premios

Los premios se entregaron el 16 de junio, en la sede de la UAITIE, donde los alumnos de tercer y cuarto curso de la ESO, y de primero y segundo curso de bachillerato pudieron exponer ante los miembros del jurado calificador y otros representantes institucionales y de la profesión sus proyectos ganadores, incluso con experimentos prácticos. De este modo, los futuros talentos dieron a conocer con ingenio y habilidad sus sistemas de mejora de investigación e innovación de la tecnología y la industria.

La UAITIE ha entregado 6.000 euros en premios, en total, repartidos entre los impulsores del proyecto y los centros educativos, con el patrocinio de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Economía y Competitividad, y de Caja de Ingenieros. Al concurso se presentaron un total de 28 trabajos procedentes de institutos de prácticamente todo el territorio español, y participaron 128 alumnos.

El presidente de Cogiti-UAITIE, José Antonio Galdón Ruiz, felicitó tanto a los estudiantes premiados como a los centros educativos, que han apostado firmemente por estos premios, "ya que es para estar orgullosos de sus alumnos", a los que animó a estudiar ingeniería, como motivación primordial de este concurso. El acto de entrega de los premios contó también con el secretario general de Ciencia e Innovación, Juan María Vázquez Rojas, que además de felicitar a los estudiantes, agradeció a los profesores su implicación.

Más información y acceso a los trabajos premiados en cogiti.es

El Cogiti alerta de que hay más de 100 títulos de grado en ingeniería de la rama industrial sin atribuciones

Grados “blancos” sin atribuciones profesionales están provocando numerosas quejas por parte de los titulados, que ven cómo después de cuatro años de estudios no pueden ejercer como ingenieros, lo que les provoca una enorme frustración profesional, causada en gran parte por la escasa o nula información de la que disponen.

El Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti) vuelve a alertar a los estudiantes de la existencia de numerosos títulos de grado en ingeniería que ofrecen las universidades que no otorgan atribuciones profesionales, algo que los alumnos que quieren estudiar una ingeniería y los titulados no tienen muy claro hasta que se dan cuenta de que su titulación no les habilita para el ejercicio profesional.

Este hecho está provocando numerosas quejas especialmente por parte de los titulados, que ven cómo después de cuatro años de estudios, no pueden ejercer como ingenieros, lo que les provoca una enorme frustración profesional, causada en gran parte por la escasa o nula información que las universidades han ofrecido sobre dichas titulaciones. El Cogiti señala también que existen titulaciones con denominaciones similares en diferentes universidades y que, sin embargo, unas otorgan atribuciones profesionales y otras no, lo que provoca una enorme confusión entre los alumnos, los empleadores y la propia sociedad.

Títulos sin atribuciones

En total, en la actualidad hay más de 100 títulos de grados en ingeniería del ámbito industrial que no otorgan atribuciones profesionales. Este hecho, aunque es totalmente legal, desde el Cogiti entienden que no se ajusta a los requerimientos de los futuros ingenieros, por cuanto ven imprescindible que el título de grado sea generalista y, además, les habilite para el ejercicio profesional, lo cual les permitirá tener un mayor campo de actividad profesional, tal como demuestra el reciente informe de la situación en el mercado laboral de la ingeniería de la rama industrial. Según dicho informe, queda muy claro que las empresas requieren profesionales que sean capaces de adaptarse a entornos cambiantes y que sean versátiles.

Si a los estudiantes los especializa-



Estudiantes de ingeniería de la rama industrial.

mos en el grado, les estamos cerrando puertas laborales e impidiendo que puedan reciclarse o adaptarse con posterioridad a través de los másteres de especialización u otras formaciones, por lo que estaremos creando un profesional muy limitado.

Por todo ello, solicitan al Ministerio de Educación que vele por que la información que ofrecen las Universidades de los títulos de grado contenga una referencia clara y concisa sobre el acceso a las profesiones de ingeniero y las atribuciones profesionales, para que los alumnos puedan decidir con criterio.

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, recomienda a todos los que quieran estudiar una Ingeniería de grado que “escojan cualquiera de las que tienen atribuciones profesionales, puesto que les otorgará muchas más salidas profesionales y, posteriormente si así lo estiman, realicen los másteres de especialización que se correspondan con el área o áreas de trabajo que quieran desarrollar”. Además, recuerda que los grados en ingeniería con atribuciones son los que les otorgarán capacidad legal para la firma de proyectos, direcciones técnicas, informes, etc., ya que

podrán ejercer la profesión regulada de ingeniero técnico industrial, que aunque no sea su objetivo a primera vista, será una posibilidad más que le acompañará durante toda su vida profesional.

Comunidad de Ingenieros 4.0

Asimismo, con el fin de ayudar a los estudiantes en su proceso académico y, una vez acabado, servir de vínculo con el mundo laboral y la profesión de ingeniero, el Cogiti pondrá en marcha próximamente el portal Comunidad de Ingenieros 4.0, de forma conjunta con la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de Ámbito Industrial (AERRAITI). En este portal, los estudiantes encontrarán, entre una gran variedad de contenidos de interés para ellos, toda la información relativa a las titulaciones correspondientes a los grados en ingeniería de la rama industrial, que les ayudará a realizar su elección conociendo todos los factores, especialmente en lo referente a los denominados “grados blancos”, sin atribuciones profesionales.

En cogiti.es puede descargarse el listado con todas las titulaciones de grado en ingeniería del ámbito industrial, con y sin atribuciones profesionales.

La CNMC respalda a los ingenieros técnicos en la realización de los informes de evaluación de edificios

Un nuevo informe de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) vuelve a ser favorable a las tesis defendidas desde el principio por el Cogiti y los colegios al pedir que se elimine la reserva de actividad para arquitectos y arquitectos técnicos en la realización de los informes de evaluación de edificios (IEE).

El objeto del informe es realizar un análisis económico de la reserva de actividad de arquitectos y arquitectos técnicos en la inspección técnica de edificios (IEE, en el País Vasco mantiene la denominación de ITE, con las mismas verificaciones que los IEE a nivel estatal) en Bilbao, desde la óptica de la competencia y la regulación económica eficiente. Sin embargo, lo relevante del mismo es que en él se establece, a modo de conclusión, que la reserva de actividad para arquitectos y arquitectos técnicos en la ITE (IEE) debe ser eliminada del marco normativo y de las actuaciones de las Administraciones públicas, "permitiendo que cualquier otro profesional capacitado pueda entrar y prestar dicho servicio".

En el informe se indica, además, que "mediante una reserva de actividad para

arquitectos y arquitectos técnicos se impide la entrada de muchos profesionales competentes para prestar este servicio, entre los que se encuentran, entre otros, los ingenieros, ingenieros técnicos y los físicos".

Asimismo, explica: "La evidencia empírica disponible muestra que las restricciones de entrada y ejercicio en el mercado de servicios profesionales incrementan los precios de estos servicios, sin que por norma general se produzcan incrementos de la calidad. Además, la evidencia también muestra que tienen efectos negativos sobre el empleo, la movilidad geográfica de los profesionales y la productividad".

Este informe de la CNMC viene a sumarse a otros informes emitidos anteriormente por dicha organización en los que

ha mantenido la misma línea argumental, autorizando la redacción de informes de evaluación de edificios por los ingenieros técnicos industriales, frente a las tesis de las diferentes Administraciones públicas y del propio Ministerio de Fomento; y reflejando, de este modo, las reivindicaciones que se llevan realizando por el Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti) y otras ingenierías desde la promulgación de la Ley 8/2013, dado que la desafortunada interpretación de la misma por parte de algunas Administraciones ha estado generando una gran problemática para los profesionales de la ingeniería, que de forma sistemática veían frustradas sus posibilidades de realizar los citados trabajos.

El Cogiti participa en el congreso de la AERRAITI



De izquierda a derecha, Eva Jiménez, José Antonio Galdón, Miguel Ángel Collado, Luis Sánchez y Francisco Javier de Lara.

José Antonio Galdón, presidente del Cogiti, participó en el LVIII Congreso de la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de Ámbito Industrial (AERRAITI), que se celebró en la Escuela de Ingeniería Industrial de Toledo de la Universidad de Castilla-La Mancha del 17 al 23 de abril. Durante la inauguración del congreso manifestó sentirse entusiasmado con el "compromiso social de estos jóvenes estudiantes, que dedican gran parte de su tiempo a

trabajar por los demás. Son todo un referente y la esperanza de una sociedad mejor".

Galdón estuvo acompañado, en la mesa presidencial por el rector de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), Miguel Ángel Collado Yurrita; el director de la Escuela de Ingeniería Industrial de Toledo de la UCLM, Luis Sánchez Rodríguez; la concejala delegada de Servicios Públicos y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Toledo, Eva Jiménez Ro-

dríguez, y el presidente de la AERRAITI, Francisco Javier de Lara.

Galdón aprovechó la ocasión para presentar a los alumnos las líneas básicas del proyecto de portal Comunidad de Ingenieros 4.0, creado en colaboración con la AERRAITI para ayudar a los estudiantes en su proceso académico y, una vez acabado, servir de vínculo con el mundo laboral y guiarles en su profesión. El proyecto está en pleno proceso de desarrollo, pero está previsto ponerlo en marcha próximamente.

A continuación, se llevó a cabo una interesante mesa de debate sobre el sector energético, con profesores de la escuela y expertos en la materia, que estuvo moderada por el presidente del Cogiti.

En el congreso participan unos 60 estudiantes de una treintena de escuelas politécnicas de toda España, en un encuentro donde también se lleva a cabo su tradicional asamblea. El objetivo de este congreso es "la puesta en común" del trabajo desarrollado a lo largo del año, además de establecer las líneas que seguir por la asociación en el futuro.

Galdón, reelegido vicepresidente de Unión Profesional

El pasado 20 de abril, Unión Profesional (UP) celebró su asamblea general ordinaria, así como la asamblea de elecciones a la comisión ejecutiva, para la renovación de varios cargos, entre ellos los de vicepresidente. Con esta reelección, José Antonio Galdón revalida el cargo de forma consecutiva.

Tras conocer el resultado de las elecciones, el presidente del Cogiti manifestó que seguirá trabajando con ilusión por las profesiones españolas. Unión Profesional es la asociación que agrupa las profesiones colegiadas españolas con la misión de defender la cultura y los valores profesionales. En total, son 33 los Consejos Generales y colegios profesionales de ámbito nacional que forman parte de esta asociación, cuyos principales ejes de trabajo se centran en el desarrollo profesional de la empleabilidad, la formación y la internacionalización a través del modelo colegial.

Asamblea general ordinaria

Ese mismo día se celebró, en la sede del Consejo General de Procuradores, la asamblea general ordinaria de Unión Profesional. El presidente de Unión Profesional, Jordi Ludevid i Anglada, tras la lectura y aprobación del acta de la asamblea general celebrada el pasado 21 de diciembre de 2016, procedió a dar cuenta de las últimas actividades de la institución, entre las que se encuentran todas aquellas relacionadas con la organización del I Congreso Nacional de Pro-



José Antonio Galdón Ruiz.

fesiones; el envío de las alegaciones a la Comisión Mixta para la UE del Congreso de los Diputados, y a la Comisión Europea, sobre la propuesta de Directiva sobre el Test de Proporcionalidad, así como el de las alegaciones a la propuesta de la Comisión Europea del Sistema de Notificaciones. También se hicieron llegar las alegaciones al Consejo de Estado con relación al Proyecto de Real Decreto por el cual se establece la regulación y los procedimientos para el reconocimiento de las cualificaciones adquiridas en otros Estados miembros de la Unión Europea

a los efectos de acceder y ejercer una profesión regulada en España.

También trasladó sus impresiones sobre la reunión mantenida recientemente con el actual director general de Comercio Internacional e Inversiones, José Luis Káiser, cuyo propósito era conocer el punto de vista de Unión Profesional sobre el Brexit: cómo puede afectar la salida de Reino Unido a las profesiones y qué intereses deberían ser defendidos para que la Comisión Europea los incluya en su paquete negociador.

Más información en cogiti.es.

Nuevo examen de verificadores de líneas de alta tensión

El Cogiti llevó a cabo, el pasado sábado 3 de junio, una nueva prueba enmarcada en la Convocatoria del Servicio de Certificación de Personas para Verificadores de Líneas de Alta Tensión hasta 30 kV, acorde a la norma UNE-ES ISO IEC 17024. El Cogiti es la única entidad que realiza esta certificación en España.

Al igual que en los anteriores exámenes realizados (el último se llevó a cabo el pasado 3 de diciembre), la prueba celebrada en la sede del Cogiti, constaba de una parte teórica y de dos supuestos prácticos, y estaba dirigida a todos aquellos profesionales que estuvieran interesados y contaran con los requisitos para optar a ella.

El Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Indus-



Imagen del examen realizado el 3 de junio en la sede del Cogiti.

triales de España (Cogiti) ha obtenido la acreditación de ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) como Entidad Certificadora de Personas en Líneas de Alta Tensión, cuyo objetivo final es emitir un certificado de la capacitación profesional, acorde con las normas establecidas para el desempeño de ciertas actividades.

La convocatoria del pasado 3 de junio es la quinta que lleva a cabo el Cogiti, y

en la actualidad ya hay expertos verificadores de LAT hasta 30 kV certificados por la institución. Los candidatos deben acreditar fehacientemente experiencia suficiente en este ámbito y someterse a un examen de evaluación diseñado por expertos en la materia que actúan con total independencia y que garantizan, por lo tanto, la fiabilidad y la transparencia del proceso de evaluación.

Más información en cogiti.es.

El Cogiti pide mayor protección para los ciudadanos en la nueva legislación europea de servicios profesionales

Como respuesta al nuevo paquete de medidas de la Comisión Europea (CE) presentado el 10 de enero como parte del plan de trabajo establecido en la "Estrategia para el Mercado Único", el Cogiti ha presentado una serie de alegaciones ante la CE y el Comité Económico y Social Europeo (CESE) sobre esta nueva legislación que afecta a los servicios profesionales.

A través de la "Estrategia para el Mercado Único", presentada en octubre de 2015, la CE pretende cumplir varios propósitos con respecto a las profesiones, como mejorar las oportunidades de movilidad a través de las fronteras para las empresas y los profesionales, el reconocimiento de las titulaciones profesionales y la prestación transfronteriza de servicios destinados a las empresas, servicios de construcción y otros servicios que generan crecimiento.

El nuevo paquete de medidas presentado el pasado 10 de enero por la CE recoge cuatro iniciativas concretas: una nueva tarjeta electrónica europea de servicios; evaluación de la proporcionalidad de las normas nacionales sobre los servicios profesionales; orientaciones sobre las reformas nacionales de la reglamentación de las profesiones, y la mejora de la notificación de los proyectos de legislación nacional sobre servicios.

El Cogiti, como organización profesional implicada, en representación de los ingenieros del ámbito industrial, ha presentado sus alegaciones a este paquete legislativo y ha trasladado sus pri-

meras impresiones tanto al Comité Económico y Social Europeo (CESE) como a la Comisión Europea. Se inicia ahora un periodo de tramitación parlamentaria del citado paquete de medidas, por lo que a lo largo de los próximos meses, el Cogiti trasladará a la Comisión Europea sus opiniones e inquietudes al respecto. En este sentido, una de sus principales preocupaciones es que la nueva normativa salvaguarde la seguridad, la protección y los intereses de los ciudadanos, como ya han trasladado a Stefano Palmieri, miembro del CESE, en el marco de las reuniones que han mantenido con representantes de estas instituciones europeas. Al mismo tiempo, entre los principales objetivos del Cogiti se encuentra el de lograr un buen posicionamiento de la ingeniería española en el marco de la Unión Europea.

Por su parte, el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, expresó su visión acerca del nuevo paquete legislativo de la CE sobre servicios profesionales y las nuevas acciones legislativas previstas por la Unión Europea para 2017, con especial trascendencia para las pro-

fesiones reguladas, los colegios profesionales y la ingeniería. En su opinión, esta nueva normativa, en periodo de tramitación, se ha establecido "primando criterios economicistas, pero no la incidencia directa que una profesión como la ingeniería tiene sobre la seguridad de las personas, algo que en países como el nuestro requiere una cierta regulación y legislación".

Para el presidente del Consejo, los cambios que van a venir pasan por una mayor desregulación y por una evaluación periódica de las atribuciones profesionales, como ya ocurre en los países de nuestro entorno, lo que también comportará aspectos positivos y afectará a los colegios profesionales, que como en el caso del Cogiti, "se han convertido en centros de prestación de servicios modelicos que los colegiados demandan y valoran".

Uno de los puntos clave de las iniciativas presentadas por la CE se centra en la evaluación de la proporcionalidad de las normas nacionales sobre los servicios profesionales.

Más información en cogiti.es.

Galdón muestra su apoyo y colaboración a la CDITI



Asamblea de la Conferencia de Directores de Escuelas de ámbito industrial celebrada en la sede del Cogiti.

En la asamblea de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingenierías de ámbito industrial (CDITI), celebrada el 6 de abril en la sede del Cogiti, han participado los directores de una treintena de directores. El presidente del Consejo

General, José Antonio Galdón, intervino al comienzo de la asamblea para ofrecerles su apoyo y colaboración.

El presidente del Cogiti ha mostrado su apoyo a la CDITI, presidida por Juan José Domínguez Jiménez, director de

la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz, ya que constituyen un pilar básico en la formación de los nuevos ingenieros, y en su preparación para adaptarse a las necesidades de la sociedad actual. Además, son un referente primordial para la profesión de ingeniero técnico industrial, por lo que les felicitó por "el magnífico trabajo que están realizando para ofrecer a la sociedad los mejores ingenieros".

José Antonio Galdón destacó que la colaboración entre la institución a la que representa y la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingenierías de ámbito industrial es fundamental y necesaria para lograr el mejor posicionamiento de los graduados en ingeniería de la rama industrial en la sociedad.

La ingeniería JMP, un centro tecnológico polivalente en La Rioja para dar soporte de I+D+i a otras empresas

JMP es una empresa de ingeniería fundada en La Rioja (España), donde está certificada como centro tecnológico privado. Con dilatada experiencia en desarrollo, construcción e implantación de soluciones de ingeniería de procesos y productos basados en tecnologías de frontera, JMP lidera, coordina y participa en numerosos proyectos estratégicos internacionales en sectores como el aeroespacial, administraciones públicas, agricultura, alimentación, energía, industria, minería, *retail*, sanidad, seguridad y transporte entre otros.

Creada en 1993 por un grupo de profesionales del sector electrónico y de la automoción, firmemente decididos a demostrar la elevada rentabilidad de las inversiones en tecnología de producto y de proceso, la compañía riojana JMP Ingenieros es hoy en día una ingeniería con vocación polivalente, enfocada a dar soporte y a aportar soluciones a aquellas empresas que estructuralmente carezcan de un departamento de I+D+i pero que tengan la necesidad de desarrollar nuevos productos o mejorar tecnológicamente sus procesos productivos.

Sectores estratégicos

Basándose en el hecho de que la innovación es el factor fundamental del progreso y que nunca como hoy se ha dado la posibilidad de convertir en directamente productivo el trabajo intelectual, JMP crea tecnología en sectores estratégicos y luego la convierte en apta y la reutiliza para generar soluciones accesibles, rentables y disruptivas en sectores industriales y básicos.

Continuas inversiones en formación de personal técnico, instalaciones y equipamientos han dotado a la compañía de los medios necesarios para realizar proyectos de ámbito internacional en los distintos sectores de tecnología en los que está presente y le han permitido obtener el certificado de excelencia de la comisión europea en excelencia, impacto, calidad y eficiencia de implementación en sus proyectos.

Especial incidencia tiene la división de Factory 4.0, en la que JMP recibió en 2016 el 2º premio Satellite 4.0 por

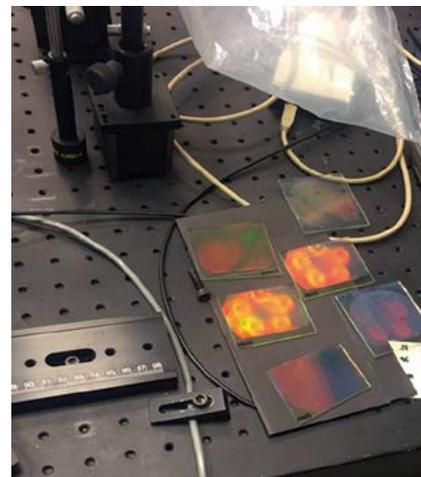


Sede de JMP Ingenieros en Sotés (La Rioja).



su nuevo concepto de arquitectura de acceso al espacio.

Con más de 450 proyectos en cartera, los servicios de la compañía abarcan desde la consultoría a la ejecución llave en mano de productos y procesos, contando para ello con departamentos de matemáticas, física industrial, óptica holográfica, robótica, visión artificial y aumentada, electrónica, comunicaciones entre otros, en los que cuenta con criterio, ideas, conocimiento, experiencia y capacidad de implementación.



JMP, que tiene 16 empleados, trabaja actualmente en los siguientes sectores: arte, ganadería, papeleras, transporte, renovables, alimentación, restauración, construcción, telecomunicaciones, *retail*, textil, naval, minería, joyería, energía, sanidad, calzado, defensa y seguridad, automoción y auxiliar, aeronáutica y espacio, electrónica de consumo, agricultura de precisión, Administraciones públicas, infraestructuras y obra civil, emergencias y protección civil.

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

Un programa desarrollado en Colaboración con:



Ventajas de nuestro programa

- Único programa con **1 instructor por cada 2-3 alumnos** y **especialización en fotogrametría con drones**.
- Con un módulo de Introducción a **sistemas LiDAR** embarcados en drones donde se explicarán múltiples aplicaciones prácticas de esta tecnología revolucionaria en RPAS.
- **Aprendizaje individualizado** y personalizado gracias a las ventajas de la formación elearning.
- Disponibilidad* de prácticas de vuelo en todo el territorio español para grupos reducidos de alumnos.
- Prácticas de captación de datos en vuelo sobre **escenarios reales** propuestos por los colectivos interesados.
- Planificación de rutas para vuelos fotogramétricos: **aplicación práctica a la minería**.
- Instrucción en los sistemas de programación de vuelos más utilizados en el entorno profesional.
- Uso práctico de distintos sensores instalados en RPAS de cualquier segmento de peso por debajo de 25Kg MTOW.
- **Inmersión en el uso profesional de los RPAS** como herramienta de alta capacidad y sus posibilidades en tareas de inspección, producción y actividad minera.
- Certificado Oficial de PILOTO AVANZADO RPAS.

(*) Necesario un mínimo de alumnos.

Único programa
con **1 instructor**
de vuelo por
cada **2-3 alumnos**
y especialización
en **fotogrametría**
con drones

- Fecha de Inicio: **17/10/2017** • Fecha de finalización: **15/02/2018**
- Fecha límite admisión: **10/10/2017**

PLAZAS
LIMITADAS

Formación Oficial:

- Formación **Teórica Básica** RPAS (50h)
- Curso elearning con examen presencial.
- Formación **Teórica Avanzada** RPAS (10h)
- Curso elearning 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 elearning (10h) con prácticas de captación de datos en vuelo.

Introducción al Sistema LiDAR

- Curso elearning (10h) y 2h de clase presencial.

Curso Oficial de Piloto
Avanzado de RPAS (Drones)
y Especialización en Vuelo

Precio Total
1.845€

Precio Ingenieros Colegiados
(30% descuento)
1.291,5€

Precio especial **30%** de descuento para ingenieros colegiados.

Infórmate ahora ↓

Aplicaciones más relevantes de los drones o RPAS en el ámbito de la ingeniería

Alejandro Ávila

En la actualidad, el uso de drones o RPAS (siglas de *Remotely Piloted Aircraft Systems*) es de gran interés no solo en el sector audiovisual, sino que, a medida que pasa el tiempo y la tecnología avanza, en casi todas las áreas de la ingeniería podemos contar con este tipo de equipos para dar soluciones donde antes ni siquiera se podían obtener resultados. A continuación, se explican a grandes rasgos diversas aplicaciones en el campo de la ingeniería.

Inspección de instalaciones eléctricas. En este campo, los RPAS se vienen empleando para poder observar elementos en altura o de difícil acceso desde tierra. Podremos identificar situaciones o condiciones irregulares, a partir de las cuales se pueda ocasionar algún tipo de accidente eléctrico. En las inspecciones visuales solemos buscar entre otros: fallos en diseño o construcción, evaluación de riesgos, inspección del estado actual de las líneas y sus instalaciones, revisión de interruptores, aisladores, etc., verificación de desconexiones, revisión de sistemas de refrigeración, revisión de repuestos más críticos, etc.

Es de gran interés el realizar este tipo de inspecciones con cámaras termográficas. A partir de estas, podremos realizar un mantenimiento predictivo y preventivo de las instalaciones evitando, de esta manera, posibles incidencias en el suministro, así como futuras averías y reducción de costes.

Aerogeneradores. Este tipo de tecnología es de gran aplicación para realizar el seguimiento del estado actual de los aerogeneradores. Debido al material con el que están construidas las palas de los mismos y su exposición a diferentes fenómenos atmosféricos, y que están sometidas a diferentes torsiones y tensiones a lo largo del tiempo, se producen grietas y roturas en dichos elementos. Es primordial un seguimiento del estado en el que se encuentran dichas palas y detectar los posibles problemas que puedan surgir. Gracias a los RPAS proporcionamos eficacia, seguridad y reducimos drásticamente



Foto: Andrew Turner.

los tiempos y costes de inspección con métodos tradicionales.

Líneas de vista. Las comunicaciones de datos de larga distancia son más efectivas a través de las redes inalámbricas, donde la orografía del terreno y los obstáculos geográficos son un inconveniente para la correcta propagación de dichas comunicaciones. El poder indicar con un RPAS con exactitud que hay línea visual entre dos elementos a una altura determinada viene siendo de gran utilidad para las empresas de telecomunicaciones.

Cartografía y topografía. Esta es una de las aplicaciones de los RPAS más extendidas en la actualidad, puesto que a partir de su uso se pueden obtener diversos productos cartográficos tales como modelos digitales de elevaciones, mapas topográficos, ortomosaicos y mapas hipsométricos entre otros. Gracias a la autonomía de este tipo de aeronaves, podemos obtener estos productos de una manera precisa, sobrevolando grandes extensiones de terreno con información de alto nivel tecnológico.

Obra civil. A partir de los RPAS, podemos obtener mediciones parciales en una obra de una manera precisa y rápida y, a partir de ellas, podremos

calcular certificaciones de obra, movimientos de tierras, volúmenes de vertederos y hasta obtener el cierre de obra. De esta manera, se puede llevar un control más exhaustivo del avance de la obra, las desviaciones que presenta con respecto al proyecto inicial y el registro temporal de actuaciones realizadas.

Sistema LiDAR. La cartografía LiDAR, particularmente empleando un RPAS, es un método no intrusivo para obtener datos georreferenciados con el máximo detalle y precisión (nubes de puntos). Estos sistemas permiten obtener información masiva de datos, con la particularidad de que se puede ver la adquisición en tiempo real. De esta manera, se puede modificar la ruta programada si se descubrieran huecos en la nube de puntos. Aplicaciones: captura de la topografía de minas a cielo abierto, líneas eléctricas, vías de ferrocarril e inspección de tuberías, mapeo de terrenos y acantilados, cartografía de corredores, aplicaciones forestales, zonas inundables, desprendimientos de tierra y desastres por terremotos.

Alejandro Ávila es instructor del curso de piloto avanzado de RPAS de Wolters Kluwer.

Nuevo impulso para la Escuela de Fomento Industrial con nuevas áreas de formación

La renovación de la EFI se concreta en la introducción de cursos en las áreas de ingeniería forense, liderazgo y competitividad y gestión empresarial, además de la pionera de desarrollo directivo

La Escuela de Fomento Industrial lleva años trabajando con el objetivo de fomentar la industria proporcionando ayuda y apoyo a directivos y técnicos de este sector a través de cursos que les dotarán de las herramientas necesarias para llevar a cabo su labor con mayor eficacia. Estos cursos son muy económicos y se imparten en los colegios oficiales de ingenieros técnicos industriales del territorio nacional.

La evolución de la sociedad y de sus necesidades conlleva a una evidente renovación de la industria. Con esta idea de renovación surgen las nuevas charlas de presentación de los

cursos de la Escuela de Fomento Industrial, ya programadas en algunos centros territoriales y que se van a desarrollar en todos los colegios, favoreciendo así la difusión de estos y su conocimiento por parte de los colegiados.

Además, con esta necesidad de evolución y renovación era necesaria la introducción de nuevas áreas de formación además de las ya existentes.

Estas áreas son ingeniería forense, liderazgo y competitividad, y gestión empresarial, además de la pionera de desarrollo directivo.

Área de desarrollo directivo



Lean Manufacturing–Toyota Production System
Curso de 16 horas

Ingeniería de procesos–Métodos y tiempos. Curso de 8 horas



Gestión y control de costes
Curso de 8 horas

Estrategia y planificación de operaciones Curso de 20 horas

Logística y Supply Chain Management
Curso de 8 horas

Gestión de proyectos-Project Management Curso de 12 horas



Área de liderazgo y competitividad



Liderazgo en la industria
Seminario de 4 horas

Competencias del liderazgo
Curso de 8 horas

Liderazgo en entornos industriales
Curso de 8 horas

Competencias para competir
Curso de 8 horas



Área de ingeniería forense



Actuación pericial
Curso de 16 horas

Valoración de industrias
Curso de 24 horas

Reconstrucción de accidentes
Curso de 32 horas



Área de gestión empresarial



Growth Engine Curso de 60 horas

Fase 1: Diseño y validación de la idea, de 31 horas
Fase 2: Desarrollo de negocio, de 21 horas
Fase 3: Desarrollo personal, de 8 horas

QUÉ NECESITAS?

Indicanos tus necesidades, y te ayudaremos a encontrar el mejor servicio indicado para tí.



Escoge tus necesidades

- Busco empleo
- Mejorar profesionalmente
- Avanzar en mi carrera
- Trabajar en el extranjero
- Orientación laboral
- Necesito promocionarme
- Acceder al mercado laboral
- Reorientar mi profesión

Descubre que servicios són los más indicados para tí

HERRAMIENTAS

Descubre los servicios que te ayudan a alcanzar tus objetivos



Pilot Primer Empleo

El equipo de RRHH del COGITI orienta a los colegiados a iniciar la búsqueda de empleo de una forma estructurada y eficiente, así como en la preparación de entrevistas, CV, cartas de presentación etc.



Bolsa de trabajo

ProEmpleo.es es el único portal sectorial que recogerá todas las ofertas de empleo para ingenieros existentes en el mercado laboral, tanto de ámbito nacional como internacional.



Coaching

Si quieres dar un impulso a tu carrera cuenta con el programa de coaching de transición, en el que expertos en RRHH te ayudarán a esclarecer metas y cómo alcanzarlas, gestión conflictos, términos laborales, etc.



BECAS ING

Si eres recién titulado y quieres acceder al mercado laboral obtén asistencia personal de nuestro equipo de RRHH sobre los programas de becas en instituciones y empresas nacionales e internacionales.



Acreditación DPC Ingenieros

Se trata de un 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.



Mentoring profesional

Un grupo de ingenieros de prestigio en el sector de la ingeniería podrán enseñarte, aconsejarte, guiarte y ayudarte en tu desarrollo personal y profesional como aprendiz o discípulo.



QUIENES SOMOS

CONTÁCTANOS



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 dossieres 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

Fundación Técnica Industrial

La Fundación "Técnica Industrial" es una organización sin ánimo de lucro, creada por el COGITI y la UAITIE, cuyo patrimonio se halla afecto, de forma permanente, a la realización de fines de interés general, como son el impulso y desarrollo, a nivel profesional e institucional, de la Ingeniería Técnica Industrial y la formación permanente de los Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales. El constante cambio y transformación de las tecnologías que demanda la actual sociedad del conocimiento en su entorno globalizado hacen necesaria una especial atención a los beneficiarios de la Fundación y a tal fin esta orienta su objeto primordial "la formación y desarrollo cultural de los Ingenieros Técnicos Industriales", editando la Revista "Técnica Industrial", colaborando con los distintos Colegios que componen el Patronato en la realización de publicaciones, seminarios, conferencias y cuantas actividades se consideran necesarias para la mejor formación de los colegiados, dotándolos del oportuno y adecuado fondo documental que les permita afrontar los retos que el nuevo milenio ofrece en los distintos sectores en que desarrollan su actividad profesional.

Escuela de Fomento Industrial

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. El objetivo 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. 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.



**Premios y Becas
Fundación Técnica Industrial**



**Publicaciones
y
Normas UNE**



**Revista
"Técnica Industrial"**

Acceda a www.fundaciontindustrial.es e infórmese

Ingeniería de procesos y de planta. Ingeniería Lean

Lluís Cuatrecasas

Profit Editorial, Barcelona, 2017, 411 págs.
ISBN 978-84-16904006

Este libro es un compendio de cuanto se precisa conocer y aplicar para diseñar los procesos de producción, teniendo en cuenta todos los elementos que requieren las operaciones que los conforman (materiales, máquinas, instalaciones, elementos de transporte, etc.), para luego desarrollarlos con todo el detalle y, finalmente, implementarlos en una planta dispuesta al efecto.

De hecho, el libro de Lluís Cuatrecasas, catedrático de la Universidad Politécnica de Cataluña y presidente del Instituto Lean Management de España, abarca la doble misión de la ingeniería de procesos y de planta: diseñar, desarrollar y organizar los procesos y sus operaciones siguiendo las pautas del modelo de gestión utilizado, tratando de optimizar las magnitudes clave de la eficiencia, como la productividad, la calidad, el tiempo de proceso o el *stock* generado. Por otra parte, la otra misión es la de determinar y adquirir las máquinas y equipos técnicos necesarios, ajustando sus características a las necesidades de los procesos.

Además, el diseño y organización de procesos y plantas de producción han de ajustarse a un modelo de gestión, y aquí aparece una nueva dicotomía: el pensamiento tradicional frente a los modelos de gestión avanzados, muy especialmente el *Lean*

Manufacturing, que supone una forma muy distinta de enfocar la ingeniería, lo que evidentemente supondrá un tratamiento muy distinto, que se refleja ampliamente en esta obra.

Con esta nueva obra de un experto en la materia, el lector dispone de un excelente manual que ha de ayudarlo en todos los aspectos que precise conocer acerca de la ingeniería de procesos y de plantas y, muy especialmente, con la orientación Lean. —**Jesús González Babón**.



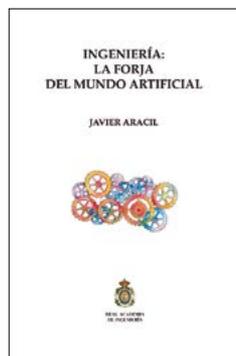
Ingeniería: La forja del mundo artificial

Javier Aracil

RAI, 2017, 256 págs. ISBN 078-84-95662-57-6

Este libro trata sobre todo de indagar en lo singular de la actividad de los ingenieros, que han contribuido decisivamente a crear el mundo artificial imaginando y construyendo artefactos dotados de utilidad. Restituir a los ingenieros su papel determinante y fundamental en la sociedad es la tesis del autor de este libro, Javier Aracil, doctor ingeniero industrial; además de plantear la especificidad del trabajo de los ingenieros, que no solo son capaces de resolver los problemas que se generan en su oficio, sino también de contribuir al fomento de la cultura intelectual en esta época en que lo técnico adquiere un papel capital.

El libro, que está dividido en tres partes, recoge los hitos de la ingeniería, trata cuestiones relativas a la forma y práctica profesional de los ingenieros y aborda la singularidad de la ingeniería muchas veces diluida por el concepto ciencia o ciencia aplicada. El autor también es consciente de lo mucho que ciencia y técnica tienen en común y de la simbiosis inevitable que hay entre ellas. Sus diferencias a lo largo de la historia es la relación primaria que tenemos con las cosas: la de su uso o la de su conocimiento. El filósofo Fernando Broncano, en el epílogo del libro, afirma que “la formación técnica de una sociedad, desde la cultura técnica general hasta la especializada y profesional de los ingenieros, es una garantía de que esa sociedad pueda elegir con libertad sus fines y proyectos”. Por ello, para él, el libro de Aracil se compromete con un modelo plural de cultura y educación. —**Pura C. Roy**



El filtro burbuja

Eli Pariser

Taurus, 1917, 289 págs. ISBN: 978-84-306-1871-2

Con un subtítulo que introduce el libro e inquieta al lector, “cómo la red decide lo que leemos y lo que pensamos”, Eli Pariser analiza lo que se ha dado en llamar información personalizada, poniendo en duda nuestra libertad para llegar a ella y exponiendo que todo aquello que parece coincidir con nuestras preferencias e intereses en realidad está dirigido no por nosotros, sino por las grandes empresas como Google, Facebook o incluso cualquier portal de noticias.

Para el autor, la personalización se basa en un trato. A cambio del servicio de filtrado, se proporciona a las grandes empresas una enorme cantidad de información relativa a nuestra vida cotidiana, gran parte de la cual no se la confiaríamos ni a nuestros mejores amigos. El filtro burbuja que ejercen puede afectar a nuestra capacidad de elegir. Ya no viviremos sin internet, así que hay que conocer algunas cuestiones y Pariser nos hace conscientes de que los datos son el gran mercado del futuro. Google no los revela, por ahora, pero sí otras muchas plataformas o páginas. Si Amazon cree que te interesan los libros de cocina, no te mostrará los que tiene de metalurgia, convirtiendo en realidad lo que el teórico de la comunicación Marshall McLuhan vaticinó: damos forma a nuestras herramientas, luego ellas nos dan forma a nosotros.”

Pariser analiza quién tiene el control, qué van a hacer los Gobiernos, qué leyes son necesarias para proteger a los usuarios, qué podemos hacer a nivel individual. Esta investigación permite conocer, para bien o para mal, esta nueva estructura y tal vez corregir algún rumbo no muy deseable de internet. —**P.C.R.**



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