REVISTA CUATRIMESTRAL DE INGENIERÍA, INDUSTRIA E INNOVACIÓN

JULIO 2016 / 6€

Técnica Industrial 314

PEROVSKITA, CÉLULAS SOLARES A BAJO COSTE

ENERGÍA VERDE PARA EL METRO DE SANTIAGO DE CHILE

IMPRESIÓN EN 3D PARA RECUPERAR EL PATRIMONIO

LA NUEVA AUTOMOCIÓN

RADIOGRAFÍA SEL SECTOR • HACIA LA CONDUCCIÓN AUTÓNOMA
LA TECNOLOGÍA DEL HIDRÓGENO • ENTREVISTA A LEYRE OLAVARRÍA, RESPONSABLE DE COCHE CONECTADO DE SEAT

INGENIEROS Y GRADUADOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOVILÍSTICA

> METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MECANISMO DE SUSPENSIÓN TRASERA DE UNA MOTOCICLETA
> LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA POR SECTORES Y SU IMPACTO ECONÓMICO
> CONTENIDO DE INSOLUBLES EN ACEITES LUBRICANTES PARA EL MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA

MATELEC INDUSTRY

25-28 OCTUBRE 2016
Madrid - España

ORGANIZA
IFEMA Feria de Madrid

SOLUCIONES PARA LA GESTIÓN, EFICIENCIA Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS PARA LA INDUSTRIA

AUTOMATEC
Automatización en Industria, Procesos y Energía

- Digital Factory
- Electrónica Industrial
- Instalaciones, Electrificación y Telecomunicaciones
- Soluciones de Control y Gestión Energética Industrial
- Otros Proveedores para la Industria

Let´s link-up
Let´s produce

CONNECTING MARKETS • MATCHING BUSINESSES • BUILDING RELATIONSHIPS

IFEMA - Feria de Madrid • Tel. 902 22 15 15 • matelec@ifema.es • www.**matelecindustry.ifema**.es • facebook.com/MatelecIndustry • @MatelecIndustry • #matelecindustry

COGITI
Formación
e-learning

Campus Virtual: Oferta formativa - Selección de cursos

Curso de diseño, mantenimiento y verificación de líneas A.T y C.T.
Cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de Baja Tensión
Autómatas programables PLC en aplicaciones de automatización industrial
Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de Baja Tensión
Proyectos de iluminación interior y exterior con Dialux
Proyectos de reforma y completado de vehículos
Interpretación y optimización de tarifas eléctricas. eficiencia en el suministro de energía
Normativa y su aplicación para la reforma y completado de vehículos
Diseño avanzado de instalaciones eléctricas de baja tensión
Estudios acústicos para actividades
Auditorías energéticas
Instalaciones térmicas en edificios: calefacción y agua caliente sanitaria
REVIT 2015 + MEP instalaciones
Diseño y cálculo de estructuras metálicas con generador de pórticos y nuevo metal 3D de CYPE
Prevención de riesgos laborales nivel básico
Diseño y cálculo instalaciones de almacenamiento y distribución de gases combustibles
Diseño y cálculo de instalaciones frigoríficas comerciales e industriales
Instalaciones solares fotovoltaicas
Experto en equipos de medida y tarificación eléctrica
Proyectos de adaptación de locales con CYPECAD MEP 2015
Peritación, investigación y reconstrucción de accidentes de tráfico
Dictámenes periciales en edificación
Planes de autoprotección según r.d. 393/2007
Hidráulica
Certificación energética de edificios

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

© COGITI · Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial
Avda. de Pablo Iglesias 2, 2º
Teléfono: 91 554 18 06 - 09 / Fax: 91 553 75 66 / E-mail: cogiti@cogiti.es
http://www.cogiti.es

COGITI
Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial

Técnica Industrial La revista de la ingeniería de la rama industrial

EN PORTADA

Nueva automoción

20 Una industria que va sobre ruedas
La industria de la automoción en España recupera el pulso tras años de crisis ***Manuel. C. Rubio***

22 Hacia la conducción autónoma ***Joan C. Ambrojo***

25 Movilidad para las megalópolis del futuro

26 Entrevista Leyre Olavarria "La visión de Seat sobre la conectividad es pasar a ser un proveedor de servicios de movilidad" ***Joan C. Ambrojo***

28 Tribuna *De los sistemas de asistencia al conductor al vehículo autónomo* ***Marc Seguer***

32 Zaragoza, foro mundial del hidrógeno

34 Tribuna *Toyota y la sociedad del hidrógeno* ***Enrique Centeno***

36 Sensores para informar del estado de la carretera

37 Tribuna *Las nuevas oportunidades de la economía del hidrógeno en la movilidad* ***Fernando Palacín Arizón y Jesús Simón Romeo***

ACTUALIDAD

04 Perovskita, células solares de bajo coste ***Hugo Cerdà***

07 Energía verde en el metro de Santiago de Chile ***Patricia Luna***

08 Pérdidas de los dispositivos fotovoltaicos

09 Riesgos asociados al mantenimiento de vehículos

09 Sistema para analizar el grado de estrés del conductor

10 Novedades tecnológicas

15 Ferias y congresos

16 Entrevista Raúl Calleja y Santiago Quiroga "Matelec Industry es el primer evento multisectorial que da respuesta a las necesidades del sector industrial" ***Mónica Ramírez***

18 Tribuna *Fabricación industrial optimizada gracias a una fuente de datos unificada* ***Nicolas Loupy***

ARTÍCULOS

38 ORIGINAL **Metodología para la optimización del mecanismo de suspensión trasera de una motocicleta de competición**
Methodology for optimizing the rear suspension mechanism of a racing motorcycle
Juan Augusto Halzague Sánchez, Raúl Key Sánchez, Higinio Rubio Alonso, Juan Carlos García Prada

46 ORIGINAL **La dependencia energética en España por sectores y su impacto económico**
Energy dependence in Spain by sectors and its economic impact
José Antonio Galdón Ruiz, Bernabé Marí Soucause e Inmaculada Guaita Pradas

56 ORIGINAL **Determinación del contenido de insolubles a través de técnicas multivariantes en aceites lubricantes para el mantenimiento proactivo y sostenible en la industria**
Determination of insolubles in lubricating oils by multivariate analysis for proactive maintenance and sustainable industry
Álvaro Casado de Diego, Raúl Lerones Revuelta, Julián Malaina Landívar y Jesús Echevarría Astarloa

62 REVISIÓN **Evolución de la producción de mapas en relieve, desde las técnicas manuales hasta la impresión 3D**
Evolution of relief maps production, from manual techniques to 3D printing
Francisco Javier Venceslá Simón y Francisco Javier Ariza López

70 OPINIÓN **El déficit de tarifa en España y la realidad del sector eléctrico**
The tariff deficit in Spain and the reality of the electricity sector
Pablo Zapico Gutiérrez y Pablo Zapico Gómez-Collantes

INGENIERÍA Y HUMANIDADES

92 Imprimir el pasado en 3D
Las técnicas aditivas de impresión tridimensional permiten recuperar patrimonio arqueológico destruido por conflictos armados y clonar piezas antiguas para museos y escuelas
Joan Carles Ambrojo

COLUMNISTAS

96 Bit Bang Ecosistema industrial digital ***Pura C. Roy***

En portada Fuente de alimentación conectada a un coche eléctrico. Foto: Apiguide / Shutterstock.

Director: Gonzalo Casino
Secretario de redacción: Enrique Soriano Heras (Universidad Politécnica 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).
Redactora jefe: Pura C. Roy **Colaboradores:** Joan Carles Ambrojo, Manuel C. Rubio, Hugo Cerdà, 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 **Correo-e:** revista@tecnicaindustrial.es
Impresión: Alprint. C/ Orilla del Azarbe, 24. 30140 Murcia. **Depósito legal:** M. 167-1958 **ISSN:** 0040-1838. **ISSN electrónico:** 2172-6957.

SUMARIO

PROFESIÓN

03 Editorial *El visado colegial y la temeridad gubernativa*
Juan Ignacio Larraz Pló

Cogiti

80 Los ingenieros y graduados, pieza clave en el desarrollo e innovación del sector automovilístico en España
Con unas previsiones de crecimiento del empleo cercanas al 30%, el sector automovilístico se ha convertido en una fuente de oportunidades laborales para los graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales.
Mónica Ramírez

84 El Cogiti, primera entidad de certificación acreditada por ENAC en el ámbito de las líneas de alta tensión
El Cogiti realizó el pasado 4 de junio el examen enmarcado en la convocatoria del Servicio de Certificación de Personas para verificadores de líneas de alta tensión (LAT) no superiores a 30 kV, acorde a la norma UNE-ES ISO IEC 17024. De este modo, se convierte en la primera entidad en certificar a expertos en líneas de alta tensión.

84 El Supremo respalda a un graduado en ingeniería eléctrica
Una sentencia del Tribunal Supremo da la razón a un graduado en ingeniería eléctrica al que, después de haber aprobado las oposiciones de ingeniero industrial de Navarra, se le denegó el acceso por no tener el título de ingeniero industrial.

85 Los ingenieros de España y Dinamarca colaboran para facilitar la movilidad internacional de forma bilateral
El Cogiti ha firmado un acuerdo de colaboración con The Danish Society of Engineers (IDA) que permite a los ingenieros españoles disfrutar gratuitamente durante tres años de todos los servicios que ofrece la Sociedad Danesa de Ingenieros.

86 Proyectos ganadores del I Concurso Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica de la UAITIE
La UAITIE ha entregado recientemente 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.

87 La Fundación Técnica Industrial otorga sus premios sobre trabajos técnicos valorados en un total de 10.500 euros
La Fundación Técnica Industrial ha entregado a los ganadores los premios correspondientes al Concurso de mejores artículos técnicos, así como el Premio Galicia 2015 y el trabajo fin de grado 2015, cuya finalidad es recompensar y reconocer los mejores trabajos técnicos presentados en las diversas secciones establecidas.

88 Balance de éxito en el primer año y medio de funcionamiento de la plataforma Proempleoingenieros del Cogiti

89 El presidente del Cogiti traslada a los alumnos de la EINA de Zaragoza las buenas perspectivas de la ingeniería

89 Acto académico del Colegio de Aragón

90 El 'controller' es un agente estabilizador de la empresa
Caso práctico sobre el 'controller' de gestión como estabilizador de la cuenta de resultados en la internacionalización de la empresa y nexo entre fabricación, compras, logística, ventas y finanzas.

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 IngenierosTécnicos 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
Vocal Antonio Miguel Rodríguez Hernández
Gerente Luis Francisco Pascual Piñeiro

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 Mario Ruiz de Aguirre Bereciartua
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 Francisco López Castillo
Cuenca
Gipuzkoa Santiago Beasain Biurrarena
Girona Narcís Bartina Boxa
Granada Isidro Román López
Guadalajara Juan José Cruz García
Huelva José Antonio Melo Mezcua
Jaén Miguel Angel Puebla Hernanz
La Rioja Jesús Velilla García
Las Palmas José Antonio Marrero Nieto
León Francisco Miguel Andrés Río
Lleida Ramón Grau Lanau
Lugo Jorge Rivera Gómez
Madrid Manuel Corpa Peláez
Málaga José B. Zayas López
Manresa Francesc J. Archs Lozano
Región de Murcia José Antonio Galdón Ruiz
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 Rodrigo Gómez Parra
Sevilla Ana Mª Jáuregui Ramírez
Soria Levy Garijo Tarancón
Tarragona Antón Escarré Paris
Toledo Joaquín de los Reyes García
Valencia Angélica Gómez González
Valladolid Ricardo de la Cal Santamarina
Vigo Jorge Cerqueiro Pequeño
Vilanova i la Geltrú Luis S. Sánchez Gamarra
Zamora Pedro San Martín Ramos

El visado colegial y la temeridad gubernativa

Hay quien, escasamente informado, asocia los colegios profesionales con una serie de males e inconvenientes desagradables. Entre ellos, el aumento injustificado de trámites burocráticos, y gravosos, para el usuario ante las Administraciones públicas y el impedimento de la libre competencia (en el sentido de concurrencia, no de capacidad). Y un cierto liberalismo económico, que poco tiene que ver con el elogiable talante liberal, deduce de esas premisas la necesidad de sacar fuera de nuestro paisaje los colegios y sus funciones de protección social y técnica.

Pero sucede que no todo es mercado. Un elemento tan valioso como la seguridad personal, física, en nuestra vida diaria, en nuestras calles, domicilios y puestos de trabajo está absolutamente ligado a la actuación de los ingenieros, que son responsables ante sí mismos y –no se olvide– ante su colegio profesional, que le ayuda a la vez que le supervisa. Rebajar las actuales exigencias en materia de seguridad puede llevarnos a un gran retroceso en el bien general ya adquirido.

Tomo estos datos de la prensa: el incendio de una factoría petroquímica en la India origina, además de su siniestro total, la cifra terrible de 5.000 muertos. Un suceso semejante en EE UU se produce sin víctimas humanas, los daños se focalizan y confinan de inmediato y la instalación reemprende su actividad en breve plazo. Se dirá que los casos son extremos, lo que es cierto, pero, también es verdad que son reales. ¿Cuál es la variable decisiva? El cumplimiento de las normas de seguridad.

Los colegios de ingenieros no son negocios ni empresas, sino corporaciones de derecho público, obligados por ley –y llamados por vocación– a vigilar el cumplimiento de los reglamentos de seguridad en todo tipo de instalaciones y riesgos laborales. Su historia y experiencia acumulada, el conocimiento de una variada casuística, normativa y fabril, doméstica y comercial no tiene fácil reemplazo. De ahí que recortar su capacidad supervisora sobre proyectos y actividades implique desconocer la complejidad técnica de las edificaciones. Esa merma deja al albur de la contingencia o al azar, fiándolo todo, de forma poco prudente, a una "declaración responsable" como único justificante. Resulta objetivamente temerario.

La Ley Orgánica de la Edificación (LOE), en su preámbulo, dice venir a garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente. Pero interpretaciones oficiales del Ministerio de Industria justifican que las *instalaciones* no son *edificación* y, por lo tanto, no requieren visado colegial. Pero el concepto de edificación sí incluye las instalaciones fijas y el equipamiento propio. No es criterio de este firmante, sino del texto legal (art. 2.3): "Se consideran comprendidas en la edificación las instalaciones fijas y el equipamiento propio, así como los elementos de urbanización que permanezcan adscritos al edificio".

La llamada *Ley Ómnibus* propiciada por el Ministerio de Economía busca la liberalización de servicios, algo que no debería imponerse a toda costa ni sobre todo otro criterio, máxime en un país que, constitucionalmente, proclama la economía social de mercado. Debería lograrse una coherencia de motivos en los preámbulos de ambas leyes, porque es demostrable que la seguridad sin control –la concesión de autorizaciones administrativas con una simple *declaración responsable*– rebaja considerablemente los niveles de seguridad exigidos en una sociedad desarrollada. El RD 1000/2010 del Ministerio de Economía, que complementa la *Ley Ómnibus*, al referirse al visado obligatorio deja claro que los arquitectos son responsables de la edificación. Pero no se reconoce una función similar a los ingenieros respecto de las instalaciones que proyectan.

En la LOE, la edificación no resulta solidaria de las instalaciones, y el Ministerio de Industria, que se desliga de cualquier compromiso competencial, no se exige a sí mismo el cumplimiento estricto de la reglamentación sobre seguridad. Por si fuera poco, recurre a una interpretación de la Directiva de Servicios de la Unión Europea cuya traducción es errónea y en la que confunde, lamentablemente, el concepto integral de seguridad con la simple seguridad policial.

"LAS INSTALACIONES, QUE SON LAS MAYORES CAUSANTES DE SINIESTRALIDAD, SON MINUSVALORADAS POR EL MINISTERIO, CONTRA TODA EVIDENCIA"

Es como si el peligro residiera únicamente en la construcción, a pesar del dicho de que "las casas tienden a no caerse". El derrumbe de una construcción sin previo aviso de su estado de ruina, o de defectos ocultos, es muy improbable. Sin embargo, las instalaciones, que son las mayores causantes de siniestralidad, son minusvaloradas por el Ministerio, contra toda evidencia.

El análisis comparativo es apabullante: el gas, la electricidad, los ascensores, el aire acondicionando, la prevención de incendios, etc., no necesitan visado obligatorio. La construcción, sí. La responsabilidad en que incluye el autor de estas nuevas disposiciones es muy grave. Para rebajar la capacidad inspectora de los colegios de ingenieros, se establece, pues, una diferencia legal entre construcción y edificación, pero de tal modo que las instalaciones quedan en lugar accesorio. Es un método que, en cierto sentido, puentea la LOE recurriendo oblicuamente a la *Ley Ómnibus* y entrando en contradicción a través del RD 1000/2010.

En el artículo 2 de esta norma se establece, con carácter exhaustivo (esto es, exclusivo y excluyente), cuáles son los trabajos profesionales concretos que tienen que obtener obligatoriamente el visado colegial: quedan fuera todos los elementos correspondientes a la seguridad de las instalaciones, exceptuando las de carácter explosivo. Y en su disposición final segunda dice: "Antes que se cumplan los tres años de entrada en vigor de este RD", conviene actualizar la realización de trabajos profesionales sometidos a visado obligatorio contenidos en el art. 2. La norma entró en vigor el 1 de octubre de 2010. Ya hemos llegado a 2016.

Juan Ignacio Larraz Pló
Vicepresidente del Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España

Perovskita, células solares de bajo coste

Las propiedades fotovoltaicas de este revolucionario material permiten acariciar el viejo sueño de fabricar paneles solares de mayor rendimiento y conseguir electricidad barata a partir del sol

Hugo Cerdà

Su nombre evoca un mineral extraterrestre capaz de arrebatar los poderes a un superhéroe con capa y pelo engominado. Y aunque su origen es más terrenal, la perovskita ha demostrado, de hecho, su capacidad para capturar y aprovechar la energía contenida en la luz proveniente del Sol. Este nuevo material, que se ha convertido en el centro de atención de los laboratorios y empresas innovadoras del mundo, promete colmar la vieja aspiración de disponer de células fotovoltaicas de bajo coste y con rendimientos cercanos a los del omnipresente silicio.

Siendo precisos, no se debería catalogar como nuevo un material que en realidad se conoce desde 1839. Pero lo cierto es que no fue hasta el año 2012 cuando la perovskita saltó a los titulares de las principales revistas científicas. Esto se debe a que la perovskita no es un único material, sino una estructura cristalina en la que caben innumerables combinaciones posibles. Y fue en 2012 cuando un grupo de investigación de la Universidad de Oxford publicó en *Science* una combinación concreta con propiedades fotovoltaicas notables. En el corto tiempo transcurrido desde entonces esas propiedades se han mejorado de manera exponencial.

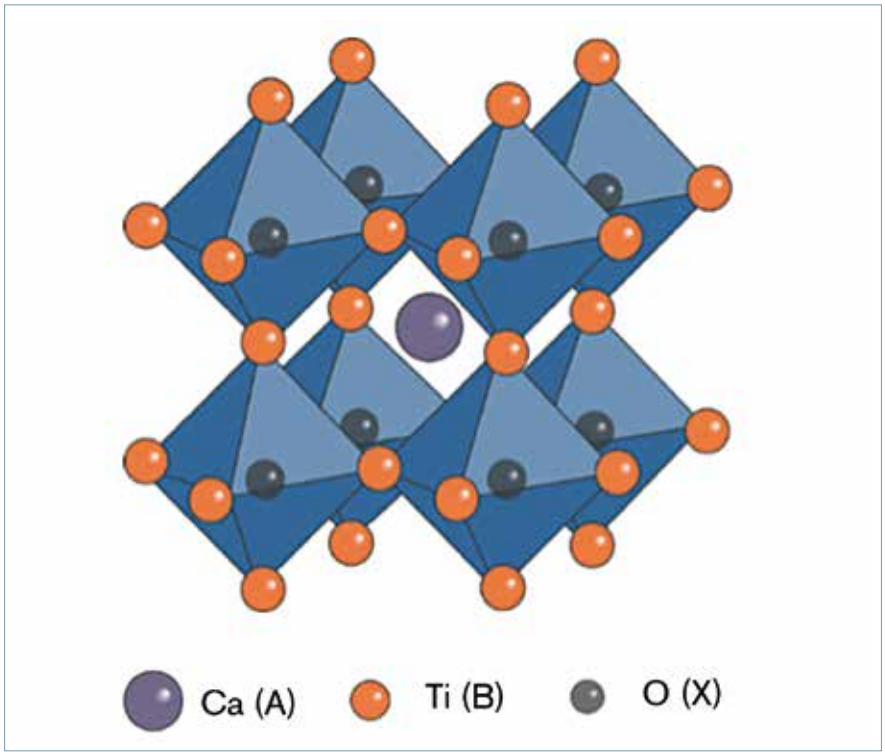
> La perovskita no es un único material, sino una estructura cristalina en la que caben innumerables combinaciones

La investigadora española Laura Miranda ha sido a la vez testigo y actriz protagonista de esa evolución. Se doctoró en ciencia de los materiales investigando precisamente las perovskitas y, posteriormente, una beca posdoctoral le llevó a la Universidad de Oxford en 2012, justo en el momento de la explosión de este *big bang* científico por la perovskita. Hace un par de años se incorporó a la empresa Oxford Photovoltaics, una *spin-off* creada por uno de los firmantes de ese artículo fundacional de *Science*, el profesor Henry J. Snaith.

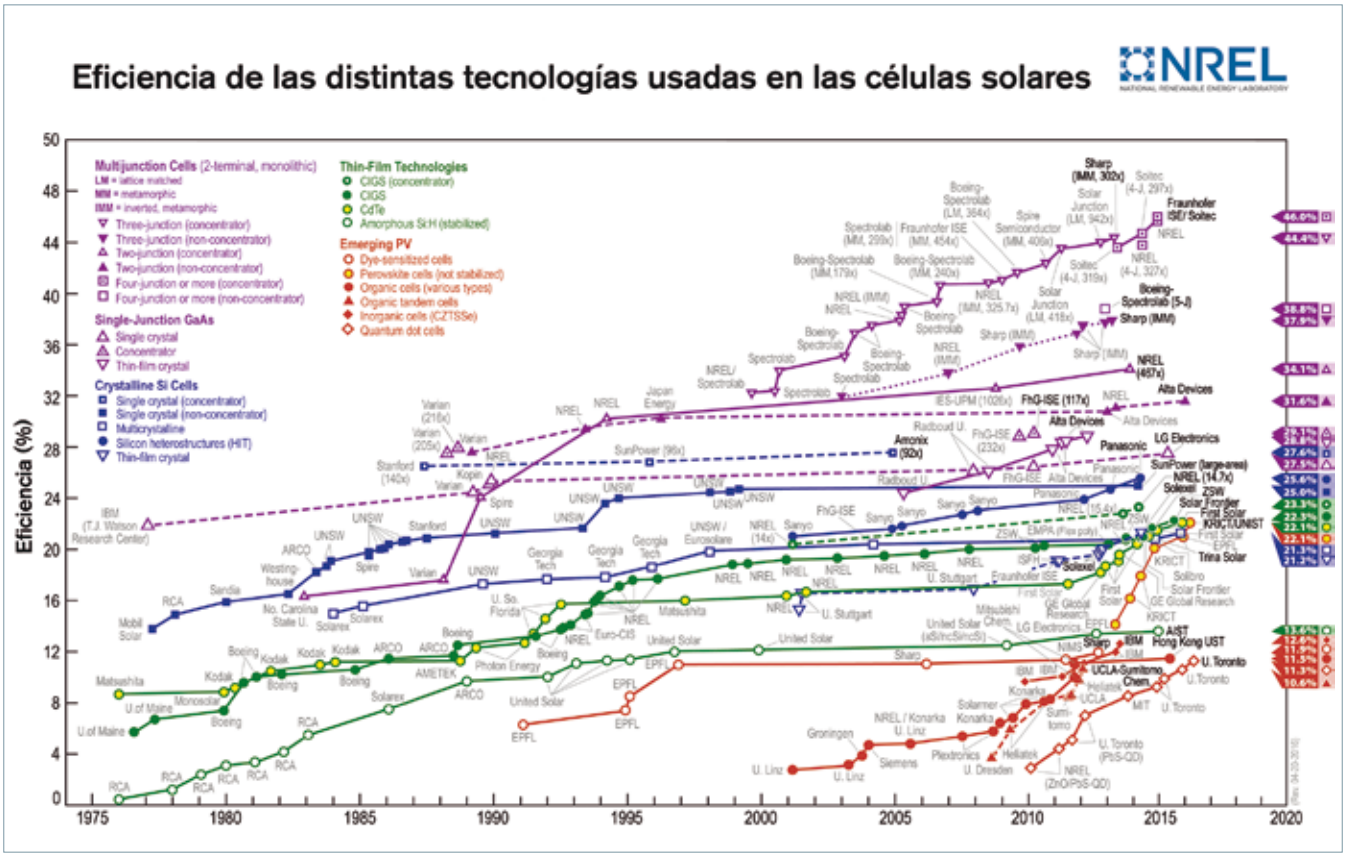
"Mi punto de vista viene de la comercialización, de entender y superar los retos y llevar un producto al mercado, y realmente creo que esta nueva tecnología, estas perovskitas, son el siguiente paso en energía solar. Estamos todavía dando nuestros primeros pasos y, sin embargo, los avances son espectaculares", explica Laura Miranda, directora del departamento de investigación de materiales en la compañía.

Rápida evolución

No hay más que echar un ojo al gráfico que ilustra este reportaje en la página siguiente para captar el impacto que ha supuesto la perovskita en el campo de la energía fotovoltaica y la rápida evolu-



A la izquierda, representación de la estructura cristalina característica de la perovskita. A la derecha, célula solar de perovskita OxPV desarrollada por la empresa Oxford Photovoltaics. Fotos: Oxford Photovoltaics.



El gráfico ilustra de forma sintética las eficiencias logradas por cada tecnología y su evolución a lo largo del tiempo. Destaca el éxito meteórico de las células solares de perovskita, cuyo rendimiento ha aumentado del 5% inicial al actual 21%. Fuente: Reproducido con permiso del Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL), desde http://www.nrel.gov/ncpv/images/efficiency_chart.jpg (3.03.2016)

ción de esta tecnología comparada con cualquier otra. En menos de 5 años el rendimiento de las células solares de perovskita ha aumentado del 5% inicial al actual 21%. Ninguna otra tecnología ha logrado mejorar así su tasa de conversión de luz solar en electricidad en tan poco tiempo. Ni siquiera el silicio, paladín de la industria fotovoltaica.

"Los paneles de silicio alcanzaron su máximo del 25% de conversión hace unos 20 años y nuevos adelantos no han conseguido aumentar su eficiencia. También hay que destacar que el 25% es el máximo logrado pero que la media en paneles de silicio comerciales está más cerca del 20%. Las celdas de perovskita han llegado al 21% en menos de 5 años. Solamente estos datos ya dan una idea de lo revolucionaria de esta tecnología", contextualiza Laura Miranda.

Pero hay más. Porque el proceso de fabricación de células solares de perovskita promete abaratar enormemente el coste de los paneles. Las perovskitas usadas en aplicaciones fotovoltaicas son híbridos orgánico-inorgánicos, con la parte inorgánica compuesta por halógenos (I, Br) y plomo (Pb). "Estos materiales se forman a muy bajas temperaturas (en algunos casos incluso a temperatura ambiente), los procesos por los que pueden ser depositadas son muy variados y los materiales precursores de muy bajo coste y alta disponibilidad. Estas características, junto con los valores de eficiencia obtenidos, hacen muy competitivos estos materiales comparados con el silicio, en los que el proceso de manufacturación es largo y de elevado coste", señala Miranda.

> En cinco años el rendimiento de las células solares de perovskita ha aumentado del 5% al 21%. Ni siquiera el silicio ha mejorado tan rápido su tasa de conversión de luz solar en electricidad

Durante los últimos años, los fabricantes de paneles de silicio han invertido esfuerzos en reducir el coste de manufacturación y, por tanto, el precio de la energía (vatios) por unidad de superficie, disminuyendo 200 veces este precio desde su valor inicial en 1976 (100 dólares/W), pero han tocado techo en cuanto a eficiencia. Las obleas de silicio se siguen fabricando en procesos complejos que requieren temperaturas de hasta 2.000 grados centígrados. Frente a ello, las celdas de perovskita se producen a temperaturas que nunca superan los 200 grados, y mediante procesos más sencillos de deposición, como el de impresión *inkjet*.

Costes de fabricación

Algunas voces matizan, sin embargo, el impacto que pueda tener una disminución del coste de fabricación de los paneles cuando se implemente la persovskita, aduciendo que la mayor parte del precio de una instalación solar no se debe a los paneles, sino a los gastos adyacentes vinculados al montaje, como son los materiales para la instalación, mano de obra, permisos, etc. Según esta visión, cualquier descenso en los costes de fabricación de las células solares está abocado a quedar diluido por los otros

costes asociados a la instalación, mucho más relevantes.

La Unión Española Fotovoltaica (Unef) discrepa y confía en que una bajada en el coste de fabricación de los paneles como la que permitiría la introducción de la tecnología de las perovskitas impactaría positivamente en el mercado.

"En el caso de una instalación residencial de unos 5 kW, el coste se sitúa cerca de los 2,5-3 euros por vatio instalado. El coste del panel de silicio está en torno a 0,9-1 euro por vatio. Para instalaciones industriales de unos 100 kW, el coste supone alrededor de 1,7-1,8 euros por vatio instalado. Aplicando economías de escala el panel tiene un coste más económico, en torno a 0,6-0,7 euros el vatio", explica Dánae de la Fuente desde Unef. "En ambas el porcentaje dedicado a los paneles de silicio es de entre el 35% y el 40% del coste total de instalación, por lo que consideramos que no queda diluido en el coste total", sentencia De la Fuente.

La Unef se autodefine como la asociación sectorial de la energía solar fotovoltaica en España. Formada por unas 300 empresas y entidades de toda la cadena de valor de la tecnología, representa a más del 85% de la actividad del sector en España y aglutina a su práctica totalidad: productores, instaladores, ingenierías, fabricantes de materias primas, módulos y componentes y distribuidores.

La perovskita haría posibles nuevas aplicaciones más flexibles que hasta ahora habían estado vetadas por la rigidez del silicio

De confirmarse los buenos rendimientos observados en las pruebas en laboratorio, las perovskitas podrían, por tanto, proporcionar una generación de energía similar al silicio per a un precio mucho menor, con células solares de bajo coste. Pero no solo eso, sino que la perovskita haría posibles nuevas aplicaciones más flexibles que hasta ahora habían estado vetadas por la rigidez del silicio.

"La perovskita, además de estar hecha de materiales abundantes y baratos, requiere aplicar capas mucho más finas que el silicio. Mientras que las obleas de silicio tienen 150 micras de grosor, las de perovskita son de solo media micra. Es decir, que se usa menos material y encima es más barato", explica Henk Bolink, investigador del Instituto de Ciencia Molecular de la Universidad de Valencia. Esa delgada capa de perovskita podría aplicarse en una oblea, pero también en casi cualquier material imaginable, desde los cristales de un edificio, hasta una lámina de PVC o incluso la ropa que llevamos puesta.

Obstáculos para el mercado

Desgraciadamente, no todos son ventajas. La perovskita presenta dos inconvenientes, que aunque no sean insalvables, obstaculizan su puesta en el mercado. El primero es la limitada estabilidad de sus componentes, que se ven afectados por la humedad ambiental. Por ello, el proceso de manufacturación tiene que incluir un buen sellado del producto final de manera que esté siempre protegido. Aun así, el tiempo de vida de un panel solar de perovskita no puede competir todavía con el de un panel de silicio. "El silicio ha demostrado más de 20 años de vida útil. Por lo que respecta a la perovskita, algunos grupos de investigación han demostrado un tiempo de vida máximo de 1.000 horas. Pero 1.000 horas no son 20 años", señala Bolink.

Otra desventaja de la perovskita es que contiene plomo, un metal muy tóxico. Pero ni Henk Bolink ni Laura Miranda creen que este vaya a ser un factor limitante en la comercialización de celdas solares de perovskita. "Voy a dar un ejemplo a título comparativo", propone Miranda. "Una batería de coche contiene 10 kilos de plomo, mientras que un panel solar de perovskita tiene 1 gramo por metro cuadrado. Los paneles solares de perovskita cumplen con todas las regulaciones actuales".

Solo el tiempo dirá si los investigadores son capaces de superar los retos tecnológicos que plantea este nuevo material que promete una revolución en la producción de energía renovable a partir de la luz de nuestro Sol.

Celdas solares híbridas

A pesar de las posibilidades de la perovskita, la mayoría de investigadores y la industria parecen tener claro que esta no sustituirá al silicio, al menos a medio plazo. "En el mejor de los casos puede hacer al silicio más eficiente", comenta Henk Bolink.

¿Cómo? Mediante las denominadas celdas solares híbridas o tándems, formadas por dos materiales distintos. Estos materiales absorben en diferentes longitudes de onda del espectro solar, de manera que la unión de los dos con los contactos eléctricos adecuados aumenta la cantidad de luz absorbida y, por tanto, la eficiencia del producto final. La zona del espectro donde los materiales absorben depende del *band gap*, y en el caso de las perovskitas híbridas, el *band gap* puede ser alterado para conseguir que encaje con el del silicio y aumentar de esta manera su eficiencia.

"Oxford Photovoltaics está totalmente enfocado en comercializar la primera celda tándem de perovskita con silicio y cabe destacar que recientemente fabricamos una celda solar tándem con una eficiencia en torno al 22%, lo que supone un aumento neto respecto a la celda de silicio usada del 5%. La razón por la que este tipo de celdas son las que, a día de hoy, presentan las mejores perspectivas comerciales se debe a que con la simple adición de otra capa en los actuales paneles de silicio, se consigue un aumento de eficiencia sin coste adicional", explica Laura Miranda, directora de investigación en materiales de Oxford Photovoltaics.

Esta podría ser, sin duda, la mejor carta de presentación de la perovskita ante un mercado copado por el silicio, en el que parece improbable un cambio radical de paradigma.

El grupo de Henk Bonlink en la Universidad de Valencia es uno de los pocos líderes mundiales en conseguir aplicar de manera uniforme una capa de perovskita sobre la superficie rugosa del silicio mediante innovadores procesos de vacío por sublimación.

Energía verde en el metro de Santiago de Chile

La presidenta de Chile, Michelle Bachelet, anuncia la construcción de una planta solar y otra eólica que suministrarán el 60% de la energía de una de las mayores redes de metro de Sudamérica

Patricia Luna. Santiago de Chile

¿Y si construimos una central solar y otra eólica para propulsar el metro de Santiago? Eso parece haber pensado el equipo de gobierno de la presidenta de Chile, Michelle Bachelet, cuando el pasado mes de mayo anunció de manera inesperada la inversión de unos 500 millones de dólares (unos 450 de euros) para alimentar de energía limpia el segundo metro más importante de Sudamérica.

A partir de 2018 una planta solar suministrará el 42% de la energía solar, que será completada por el 18% de eólica, hasta alcanzar el 60% de renovables que alimentarán un metro que tiene 108 estaciones en 5 líneas y casi 103 kilómetros. Se trata del segundo metro mayor de Sudamérica, después del de México, y el séptimo con mayor frecuencia de trenes del mundo, que transporta 2,5 millones de personas todos los días.

Para SunPower, empresa encargada de la construcción de la planta fotovoltaica, se trataría del primer metro del mundo en funcionar con un tan alto porcentaje de energía renovable y específicamente solar. La planta de 100 MW se construirá este año en dos zonas del norte de Chile, en la región semidesértica de Coquimbo, situada a 500 kilómetros de la capital, y en la desértica de Atacama, a 700 kilómetros, y se espera que esté terminada a finales de 2017.

Además, el parque de San Juan, propiedad de Latin America Power pero que será desarrollado por la empresa española Elecnor, suministrará la energía eólica. Este parque está ahora mismo en construcción, también en Atacama. Con una capacidad instalada de 184,8 MW, proyecta ser el mayor en este tipo de energía en el país. En total, con esta medida se ahorrará el equivalente al promedio de 104.000 hogares y se reducirá en cerca de 130.000 toneladas al año las emisiones de CO_2 del país.

El Metro de Santiago "está entrando en ese futuro de la humanidad que tiene conciencia ambiental y en ese futuro del transporte que no contamina", señaló Bachelet al hacer el anuncio.

Michelle Bachelet rodeada de trabajadores del Metro de Santiago. Foto: Presidencia de Chile.

Chile posee un compromiso de reducción de sus emisiones de carbono según el acuerdo de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Pero más allá de eso un método de transporte no contaminante se hace cada vez más urgente en el país, cuyas ciudades se ven asfixiadas constantemente, pero especialmente en invierno, por altísimos índices de contaminación. A finales de junio diversas alertas de preemergencia ambiental se sucedieron en Santiago y otras ciudades del país, donde el número de material particulado fino (que pasa a la sangre) se disparó entre 6 y 11 veces por encima a lo recomendado por la Organización Mundial de Salud, favoreciendo diversas enfermedades.

Reducción de emisiones

Pero habrá otras formas de reducir aún más las emisiones. SunPower utilizará una tecnología para el sistema de limpieza robótica de los paneles solares que supone el 75% menos de agua de la usada con métodos tradicionales y que mejora el rendimiento hasta en el 15%.

Según un estudio del Centro de Energía de la Universidad de Chile, los trenes del metro utilizan el 2,5% de la energía de la capital, el 70% en su tracción y el 30% restante en ventilación, aire acondicionado, iluminación y locales adjuntos entre otros.

"Veo este gesto como muy positivo, aunque es más bien simbólico. La construcción de las dos plantas no significa que la energía que producen vaya a ir directamente a los trenes, irá a una red en el norte y se usará en lugares más cercanos porque no tiene sentido transportarla desde tan lejos, pero es un acto muy importante de apoyo a las renovables", explica a *Técnica Industrial*, Jorge Amaya, del Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile e investigador independiente. "El metro de Santiago y el Gobierno inician un primer paso hacia un cambio", explica.

Según Amaya hoy por hoy con la tecnología existente no es posible construir un metro que utilice un 100% de energía renovable, pero el Metro de Santiago podría considerar la instalación de paneles solares en los cerca de 50 metros en los que este pasea por la superficie, aprovechando el gran nivel de radiación solar del que disfruta Chile, como sugirió un estudio realizado por su centro.

Amaya afirma que hay muchos otros ejemplos de sistemas de transporte de metro *verde* en el mundo que usan energía solar. Y centra sus esfuerzos en optimizarlo aún más: actualmente está estudiando sistemas de eficiencia energética que podrían reducir hasta un 15% de la energía usada por el metro en la tracción teniendo en cuenta sus pautas de movimiento y controlando factores como velocidad, frecuencia y frenados entre muchos otros.

>> Robots de carga ligera para utilización en una gran variedad de campos industriales

La serie KR Cybertech nano de Kuka ofrece un rendimiento y una densidad de potencia incomparables en la clase de cargas de 6 a 10 kg con modelos de robots perfectamente adaptados a las necesidades individuales del cliente para las aplicaciones de manipulación y de trayectoria en el amplio espectro de tareas genéricas. Los nuevos robots de la clase de cargas bajas impresionan con la más alta precisión. Con una repetibilidad de aproximadamente 0,04 mm los robots pueden desarrollar sus puntos fuertes incluso a una velocidad elevada. Son extremadamente compactos, ligeros y esbeltos.

Los robots Kuka de la esta nueva serie proporcionan el máximo rendimiento con los mínimos contornos de interferencia. Con ello permiten una gran variedad de campos de aplicación en la producción industrial. Estos los robots dominan perfectamente zonas de trabajo que hasta ahora eran inalcanzables. Cruzan grandes distancias, cuentan con una gran zona de trabajo trasera y disponen de un gran alcance hacia abajo. Gracias a su tamaño compacto y a los escasos contornos de interferencia, los robots de la serie KR Cybertech nano pueden trabajar en todos los sectores que hasta ahora quedaban fuera del alcance de los robots convencionales.

Kuka
Tel. 938 142 353
www.kuka.robotics.com

>> Nueva gama de miniamoladoras ergonómicas y cómodas de manejar

La firma Bosch ha ampliado su gama de herramientas para profesionales con el lanzamiento de 4 miniamoladoras de 1.900 W, la GWS 19-125 CI Professional, la GWS 19-125 CIE Professional, la GWS 19-125 CIST Professional y la GWS 19-150 CI Professional. Estas herramientas logran un rendimiento mayor que el modelo anterior de 1.700 W, aumentando así la productividad de los profesionales. Además, son ergonómicas y muy cómodas de manejar, adaptándose muy bien a la mano. El cuerpo de la máquina tiene un perímetro de 208 milímetros y pesan solo 2,4/2,5 kg, por lo que ofrecen la mejor relación peso-rendimiento del mercado. Estas herramientas ofrecen una elevada protección al profesional ya que están equipadas con el sistema “Kick Back Control” (anteriormente denominado KickBack Stop), arranque suave, protección contra rearranque, caperuza protectora con seguro contra torsión y empuñadura adicional con sistema de amortiguación de vibraciones.

Las miniamoladoras están especialmente diseñadas para un uso continuo gracias a su potencia y manejabilidad. En trabajos de tronzado y de lijado, permiten trabajar materiales delicados con especial suavidad y, al mismo tiempo, rapidez y potencia. Los cuatro modelos abarcan un amplio abanico de aplicaciones para distintos sectores profesionales.

www.bosch.es

>> Dispositivo para la monitorización remota del nivel de los tanques

Diode ha anunciado la disponibilidad de una nueva versión de Digi Connect Tank de Digi International, un dispositivo de monitorización remota de nivel de tanques que ha sido diseñado para ayudar a las compañías a gestionar sus instalaciones de forma eficiente y económica. Esta permite a las empresas administrar un gran número de tanques y depósitos a la hora de optimizar las operaciones de su personal y flota de vehículos y, así, reducir los costes de transporte y combustible y aumentar la previsibilidad de la cadena de suministro. La nueva versión se caracteriza por pequeño formato, configuración local e interfaz de depuración, receptor GPS (opcional) con capacidad de informe de posición, sensor ultrasónico de nivel de líquido (sin contacto) de Massa Products Corporation, sensores UL Clase 1 / División 2 para entornos adversos, modos *self-powered* y *sleep* para ampliar la duración de la batería (entre dos y tres años con uso normal) y API en una cubierta NEMA Connect Tank responde a la demanda de productos de monitorización económica y fiable que eliminen la necesidad de métodos manuales de gestión y medición basados en patrones históricos o predeterminados.

Al utilizar tecnologías móviles, Digi Connect Tank se puede instalar en aquellos lugares donde no se puede ubicar una infraestructura de red cableada. Así, el nuevo dispositivo permite confirmar los niveles de tanque para, por ejemplo, entrega o evacuación de materiales y alertar en caso de riesgo de fuga. Por lo tanto, Digi Connect Tank resulta ideal en la industria petroquímica, aguas residuales, agricultura y otras muchas aplicaciones de monitorización de nivel de líquidos.

Diode
www.diode.es

>> Eventos, conferencias y promociones sobre energía, infraestructuras y edificación

Structuralia es una escuela de formación especializada que en 2016 cumple 15 años impulsando el desarrollo de los profesionales en infraestructuras, energía, ingeniería y arquitectura. Actualmente cuenta con sede en Chile, México y Colombia así como notable presencia en otros países de Latinoamérica como Perú, Ecuador y Costa Rica, consolidando su vocación internacional y de servicio. La compañía se posiciona así como líder en la formación de posgrado especializada gracias a sus contenidos y a la confianza que en ella depositan alumnos y empresas cliente año tras año.

Fruto de su pasión por la difusión del conocimiento, actualmente Structuralia está inmersa en varios proyectos didácticos, entre los que destaca la producción de una serie documental sobre ingeniería romana en colaboración con Televisión Española, cuyos primeros episodios ya han obtenido varios premios. Con el fin de ofrecer el mejor aprovechamiento

al alumno y aportar valor a su capacitación, Structuralia promueve sus programas superiores especializados en colaboración con universidades de referencia en cada ámbito que otorgan titulación universitaria a los mismos.

Con motivo de la conmemoración del 15 aniversario, y convencidos de la relevancia de la formación continua a lo largo de la vida profesional, Structuralia ha creado una serie de eventos, conferencias y promociones destinado a los ámbitos de la energía, la infraestructura y la edificación, sectores clave para el desarrollo de los profesionales a nivel internacional que podrán consultar en www.celebramoslos15.com
www.structuralia.com/es/

>> Nuevo catálogo electrónico para acceder rápidamente a todos los productos

Legrand Group, firma especialista global en infraestructuras eléctricas y digitales para edificios, presenta su nuevo catálogo *online*, una herramienta muy útil para acceder rápidamente a todos los productos con información completa y detallada. El nuevo catálogo es muy completo, puesto que reúne toda la información existente en formato digital respecto a los productos de sus marcas BTicino, Cablofil y Legrand, e incluye la actualización de precios 2016 con entrada en vigor el pasado 1 de marzo.

Accesible desde el ordenador, tableta o *smartphone*, esta nueva herramienta de referencia y consulta se ha diseñado para ser especialmente fácil e intuitiva para el usuario. Prueba de ello es que dispone de un motor de búsqueda instantánea que remite directamente a las completas fichas de cada referencia. Cada una de estas fichas incluye imágenes, descripciones, datos logísticos y precios de cada producto, además de toda la documentación asociada a la referencia y a la familia del mismo (catálogos y folletos, certificados de calidad AENOR y ENEC, partidas Presto asociadas, fichas técnicas, guías y noticias de producto, *softwares* de configuración y programas de cálculo, vídeos y aplicaciones). Con ello la firma facilita la referenciación del producto a todos sus niveles.
Legrand
www.legrand.es

>> Escáner flexible para las más exigentes necesidades de metrología

Faro Technologies presentó sus últimas innovaciones tecnológicas en la 29ª edición de la Bienal Española de Máquina-Herramienta (BIEHM), que tuvo lugar del 30 de mayo al 4 de junio de 2016 en el Bilbao Exhibition Centre.

La compañía aprovechó esta oportunidad para presentar dos de sus últimos y más innovadores productos desde su estand F42 del pabellón. Por un lado, el recién lanzado Faro Cobalt Array 3D Imager, un escáner metrológico sin contacto que usa la tecnología de luz azul para capturar millones de mediciones de coordenadas 3D en alta resolución en cuestión de segundos. El Cobalt es ideal en el escaneado 3D sin contacto para la planta industrial y líneas de montaje y se presenta como la herramienta más eficaz y avanzada del mercado para la inspección de piezas, montajes, herramientas, moldes y matrices, y es aplicable tanto a industrias como la automotriz, aeroespacial y manufacturera como a otros sectores con altos niveles de automatización. Con ella, en una misma máquina, Faro ha hecho converger factores tan importantes como la alta velocidad, flexibilidad, resolución y portabilidad, por lo que es la solución ideal para las más exigentes necesidades de metrología actuales en líneas de montaje.

Por otro lado, el ScanArmHD genera nubes de puntos con o sin contacto para la comparación con CAD, el desarrollo rápido de prototipos y la ingeniería inversa. Así, el Faro Edge ScanArm HD combina la flexibilidad y las funcionalidades del brazo Faro Edge con la alta definición del Laser Line Probe HD, creando un potente sistema de medición portable con y sin contacto, por lo que es muy adecuado para las aplicaciones con los requisitos más desafiantes. Como sistema compacto y fácil de usar, el Faro Edge ScanArm HD ofrece una rápida captura de nubes de puntos (de 2.000 puntos/línea de escaneo) con una resolución extraordinaria y una precisión elevada, sin necesidad de usar aerosol ni pegatinas de fotogrametría.
Faro
www.faro.com

>> Limpiador para eliminar la suciedad tanto inorgánica como orgánica

Cleanity, compañía especializada en productos de limpieza profesional, ha presentado su nueva solución: desengrasante Ácido 25, un limpiador de elevada acidez formulado para eliminar la suciedad de naturaleza tanto inorgánica como orgánica, especialmente las incrustaciones de depósitos minerales como los de la cal del agua y la piedra de leche y otras suciedades presentes en la industria alimentaria.

El desengrasante Ácido 25 presenta un alto poder espumante y una elevada tasa de acidez, lo que permite eliminar suciedades orgánicas muy adheridas gracias, principalmente, a su gran poder desincrustante. La espuma generada se adhiere a la superficie y permite que haya una completa disolución de la suciedad. Debido a sus características, en la mayoría de los casos no es necesario realizar una limpieza previa con productos alcalinos.

En cuanto a las aplicaciones, la nueva solución de Cleanity es adecuada para la limpieza de todas las superficies presentes en industrias de procesado de alimentos, tanto de instalaciones como de utensilios de trabajo, equipos y maquinaria. Funciona con todo tipo de aceros inoxidables, pero debe evitarse su uso sobre suelo de cemento u hormigón y sobre superficies que sean atacables por ácidos como terrazo, mármol, mosaico y piedras naturales.

Cleanity
www.cleanity.com

>> Envasadora de alimentos indicada para utilización en empresas artesanales

Con la máquina de doble campana P650, la empresa Multivac ha ampliado su serie Baseline con un modelo con campanas realmente grandes y diseñado en especial para envasar alimentos voluminosos o largos. Está indicada para su uso en empresas artesanales de la industria alimentaria. La nueva máquina permite fabricar envases en bolsas de categoría, con la calidad acreditada. Su diferencia respecto a los modelos de la serie C reside en las opciones de equipamiento limitadas y en el control simplificado.

Gracias a las dimensiones de cada campana de 850 x 850 x 250 mm (An x P x Al), la P650 es ideal para envasar alimentos muy voluminosos como piezas de carne fresca y bloques o ruedas de queso. Las dos campanas están equipadas, delante y detrás, con dos barras de soldadura de quita y pon de 850 mm de longitud cada una de ellas. Esta máquina cuenta con una soldadura de separación de doble costura para recortar lo que sobresale de la bolsa. Las placas de relleno permiten adaptar de forma óptima la altura de soldadura según el producto. La máquina compacta acelera el proceso de envasado, ya que los procesos de trabajo transcurren simultáneamente: mientras una cámara se evacua, la otra puede cargarse. No existen limitaciones en cuanto al tiempo de funcionamiento. Las recetas pueden seleccionarse individualmente pulsando un botón, gracias a las tres posiciones de memoria disponibles. La estructura de acero inoxidable de la envasadora y la superficie de trabajo lisa permiten lavar completamente la máquina.

La P650 está disponible con diversas bombas y múltiples opciones de equipamiento, entre ellas un dispositivo de gas de protección y un control MC06 con sensor de vacío y 30 posiciones de memoria. Además, se pone opcionalmente a su disposición distintas soldaduras: una soldadura de doble costura que garantiza la máxima seguridad gracias a las dos costuras de soldadura y una soldadura sencilla por arriba y por abajo para envasar en bolsas de aluminio o en bolsas especialmente gruesas.

Multivac
www.multivac-group.com

>> Detergente higienizante especial para las fermentadoras de la industria olivarera

Betelgeux lanza un nuevo detergente higienizante especialmente diseñado para la limpieza de los fermentadores en industrias olivareras. Fruto de un estudio del Departamento de Investigación de Betelgeux ha desarrollado un nuevo producto con una alta capacidad para eliminar las incrustaciones y residuos orgánicos en las bocas de los fermentadores en las industrias olivareras, facilitando la limpieza de estas instalaciones y dando respuesta a una demanda generalizada del sector.

El nuevo producto responde a una necesidad específica para este tipo de limpiezas especiales. Betelchlor LDA se puede aplicar mediante sistemas centralizados gracias a su capacidad de espuma controlada y su nueva fórmula de alto rendimiento diseñada con tensioactivos específicos proporciona una gran capacidad detersiva. Es un producto alcalino clorado que se emplea habitualmente en dosis de entre 0,5 y 3% (%p/p). Este producto contribuye a la optimización de los procesos de limpieza de los fermentadores al reducir las necesidades de agua y tiempo de limpieza.

Betelgeux
Tel. 962 871 345
Correo electrónico: betelgeux@betelgeux.es
www.betelgeux.es

>> Robots limpiadores que realizan su trabajo con cuatro horas de autonomía

Iss Ibérica, compañía danesa puntera en la integración de servicios generales, da un paso más en la innovación de sus servicios de limpieza con la incorporación de los robots de funcionamiento autónomo Intellibot. Estas fregadoras, previamente programadas desde una pantalla táctil de fácil comprensión, son capaces de realizar de forma autónoma el fregado de hasta 4.000 metros cuadrados, con unas 4 horas de autonomía, y utilizan el 85% menos de agua que otras fregadoras convencionales. Estas fregadoras, ideadas para empresas con características determinadas según sus dimensiones, diseño y tipo de superficie, se comunican con el operador permanentemente, generando informes detallados sobre el trabajo realizado y avisando sobre posibles incidencias.
Iss Ibérica
www.es.issworld.com

>> Nueva solución de modelado en tres dimensiones para drones civiles

El fabricante de drones civiles Parrot y el desarrollador de *software* de mapeado Pix4D han presentado su nueva solución de modelado 3D para drones en la conferencia MIPIM, en Cannes. La aplicación móvil de planificación de vuelo de Pix4D ahora puede usarse en el Bebop 2 drone de Parrot: captura automáticamente imágenes de edificios para crear modelos digitales 3D usando el *software* Pix4D. Cuando se utiliza con la aplicación móvil de planificación de vuelos Pix4D-capture, el dron de 500 g escanea automáticamente áreas seleccionadas tomando imágenes personalizadas para el *software* de escritorio Pix4Dmapper Mesh, donde son procesadas para producir modelos 3D fotorrealistas.

Los agentes inmobiliarios pueden crear modelos 3D ellos mismos y, de forma fácil, publicarlos *online* y mostrarlos en 3D a posibles compradores interesados en la propiedad.
Parrot
www.parrot.com

>> Ropa de trabajo de altas prestaciones segura, protectora y confortable

El Grupo Adeepi está integrado por empresas especializadas en el asesoramiento y comercialización de Equipos de Protección Individual (EPI) y vestuario laboral. Todo su catálogo de ropa de trabajo está diseñado desde la óptica de proporcionar la máxima seguridad en el trabajo, cumpliendo las rigurosas normativas de seguridad y protección, pero sin dejar de lado el confort y del diseño.

I + D

El sistema de carga y descarga de Cepsa, premio Edison a la innovación

El pionero sistema de carga y descarga de productos petroquímicos de Cepsa ha sido galardonado con el prestigioso Edison Awards en la categoría de Transporte y Logística: manipulación de materiales. El comité directivo de los premios, reunido en Nueva York, ha otorgado a la tecnología desarrollada por Cepsa la medalla de oro, el máximo reconocimiento de su categoría, convirtiendo a la compañía en la primera empresa energética española reconocida con este galardón.

El sistema galardonado, denominado Reina Sofía, ha sido desarrollado y patentado por Cepsa, en línea con su apuesta por la excelencia técnica en todas sus operaciones. Esta nueva tecnología da solución a los tradicionales problemas de demora y ocupación en los muelles asociados a la carga y descarga de materiales. Se trata de un innovador juego de mangueras que permite simultanear la carga de diferentes productos, ofreciendo además un mayor caudal de bombeo. De esta forma, los tiempos de carga y descarga se reducen entre el 50% y el 60%, lo que supone un ahorro de aproximadamente 2.160 horas de atraque al año y un 20% menos de ocupación de las instalaciones portuarias. Este descenso en las horas de atraque conlleva un ahorro en el consumo de fuel de los buques de aproximadamente 400 toneladas al año, lo que se traduce además en una reducción de unas 1.500 toneladas anuales de emisiones de CO_2.

Siemens y Airbus, a la búsqueda de la propulsión eléctrica híbrida

Siemens y Airbus Group han firmado un acuerdo de colaboración en el campo de la propulsión eléctrica híbrida. Las dos empresas han comenzado un gran proyecto conjunto hacia la electrificación de la aviación con el objetivo de demostrar la viabilidad técnica de distintos sistemas de propulsión eléctrica/híbrida para 2020. Estos sistemas pueden reducir de forma drástica el consumo de combustible de una aeronave y aminorar asimismo los niveles de ruido.

Los objetivos europeos de emisiones buscan una reducción del 75% en emisiones de CO_2 para 2050, en comparación con los valores del año 2000. Estos objetivos tan ambiciosos no se pueden lograr con las tecnologías convencionales. Por ello, Airbus Group y Siemens planean desarrollar de forma conjunta prototipos para varios sistemas de propulsión con potencias de entre 100 kilovatios y 10 MW y más, es decir, para desplazamientos locales breves con aviones de menos de 100 plazas, helicópteros y vehículos aéreos no tripulados (UAV) y para viajes de corta y media distancia. Airbus Group ha estado reuniendo experiencia práctica con aviones eléctricos desde 2014 con el E-Fan, un avión biplaza totalmente eléctrico dedicado a la formación de pilotos. Esto ha sido posible gracias a la conjunción de varios socios industriales y al apoyo firme del Gobierno francés.

EMPRESAS

Plataforma para dar acceso a las pymes a tecnologías de simulación

Los programas informáticos de simulación se han popularizado en los ámbitos de la fabricación y la ingeniería gracias a su capacidad para analizar procesos químicos, sistemas de fabricación, logística y cadenas de simulación. Sin embargo, hasta ahora pocas pymes han podido aprovechar sus virtudes debido a factores como el precio de los equipos, los costes de las licencias y los conocimientos técnicos, circunstancia que puede situar en una posición de desventaja competitiva a las pymes europeas.

El proyecto europeo Cloudsme finalizó recientemente tras crear una plataforma en la nube. En ella, las pymes cuentan con acceso a aplicaciones nuevas de simulación de procesos diseñadas con las pequeñas empresas en mente y de utilidad en sectores muy diversos. La plataforma también genera oportunidades comerciales relevantes para los desarrolladores de aplicaciones, los cuales suelen tener dificultades para dar con pymes que precisen de sus servicios. La plataforma ofrece ejemplos de empresas que ya emplean la tecnología de Cloudsme para aumentar su eficacia operativa en la actividad a la que se dedican y proporciona los medios para descubrir y probar las primeras herramientas disponibles para pymes. Las actualizaciones y la inclusión de aplicaciones nuevas son constantes en el sitio web.

Construcción sostenible mediante declaraciones ambientales

Isover ha sido una de las primeras empresas de productos de la construcción en obtener la publicación de DAP según The International EPD System con reciprocidad Aenor Global EPD, programas de declaraciones ambientales de producto con mayor prestigio y difusión en la comunidad científica internacional, demostrando su firme compromiso con la construcción sostenible.

La mayor parte de los productos de Isover disponen de la máxima clasificación de sostenibilidad a través de las declaraciones ambientales de producto tipo III verificadas por una tercera parte independiente. Las declaraciones ambientales tipo III se basan en una verificación independiente de los datos de análisis del ciclo de vida en las que se reflejan los distintos indicadores ambientales para las diferentes categorías de impacto (cambio climático, reducción de la capa de ozono, eutrofización, etc). El estudio de los ciclos de vida es el único medio para realizar un análisis científico del impacto de los productos y sistemas constructivos sobre el medio ambiente, y permite la comunicación y mejora rigurosa de su desempeño ambiental.

Isover presenta una larga trayectoria en el desarrollo del ACV para los productos del aislamiento según los estándares UNE e ISO (14040, 14044, 14025, 15.804), con el convencimiento de que es la única manera científica de calcular y comparar los impactos de cualquier producto y/o sistema constructivo.

Adeepi ha publicado recientemente un completo catálogo en el que se exponen las diferentes soluciones de la marca para las necesidades relacionadas con calor y llama. Destacan dos líneas generales de modelos: Línea Sareco. Se trata de modelos basados en tela de algodón tratada. Poseen excelentes prestaciones y durabilidad. Gozan de la comodidad y transpirabilidad del algodón pero con propiedades antillama, antiestáticas y contra arco eléctrico. Línea Saremo. Son modelos confeccionados en tela modacrílica con composición base Protex japonés. Tienen una durabilidad permanente (más de 50 lavados) certificada. A pesar de los altos niveles de protección que ofrecen, son prendas ligeras y suaves para el usuario. Los modelos aportan soluciones de alta visibilidad cuando sea requerida, así como soluciones a protecciones más exigentes (arco eléctrico clase 2).
Grupo Adeepi
Tel. 983 219 355
www.adeepi.com

>> Nueva bujía industrial que permite estrategias de combustión avanzadas y mayor eficiencia

La compañía Federal-Mogul Powertrain ha desarrollado una nueva bujía para motores estacionarios de gas de gran presión efectiva media al freno (BMEP). Esta bujía tiene una combinación de materiales óptimos, una geometría única de electrodo de tierra y un área máxima de la superficie del electrodo que confieren a la nueva bujía *fría* características térmicas optimizadas. Esto tiene como resultado una mayor durabilidad y vida útil del electrodo en comparación con otras tecnologías disponibles en el mercado. Con un área de superficie líder del mercado, esta bujía reduce las temperaturas del electrodo de tierra en más de 200 °C y ofrece una vida útil hasta cuatro veces más larga en comparación con las bujías convencionales de iridio J-gap (de calibre J). Aleaciones especializadas de níquel, iridio y rodio, combinadas con la geometría y el área de la superficie del electrodo, ofrecen la durabilidad requerida al usarse en precámaras de motores de gas que funcionan por encima de los 23 bares BMEP.

"Reducir la carga térmica del electrodo, minimizar la erosión de la bujía y la corrosión química en la abertura y disminuir la incidencia de las modalidades de error clave como la fractura de la junta de soldadura de los electrodos representan los principales

100 % enfocado

Todos los objetos. Cercanos y lejanos.

Enfoque MultiSharp™.

Enfoque manual.
(sin enfoque MultiSharp™)

TODAS LAS tuberías enfocadas.
(con enfoque MultiSharp™)

Presentamos la cámara termográfica Fluke Ti450 con enfoque MultiSharp™
Basta con apuntar y disparar; la cámara procesa automáticamente un conjunto de imágenes enfocadas próximas y lejanas para ofrecerle un enfoque claro y preciso a lo largo de todo el campo de visión.

Descargue la última Guía de IR
www.fluke.es/Ti450

FLUKE®

©2016 Fluke Corporation.
AD 6007254b-es

MEDIO AMBIENTE

Redes sociales para evaluar daños causados por desastres naturales

Un estudio científico internacional en el que participa la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) ha investigado el uso de redes sociales como Twitter como herramientas para el seguimiento, evaluación e incluso la predicción de los daños económicos provocados por desastres naturales. El estudio, publicado en el último número de la revista *Science Advances* junto con científicos del NICTA (National Information Communications Technology Australia) y de la Universidad de California en San Diego (Estados Unidos), concluye que resulta posible determinar los daños causados por un desastre natural en pocas horas utilizando los datos que ofrecen las redes sociales.

Para realizar la investigación, se analizó de forma pormenorizada la actividad de Twitter antes, durante y después del huracán *Sandy*, en 2012, uno de los que más daños ha causado en Estados Unidos, con un impacto económico de aproximadamente 50.000 millones de dólares. Para ello se recopilaron cientos de millones de tuits geolocalizados que hacían referencia a este tema en 50 áreas metropolitanas estadounidenses. "Encontramos una fuerte relación entre la ruta que seguía el huracán y la actividad en las redes sociales, dado que los ciudadanos recurren a estas plataformas para la comunicación y la información relacionada con el desastre", explica Esteban Moro del Grupo Interdisciplinar de Sistemas Complejos (GISC) de la UC3M.

Recomendaciones para la actuación de la UE frente a los delitos ambientales

El proyecto financiado con fondos europeos EFFACE ha elaborado una serie de recomendaciones exhaustivas sobre las mejores fórmulas que se pueden adoptar en la UE para detectar y sancionar los delitos ambientales. Pese a que existen posturas divergentes con respecto a la definición exacta de delito ambiental, el proyecto EFFACE, que celebró su congreso de clausura en Bruselas, basó su labor en la premisa de que estos delitos son aquellos que provocan daños al medio ambiente y que, con frecuencia, también tienen un impacto negativo sobre los ciudadanos que residen en las zonas afectadas. Los delitos ambientales pueden además estar asociados a la delincuencia organizada o a la corrupción y, por ende, manifestarse como incidentes de muy diversa índole.

Los investigadores de EFFACE han realizado 12 estudios de caso exhaustivos que se centran en diversos sectores afectados por los delitos ambientales tanto en la Unión Europea como en otros países. El foco de atención se situó en la minería, la pesca, la conservación de la flora y la fauna, los residuos, la contaminación y en el cultivo ilegal de sustancias estupefacientes, entre otros. A partir de los estudios de caso, el proyecto ofreció recomendaciones sobre las mejores fórmulas para identificar, perseguir y sancionar a los individuos y las organizaciones que cometan delitos ambientales.

retos para la tecnología de bujías en motores de alta potencia", ha explicado Gian Maria Olivetti, director de tecnología de Federal-Mogul Powertrain. "Al desarrollar un auténtico diseño de doble electrodo de iridio con una corta proyección *fría* y una configuración anular de la bujía, hemos superado los últimos desafíos de presión y temperatura, suministrando beneficios significativos sobre los diseños J-plug".

Otra innovación de la bujía *fría* "proviene de la soldadura de iridio avanzada, específicamente desarrollada para esta aplicación tan exigente. Se requiere un elevado punto de fusión de las aleaciones de iridio para resistir la erosión de la bujía, especialmente en las aplicaciones de gran BMEP, pero esto conlleva ciertos retos de fabricación. Federal-Mogul Powertrain superó este reto al desarrollar un tecnología de láser especializada que asegura una zona de soldadura robusta integral con una aleación óptima entre el material base del electrodo y el metal precioso. Con un enfoque más fino que otros láseres, el nuevo proceso ofrece mayor precisión en la posición y control de tolerancia, así como una penetración más profunda.

>> Ensayos con cargas no lineales con medidores inteligentes

La compañía Instrumentos de Medida ha presentado las cargas electrónicas Chroma 63800 de CA que pueden simular las condiciones de carga bajo factor de cresta alta y otros factores de potencia con compensación en tiempo real, incluso cuando se distorsiona la forma de onda de tensión. Esta característica única proporciona capacidades de simulación del mundo real y evita el sobreestrés en el instrumento, con lo que obtendremos el resultado de unos valores fiables e imparciales.

El diseño de la 63800 utiliza la tecnología DSP para simular las cargas no lineales rectificadas con su modo de funcionamiento RLC único. Este modo mejora la estabilidad mediante la detección de la impedancia de la UUT y ajusta dinámicamente la anchura de banda de control de carga para asegurar la estabilidad del sistema.

La serie de Chroma 63800 incluye un modo de simulación de circuitos que permite a los usuarios programar los valores del circuito directamente con los valores del factor de potencia y factor de cresta en lugar de aproximar las condiciones de carga.

Las cargas serie 63800 de AC/CC están diseñadas para múltiples aplicaciones de pruebas en la industria, incluyendo sistemas de alimentación ininterrumpida, inversores aislados, fuentes de alimentación de CA y otros dispositivos eléctricos tales como interruptores, válvulas, fusibles y conectores.

http://idm-instrumentos.es

Tel. 913 000 191

MADRID

>> Matelec 2016: las soluciones más novedosas para la industria eléctrica y electrónica

Matelec, el Salón Internacional de Soluciones para la Industria Eléctrica y Electrónica, contará con más de 600 empresas participantes en sus cuatro grandes áreas especializadas: Matelec, Lightec, Industry y Urbótica. El certamen organizado por Ifema, que se celebrará del 25 al 28 de octubre de 2016 en Feria de Madrid, se presenta ya como la gran convocatoria del sur de Europa para toda la industria sectorial, potenciando el carácter comercializador de nuevos productos y servicios innovadores y novedosos.

Matelec, Lightec, Urbótica y Matelec Industry se convertirán en destacados instrumentos al servicio del conjunto del sector, reuniendo en un mismo escenario a los principales actores activos en el mercado, para facilitar el encuentro comercial entre oferta y demanda. Será un espacio, además, en el que conocimiento, tendencias e innovación contribuirán a dinamizar toda la cadena de valor del mercado.

Para potenciar la próxima edición del Salón Internacional de Soluciones para la Industria Eléctrica y Electrónica, Matelec, se ha vinculado el certamen a los otros salones de referencia de la construcción, rehabilitación, eficiencia energética y soluciones BIM. Así, se convoca ePower&Building, un gran evento multisectorial que, del 25 al 28 de octubre, reunirá la oferta de 1.200 empresas y la presencia de 60.000 visitantes profesionales de esos sectores.

Además, Matelec reorienta sus propuestas hacia el sector industrial, poniendo el foco en la automatización industrial y de procesos en sectores tan importantes como alimentación, farmacia, salud, automoción, energía, etc.

La Feria estructurará su contenido atendiendo a la sectorización real y a las necesidades de la industria eléctrica. Así, habrá un apartado específico de soluciones de iluminación y alumbrado, Lightec, y un área que abordará ámbitos más industriales, con instalaciones eléctricas, telecomunicaciones, redes electrónicas. El área expositiva de Matelec también incluirá soluciones de domótica, inmótica… En definitiva, una reestructuración que pretende fortalecer el papel dinamizador de Matelec dentro del sector eléctrico y de las telecomunicaciones y promover un encuentro comercial más rentable y provechoso, tanto para las empresas expositoras como para los diferentes perfiles de visitantes profesionales.

Los diferentes sectores que conforman toda la oferta expositiva del Salón Internacional de Soluciones para la Industria Eléctrica y Electrónica son los siguientes:

Matelec, dedicado a instalaciones eléctricas, telecomunicaciones y redes, aparamenta, mecanismos, cables y conductores, equipamiento de media tensión, electrónica y vehículo eléctrico. Esta área contará con la presencia de destacadas compañías como Circuitor, Gewis, Simon, Jung, Obo Betterman… Además, la zona para los instaladores e integradores de Matelec contará con una actividad frenética de actividades.

Matelec Industry, en el que serán protagonistas expositores vinculados a ámbitos como Automatec: automatización en industria, procesos y energía; *digital factory*; electrónica industrial; instalaciones, electrificación y telecomunicaciones; soluciones de control y gestión energética industrial, así como otros proveedores de la industria que ofrecerán toda una batería de soluciones para el conjunto del sector industrial de cara a potenciar la reindustrialización 4.0 del sur de Europa. En la primera edición de Matelec Industry participarán empresas de referencia, como General Electric, Delta Energy, Emerson Network Power, Panasonic Electric Works, Himoinsa, WagoDicomat, Eplan, AB, Acelonix, Estanflux, Riello, entre otras.

Urbótica, que abordará las áreas de la domótica, inmótica y *smart cities* con toda la oferta de soluciones KNX.

Lightec, donde se podrán ver las últimas novedades en el ámbito de la iluminación y el alumbrado de la mano de más de 100 empresas entre las que se encuentran Osram, Simon Lighting, ETI, IgniaLight, Artesolar, Megalux y Olfer.

El plazo de participación sigue abierto para todas aquellas empresas que quieran aprovechar una convocatoria sectorial en la que se esperan más de 45.000 visitantes de 80 países, convirtiéndose así en una de las principales plataformas de exportación y comercialización del sur de Europa.

Raúl Calleja y Santiago Quiroga

Raúl Calleja es director de Matelec y Matelec Industry, y Santiago Quiroga, director de Expansión Internacional de Ifema

"Matelec Industry es el primer evento multisectorial que da respuesta a las necesidades del sector industrial"

Mónica Ramírez

Todo está a punto para dar el pistoletazo de salida a Matelec, el Salón Internacional de Soluciones para la Industria Eléctrica y Electrónica, que este año se celebrará del 25 al 28 de octubre en Ifema (Feria de Madrid) con la incorporación de importantes novedades, que, sumadas a las secciones tradicionales, lo convierten en una de las principales plataformas de exportación y comercialización del sur de Europa, en el marco de esta industria sectorial. Para profundizar un poco más en las claves de esta importante cita, entrevistamos a Raúl Calleja, director de Matelec y Matelec Industry, y a Santiago Quiroga Fernández-Ladreda, director de Expansión Internacional de Ifema.

Esta nueva edición de Matelec ofrece destacadas novedades en lo que respecta a sus áreas especializadas (Urbótica, Lightec) y especialmente Industry, que ha generado unas buenas expectativas entre los ingenieros del ámbito industrial. ¿En qué consisten básicamente cada una de ellas?

Raúl Calleja. Esta especialización hace que el principal evento comercial del sur de Europa crezca en contenido y soluciones, mostrando las últimas tendencias de un sector que en 2016 está consolidando su recuperación y unas bases de futuro que se constatarán en la gran convocatoria bajo la que se celebrarán todos estos certámenes y que se denominará ePower&Building. Matelec acogerá y potenciará la importancia de todos los ámbitos y sectores que ya están jugando un papel destacado en el mercado en los próximos años y reforzará la convocatoria con la presencia de soluciones para la integración de la eficiencia energética en el ciclo de la nueva construcción y la rehabilitación. Matelec Lightec ofrecerá las últimas soluciones de iluminación y alumbrado, una de las áreas con más crecimiento en la anterior edición y en la que la tecnología *led* tendrá un especial protagonismo, además de las *smart lighting*, IOT… Otra de las importantes novedades es la especialización de la oferta expositiva orientada al sector industrial, bajo la marca Matelec Industry. Este se convierte, así, en el primer evento multisectorial que da respuesta a las necesidades del sector industrial, potenciando sus capacidades productivas hacia un entorno de *smart factory* con la automatización de procesos y la gestión energética. Matelec Industry pondrá el acento en la automatización industrial y de procesos de sectores como los de alimentación, farmacéutico, salud, agua, energía y transportes. Y girará alrededor de tres áreas, Automatec, automatización de la industria, energía y procesos; *digital factory*; soluciones de control y gestión energética industrial; electrónica industrial; iluminación industrial, y proveedores para la industria.

¿Cuáles han sido las motivaciones que les han llevado a introducir estas nuevas secciones?

R.C. Supone, sobre todo, que se multipliquen las sinergias y las oportunidades de negocio porque se trata de una convocatoria global y transversal, que reúne también a eventos sectoriales como Veteco, Construtec y Bimexpo, muy vinculados entre sí. El congregar en un mismo espacio y tiempo a todas las ferias de la construcción, electricidad, rehabilitación, eficiencia energética y soluciones BIM favorecerá el encuentro comercial entre oferta y demanda.

Matelec cuenta este año con una mayor oferta expositora en comparación con la última edición. ¿Cuántas empresas y profesionales de la Ingeniería van a participar?

R.C. Los más de 20.000 metros cuadrados de superficie expositiva de Matelec mostrarán sus últimos productos y desarrollos de más de 500 compañías de todos los ámbitos de la industria eléctrica: instalaciones; telecomunicaciones y redes; herramientas, mecanismos, cables y conductores; equipamiento de media tensión; y electrónica. Además, en Lightec expondrán sus propuestas más de 100 compañías del sector de la iluminación y el alumbrado. Esta superficie expositiva se complementará con áreas expositivas prácticas que facilitarán e impulsarán el encuentro comercial especializado entre oferta y demanda, y en las que tendrán un protagonismo especial los profesionales de la ingeniería. Además, en Matelec Industry se potenciará especialmente la relación entre fabricantes y responsables de áreas de producción y control, gestión, mantenimiento, calidad y seguridad de procesos, fabricantes de maquinaria, ingenierías... Por su parte, ePower&Building reunirá en total la oferta de 1.200 empresas y la presencia de 60.000 visitantes profesionales.

También se ha llevado a cabo la potenciación de su dimensión internacional, como la feria Matelec Latinoamérica, celebrada en Santiago de Chile en octubre de 2015, y en la que participó la Fundación Técnica Industrial. ¿Qué actividades están desarrollando desde Ifema en Latinoamérica?

Santiago Quiroga. En el ámbito de asesoría, Ifema ha desarrollado en Latinoamérica funciones de agente del sector MICE (*Meetings, Incentives, Conventions & Exhibitions*) por su amplia experiencia tanto en la operación como en la gestión de recintos. Entre otros proyectos, está el trabajo que viene desempeñando de consultoría y asesoría en diferentes países interesados en potenciar, mediante la realización profesional de eventos y la captación de congresos internacionales, la presencia del turismo de negocios. Así, Ifema ha realizado la asesoría estratégica del nuevo centro de convenciones de Buenos Aires, de próxima inauguración, y ha participado en el desarrollo de un importante proyecto en Perú, además de trabajar en otros países de esta área

Raúl Calleja: "En esta edición de Matelec tendrán un protagonismo especial los profesionales de la ingeniería"

geográfica, como Panamá y Colombia (Medellín), para el desarrollo de proyectos conjuntos. A ello se suma su red de oficinas comerciales y de representación por todo el mundo, que actualmente está presente en 25 países de todos los continentes.

¿Qué sectores tienen una mayor participación a nivel internacional?
S.Q. Normalmente aquellos más maduros y consolidados, como por ejemplo el sector turístico, los sectores profesionales de alimentación, concretamente el de frutas y hortalizas, que coinciden además con ser los principales mercados de la economía, la seguridad integral, el sector energético, el calzado…

Con el objetivo de reconocer y galardonar aquellos proyectos técnicamente innovadores en el ámbito de la eficiencia energética en viviendas y edificios, esta edición de Matelec convoca los Premios Instalaciones de Eficiencia Energética. ¿Cuáles son las tendencias actuales en este ámbito?
R.C. La crisis ha tenido consecuencias importantes para todos los segmentos, pero también ha provocado una profunda transformación del sector, que ha evolucionado hacia nuevos materiales, nuevas formas de construir y de integrar los diversos elementos del proceso constructivo; y todo ello en un camino sin retorno hacia el aumento de la eficiencia energética y la sostenibilidad en todos los procesos relacionados con el ciclo constructivo. En este contexto, todos los certámenes integrados en ePower&Building, y particularmente Matelec, se convertirán en una cita obligada en la agenda de cualquier distribuidor, instalador e, incluso, consumidor final, porque es allí donde se profundizará en las claves de futuro para el sector se trata del punto de encuentro sectorial más importante de la península ibérica y de todo el sur del continente europeo.

Como en cada edición, Matelec contribuye a dinamizar el sector eléctrico, electrónico y de telecomunicaciones en nuestro país. ¿Qué iniciativas se van a llevar a cabo en este sentido?
R.C. En el marco de ePower & Building, todos los salones contarán con una importante batería de eventos, congresos, conferencias profesionales, charlas especializadas y *workshops*, además de otras acciones que permitirán reforzar los impactos comerciales de cada uno de ellos, como espacios para talleres, demostraciones, salas de formación técnica, *networking* y encuentros B2B... Además, habrá programas de visitas guiadas por las edificaciones y desarrollos urbanísticos de Madrid que más se acerquen al nuevo concepto de *smart city*.

Muchas pymes ven en la internalización una manera de sobrevivir en los momentos de crisis, pero algunas desconocen las vías para moverse en el exterior. ¿Cómo se les puede ayudar desde Ifema?
S.Q. Efectivamente, en el proceso de globalización que se ha experimentado, parece imprescindible el paso hacia la internacionalización de los sectores y las empresas. Precisamente, ayudar en este proceso y acompañar y asesorar a las empresas en su salida al exterior, es tarea que se está realizando desde Ifema, a través de su área de expansión internacional, para que las empresas puedan tener acceso con sus productos y servicios a mercados que se han identificado como prioritarios por el potencial de desarrollo en el que están inmersos y que por tanto ofrecen actualmente muchas e interesantes oportunidades de negocio. Las ferias son una excelente herramienta para este

Santiago Quiroga: "Desde Ifema tratamos de ayudar, acompañar y asesorar a las empresas en su salida al exterior"

objetivo y permiten dirigir el esfuerzo con las mayores garantías de éxito.

¿Qué proyectos tienen a la vista?
S.Q. Continuar con la organización de las ferias ya presentes a nivel internacional para consolidarlas en sus respectivos mercados, y continuar ampliando nuestro rango de actuación, como lo venimos implementando con los proyectos que estamos realizando de consultoría y asesoría en construcción y gestión de recintos feriales, y en asesoría en la organización de ferias profesionales en otros países. Así, para el próximo año 2017 está programada la celebración de la segunda edición de Mac Fruit Attraction, del 22 al 24 de abril en Egipto; de Arco Lisboa, que también celebra su segunda convocatoria, del 17 al 21 de mayo en Lisboa, además de las ferias Sicur, Genera y Matelec Latinoamérica, que se celebrarán en Santiago de Chile. Con ello, en este próximo año van a coincidir cinco proyectos de Ifema en el exterior. Asimismo, Ifema está actualmente presente en África, en la región del Congo, donde continúa desarrollando labores de asesoría para la feria de turismo de Malabo (Guinea Ecuatorial), y también en Oriente Medio, donde Ifema tiene un acuerdo con el operador ferial en Abu Dhabi, para la captación de demanda.

Fabricación industrial optimizada gracias a una fuente de datos unificada

Nicolas Loupy

Los fabricantes de equipamiento industrial han de hacer frente a múltiples retos que están cambiando la forma en que diseñan, desarrollan, producen y prestan sus servicios. La competitividad internacional, la complejidad de los productos, el cumplimiento normativo y las expectativas de los consumidores son solo algunos de los retos que deben afrontar para fabricar de manera eficiente. A esto se suma la necesidad de proveer un servicio excelente durante todo el ciclo de vida de una máquina.

Aunque a primera vista pueda parecer que esté en un segundo plano, también resulta crucial tener en cuenta la tendencia hacia un *software* más modular, pues sin él los negocios pueden sufrir tanto técnicamente como en términos de ventas. A pesar de que los ingenieros hacen uso actualmente de tecnologías muy avanzadas en comparación con otros sectores industriales, se necesitan semanas de trabajo para generar las configuraciones de equipos para los clientes y los cambios sobre dichas configuraciones producen a menudo confusión y errores entre los equipos implicados.

Otro reto importante para ser una compañía de fabricación industrial eficiente es la capacidad de definir y producir productos a medida a velocidad récord. Además, deben prestar mantenimiento al cliente independientemente de en qué parte del mundo esté instalado.

Para competir en el mercado, tanto la maquinaria estándar como la personalizada necesita ser fabricada y mantenida de forma más eficiente. Como resultado, la información sobre estas y sus historiales, números de componentes, archivos de servicio y cambios en la ingeniería han de centralizarse para evitar la duplicidad de procesos y los errores.

Todas estas consideraciones generan la necesidad de una plataforma tecnológica unificada que conecte a todas las partes implicadas y abarque tanto la fabricación como la puesta en servicio. Esta tecnología proporcionará una visibilidad única y holística de la información del producto y los procesos que afectarán a las fases de diseño, desarrollo, ingeniería, fabricación y entrega de los equipos.

Nicolas Loupy.

Las compañías de equipamiento industrial pueden, así, gestionar el proceso completo de desarrollo de un producto (desde la concepción de la idea, la simulación y el diseño hasta la producción y la puesta en marcha) permitiendo la colaboración entre múltiples localizaciones y con diferentes agentes y clientes. Por lo tanto, la plataforma ofrece una experiencia unificada para las múltiples disciplinas que contribuyen a la fabricación de productos a veces realmente complejos.

Fabricación conectada

Estas plataformas potencian la adopción de los principios de la denominada *industria 4.0*, en la que el diseño, el desarrollo, la cadena de suministro, la producción y la puesta en servicio actúan de forma conjunta gracias al intercambio continuo de datos.

Los fabricantes de equipos originales (*Original Equipment Manufacturers*, en inglés) consideran cada vez más este tipo de plataformas como la base para adoptar estos principios, ya que se recopilan datos provenientes de equipos ubicados en diferentes localizaciones a través de múltiples dispositivos *software* y *hardware*.

La evolución de las tecnologías obliga a las empresas a actualizar sus sistemas, a sustituirlos por otros nuevos o a diseñar nuevas interfaces que les permitan conectarse entre los usuarios y la maquinaria. Además, el extenso ciclo de vida de una máquina obliga a actualizar el equipo con nuevas tecnologías tan pronto como estas estén disponibles, para continuar generando valor para el cliente.

Al almacenar todos los datos de diseño generados por cada máquina en una única plataforma, resulta más sencillo añadir nuevas funcionalidades a las que el cliente final puede acceder sin necesidad de desarrollar una nueva máquina desde cero cada vez que surge una nueva tecnología, lo que resulta también en un ahorro de costes.

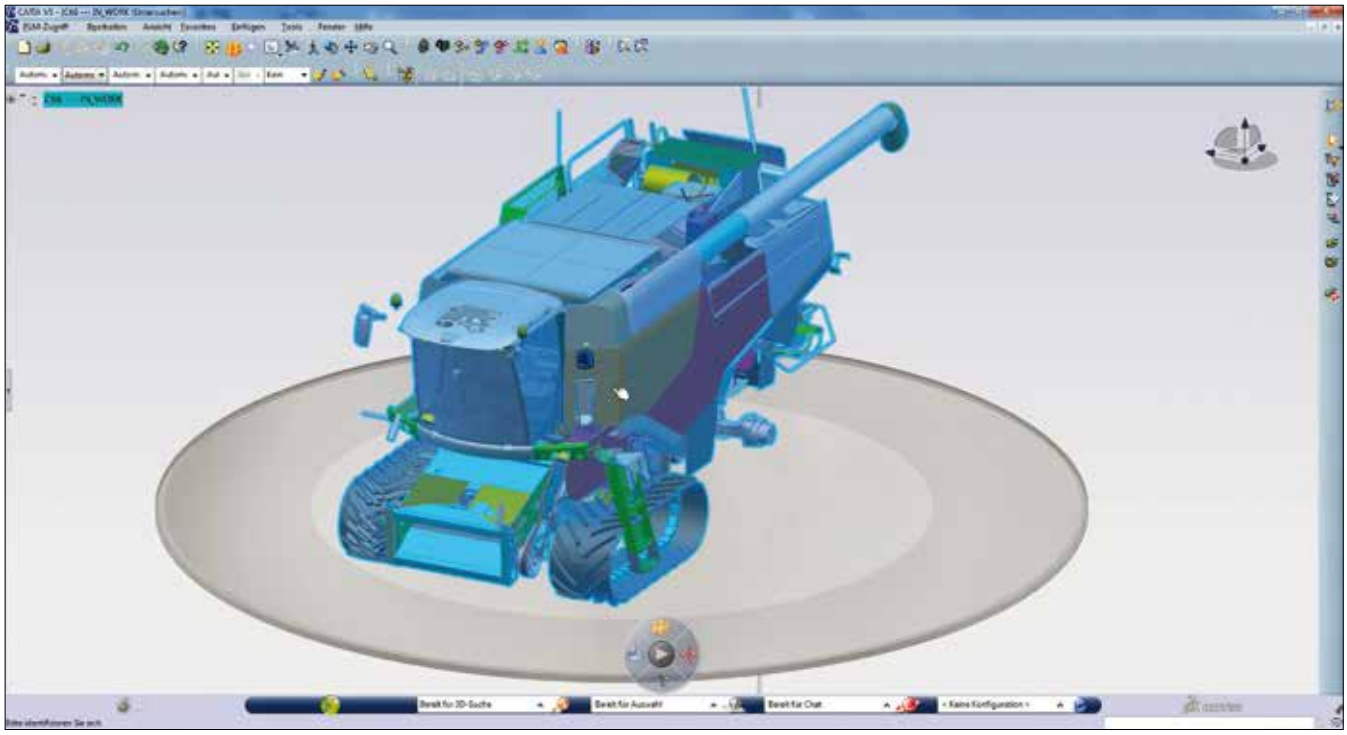
Además, estos sistemas unificados de fuentes de datos pueden conectarse también con los ERP para proporcionar datos precisos y actualizados que llevan a tener un mayor control financiero. Un único entorno para todas las disciplinas de ingeniería, conectado en tiempo real a los sistemas ERP, supone una solución práctica y fácilmente configurable para las empresas de equipamiento industrial.

De esta manera se gestionan los procesos de negocio que hacen frente a los retos de los consumidores y proporcionan una plataforma colaborativa para todos que no solo resulta visual, global, abierta e intersectorial, sino que permite el desarrollo social e inteligente de un proceso de fabricación.

Plataforma unificada de datos

Por ejemplo, la empresa Doosan Infracore, dedicada a la fabricación de maquinaria de construcción, herramientas mecánicas y accesorios como compresores de aire, necesitaba proporcionar a sus 14 sedes y centros de I+D de todo el mundo un único sistema para proporcionar productos de la más alta calidad de forma continua.

La compañía tenía que hacer frente a una serie de retos, desde reducir los periodos de desarrollo de un producto a



Pantalla de trabajo de la plataforma para el diseño y la fabricación industrial de Dassault Sistèmes.

minimizar los errores y los retoques, con el objetivo de mejorar la integración de los datos y la seguridad a lo largo del ciclo de vida del producto.

Para la empresa resultaba complicado abordar estos retos con su sistema PLM, que consistía en una colección de aplicaciones de *software* internas y heterogéneas que generaban problemas de incompatibilidad de los datos de una solución a otra.

Al ser conscientes de que necesitaban aumentar la colaboración entre los diferentes centros, la compañía decidió implementar un entorno colaborativo global e integral. Gracias a este, incluso aquellos departamentos no involucrados en el diseño como *marketing* y ventas y no acostumbrados a este tipo de herramientas pueden consultar un modelo en 3D del producto en tiempo real y usando simplemente un ordenador, desde cualquier ubicación.

Los listados de materiales (*Bill of Materials*, en inglés), que antes eran gestionados independientemente, ahora se encuentran accesibles en tiempo real durante el proceso completo. Con ello se simplifica la verificación, se permite realizar una mejor estimación de costes y conseguir un mayor control tanto sobre los presupuestos como sobre las fechas programadas.

Asimismo, el ensayo virtual en 3D y la simulación en las fases de diseño y fabricación les ayudó a reducir el número de errores y los retoques en más del 90%. Las herramientas para la simulación integradas en la plataforma permiten a los usuarios detectar y corregir los errores en la fase de diseño en vez de hacerlo posteriormente en la etapa de fabricación, cuando los retoques supondrían un gran incremento de los costes.

Las capacidades de configuración han permitido también que la empresa establezca las directrices de producción en 3D, para que los usuarios puedan visualizar todas las posibles alternativas en la fase de planificación de producto, eliminando los cambios de diseño posteriores y acortando el tiempo de desarrollo de producto y fabricación.

Por otro lado, todos los datos de diseño se encuentran más seguros al permanecer en una base de datos común y no distribuida en ordenadores individuales.

La implementación de estas plataformas ha servido a otra empresa para gestionar y compartir internacionalmente sus datos de ingeniería y documentación. Gracias a ella se aceleran los procesos de diseño, aprovisionamiento, fabricación y puesta en servicio de cada una de sus sedes.

En este caso, la empresa Doosan Infracore desarrolló un catálogo virtual de repuestos y componentes y un sistema de gestión de contenidos para el departamento de *marketing*. Este contenía información técnica de sus productos que podían compartir con sus sedes y proveedores en todo el mundo.

Gracias a la mejora del proceso de creación de documentación, la plataforma les ha proporcionado apoyo a las operaciones de posventa de repuestos y de mantenimiento y montaje de productos en las fábricas.

Oportunidades de negocio

En definitiva, contar con una única fuente de datos facilita un cambio disruptivo en las experiencias de los clientes y los fabricantes. La total transparencia de la información supone que no hay datos aislados en silos locales ya que toda la información es precisa, actual y está disponible desde cualquier ubicación.

El proceso completo de la concepción, el diseño, la producción y el mantenimiento de los productos dentro del mercado internacional se simplifica gracias a la tecnología que ofrece una solución unificada de fuente de datos. Su implementación ahorra tiempo a la empresa, un tiempo que puede invertirse en innovar y en convertir los retos futuros en oportunidades de negocio.

Nicolas Loupy es director general de Dassault Systèmes en España y Portugal.

Ilustración: Nucleartist / Shutterstock.

Una industria que va sobre ruedas

La industria de automoción en España, la segunda de Europa, recupera el pulso perdido tras años de dura crisis y afronta optimista un futuro en el que coches y fábricas deben adaptarse a la era digital

Manuel C. Rubio

Empecemos por el principio: la industria del automóvil en España va sobre ruedas. Una aparente obviedad que define la determinación y dinamismo de este sector estratégico por dejar atrás seis años de profunda crisis y convertirse en uno de los principales motores de la reindustrialización del país. De la mano de inversiones millonarias –desde 2011 y hasta el fin de esta década los fabricantes de coches han realizado o comprometido en las plantas españolas alrededor de 10.000 millones de euros–, la automoción *made in Spain* ha recuperado el pulso perdido y su posición de privilegio dentro del contexto mundial y camina con paso firme hacia cifras de negocio desconocidas desde hace años. Pero detrás de este renacer español hay mucho más que esta importante inyección económica anunciada por las principales multinacionales automovilísticas.

Crecimiento de dos dígitos

Según todos los expertos, que la mayoría de los indicadores del sector crezcan ahora a ritmo de doble dígito obedece a una concatenación de factores. Entre ellos, la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles (Anfac) destaca, de un lado, el significativo y sostenido aumento de la producción en las 17 fábricas repartidas por el territorio nacional, que este año esperan alcanzar en su conjunto los 2,8 millones de vehículos; así como el impulso de las exportaciones, especialmente en los mercados asiático, americano y del norte de África, y destino final de más del 80% de las unidades fabricadas. De otro, la reactivación del consumo interno gracias, fundamentalmente, a las excelentes expectativas turísticas que han disparado el apetito comprador de las empresas de alquiler de coches, y a la mayor capacidad de compra de los particulares animados por los planes estatales de incentivos al vehículos eficiente (PIVE).

Unos y otros aspectos han hecho posible que España se haya consolidado como el segundo mayor fabricante de automóviles de Europa –el primero en vehículos industriales– y el octavo a nivel mundial, y que el sector, incluida la distribución y otras actividades anexas, represente de nuevo cerca del 10% del Producto Interior Bruto (PIB) y algo más del 20% del total de las exportaciones españolas, con un valor que sobrepasa los 40.000 millones de euros.

Además, este sector que emplea directamente a unos 300.000 trabajadores –en un gran porcentaje indefinidos– y genera otros dos millones de puestos de trabajo indirectos, pasa por ser uno de los más innovadores al destinar el 1,37% de su cifra de negocio a actividades de I+D+i, medio punto por encima del esfuerzo que en este ámbito realiza el conjunto de la industria española, según los últimos datos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Automatización

Esta apuesta por la innovación, que convierte a las plantas de fabricantes nacionales entre las más automatizadas de Europa, con una media de 89 robots por cada 10.000 empleados, se nutre y complementa con el trabajo de una tupida red de universidades, centros tecnológicos y *clusters* industriales que desarrollan actividades relacionadas con la producción de vehículos.

Pero por encima de todas estas consideraciones, los expertos resaltan que

la favorable marcha del sector se debe principalmente al buen clima laboral, decisivo para aumentar la competitividad de las fábricas según apuntan desde los sindicatos, y a la fuerza de la industria de componentes, que aporta alrededor del 75% del valor del vehículo, según subraya la patronal Sernauto, y que el año pasado superó los 32.000 millones de euros de facturación.

Para CC OO, el diálogo social mantenido entre empresas y sindicatos durante estos últimos años ha permitido alcanzar acuerdos fundamentales para que las grandes multinacionales del sector renovaran su confianza en las fábricas españolas, que hoy destacan por su altos índices de productividad y el elevado nivel de cualificación y especialización de su mano de obra. Y lo han hecho, según refleja este sindicato en un informe sobre la situación del sector de la automoción en España fechado hace un año, sin tener que echar mano en ningún caso de la reforma laboral. Con todo, el sindicato advierte que el sector aún se encuentra lejos de recuperar el nivel de empleo de 2008 y a años luz del que contaba hace poco más de una década.

A pesar de que todos reconocen que esta flexibilidad laboral ha sido clave para el excelente momento que vive el sector, el unánime reconocimiento recae en la potente industria española de componentes, un conglomerado del que participan alrededor de 1.000 empresas pertenecientes a 720 grupos empresariales que garantiza el servicio y suministro a las plantas de fabricación.

Tras un buen 2015, esta industria, que representa más del 5% del empleo industrial en 10 comunidades autónomas, confía en facturar este ejercicio más de 34.000 millones de euros, lo que supondría un incremento del 7% y cumplir tres años antes de los previsto con el objetivo marcado en la 'Agenda Estratégica Componentes 2020' elaborada por la patronal para mantener la competitividad del sector y seguir creciendo.

Pero la fuerte expansión de esta industria de vigorosa base tecnológica no se refleja solo en el volumen de negocio, sino también en el resto de indicadores. Según Sernauto, las exportaciones de la industria de componentes alcanzaron en 2015 los 18.900 millones de euros, un 7,5% más que en 2014. Este dato representa prácticamente el 60% de la facturación total del sector y más del 80% si se consideran los componentes instalados en los vehículos que son exportados.

Además, los fabricantes de equipos y componentes invirtieron 3.000 millones de euros en 2015 en España, de los que 1.200 millones –un 33,5% más– se destinaron a I+D+i. Como colofón, la patronal recalca su fuerte impacto multiplicador sobre la actividad económica del país. Y echa cuentas: por cada euros de demanda de productos del sector se generan 3,1 en el conjunto de la economía nacional, uno de los ratios más alto de toda la industria.

El sector español en cifras

- Las **17 fábricas** que existen repartidas por el territorio nacional esperan alcanzar en 2016 la cifra de **2,8 millones de vehículos** fabricados.
- España se ha consolidado como el **segundo fabricante de automóviles de Europa** –el primero en vehículos industriales– y el octavo a nivel mundial.
- El sector emplea a **300.000 trabajadores**, en su mayoría con contrato indefinido, y genera otros **dos millones de puestos de trabajo indirectos**.
- En la década de 2010, los fabricantes de coches han realizado o comprometido en las plantas españolas **inversiones por valor de 10.000 millones de euros**.
- Las plantas de fabricantes nacionales entre las más automatizadas de Europa, con una media de **89 robots por cada 10.000 empleados**.
- El sector de componentes es un conglomerado de **1.000 empresas de auxiliares** pertenecientes a 720 grupos empresariales.
- Las **exportaciones** de la industria de componentes alcanzaron en 2015 los **18.900 millones de euros**, un 7,5% más que en 2014.

Faltan ingenieros

Pese a ello, no todo son buenas noticias. Sernauto se queja de que a las empresas de componentes les cuesta encontrar ingenieros porque sostiene que en España no los hay. "Los que hay son buenos, pero escasean", aseguraban no hace mucho fuentes de la patronal, que además insisten en reclamar al futuro Gobierno una apuesta decidida por la formación profesional dual.

Una visión que también es compartida por otros actores, que exigen activar la demanda de personal cualificado en esta industria, a la que todos coinciden en señalar como el motor del mercado laboral de los profesionales con perfil técnico. Pero para ello, advierten, es necesario superar problemas como la adecuación de los contenidos de la formación a las necesidades reales de la industria o la distancia que todavía existe entre las instituciones académicas y las necesidades de las empresas.

Asimismo, Sernauto afirma que se necesita un ingeniero digital porque el sector también participa ya del nuevo escenario de la Industria 4.0, una creciente realidad que esta transformando la forma de organizar los medios de producción. Y en este nuevo escenario donde coches y fábricas deben adaptarse a la era digital y a las soluciones de movilidad que plantea la sociedad actual, la industria del automóvil avanza hacia un espacio lleno de oportunidades.

El uso de materiales ligeros que permitan reducir el peso del vehículo, y con ello la emisión de gases contaminantes; la utilización en los procesos de fabricación de materiales reciclables o reciclados que contribuyan a cumplir con la normativa europea que obliga a reutilizar y reciclar el 95% del peso de los coches; o la introducción de la energía eléctrica como mecanismo de propulsión de los vehículos para diversificar las fuentes de energía empleadas para el transporte y la movilidad de las personas son, en este sentido y a juicio del ICEX-España Exportación e Inversiones, tres de los campos en los que la automoción presenta un mayor margen de actuación.

Pero si hay algún ámbito prioritario para la industria del automóvil ese no es otro que el del Internet de las Cosas y la conectividad. El coche conectado con el entorno y el propio conductor supone un cambio de tendencia que abre un amplio abanico de posibilidades a todo el sector, especialmente al de equipos y componentes, situándole en la antesala del coche autónomo.

Sistema 'autopilot' de Tesla.

Hacia la conducción autónoma

Desde la era del Ford T y la cadena de montaje hasta la moderna robotización de las fábricas, la automoción nunca había vivido una revolución similar. Ahora son los coches conectados; en pocos años, la conducción humana quizá sea algo del pasado. Los fabricantes de automóviles siempre han visto como proveedores de productos y tienen el reto de ser también proveedores de servicios en movilidad

Joan Carles Ambrojo

El coche volador es todavía ciencia-ficción. Sin embargo, algunos vehículos ya *han aprendido* a conducir solos con cierta soltura. Mientras llega el coche completamente autónomo, los coches comerciales son más inteligentes, disponen de sistemas de ayuda a la conducción y están construidos con materiales más ligeros y motores más eficientes. Pero la supremacía de la industria de la automoción no está esculpida en piedra. Debe enfrentarse a una pléyade de nuevos competidores provenientes del sector tecnológico como Google y Apple, que entre otras tecnologías, desarrollan sistemas operativos para los vehículos conectados.

Los fabricantes de automóviles siempre han visto a sí mismos como proveedores de productos y tienen el reto de asumir una nueva identidad como proveedores de servicios en movilidad. BMW, Daimler y Volkswagen, por ejemplo, han recogido el guante y formaron un consorcio para adquirir la empresa de servicio de mapas y navegación Here de alta precisión de Nokia, compatible con la conducción autónoma. Los suministradores de componentes también se han puesto las pilas para producir elementos de alta tecnología a precios más bajos y competitivos.

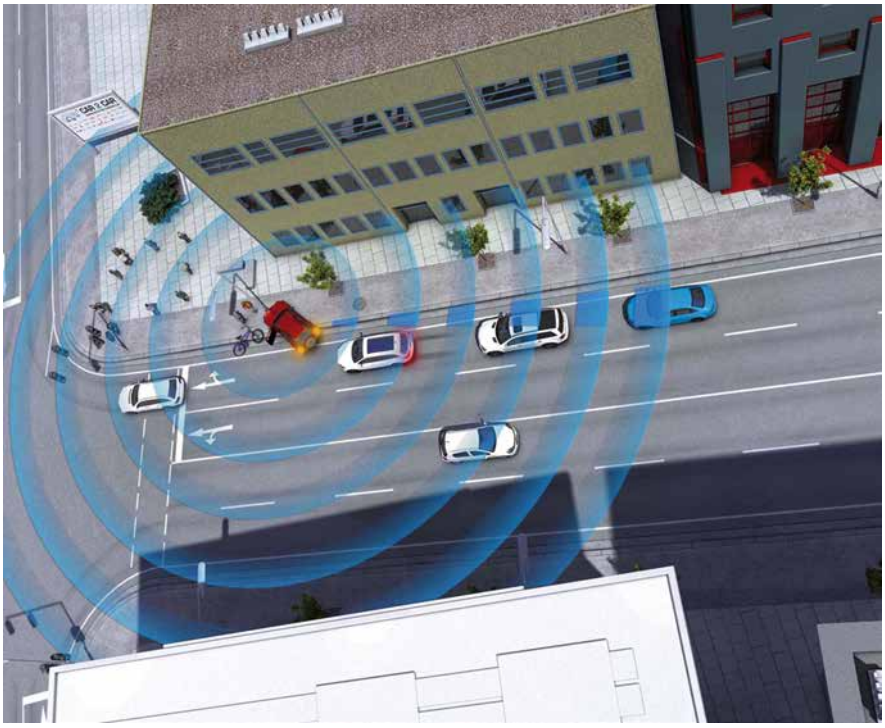
> La electrónica representa ya el 35% del coste total de un vehículo, cuando hace solo 10 años era del 20%

Los primeros circuitos integrados utilizados en los automóviles para controlar características básicas del motor se implantaron a finales de la década de 1970. Las nuevas legislaciones sobre eficiencia energética y bajas emisiones aceleraron una década más tarde la presencia de los primeros ordenadores de a bordo capaces de diagnosticar el estado del vehículo.

Sistemas electrónicos

Los sistemas electrónicos siguen contribuyendo con más del 90% de las innovaciones y nuevas características de los flamantes vehículos. Y con la entronización del coche conectado y la llegada del vehículo autónomo su presencia será omnipresente: la electrónica representa ya el 35% del coste total de un vehículo; hace 10 años era del 20%, según estudios realizados por Manfred Broy, profesor de informática en la Universidad Técnica de Múnich.

Todos los fabricantes de equipos principales se dirigen a las áreas tradicionales de la calidad y la seguridad; mientras que la información y el entretenimiento cobran mayor relevancia, puesto que permiten diferenciar sus productos frente a la competencia, según el estudio de tendencias del automóvil elaborado por PwC. Hace una década, solo los vehículos de gama alta contaban con sistemas de visión nocturna con detección de peatones, sensores de aparcamiento, cámaras que recogen todos los ángulos y luces adaptativas. Algunos utilitarios ya disponen de sistemas de apertura y arranque biométricos, y manuales con realidad aumentada en el teléfono inteligente.



Avisos *online* de un vehículo accidentado a los coches que se aproximan.

Redes inalámbricas

La mayoría de los coches nuevos están equipados con sensores y conectados a redes inalámbricas de alta velocidad; transmiten flujos de datos valiosos y facilitan una amplia gama de servicios digitales. Existen también servicios avanzados como el asistente de carril, el control de crucero adaptativo y sistemas de autofrenado. Tesla cuenta con un avanzado sistema de conducción semiautomática, el Autopilot; el Mercedes Class E es capaz de tomar momentáneamente el control del vehículo en caso necesario, mientras que Audi trabaja en su sistema Piloted Driving.

Con el tiempo, estos servicios definirán la propuesta de valor del automóvil. Tan solo la industria automovilística alemana prevé invertir 11.000 millones de euros anuales en digitalización e Internet de las cosas.

A medida que la complejidad y la penetración de los sistemas de información y entretenimiento y de asistencia al conductor aumentan, hay una creciente necesidad de *hardware* y soluciones de *software* compatibles con la inteligencia artificial, que utiliza componentes electrónicos y *software* para emular las funciones del cerebro humano. Los sistemas de asistencia al conductor incluyen cámaras basadas en sistemas de visión artificial, radar y sistemas de evaluación del motor. De hecho, las remesas de los sistemas de inteligencia artificial (AI) utilizados en información y entretenimiento y sistemas de ayuda a la conducción pasarán de los 7 millones unidades en 2015 y centrados principalmente en el reconocimiento de la voz, que se ejecutan principalmente en la nube debido a los altos costes del *hardware*, a 122 millones de unidades en 2025, según IHS.

Los automóviles conectados son vehículos digitalizados, con conexión a Internet, sistemas avanzados de información y entretenimiento y aplicaciones que permiten a los vehículos *hablar* el uno al otro, intercambiando datos básicos de seguridad como la velocidad y posición), servicios de localización y guiado basados en las condiciones del tráfico en tiempo real y enlaces que facilitan el diagnóstico de vehículos y reparaciones a distancia.

> "Solo la industria automovilística alemana prevé invertir 11.000 millones de euros anuales en digitalización e Internet de las cosas"

Otros vectores de crecimiento a corto plazo incluyen una mayor disponibilidad de las redes inalámbricas de alta velocidad y servicios de datos basados en la nube en todo el mundo, y el desarrollo de interfaces de programación de aplicaciones necesarias para crear *software* del coche conectado. Por el lado de la demanda, las características de seguridad digitales y las opciones de entretenimiento van a estimular las ventas, algo que fomentará la inversión en servicios de coches conectados, y dará lugar a la demanda del mercado de accesorios para equipos de conectividad de los propietarios de coches fabricados sin funciones digitales, según prevén los expertos.

La visión tradicional del automóvil también se diluye. Cada vez más, el conductor lo ve como un objeto que compartir, en vez de poseer, y en el que puede disfrutar de mayores ventajas tecnológicas de conectividad y ocio. La conexión entre vehículos permitirá intercambiar datos entre usuarios, las infraestructuras y las señales de tráfico y no solo reducirá el número de accidentes, sino que hará más fluido el tráfico, dice Stefan Burgstaller, experto en Goldman Sachs Research. Las aseguradoras, por ejemplo, tendrán nuevas formas de controlar el comportamiento del conductor, recompensar a los buenos conductores y distribuir los costes a los imprudentes.

Cambios legislativos

La digitalización viene acompañada de cambios legislativos. Una directiva obligará a todos los nuevos automóviles que circulen por las carreteras a partir del 31 de marzo de 2018 a disponer del eCall,

Sistema Autopilot de Tesla. Imagen detallada del cuadro de instrumentación.

dispositivo de seguimiento que alerta a los servicios de emergencia en caso de accidente, un arma de doble filo que puede atentar contra la privacidad de los usuarios, advierten los expertos.

La seguridad activa en los vehículos, que incluye advertencias prechoque, también está ganando popularidad por el potencial considerable que tiene para reducir los efectos nocivos de los accidentes de circulación a ocupantes y peatones. El mercado de los sistemas de seguridad activa crecerá a una tasa compuesta anual superior a los sistemas de seguridad pasiva entre 2015 y 2020, según algunos estudios. Pero la nueva era de la conducción autónoma y la conexión entre vehículos plantea nuevos dilemas éticos: ¿Cómo programar un vehículo para actuar en caso de un accidente inevitable? ¿Se sacrificarán los ocupantes para salvar un mayor número de vidas? ¿Se crearán algoritmos con diferentes niveles de ética para preservar, por ejemplo, a los ocupantes infantiles, con más años de vida por delante?

Puntos débiles

De momento, los vehículos inteligentes o conectados tienen sus puntos débiles y algunos modelos han sufrido ciberataques. Un estudio de IDC y Veracode así lo demuestra. La vulnerabilidad del *software* a bordo de los vehículos, sobre todo si es de baja calidad, es, precisamente, uno de los desafíos más importantes para la industria de la automoción. John Smith, jefe de soluciones en Veracode, explicó a CBR que el *software* de un vehículo conectado actual está compuesto por unos 200 millones de líneas de código, "sin mencionar las aplicaciones enlazadas directamente al *smartphone*. Malos programas informáticos o con bajo nivel de seguridad puede convertir esos automóviles en peligrosos.

No basta con crear *software* de calidad, sino también en solucionar rápidamente los errores detectados y hacerlos llegar a los clientes, añade Smith. Esto ya sucede en algunos casos: cada pocos meses, los propietarios de un vehículo Tesla reciben una actualización de *software* que añade nuevas funciones a su vehículo y ya ha eliminado serios problemas en su modelo S.

Áreas de desarrollo

Estas son algunas de las principales áreas de desarrollo en la industria automovilística para avanzar hacia el coche conectado:

- Conducción autónoma: vehículos sin conductor humano. Se incluyen los coches con aparcamiento automático o ayudas en autopista.

- Seguridad: capacidad para advertir al conductor de los problemas viales y automáticamente detectar y evitar posibles colisiones, incluidas señales de advertencia de peligro y las funciones de llamada de emergencia.

- Entretenimiento: música y vídeo para pasajeros y el conductor, con interfaces de teléfonos inteligentes, *wifi* o puntos de acceso de red de área local, el acceso a las redes sociales y la oficina móvil.

- Bienestar: optimización de la salud y la competencia del conductor, con alertas electrónicas que detectan o mitigan la fatiga, y otras formas de asistencia individual.

- Gestión de vehículos: soporte para reducir al mínimo los costes de operación y aumentar la comodidad. Incluye el control remoto de funciones del automóvil, pantallas de servicio y estado del vehículo y la transmisión de los datos de tráfico.

- Gestión de la movilidad para una conducción más rápida, segura, económica y eficiente, basada en datos recogidos por el vehículo. Incluye pantallas en tiempo real de información de tráfico, reparaciones, etc.

- Integración en el hogar, oficinas y otros edificios, incluidas alarmas domésticas y los sistemas optimización energética.

Movilidad para las megalópolis del futuro

Los fabricantes de coches se alían con la Universidad para crear el primer gran 'hub' en investigación en automoción y movilidad urbana, convirtiendo para ello a Barcelona en un gran campo de pruebas

J. C. A.

La explosión de las grandes urbes a corto plazo transformará y revolucionará la vida urbana. Es necesario replantear la movilidad desde perspectivas globales que integren todos los componentes: las infraestructuras, los sistemas de tráfico, el uso de los vehículos y los recursos como la energía, el espacio y el tiempo cada vez serán más limitados.

Para abordar con éxito tales retos para las grandes áreas metropolitanas y fabricantes de vehículos, la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Seat y Volkswagen Group Research presentaron hace unas semanas Carnet (Cooperative Automotive Research Network), el primer gran *hub* en investigación e innovación en automoción y la movilidad urbana del futuro en Barcelona. La ciudad se convierte en campo de pruebas. Un proyecto de *microcities* o nuevos nodos y estaciones multimodales de movilidad y transporte urbano, una aplicación móvil para conocer la disponibilidad de plazas de aparcamiento y una plataforma para compartir viaje son algunas de las iniciativas llevadas a cabo por Carnet.

La movilidad debe ser sostenible, pero no es suficiente abordarla desde los medios tecnológicos. También se deben considerar las soluciones desde los aspectos sociales, ambientales y de cambio climático, afirma Jaume Barceló, director académico de Carnet y catedrático emérito de la UPC. Y aplicar cambios paradigmáticos, como compartir el vehículo. "Y si la movilidad ha de garantizar el acceso a las actividades humanas, entonces pensamos que la dinámica urbana desempeña un papel importante en la manera en que nos trasladamos actualmente", añade.

"La industria del automóvil incluye tres ámbitos de innovación: la electrificación, el coche conectado y la conducción autónoma, y todas nos llevarán a nuevos conceptos de movilidad. El futuro de la automoción depende de la investigación y la innovación", dijo Matthias Rabe, vicepresidente de I+D de Seat. "La movilidad en el sector automovilístico está llegando a un cambio de paradigma y en el futuro serán necesarias nuevas competencias y tecnologías", afirma Jürgen Leohold, director ejecutivo de Volkswagen Group Research: "A través de Carnet, Volkswagen Group Research quiere desarrollar ideas e impulsar proyectos en Barcelona, una de las *smart cities* más atractivas para estudiar la movilidad".

Jurgen Leohold, director ejecutivo de Volkswagen Group Research, Enric Fossas, rector de la UPC y Matthias Rabe, vicepresidente de Seat.

Proyectos en curso

Christoph Wäller, director industrial de Carnet y gerente de Innovación y Movilidad Alternativa de Seat, presentó algunos de los proyectos en curso de Carnet. Es el caso de Microcities, que permitirá convertir los espacios de aparcamiento tradicionales, tanto específicos como vinculados a grandes equipamientos, centros comerciales y polos de servicios de los entornos urbanos y metropolitanos, en centros de servicios a las personas, los medios de transporte y la movilidad.

Estas *microcities* facilitan la máxima accesibilidad a los principales nodos de interés de la ciudad, ya que funcionan también como un intercambiador multimodal del vehículo propio al tren, metro, bicicleta, coche compartido y vehículos eléctricos. Se implantará uno piloto en Barcelona, realizando un sistema de registro de información y visualización; un mapa interactivo permitirá localizar los principales espacios *microcity*. Microcities, desarrollado conjuntamente por el Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio de la UPC, Seat y Volkswagen Group Research, se puede replicar en muchas de las regiones metropolitanas contemporáneas.

Parkfinder es una aplicación móvil integrada en los vehículos que permite localizar plazas de aparcamiento disponibles en tiempo real, utilizando información facilitada por la plataforma del proyecto europeo iCity, enmarcado en las *smart cities*. Una vez que el usuario selecciona el destino, el prototipo se comunica con el sistema de navegación del coche para informarle de la hora estimada y distancia aproximada hasta la zona seleccionada. Para poder certificar la seguridad de su uso en conducción, se ha desarrollado una interfaz de usuario que cumple con las exigentes Drive Distraction Rules.

El proyecto Urban CoCar analiza y evalúa el impacto de compartir vehículos entre múltiples usuarios. Mediante modelos de simulación, el proyecto, desarrollado en el inLab de la Facultad de Informática de Barcelona, responde a cómo se accede al sistema, cómo se gestiona la flota, cómo se asignan los servicios y como se flexibilizan las rutas, entre otras cuestiones.

Leyre Olavarria

Responsable de Coche Conectado de SEAT

"La visión de Seat sobre la conectividad es pasar a ser un proveedor de servicios de movilidad"

Joan Carles Ambrojo

La red de dispositivos conectados conocida como Internet de las Cosas (IoT) continúa su desarrollo imparable. Los vehículos serán un elemento principal en la expansión de la IoT, según la consultora Gartner. Leyre Olavarria, ingeniera y experta laureada de Seat en conectividad del automóvil, considera que la estandarización es una premisa para lograr el coche conectado universal.

¿Cómo definiría el vehículo conectado ideal?

Un coche 100% conectado e integrado en la nube, en el Internet de las cosas. Un coche conectado, de forma segura, con el conductor y su ecosistema digital personal, con el entorno, con la infraestructura, con el resto de vehículos.

Como en otros sectores tecnológicos, la estandarización parece imprescindible para garantizar el desarrollo del coche conectado y beneficiar a los consumidores. ¿Cómo puede llegar esta estandarización al mundo del coche conectado?

La estandarización es imprescindible. Actualmente en Seat ya estamos trabajando con *partners* en proyectos de investigación que avancen hacia este objetivo. Un coche que se conduzca desde Barcelona, a través de Francia, hacia Fráncfort, en Alemania, debe poder comunicarse con la infraestructura de los tres países, con todos los coches que se encuentre en el camino independientemente de la marca y poder buscar y reservar aparcamiento de forma *online* en cualquier ciudad del recorrido, por ejemplo. Esto solo se logrará si los protocolos de comunicación son estándares.

¿Cuál será el equilibrio entre la conectividad que los consumidores quieren y lo que los reguladores permitirán a bordo de los vehículos?

Es una realidad que a día de hoy los ciclos de la electrónica de consumo son mucho más rápidos que los reguladores. Por ejemplo, en términos de seguridad, un aspecto prioritario para Seat, nuestras normas internas en materia de cumplimiento de la normativa de distracción a la conducción (DDR, *driver distraction rules*, acrónimo en inglés) son más restrictivas que las externas.

Leyre Olavarria.

"Cuando la comunicación 'online' entre vehículos y aparcamientos sea una realidad, los coches sabrán dónde hay una plaza libre"

¿Qué tecnologías veremos en la forma en que el conductor se comunica con el vehículo y a la inversa?

SEAT ofrece la tecnología FullLink compatible con dispositivos iOS y Android. Además, para que nuestros conductores disfruten al máximo de esta nueva tecnología, en Google Play se puede descargar la Seat Connect App para MirrorLink. La conectividad en los modelos de Seat supone una gran ventaja para todos nuestros conductores. Les permite, entre otras muchas cosas, conocer el estado de su vehículo estén donde estén. Por ejemplo, pueden comprobar desde el sofá de su casa con un solo clic en su smartphone si el depósito de su coche está en reserva. Y les permite, durante la conducción, estar conectados con sus redes sociales de forma completamente segura. Estar siempre *online* es la principal ventaja de un coche conectado. La respuesta del mercado está siendo muy positiva. Esperábamos conectar el 15% de nuestros nuevos vehículos y actualmente uno de cada tres Seat Ibiza que vendemos ya está conectado. Creemos firmemente que esta será la tendencia en el futuro y que estos números seguirán creciendo especialmente entre los jóve-

nes. La visión de Seat sobre la conectividad es pasar de ser una empresa centrada en productos a ser un proveedor de servicios de movilidad. Un buen ejemplo de ello es el concepto presentado este año en el Mobile World Congress de Barcelona para facilitar la búsqueda, reserva y el pago del parking desde el coche. En el área de I+D de Seat estamos trabajando en la creación de un ecosistema en el que existan servicios que faciliten la movilidad de nuestros conductores.

¿Qué pueden esperar los conductores de Seat de sus sistemas conectados y en qué está trabajando su departamento para asegurar que la experiencia en el automóvil que reclaman los clientes se entrega?

La introducción de cualquier nueva tecnología en el mercado precisa de un tiempo de adaptación por parte de los usuarios. Siempre hay *early adopters* que la incorporan en su día a día de forma inmediata y gente que, en cambio, necesita más tiempo para familiarizarse con ella. Esto se refleja en la automoción en la adopción de tecnologías como nuevos sistemas de asistencia a la conducción y las nuevas funcionalidades que ofrecen los coches conectados. ¿Quién hace cinco años hubiera dicho que en 2016 no podría vivir sin WhatsApp? Hoy en día es una aplicación prácticamente imprescindible. En Seat creemos firmemente que los coches conectados también serán un estándar dentro de unos años. Para acelerar y facilitar a nuestros conductores el acceso al coche conectado, en los modelos Seat Connect incluimos un *smartphone* Samsung en el que la app Seat Connect viene preinstalada. No es necesario, por tanto, revisar la compatibilidad del *smartphone* con FullLink, ni buscar ni descargar la *app*. Con Seat Connect esto es muy sencillo, Seat lo hace por ti. Y, por supuesto, si nuestros clientes tienen cualquier duda hemos formado específicamente a nuestra red de concesionarios para que puedan explicar y responder todas sus preguntas al momento.

El Big Data está teniendo una gran relevancia el ámbito de Internet y los *smartphones*, ¿sucederá lo mismo en el entorno del coche conectado?

Sí, del mismo modo que en otros sectores, el Big Data será clave en la automoción. Un ejemplo de esto puede ser el impacto que tendrá en las aseguradoras. Hoy, un conductor de 20 años paga más que otro de 40 solo porque es más joven, independientemente de la experiencia y capacidad al volante de cada uno. En el futuro el cliente de 20 años podrá voluntariamente cederle sus datos de conducción a su aseguradora como prueba de que su conducción es prudente y correcta. De esta forma podría beneficiarse de una mejor prima en su seguro.

> "Nuestro objetivo es crear vehículos y soluciones de movilidad que evolucionen al mismo ritmo que la electrónica de consumo"

¿Qué criterios utiliza Seat para seleccionar a sus proveedores de tecnologías de conectividad en sus vehículos?

Actualmente en I+D trabajamos con muchísimos proveedores tecnológicos, nacionales e internacionales. La conectividad es un reto para la automoción. Somos una industria que tradicionalmente se ha basado en el desarrollo de *hardware* y en la que el ciclo de creación de un coche dura varios años. Ahora estamos dando un giro de 180 grados para centrarnos en el desarrollo de *software* y ser mucho más ágiles en el lanzamiento de nuevas funcionalidades y servicios al mercado. Nuestro objetivo es crear vehículos y soluciones de movilidad que evolucionen al mismo ritmo que el mercado de la electrónica de consumo. Para lograrlo hemos firmado alianzas con expertos mundiales como Samsung. Creemos que estos acuerdos estratégicos con *partners* serán factores esenciales para lograr el éxito en el futuro.

Muchos fabricantes de automóviles han apostado en mayor o menor medida por el connected car. ¿Cómo quiere diferenciarse Seat en este mercado tan competitivo?

Seat fue la primera empresa en lanzar al mercado la tecnología de Integración de smartphones compatible con iOS (CarPlay), Android (AndroidAuto) y MirrorLink. Además, en junio de 2015 pusimos a disposición de los conductores la Seat Connect App. Desde entonces todos nuestros modelos Connect (Ibiza, León, Alhambra y Toledo) la incorporan. Y, por supuesto, está disponible para todo el resto en Google Play Store. La cooperación de Seat con otros *partners* es un proyecto de I+D. Los ingenieros trabajamos conjuntamente compartiendo información y conocimiento para desarrollar estos nuevos conceptos y analizar su viabilidad. Cuando el desarrollo esté maduro para ser lanzado al mercado, lo anunciaremos.

¿Cuál es el papel de los ingenieros técnicos en el desarrollo del coche conectado en Seat? ¿Qué tipo de profesional es el más requerido?

Para desarrollar los sistemas de entretenimiento, hasta ahora hemos contado principalmente con ingenieros electrónicos. Sin embargo, estamos viviendo un cambio. El desarrollo de funcionalidades del coche conectado está cambiando los requerimientos de incorporación hacia perfiles más informáticos. Con el coche conectado entramos en la era del *software* en la automoción y, por lo tanto, perfiles como arquitectos de *software* o *scrum masters* son clave para los nuevos desarrollos de I+D.

¿Cuál es el papel de Seat en el consorcio tecnológico el Car Connectivity Consortium?

Seat es miembro del Car Connectivity Consortium. Esto nos permite tener una licencia propia para certificar *apps* en MirrorLink, con independencia de las certificadas en el CCC. Con ello podemos tener *apps* certificadas para ser usadas en nuestros modelos que no estarán disponibles en otros. Nos permite diferenciarnos y dar un valor añadido a nuestros conductores.

¿Qué impacto en la congestión del transporte y la contaminación puede jugar el coche conectado, cuando aún faltan años para ver un dominio de automóviles autónomos?

En una ciudad como Barcelona, el 30% del tráfico en el centro de la ciudad es debido a vehículos que buscan aparcamiento. Cuando la comunicación *online* entre coches y *parkings* sea una realidad, este dato podría ser cercano a cero. Los vehículos sabrán de forma *online* dónde hay una plaza libre. Esto tendrá una gran influencia sobre el tráfico y la contaminación de las ciudades. Y es solo un ejemplo de todas las posibilidades y ventajas que ofrece el coche conectado.

De los sistemas de asistencia al conductor al vehículo autónomo

Marc Seguer

Sistema *traffic jam assist* en el Seat Ateca.

La sociedad está viviendo un cambio de paradigma, una revolución digital que está modificando los estilos de vida y las necesidades de las personas, cada vez más urbanitas y perennemente conectadas. Esta transformación está generando un replanteamiento global de la movilidad urbana y pretende, hoy por hoy, integrar infraestructuras y sistemas de tráfico con el uso de los vehículos. El gran desafío es conseguir una movilidad inteligente y sostenible, un reto que afrontan tanto los fabricantes de automóviles y sus proveedores de componentes como las universidades, los centros tecnológicos, los Gobiernos y Ayuntamientos de las grandes ciudades del mundo.

El sector de la automoción lleva años analizando las nuevas tendencias y requerimientos de la sociedad y de los potenciales clientes, que piden cada día más la máxima conectividad, digitalización y seguridad. Por ello, los vehículos hoy en día se desarrollan ya pensados en su integración con un sistema de movilidad ampliado y, a su vez, más complejo.

Uno de los avances tecnológicos que se incluyen ya en los vehículos para mejorar la experiencia de conducción son los sistemas de Asistencia al Conductor Avanzados (ADAS), que han aumentado progresivamente su presencia en la sociedad desde que el primero de ellos, el control de crucero adaptativo, fuera creado hace 20 años. Se trata de una serie de innovaciones que cambian la manera de conducir y de interactuar con el entorno y que se prevé que evolucionen a medio plazo y den paso al vehículo autónomo.

Los ADAS tienen un doble objetivo. Por un lado, mejorar la seguridad activa de sus ocupantes y del entorno, evitando dentro de lo posible accidentes, y por otro, aumentar la comodidad de sus ocupantes, potenciando la experiencia de conducción en todos los sentidos.

Para conseguirlo es necesario incluir en el vehículo una amplia gama de sensores que reconocen el entorno, como radares de 77 y 24 Ghz, cámaras, láseres y sistemas de infrarrojos que deben procesar la información recibida fusionando los datos recibidos. Tras recibir la información, estos sensores generan una orden a los actuadores necesarios, ya sea la unidad de freno, el acelerador o la servodirección, y, por último, informan adecuadamente al conductor a través del cuadro de instrumentos o la radio, entre otros indicadores. En el caso del nuevo SEAT Ateca, por ejemplo, se han incorporado 14 sistemas de ayuda a la conducción. Todos ellos están pensados para mejorar y facilitar la experiencia de conducir.

El asistente de cambio de luces automático (*light assist*), por ejemplo, proporciona confort y seguridad adicional en la conducción nocturna, evitando deslumbramientos y aumentando el tiempo de conducción con luces largas; el reconocimiento de cansancio y el asistente reconocimiento de señales de tráfico generan información relevante para el conductor.

Control de crucero adaptativo (ACC).

Cinco de estos sistemas permiten una mejora notable en la experiencia del aparcamiento, automatizándolo parcialmente: sensores de aparcamiento, cámara visión posterior, *top view, park assist* y *rear traffic alert*. Los otros constituyen la base necesaria sobre la que se avanzará hacia la conducción autónoma.

1. Sistema de vigilancia 'front assist' con protección de peatones

El *front assist* ayuda a evitar colisiones por el alcance de vehículos que circulan en el mismo sentido y se controla a través del mismo sensor radar de 77 Ghz que gestiona el ACC. Ambos sistemas (ACC y *front assist*) trabajan por separado, de tal forma que el *front assist* puede estar activado y el ACC desactivado. Todo funciona a través de un radar que incorpora el coche detrás del logo frontal y que monitoriza de forma continuada el tráfico que el vehículo tiene por delante. Es capaz de realizar un *tracking* de hasta 40 objetos y seguirlos hasta un alcance de 200 metros.

Ante una potencial colisión se produce un aviso mediante una señal acústica y un *pop-up* visual en el cuadro de instrumentación. Paralelamente se activa y se precargan los frenos ante una posible frenada de emergencia. Si el conductor no responde, el coche realiza una frenada corta a modo de aviso. Si el conductor sigue sin actuar, el vehículo frena con la intensidad necesaria para intentar evitar la colisión o minorar sus consecuencias.

Por debajo de los 30 km/h, ante una inminente colisión se precarga el sistema de frenos y si el conductor no reacciona aplica una frenada autónoma brusca y detiene el vehículo. Esta estrategia es diferente, ya que en este tipo de situaciones, las distancias entre vehículos son muy pequeñas y no existe el tiempo necesario para alertar previamente al conductor.

Esta innovación ayuda también a impedir o reducir la gravedad de una colisión con peatones, ya que otra de sus funciones es monitorizar la zona de delante del automóvil y detectar a personas, incluso niños, que se disponen a cruzar la calzada. Ante esta situación, de nuevo se activa un aviso interno y el vehículo frena automáticamente si el conductor no reacciona.

2. ACC: control de crucero adaptativo

El control de crucero adaptativo (ACC) es una ampliación de la función de regulación de velocidad tradicional. El ACC es un sistema que permite al conductor seleccionar una velocidad de crucero y una distancia mínima de seguridad deseada con el vehículo que le precede, y se encarga de aumentar o disminuir la velocidad del vehículo, de una manera suave, para cumplir con los límites seleccionados por el conductor.

Con la carretera despejada, el vehículo adopta la velocidad programada por el conductor. Si el sensor del radar detecta un vehículo que circula por delante a menor velocidad, el ACC reduce la velocidad para mantener la distancia mínima predefinida. Si la reducción de velocidad no es suficiente, un aviso en la pantalla multifuncional acompañado de una señal acústica, avisan al conductor para que tome el control del vehículo y pueda frenar. A medida que aumenta la velocidad del vehículo que circula por delante, el ACC incrementa también la velocidad manteniendo la distancia mínima predefinida, hasta alcanzar la velocidad programada por el conductor.

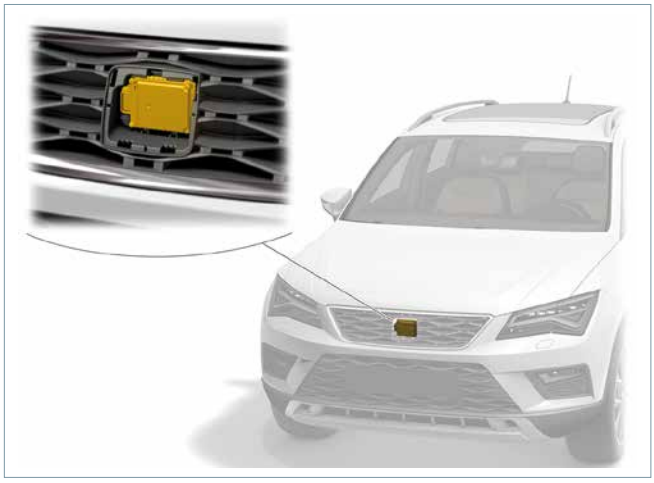
En vehículos con cambio manual, el ACC actúa entre 30 y 210 km/h. Por debajo de 30 km/h el sistema se desactiva automáticamente y se avisa al conductor mediante una señal acústica para que tome el control. Así mismo, en vehículos con cambio automático, el ACC está permanentemente activo de 0 a 210 km/h y puede llegar a detener y arrancar de nuevo el vehículo completamente.

3. 'Lane assist': asistente de salida involuntaria de carril

El funcionamiento del *lane assist* se basa en el reconocimiento de las líneas que delimitan la calzada a partir del análisis óptico por parte de una cámara situada en la parte superior del parabrisas que se calibra en cada vehículo antes de ser entregado a cliente. Este asistente tiene como objetivo minimizar el riesgo de que el vehículo se salga del carril en caso de que el conductor se distraiga momentáneamente. En este caso, el sistema actúa sobre la dirección, ejecutando una corrección en la dirección del vehículo para volver a situarlo de nuevo entre las líneas de la carretera.

Esta innovación ofrece al conductor un soporte más ante una posible salida de carril. Por ello, si se detecta que el conductor no coge el volante durante unos segundos, se activa una alerta a través del cuadro de instrumentos mediante un aviso acústico y óptico para que vuelva a coger el volante lo antes posible.

Sensores y actuadores *side assist* en el Seat Ateca.



Radar frontal integrado en el Seat Ateca.

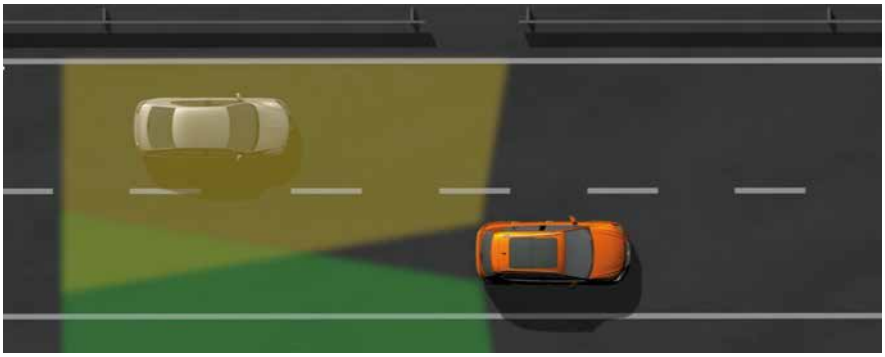
4. 'Side assist': asistente cambio de carril

El asistente *side assist* ayuda al conductor a realizar adelantamientos o cambios de carril. Para un funcionamiento excelente, se incluyen en el vehículo dos sensores de radar integrados en la parte posterior del vehículo y no visibles desde el exterior, que controlan la zona trasera y los laterales del coche.

Para poder analizar la situación en todo momento y evaluar posibles riesgos, el sistema mide constantemente, a través de los sensores, la distancia y la diferencia de velocidad respecto a otros vehículos de la vía. Si se detectan vehículos en las zonas de vigilancia laterales o traseras del coche en funcionamiento, se avisa al conductor activando los testigos de los retrovisores exteriores. Tiene dos posibilidades, el modo informativo que se refleja con una luz fija o el modo aviso urgente, para el que se acciona un parpadeo luminoso.

Además, el testigo del espejo retrovisor del lado correspondiente se mantiene encendido mientras haya un vehículo en su zona de detección. Si el conductor muestra intención de cambiar de carril activando el intermitente, el testigo parpadea alertando del peligro.

También existe una innovación que va aún más allá. Se trata del *side assist plus*, para el que es necesario también tener el *lane assist*. La diferencia de este nuevo asistente es que actúa sobre la dirección en una situación de peligro. Adicionalmente al parpadeo del testigo en el espejo retrovisor exterior se genera una leve vibración en el volante y, además, se modifica ligeramente la dirección del vehículo centrándolo de nuevo en su carril anterior. Es una recomendación activa al conductor para que no realice la maniobra.



Sensores y actuadores *side assist* en el Seat Ateca.

5. 'Emergency assist': asistencia en caso emergencia médica

El asistente de emergencia *emergency assist* es una función ampliada del *lane assist* y es una innovación única en el mercado. Su misión es alertar al conductor en caso de desfallecimiento, y en caso de no lograrlo, detener el vehículo de forma controlada.

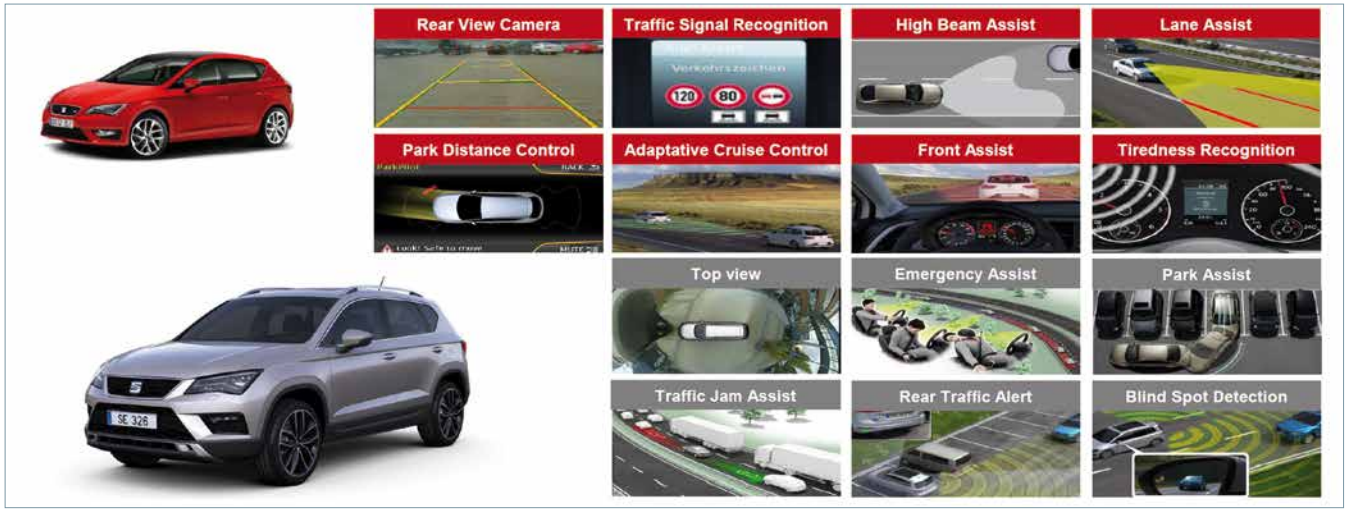
En caso de que el conductor no lleve las manos sobre el volante durante un tiempo definido y no responda a los avisos luminosos y sonoros del cuadro de instrumentos, el vehículo detecta que el conductor ha sufrido algún problema, que podría ser, por ejemplo, un desmayo o desfallecimiento. En ese momento el vehículo comenzará a realizar pequeñas frenadas para tratar de llamar la atención del conductor. En el caso de que este siga sin responder, el coche comenzará a reducir la velocidad hasta detenerse completamente, activando el freno eléctrico de estacionamiento y las luces de emergencia para alertar a los demás conductores.

Como el asistente en atascos, este sistema se ofrece siempre y cuando el vehículo equipe cambio automático, radar y la cámara frontal.

6. 'Traffic jam assist': asistente en atascos

Este asistente es una combinación del *lane assist* y del ACC. Entra en acción en entornos urbanos y tiene como misión mantener el vehículo dentro del carril y seguir al coche que nos precede manteniendo una distancia de seguridad.

De esta forma, el vehículo gestiona la conducción en condiciones de atasco (siempre con la supervisión del conductor) aportando un plus de confort en este tipo de situaciones. Por encima de 60 km/h, las funciones ACC y *lane assist* siguen activas y permiten seguir disfrutando de una conducción confortable. El *traffic jam assist* se ofrece en combinación con cambio automático.



Sistemas FAS en el Seat Ateca.

En diciembre de 2014 la Asociación Mundial de Fabricantes de Automóviles (SAE) publicó una tabla, que se está utilizando mayoritariamente en el mundo, con el objetivo de crear un estándar con relación al grado de automatización de un sistema, basado en una escala con varios niveles de automatización y responsabilidades. En concreto, el asistente en atascos ya tiene un nivel dos de la escala SAE y está considerado una función automatizada. Por lo tanto, estamos ante los primeros pasos hacia el desarrollo del vehículo autónomo, ya que estas funciones están incorporadas en vehículos de producción en serie.

El nivel 3 de la escala SAE implica un salto tecnológico, legal y conceptual que va aún más allá y en el que la responsabilidad ante posibles incidencias se traslada al sistema. Es decir, en determinadas condiciones, como autopistas, conducción a baja velocidad o en buenas condiciones climáticas, se autoriza al conductor a abandonar su tarea y ceder la conducción al sistema, permitiéndole realizar nuevas tareas hasta ahora nunca consideradas, como leer y escribir mensajes, o visualizar una película. En este nivel 3, denominado automatización condicional, no se autoriza al conductor a dormir, ni a colocar ningún objeto entre él y el cuadro de instrumentos por motivos de seguridad.

Ya estamos en el nivel 2 y para llegar en un futuro al vehículo autónomo es necesario poder incluir estas funciones en una producción en serie ofreciendo la máxima seguridad. Para ello, la arquitectura electrónica debe ser mejorada, incluyendo redundancia también en los sensores y actuadores. Asimismo, es necesario también contemplar un proceso de avisos consecutivos al conductor para que retome la atención si el vehículo se acerca a un escenario que el sistema intuye que no podrá gestionar con confort. Los estudios recomiendan considerar ocho segundos para la transición del conductor de conducción autónoma a conducción tradicional. Este intervalo de tiempo, denominado *driver again in the loop* o *take over manover*, se considera suficiente para la mayoría situaciones, en las que el conductor debe simplemente retomar la conducción cogiendo el volante.

Por otro lado, si la situación requiere de una comprensión previa del escenario antes de decidir, por ejemplo debido a obras o accidentes súbitos, o bien el conductor ha entrado en un grado de distracción superior, surge el riesgo de que el tiempo asignado sea insuficiente. En estos casos se están planteando nuevos sistemas de frenado de emergencia autónoma que incluyen maniobras de esquiva automática, con cálculo de la trayectoria óptima.

Adicionalmente, el volumen de experimentación se dispara de forma exponencial y se plantea el uso de datos almacenados de pruebas reales anteriores para reproducir *offline* de nuevo con un nuevo nivel de *software*.

La legislación también debería cambiar en consecuencia con la introducción del vehículo autónomo. Existen diferentes iniciativas mundiales para adaptar las normativas a los nuevos retos, y superar la Convención de Viena de 1964, que ha quedado obsoleta. En este sentido, los abogados especialistas parecen optimistas y señalan que si el sistema se demuestra mejor que un conductor promedio, la legislación no será el freno para su introducción en el mercado.

Se trata de un cambio que implica una perspectiva global, y aunque ya he indicado los diferentes retos, existen estudios y opiniones que estiman que los primeros coches semiautónomos llegarán al mercado entre 2020 y 2025, alguno incluso antes, y que avanzarán progresivamente hasta una democratización en 2040. El camino no será fácil. Deberán ser seguros y fiables, comprensibles, fáciles de utilizar y configurables. Si este escenario se cumple, los beneficios para la sociedad podrían llegar a ser varios. Principalmente los expertos hablan de una posible reducción de la accidentabilidad del 90% y de un aumento de la disponibilidad personal de hasta 50 minutos diarios. También se indican beneficios estructurales, como una disminución de la superficie de aparcamiento necesario en las ciudades y de cambios de modelos de negocio como el *car sharing*.

Ese es el futuro y nos estamos preparando para ello.

Marc Seguer es responsable de Sistemas de Asistencia al Conductor (ADAS) de SEAT.

Zaragoza, foro mundial de la energía del hidrógeno

La capital aragonesa ha acogido recientemente el 21 Congreso Mundial de la Energía del Hidrógeno (WHEC), que reunió a más de 800 participantes de todo el mundo para debatir los principales avances en este sector. En el evento se exhibieron los más novedosos modelos de pilas y vehículos

M. M. P. Zaragoza

Zaragoza fue epicentro del presente y el futuro de la energía del hidrógeno a nivel mundial, al acoger del 13 al 16 de junio el Congreso Mundial de la Energía del Hidrógeno (WHEC, en sus siglas en inglés), un foro que, en su 21 edición, atrajo a más de 800 personas de todo el mundo y que por primera vez llegaba a España desde que comenzó a organizarse en EE UU en la década de 1970.

Impulsado por la Asociación Española de Hidrógeno (AeH2), en colaboración con la Fundación para el Desarrollo de Nuevas Tecnologías de Hidrógeno en Aragón (FHa) y el Gobierno de Aragón, el evento, celebrado en el Palacio de Congresos, acogió más de 600 exposiciones científicas y técnicas de expertos de 60 países en sesiones plenarias, comunicaciones orales y paneles visuales, además de ser escaparate de las propuestas de empresas pioneras del sector y asociaciones de diversos países en el área de exposiciones.

El sector de la automoción, el que más está tirando del desarrollo de este vector energético, fue uno de los que más protagonismo acaparó. Toyota eligió el congreso para la presentación en España de su berlina de pila de hidrógeno, el Toyota Mirai, nombre que en japonés significa 'futuro'. Tiene un motor eléctrico de 155 caballos de potencia que se mueve gracias a la electricidad que se genera en la pila de combustible con la combinación de oxígeno e hidrógeno. Cuenta con un tiempo de repostaje de entre 3 y 5 minutos, una autonomía de unos 550 kilómetros y ofrece una capacidad de aceleración de 0 a 100 kilómetros a la hora en 9,6 segundos. Su precio oscila entre los 60.000 y 70.000 euros.

El modelo del gigante nipón generó gran expectación entre los congresistas y se realizaron 300 *test-drives*. Todo un acontecimiento, si tenemos en cuenta que solo han estado en España unos días, ya que ante la falta de una infraestructura de hidrogeneras el Mirai no se comercializan en España, pues a día de hoy en todo el territorio nacional solo hay cinco puntos de repostaje de vehículos de hidrógeno. Este modelo comenzó a venderse en Japón en 2014, después llegó a Estados Unidos y a diferentes países europeos como Reino Unido, Alemania, Dinamarca, Bélgica, Suecia y Noruega. A finales de este año también llegará a Holanda.

"Hay que esperar a que el cliente esté a favor de esta tecnología. En la actualidad estos vehículos aún son caros para los clientes pero también para las fábricas", explicó el vicepresidente de comunicación, asuntos exteriores y medio ambiente de Toyota en Europa, Jacques Pieraerts, en la primera de las sesiones plenarias del Congreso, en las que apuntó algunos de los objetivos de la compañía para los próximos años, como que espera reducir en un 90% las emisiones de sus vehículos en el horizonte del año 2050 en relación con las emisiones de 2010 y el de crear más fábricas cero emisiones.

En el Palacio de Congresos de Zaragoza también se pudo ver el modelo de BMW de la serie 5 GT, y cómo cuenta con un tiempo de repostaje de unos tres minutos y medio, en demostraciones realizadas en una hidrogenera de hidrógeno líquido criogénico, expuesta en el entorno del edificio junto a otra de hidrógeno de gas suministrado a 700 bar.

Automoción, punta de lanza

La automoción está siendo punta de lanza para el desarrollo y comercialización del hidrógeno como vector energético. Además de Toyota y BMW, Honda lanzó el Clarity Fuel Cell y fabricantes como Mercedes, Volkswagen y Audi han anun-

'Power to gas', logística y pequeñas aplicaciones

El Congreso Mundial de la Energía del Hidrógeno abordó la situación actual del sector en otras aplicaciones, algunas que poco a poco van penetrando en el mercado y otras todavía pendientes de desarrollo. Una de las sesiones plenarias estuvo dedicada al avance en los sistemas de almacenamiento y las tecnologías del denominado Power to gas, una de las tecnologías más prometedoras, que consiste en la producción de hidrógeno a partir de electricidad de origen renovable para su posterior uso en las redes de gas natural. Con ello se consigue dar salida al excedente eléctrico, que por sus características no se puede almacenar de forma sencilla. Este hidrógeno sostenible se inyecta a la red de gas natural, bien como aditivo, bien como gas natural sintético tras combinarlo con CO_2 para producir metano. "La electricidad no puede almacenarse por sí misma, pero convertida en hidrógeno sí, y además puede distribuirse por las redes de gas existentes", destacó Simon Bourne, de ITM Power, en su intervención.

En el último lustro ha experimentado una eclosión, principalmente en Estados Unidos, el hidrógeno en usos logísticos, y grandes empresas como Coca-Cola Company, Wallmart e IKEA disponen de flotas de carretillas elevadoras propulsadas por pila de hidrógeno en sus almacenes. También hay avances en aplicaciones estacionarias de pequeña y gran potencia, y en Japón ya se comercializan estos dispositivos para producir energía en los hogares.

De menor potencia se encuentran aplicaciones en las que las pilas son posibles sustitutos de las baterías recargables, como en dispositivos electrónicos o aparatos médicos. Por ejemplo, Apple está trabajando en soluciones de pila de combustible para aumentar la autonomía de sus teléfonos móviles y sus ordenadores portátiles, sistemas ya probados en su iPhone 6 y su MacBook.

Empresas especializadas e instituciones de diversos países del mundo estuvieron presentes en el Congreso Mundial de la Energía del Hidrógeno de Zaragoza.

BMW es uno de los fabricantes que ha desarrollado modelo de hidrógeno y que estuvo presente en el congreso de Zaragoza.

ciado el lanzamiento en los próximos años de sus modelos basados en pila de combustible. Además del alto rendimiento de estos dispositivos, la principal ventaja de estos vehículos es que expulsan agua, no producen ruido ni emiten gases de efecto invernadero.

Pero la extensión del número de vehículos circulando alimentados por esta energía alternativa en el corto y medio plazo, como todas las tecnologías emergentes, irá de la mano de la reducción del coste y de contar con una adecuada infraestructura de repostaje. En la actualidad, en España hay cinco estaciones hidrogeneras -una en Walqa, en Huesca, otra en el barrio de Valdespartera, en Zaragoza, otra en Albacete y dos en Sevilla-, un número que se verá ampliado con el desarrollo de la Estrategia del Vehículo de Energías Alternativas (VEA) impulsado desde el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (Minetur), que considera el hidrógeno uno de los combustibles de suministro e impulsa una red de 21 hidrogeneras para el año 2020.

No es baladí, pues, el que haya sido Aragón la tierra elegida para acoger este Congreso, región pionera en el desarrollo de proyectos relacionados con esta fuente energética, como también se puso de manifiesto en los días de celebración del Congreso. La Fundación para las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón, formada por 70 patronos, en su mayoría de carácter privado, tuvo un espacio propio en el pabellón español del WHEC. Allí daba a conocer sus principales proyectos, como la tercera revisión del Plan Director del Hidrógeno en la comunidad, con vigencia para el periodo 2016-2020. También en diversas intervenciones se hizo alusión al proyecto que coordinará Aragón y desarrollará junto con Francia y Andorra, para la creación de un corredor de hidrógeno con la instalación de 11 hidrogeneras y 16 vehículos piloto, financiado dentro del Programa Interreg (POCTEFA).

Regiones pioneras a nivel mundial

Las regiones que más están apostando a nivel mundial por el hidrógeno tuvieron un papel relevante en el congreso. Eiji Ohira, director del Departamento de Tecnología para las Nuevas Energías del New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) de Japón, explicó el plan estratégico del país hasta el año 2040, y los hitos previstos en el corto y el medio plazo, como contar con 160 estaciones de suministro de hidrógeno en el año 2020, así como las acciones para la extensión del parque de vehículos de hidrógeno y de estas aplicaciones en el ámbito doméstico y en usos comerciales e industriales. Adelantó que para los Juegos Olímpicos de Tokio en 2020 se prepara una 'ciudad de hidrógeno', la villa que acogerá las residencias de los atletas, como pequeña muestra de lo que puede ser una sociedad que saque el máximo provecho de esta fuente energética.

En el caso de Estados Unidos, California va a la cabeza, con una previsión de inversión de 23 millones de dólares hasta 2023 para contar con una red de estaciones de suministro de hidrógeno cuya accesibilidad y situación de desarrollo puede consultarse en la página web de la California Fuel Cell Partnership (CaFCP) (http://cafcp.org/stationmap), en la que además de vídeos explicativos se encuentra abundante información de la entidad público-privada que promueve esta estrategia y del propio vector energético, con un claro objetivo de divulgar y sensibilizar sobre las bondades medioambientales del hidrógeno.

Alemania, a través de un consorcio público-privado, trabaja para disponer de una red de 400 estaciones de repostaje de hidrógeno en 2023 en el país. Pero otros países europeos van dando pasos decididos. Reino Unido impulsa esta tecnología a largo plazo a través de la iniciativa UK H_2 Mobility; en Francia se impulsó un consorcio público-privado para desarrollar una estrategia nacional para el uso del hidrógeno entre 2015 y 2030, y Dinamarca incluye el desarrollo de los FCEV (vehículos eléctricos propulsados por pila de combustible) y las infraestructuras de repostaje de hidrógeno en su Plan Energético 2020.

Javier Brey, presidente de la Asociación Nacional del Hidrógeno, incidió durante el congreso en que, pese al trabajo de algunas comunidades más visionarias en la I+D+i y en el desarrollo de planes propios, como el caso de Aragón, "España necesita una estrategia del hidrógeno", y si algo puso de manifiesto este foro es que España aún va a la zaga respecto a estas regiones más avanzadas. Sin embargo, Brey también destacó el papel que ha tenido este congreso de Zaragoza para que las empresas de referencia del sector a nivel mundial se den cuenta "del potencial de nuestras empresas y nuestros centros de investigación" en materia de hidrógeno.

Toyota y la sociedad del hidrógeno

Enrique Centeno

Los problemas medioambientales ocasionados por el consumo masivo de combustibles fósiles ya se están afrontando, principalmente desde dos estrategias diferentes: la reducción del uso del petróleo y la diversificación de las fuentes de energía. Los vehículos híbridos de Toyota, que combinan motores de elevada eficiencia térmica y bajo consumo de combustible, son un gran ejemplo de cómo es posible reducir el consumo de petróleo. Por su parte, la diversificación energética es un campo muy amplio en el que Toyota lleva décadas trabajando. Cada energía alternativa a los carburantes derivados del petróleo tiene sus características y ventajas, pero Toyota confía en que el vehículo de pila de combustible será una de las tecnologías que asegurarán un futuro más limpio en el ámbito de la movilidad.

El hidrógeno puede ser una fuente de energía respetuosa con el medio ambiente que se puede producir a partir de, por ejemplo, energía solar y eólica, biocombustibles o gas natural. Por ello, Toyota está invirtiendo de forma notable en los vehículos de pila de combustible que funcionan con hidrógeno y cuyas únicas emisiones son de vapor de agua.

Empieza a apostarse por la creación de una sociedad basada en el hidrógeno. Toyota acumula una experiencia de más de 20 años en la investigación de la tecnología del vehículo de hidrógeno, ya que sus primeras investigaciones se remontan a 1992, año en el que arrancó el desarrollo de la tecnología de pila de combustible *fuel cell* (FC). Con el tiempo, los procesos de desarrollo y fabricación de este tipo de sistema alternativo de propulsión se han convertido en puntos fuertes de Toyota. Ahora, tras desarrollar y avanzar en las tecnologías necesarias durante las dos últimas décadas, Toyota ha dado forma al coche de pila de combustible. Denominado Toyota Mirai, esta última una palabra japonesa que significa 'futuro', el coche de pila de combustible de Toyota es un pionero: es el primer vehículo de pila de combustible producido en serie en el mundo.

Los vehículos de pila de combustible –fuel cell vehicles (FCV)– funcionan a base de hidrógeno, en lugar de gasolina o gasóleo. Más exactamente, funcionan con un motor a base de la electricidad generada mediante la reacción química entre hidrógeno y oxígeno que se realiza en una pila de combustible. El único subproducto generado por el funcionamiento de un vehículo de pila de combustible es el vapor de agua ya que no se emite ninguna sustancia nociva como CO2, uno de los principales responsables del calentamiento global, ni SO2, NOx ni partículas, causantes de la contaminación atmosférica.

Además de no generar emisiones durante la conducción, los vehículos de pila de combustible son también muy prácticos ya que, a diferencia de otros propulsados con energías alternativas, ofrecen una gran autonomía, equivalente a la de vehículos convencionales en muchos casos, y permiten realizar su repostaje rápidamente, en pocos minutos. Así, y dada su practicidad y la ausencia de emisiones contaminantes, Toyota plantea los vehículos de pila de combustible como los coches ecológicos ideales.

> "La economía del hidrógeno, nos remite a la visión de utilizar el hidrógeno como fuente energética sin carbono y alternativa"

Los FCV precisan para su funcionamiento de una infraestructura especial en forma de estaciones de hidrógeno en las que poder recargar los depósitos de hidrógeno. Su implantación en todo el mundo sufrió un gran impulso en 2015, cuando comenzó un proceso de crecimiento en la cifra de estaciones repartidas en muy diversos países, de Japón a Estados Unidos pasando por Alemania, Gran Bretaña y los países nórdicos. El aprovechamiento o no de esta oportunidad de implantación y expansión de una red de carga de hidrógeno resultará clave para determinar el éxito o el fracaso de los vehículos de pila de combustible en el futuro.

El Toyota Mirai es un elemento central de la movilidad sostenible soñada por Toyota, en una sociedad en la que los ciudadanos puedan desplazarse libremente, con confort y seguridad y de una forma respetuosa con el medio ambiente. Pensando en los automóviles de los próximos 100 años, Toyota ha avanzado en el desarrollo de un vehículo que ofrece un nuevo valor único: el Mirai es un vehículo pionero que contribuirá a una sociedad basada en el hidrógeno. Además de su tecnología de pila de combustible de última generación y de su excepcional rendimiento medioambiental, el Mirai tiene un diseño futurista que lo distingue claramente como FCV y ofrece una conducción silenciosa y cómoda.

Tecnología sostenible

Para que una tecnología sostenible contribuya de verdad con el medio ambiente, tiene que usarse de forma generalizada. Toyota ya ha tomado la iniciativa al popularizar los vehículos híbridos, con más de nueve millones de unidades vendidas en todo el mundo desde que comenzó a comercializarse la primera generación de Prius en 1997. Con el Mirai, Toyota lleva al mercado una innovación aún mayor y trabaja, poniendo todo de su parte, para popularizar el Mirai y la tecnología de pila de combustible asociada.

Inicialmente, el Mirai resulta particularmente atractivo para líderes empresariales que quieran iniciar una revolución energética, personal y/o corporativa, con el objetivo de cambiar el mundo, de hacerlo más sostenible. Serán los pioneros que desencadenarán una revolución que cambiará el mundo en las próximas décadas. Personas que conceden una gran importancia al respeto al medio ambiente y la necesidad de expandir el uso de los FCV; innovadores que admiran las tecnologías de última generación y la originalidad.

Las organizaciones interesadas en el Mirai podrían ser empresas públicas que deseen poner su grano de arena por el medio ambiente, así como agencias públicas y gobiernos locales para promover una tecnología baja en carbono. Pero eso es solo en un primer momento,

El nuevo Toyota Mirai de pila de combustible. Foto: Toyota.

ya que Toyota confía en que el Mirai y los vehículos de pila de combustible lleguen a popularizarse, igual que ha sucedido con sus híbridos, de forma que sean accesible para gran parte de la sociedad.

Hacia la economía del hidrógeno

La sociedad del hidrógeno, o la economía del hidrógeno, implica utilizar el hidrógeno como energía sin carbono y como fuente energética que puede sustituir a los combustibles fósiles convencionales. El hidrógeno es interesante porque se puede almacenar, transportar y transformar en energía (agua y calor) emitiendo únicamente vapor de agua.

Sin embargo, el hidrógeno no se encuentra de forma pura en la Tierra. Es preciso producirlo a partir de otros compuestos, como agua, gas natural o biomasa, y claro está, se necesita energía para convertirlos en hidrógeno puro. Por ello, es más exacto describirlo no como fuente de energía sino como vector energético o medio de almacenamiento.

El impacto medioambiental del uso del hidrógeno depende, pues, de la huella de carbono durante su producción. Una de las aplicaciones potencialmente más útiles del hidrógeno es en coches o autobuses eléctricos, a través de una pila de combustible que convierte el hidrógeno y el aire en electricidad.

El hidrógeno también puede resultar útil para almacenar energía renovable de fuentes intermitentes. Por ejemplo, cuando sopla el viento pero no hay una elevada demanda de electricidad.

En ese contexto, es una gran alternativa a las baterías de gran escala u otros sistemas de almacenamiento, especialmente ahora que las fuentes intermitentes ganan importancia en las redes de la Unión Europea (UE). Actualmente, Hamburgo demuestra que el almacenamiento mediante el hidrógeno del superávit energético, también llamado *power-to-gas*, es una opción inteligente, con el proyecto '*Power to gas for Hamburg*'.

Otra posibilidad es utilizar el hidrógeno como combustible de calefacción en domicilios y edificios, ya sea mezclado con gas natural o por sí solo. Es precisamente la flexibilidad que ofrece el hidrógeno la que hace que pueda resultar tan útil en futuros sistemas energéticos bajos en carbono. Se puede producir a partir de una gran variedad de recursos y se puede utilizar en un amplio abanico de aplicaciones. Además, el hidrógeno ya se utiliza ampliamente en el sector químico, de modo que la industria está familiarizada con su producción, manipulación y distribución a gran escala. Por todos esos motivos, muchos expertos ven el hidrógeno como un factor clave para hacer posible un sistema energético bajo en carbono de menor coste.

Aplicado al mundo de la automoción, el hidrógeno puede resultar una revolución, pero, igual que los vehículos convencionales precisan de una red de estaciones de servicio donde se suministren gasolina y diésel, los vehículos de combustible requieren de una adecuada infraestructura de repostaje de hidrógeno.

Las estaciones de hidrógeno, conocidas como *hidrogeneras* en ocasiones, son unas instalaciones específicas para suministrar hidrógeno a los FCV. Pueden ser móviles o fijas, y estas últimas están situadas en zonas industriales o en otros lugares. En el caso de las ubicadas en zonas industriales, la materia prima –queroseno, LPG, gas natural, biogás, etc.– se procesa en la estación para producir hidrógeno.

La estación también puede utilizar un electrolizador eléctrico alimentado por energía eólica o paneles solares. En cuanto a las estaciones de hidrógeno autónomas, el hidrógeno producido en una fábrica se transporta a la estación, como se hace actualmente con el combustible procedente de las refinerías a las estaciones de servicio.

Características del gas

El hidrógeno es el gas más ligero de la tierra. Incoloro, inodoro e inocuo, se licua a una temperatura aproximada de -253 ˚C. Durante la generación de electricidad, el hidrógeno se une al oxígeno para formar agua, lo que implica que no haya emisiones de CO_2. A diferencia de este, el hidrógeno no adsorbe la radiación infrarroja, lo que significa que no tiene efectos sobre el calentamiento global.

El hidrógeno es igual de seguro que cualquier otro combustible empleado en automoción. Se ha utilizado como vector energético durante décadas y existe una gran cantidad de experiencia acumulada para manipularlo de forma segura.

Todo ello hace que el hidrógeno reúna todas las características necesarias para ser parte importante del futuro del planeta y Toyota confía en que en unos años los vehículos de pila de combustible sean una realidad a gran escala.

Enrique Centeno es responsable de Relaciones Públicas y Asuntos Corporativos de Toyota España.

Los sensores de serie de los coches permiten informar del estado de la carretera

Investigadores de la Universidad de Málaga han desarrollado un sistema para estimar en tiempo real el estado de la carretera mediante los sensores que incorporan de serie los propios vehículos

Pruebas en el taller del área de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Málaga. / Fundación Descubre.

Miembros del grupo de ingeniería mecánica de la Universidad de Málaga han desarrollado un método para detectar en tiempo real el estado de la carretera utilizando los sensores instalados de serie en los vehículos. La determinación de esa variable permite a los dispositivos de seguridad activa reaccionar de forma más rápida ante situaciones inesperadas.

En su estudio, publicado en la revista *Sensors*, presentan un algoritmo de estimación para obtener el deslizamiento y el coeficiente de fricción de la calzada y, a partir de estos datos, el estado de la carretera y el deslizamiento óptimo de la superficie por la que el vehículo está circulando. "Estos parámetros son fundamentales en los sistemas de seguridad activa y los controles de conducción automática para poder reaccionar más rápida y continuamente a situaciones inesperadas y peligrosas", explican los investigadores responsables del estudio, Juan Jesús Castillo y Juan Antonio Cabrera.

Según apuntan los expertos, los sistemas de seguridad activa del vehículo pretenden ayudar a evitar un accidente o a reducir su riesgo. "Para que estos mecanismos trabajen adecuadamente, necesitan una información fundamental: el estado de la carretera por la que el vehículo está circulando, ya que este no frenará igual si va sobre asfalto seco, mojado o sobre nieve. La detección temprana permite que los sistemas de control actúen de manera rápida y adecuada", recalcan.

> Los sistemas de seguridad activa del vehículo pueden evitar un accidente o reducir su riesgo

El nuevo método emula las acciones que desarrollaría un conductor experto. "A partir de los sensores que los vehículos ya incorporan como el sensor de ABS en la rueda, acelerómetros y el sensor de giro de volante aplicamos algoritmos de estimación, por tanto, no suponen costes de producción adicionales en el vehículo", subrayan los autores.

Además del aspecto económico, los investigadores destacan como ventajas del sistema la rapidez en la detección y el aumento de la seguridad de los vehículos. "Aporta fundamentos científicos a una variable, el estado de la carretera, que hasta ahora se calcula con valores medios, muy por encima", reconocen.

Para desarrollar su método, los investigadores programaron los sistemas de a bordo de vehículos de prueba para obtener estimaciones en tiempo real de las fuerzas de contacto entre la rueda, la carretera y la velocidad del vehículo.

Lógica difusa y redes neuronales

A continuación, aplicaron lógica difusa para obtener un índice que representa el estado de la carretera. Por último, utilizaron redes neuronales artificiales con el objetivo de proporcionar el deslizamiento óptimo para cada superficie.

El algoritmo se probó en dos escenarios: en situaciones normales de conducción, es decir, con bajo deslizamiento, y en situaciones extremas de conducción, lo que implica alto deslizamiento. Las pruebas experimentales se desarrollaron en un vehículo de prueba. "Los resultados obtenidos muestran que nuestro sistema es capaz de detectar las características de rozamiento de la superficie", según los autores.

Sin embargo, los investigadores pretenden continuar con las simulaciones de este trabajo, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, especialmente en condiciones de baja y muy baja adherencia. "Los trabajos futuros incluirán ensayos sobre diferentes superficies y con distintas maniobras", adelantan.

Referencia:
Juan Jesús Castillo Aguilar, Juan Antonio Cabrera Carrillo, Antonio Jesús Guerra Fernández, Enrique Acosta Carabias. 'Robust Road Condition Detection System Using In-Vehicle Standard'. *Sensors*, diciembre de 2015.
Fuente: Fundación Descubre

Las nuevas oportunidades de la economía del hidrógeno en la movilidad

Fernando Palacín Arizón y Jesús Simón Romeo

No es un secreto que desde la aprobación en octubre 2014 de la Directiva Europea 94/2014 relativa a la implantación de la infraestructura de combustibles alternativos, el sector del transporte va a sufrir una revolución. Nuevas tecnologías se incorporarán a nuestra vida diaria a través de los desplazamientos que realizamos. El hidrógeno es uno de esos combustibles, alternativo a día de hoy, convencional en un futuro muy próximo.

Como hemos podido ver en el XXI Congreso Mundial de la Energía del Hidrógeno – WHEC 2016 celebrado este mes de junio en Zaragoza, los principales fabricantes automovilísticos a nivel mundial como Honda, Hyundai y Toyota ya comercializan sus modelos eléctricos con pila de combustible de hidrógeno. Son modelos que presentan todas las ventajas de los vehículos eléctricos de baterías, pero disfrutan de una autonomía de 600 km y un tiempo de recarga inferior de 5 minutos. Estos vehículos utilizan los 6 kg aproximadamente de hidrógeno que almacenan en sus depósitos, junto con el oxígeno del aire para producir electricidad mediante la pila de combustible y, de esta manera, mover el vehículo eléctrico hasta esos valores de autonomía, obteniéndose como único residuo, vapor de agua. Adicionalmente, otra ventaja de este combustible es la posibilidad de obtenerlo mediante recursos locales de cada región, como las energías renovables, a través de la electrólisis del agua. Por tanto, estos aspectos hacen de este vector energético un combustible sostenible desde el punto medioambiental, de la seguridad de suministro y de la independencia energética de terceros países. No obstante, quedan retos para ver un despliegue adecuado en el mercado, como la falta de infraestructura de repostaje de hidrógeno, las llamadas hidrogeneras. Actualmente en España existen cinco hidrogeneras (Huesca, Zaragoza, Puertollano, Albacete y Sevilla) desarrolladas sobre todo a partir de iniciativas locales. Es cuestión de tiempo. El Ministerio de Industria Energía y Turismo (Minetur) ha incluido el hidrogeno dentro de su estrategia de Impulso con Energías Alternativas (VEA) 2014-2020, en la que se ha fijado para 2020 la existencia de 21 hidrogeneras y la presencia de 2.800 vehículos de pila de combustible en España. Actualmente, el Minetur está desarrollando el Marco de Acción Nacional para dar cumplimiento de lo dispuesto en la Directiva 2014/94/UE.

Hidrogenera de la sede de la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón en el Parque Tecnológico Walqa.

> "La Fundación coordina el proyecto H2PiyR, en el que se prevé la implantación de 10 hidrogeneras a lo largo de España, Andorra y Francia"

No solo en esta línea trabaja la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón. Creada en 2003, esta entidad privada sin ánimo de lucro tiene como objetivo la promoción y la incorporación de estas tecnologías en los sectores industriales y empresariales con una meta muy clara, mejorar la competitividad de las empresas y que puedan acceder a nuevas oportunidades de negocio. Actualmente cuenta con más de 70 entidades en su patronato, entre ellas el Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la rama Industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón (Cogitiar), de las cuales más del 75% corresponden a empresas con intereses y/o potencialidades en el sector de las tecnologías del hidrógeno.

En el caso de la implantación de infraestructuras de repostaje de hidrogeno, la Fundación coordina el proyecto H2PiyR, en el que se prevé la implantación de 10 hidrogeneras a lo largo de España, Andorra y Francia con una flota de 16 vehículos de pila de combustible, entre automóviles de pasajeros, industriales y autobuses. Este proyecto permitirá conectar al territorio nacional con las grandes estrategias europeas de movilidad basada en tecnologías de hidrógeno (Francia, Alemania, Inglaterra, países escandinavos), las cuales ya se están implantando las 50 hidrogeneras previstas asociadas a una flota de más de 1.200 vehículos. Con un horizonte puesto en 2030, estos países tienen previsto disponer de una infraestructura que cubre el 100% de su territorio, facilitando a los usuarios una movilidad total con vehículos de pila de combustible.

Evidentemente, como toda tecnología emergente, presenta una serie de desafíos que superar desde el punto de vista de reducción de costes y madurez si la comparamos con sus alternativas convencionales, mucho más contaminantes e inestables desde el aspecto económico. Estos desafíos no dejan sino de ofrecer una oportunidad medioambiental, económica, pero también industrial y tecnológica en el que el sector de la ingeniera española tiene mucho que decir.

Fernando Palacín Arizón es director gerente de la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón y colegiado de Cogitiar.
Jesús Simón Romeo es responsable del Departamento Técnico de la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón y colegiado de Cogitiar.

ORIGINAL

Metodología para la optimización del mecanismo de suspensión trasera de una motocicleta de competición

Juan Augusto Halzague Sánchez, Raúl Key Sánchez, Higinio Rubio Alonso, Juan Carlos García Prada

Methodology for optimizing the rear suspension mechanism of a racing motorcycle

RESUMEN

El comportamiento del sistema de suspensión trasera de una motocicleta depende de la forma en que el mecanismo transmite las cargas del contacto neumático-carretera al amortiguador. Actualmente la obtención de la mejor configuración de la suspensión trasera de una motocicleta se realiza por métodos experimentales. Este artículo propone un método de optimización de las dimensiones del conjunto bieleta-balancín utilizando la síntesis de Freudenstein. Esto permite determinar la configuración óptima para que el amortiguador trabaje a lo largo de todo su recorrido, teniendo en cuenta las limitaciones de espacio, de la forma más eficiente. Con esta metodología es posible mejorar el contacto neumático-carretera y, con este, la dinámica de la motocicleta.

Recibido: 20 de mayo de 2016
Aceptado: 3 de junio de 2016

ABSTRACT

Motorcycle rear suspension behaviour depends on the way the mechanism transmits loads from tyre-road contact to the shock absorber. Nowadays approaching the best mechanism configuration for a motorcycle rear suspension has been resolved as an experimental issue. This article proposes a method for optimizing rocker arm and tie rod dimensions by using Freudenstein synthesis. This allows to determine the optimal configuration through all the shock absorber travel distance and, according to the space limitations, in a more efficient way. With this method it is possible to improve tyre-road contact and motorcycle dynamics.

Received: May 20, 2016
Accepted: June 3, 2016

Palabras clave
Basculante, balancín, bieleta, amortiguador, suspensión trasera de motocicleta, síntesis de Freudenstein, optimización de mecanismos, motocicleta de competición

Keywords
Swingarm, rocker arm, tie rod, shock absorber, motorcycle rear suspension, freudenstein synthesis, mechanism optimization, competition motorcycle

Foto: Etaphop photo / Shutterstock.

Introducción

El sistema de suspensión trasera de una motocicleta suele contar con la problemática de que el amortiguador debe asumir los movimientos relativamente amplios que experimenta el basculante en un espacio reducido. Esto implica la necesidad de un mecanismo de bieletas que reduzca este recorrido y otorgue cierta progresividad a la aplicación de la carga sobre el amortiguador.

Optimizando las dimensiones de este mecanismo se logra que el amortiguador actúe de manera progresiva a lo largo de todo su recorrido, absorbiendo tanto pequeñas oscilaciones como grandes impactos y obteniendo una buena respuesta en adherencia de la motocicleta.

Actualmente, los estudios realizados sobre la optimización del mecanismo de bieleta-balancín del sistema de suspensión trasera de motocicletas se basan en el empleo de métodos numéricos[1], pero no utilizan una metodología sistemática ni cálculos analíticos. Por otra parte, a nivel de competición, los criterios utilizados para la obtención de la configuración del mecanismo de bieletas de la suspensión trasera suelen ser confidenciales y obtenidos al tanteo.

En este trabajo se presenta una metodología que, utilizando la síntesis de Freudenstein, permite efectuar el cálculo de las dimensiones óptimas del conjunto de bieletas del sistema de suspensión trasera de una motocicleta de competición. Aplicando esta metodología, se logra que el amortiguador actúe a lo largo de todo el recorrido de oscilación del basculante, permitiendo optimizar el comportamiento de la suspensión.

Definición del problema

El sistema de suspensión trasera se basa en el utilizado por la Suzuki Hayabusa de 2008. Se compone de un basculante de doble brazo de aluminio, una bieleta anclada al basculante, un balancín anclado al chasis y un amortiguador que ancla a este. El conjunto bieleta-balancín se encuentra en la parte inferior del basculante. El amortiguador se dispone en posición vertical.

En la figura 1 se representa el funcionamiento del mecanismo de suspensión trasera. Los anclajes al chasis se modelizan como apoyos simples que permite la rotación.

Para regular el comportamiento del sistema de suspensión trasera solo se puede actuar sobre las dimensiones de la bieleta y del balancín. El basculante es un elemento de fabricación compleja: variar sus parámetros supondría un coste económico muy elevado. De igual forma, el amortiguador, al ser un elemento comercial, tiene dimensiones fijas. De ello se concluye que solo se puede actuar sobre las dimensiones de la bieleta y del balancín, elementos de tamaño reducido, gran sencillez y versatilidad de fabricación y reducido coste. En la figura 2 se resaltan la bieleta y el balancín: piezas por determinar.

Objetivos

Con este trabajo se pretende desarrollar una herramienta que combine cálculos algebraicos y representación gráfica que, aplicando la síntesis de Freudenstein, permita ajustar el sistema de suspensión trasera de una motocicleta de competición.

Utilizando esta herramienta, se puede plantear un procedimiento de cálculo para determinar la configuración óptima del mecanismo de bieleta-balancín de la suspensión que permita que el amortiguador actúe en todo su recorrido, mejorando el contacto neumático-carretera y, con él, el comportamiento en marcha de la motocicleta.

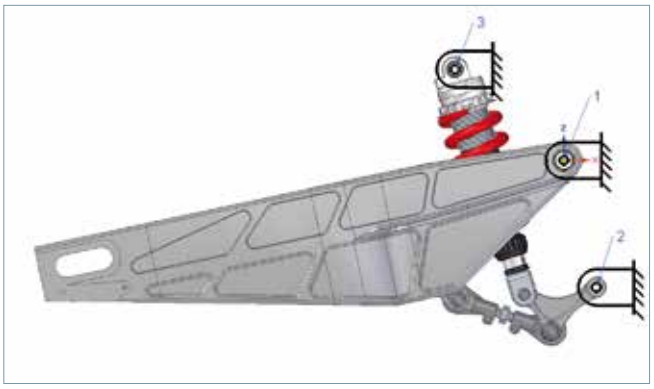


Figura 1. Representación del sistema de suspensión trasera de la motocicleta de competición.

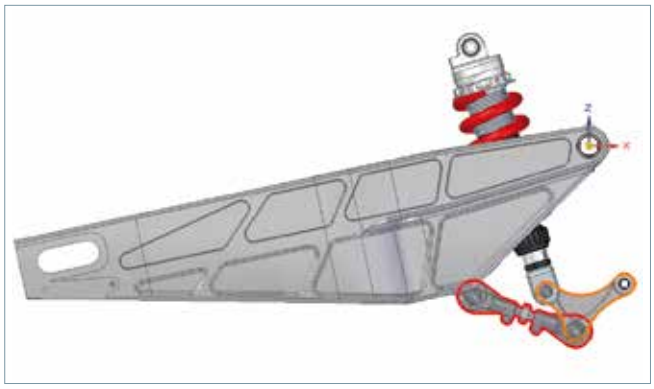


Figura 2. Bieleta y balancín del sistema de suspensión.

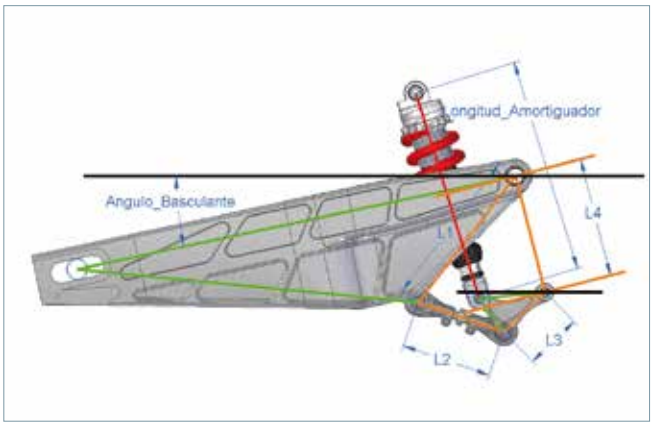


Figura 3. Reducción del basculante, bieletas y amortiguador a un mecanismo de barras y triángulos.

Cálculo del comportamiento geométrico del mecanismo

Simplificación bidimensional del problema

El comportamiento de un basculante de motocicleta, en su uso en servicio, es tridimensional. Esto se debe a las deformaciones que este experimenta por las características elásticas de los materiales.

Puesto que los movimientos que experimentará el sistema de suspensión durante la circulación de la motocicleta serán mucho mayores que las deformaciones elásticas de cada uno de sus componentes, se asume que los únicos desplazamientos relevantes se encuentran en el plano medio de la motocicleta. Aplicando este criterio se puede simplificar el comportamiento tridimensional a un comportamiento bidimensional.

Reducción al mecanismo básico: cuadrilátero articulado

El conjunto de componentes del sistema de la suspensión puede modelarse como un conjunto de barras y triángulos articulados en sus extremos: el basculante y el balancín actuarían como dos triángulos y la bieleta y el amortiguador como dos barras. En la figura 3 se representa esta simplificación.

Observando el mecanismo simplificado se comprueba que las únicas barras con relevancia cinemática son las representadas en color naranja (véase la fig. 3). Estas cuatro barras conforman un cuadrilátero articulado que es el mecanismo básico que interviene en el movimiento del sistema de suspensión.

De esta forma, se puede equiparar el funcionamiento del sistema de suspensión al de un cuadrilátero articulado formado por cuatro barras L_1, L_2, L_3 y L_4 según la figura 3.

Resolución por síntesis de Freudenstein

La síntesis de Freudenstein determina las dimensiones de un mecanismo que cumpla una función de movimiento determinada.

Para el caso de estudio del comportamiento del sistema de suspensión, la función de movimiento que se pretende conseguir se basa en la relación que existe entre el ángulo del basculante y la longitud del amortiguador.

No obstante, la síntesis de Freudenstein se aplica al cuadrilátero articulado, por lo que sería preciso encontrar una relación entre los movimientos del sistema de suspensión y los del cuadrilátero.

Tanto el basculante como el balancín, en su comportamiento como sólidos rígidos, permiten obtener una relación entre el ángulo del basculante, la longitud del amortiguador y el giro de las barras del cuadrilátero articulado. De esta forma se puede reducir el estudio cinemático del comportamiento del sistema de suspensión trasera de la motocicleta al comportamiento de un mecanismo del tipo cuadrilátero articulado.

1) Aplicación de la síntesis de Freudenstein

Como el mecanismo del sistema de suspensión está compuesto por cuatro barras, el sistema de ecuaciones que plantea la síntesis tendrá cuatro incógnitas y, por ende, cuatro ecuaciones. Sin embargo, las barras L_1 y L_4, según la figura 3, hacen referencia a relaciones geométricas de puntos de anclaje de elementos estructurales como son el basculante y el chasis, los cuales no pueden variar. Por ello, la longitud de estas dos barras son constantes, lo que reduce el problema a un sistema de dos ecuaciones.

Para plantear las ecuaciones de la síntesis de Freudenstein es necesario especificar la relación de posición entre las señales de entrada y las de salida. En este caso, al haberse reducido el sistema a dos ecuaciones solo serán necesarias dos relaciones: las correspondientes a los ángulos máximo y mínimo del basculante y las longitudes máxima y mínima del amortiguador.

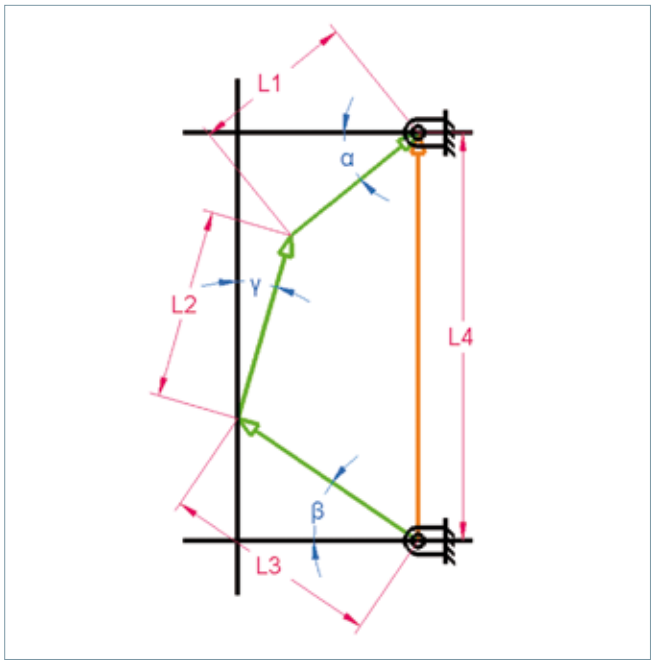


Figura 4. Representación vectorial del cuadrilátero articulado empleado en la resolución del mecanismo equivalente.

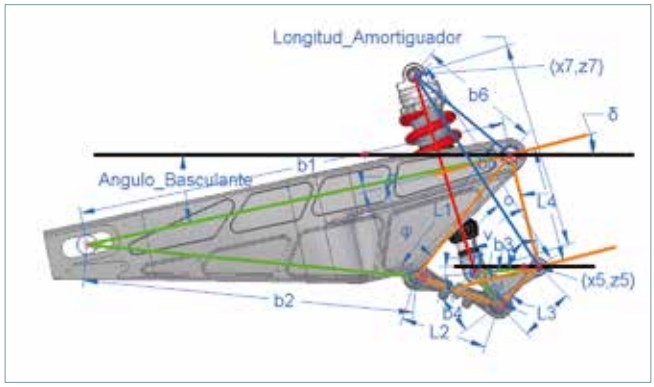


Figura 5. Relación de ángulos y longitudes del sistema de suspensión.

La resolución que proponía Freudenstein de un cuadrilátero articulado utilizando su síntesis suponía que la barra que representa la distancia entre los puntos de anclaje del mecanismo se posiciona en horizontal y es de valor unitario. De igual forma, se proponía referenciar los ángulos de cada barra al mismo sistema de referencia. Para este estudio, por las características que muestra el sistema de suspensión de la motocicleta, se ha optado por resolver un cuadrilátero articulado con las condiciones que se muestran en la figura 4: el elemento fijo se encuentra en posición vertical y la barra L_4 de longitud conocida y los ángulos obedecen a sistemas de referencia relativos.

A partir del cuadrilátero articulado se plantean las ecuaciones de cierre (véase la fig. 4).

$$L_1 \cdot \cos(\alpha) - L_3 \cdot \cos(\beta) + L_2 \cdot sen(\gamma) = 0 \tag{1}$$

$$L_1 \cdot sen(\alpha) + L_3 \cdot sen(\beta) + L_2 \cdot \cos(\gamma) - L_4 = 0 \tag{2}$$

En las ec. (1) y (2) se posicionan los términos dependientes del ángulo a la derecha de ambas igualdades. Se eleva (1) y (2) al cuadrado y se suman entre sí. De la ecuación resultante se agrupan los términos L_1, L_2, L_3 y L_4 en tres contantes R_1, R_2 y R_3 en la ec. (3), obteniendo una relación entre las incógnitas α y β.

$$R_1 sen(\alpha) + R_2 sen(\beta) + R_3 = \cos(\alpha + \beta) \tag{3}$$

Donde:

$$R_1 = -\frac{L_4}{L_3} \tag{4}$$

$$R_2 = -\frac{L_4}{L_1} \tag{5}$$

$$R_3 = \frac{L_1^2 - L_2^2 + L_3^2 + L_4^2}{2L_1L_3} \tag{6}$$

Siendo R_1 y R_3 funciones de L_2 y de L_3, y conociéndose los valores de L_1, L_4, α y β a partir de las restricciones de movimiento que se quieren aplicar, resulta el sistema de dos ecuaciones (7).

$$\begin{cases} R_1 sen(\alpha_1) + R_2 sen(\beta_1) + R_3 = \cos(\alpha_1 + \beta_1) \\ R_1 sen(\alpha_2) + R_2 sen(\beta_2) + R_3 = \cos(\alpha_2 + \beta_2) \end{cases} \tag{7}$$

Si en la ec. (7) se despeja R_1 y R_3, resulta:

$$R_1 = \frac{\cos(\alpha_1 + \beta_1) - \cos(\alpha_2 + \beta_2) - R_2(sen(\beta_1) - sen(\beta_2))}{sen(\alpha_1) - sen(\alpha_2)} \tag{8}$$

$$R_3 = \frac{\cos(\alpha_2 + \beta_2)\, sen(\alpha_1) - \cos(\alpha_1 + \beta_1)\, sen(\alpha_2) - R_2(sen(\alpha_1) sen(\beta_2) - sen(\alpha_2) sen(\beta_2))}{sen(\alpha_1) - sen(\alpha_2)} \tag{9}$$

A partir de las ec. (4), (6), (8) y (9) se calculan los valores de L_2 y L_3

$$L_2 = \sqrt{L_1^2 + L_4^2\left(1 + \frac{1}{R_1^2}\right) + 2L_1L_4\frac{R_3}{R_1}} \tag{10}$$

$$L_3 = -\frac{L_4}{R_1} \tag{11}$$

Con las fórmulas de las ec (10) y (11) y para obtener un valor optimizado de L_2 y L_3, se definirán los valores de α_1, α_2, β_1 y β_2. Para calcularlos es necesario determinar la relación existente entre los parámetros de entrada y salida del sistema: el ángulo del basculante y la longitud del amortiguador respectivamente.

Equivalencia entre parámetros de entrada

Aunque el mecanismo básico del sistema de suspensión puede equipararse a un cuadrilátero articulado, los parámetros que este regula no son los mismos que se necesitan para restringir el comportamiento de la suspensión.

Para delimitar el sistema de suspensión se utilizan como valores de entrada los ángulos máximo y mínimo del basculante frente a las longitudes máxima y mínima del amortiguador. De esta forma se asegura que el amortiguador trabaja en todo su recorrido.

Sin embargo, los parámetros de entrada del cuadrilátero articulado son los ángulos que rota la barra de entrada frente a la de salida. Por ello es preciso encontrar una relación entre estos parámetros. Estas relaciones se obtienen por trigonometría. En la figura 5 se representa la relación de ángulos y longitudes del sistema de suspensión simplificado.

La primera equivalencia que obtener es la que relaciona el ángulo del basculante con el ángulo de la barra L_1 (véase la fig. 5). Esta relación se puede deducir como una suma de ángulos,

$$\alpha = \text{Ángulo_Basculante} + \phi - \delta \tag{12}$$

A partir de las relaciones trigonométricas del basculante, la ec. (12) se rescribe como

$$\alpha = \text{Ángulo_Basculante} + acos\left(\frac{b_1^2 + L_1^2 - b_2^2}{2b_2L_1}\right) - \frac{\pi}{2} + atan\left(\frac{z_5}{x_5}\right) \tag{13}$$

La segunda equivalencia vincula la longitud del amortiguador con el ángulo de la barra L_3. Esta equivalencia, requiere el valor de L_3, ya que esta medida de la bieleta es determinante en el comportamiento cinemático del mecanismo. Por ello, para la resolución del mecanismo completo, será necesario realizar un proceso de iteración, tal como se explicará en el apartado siguiente. Para este cálculo, se utilizan las siguientes relaciones:

$$\beta = \eta - \iota + \delta \tag{14}$$

Donde:

$$\eta = \nu - \mu - o \tag{15}$$

De lo que se obtiene:

$$\beta = atan\left(\frac{z_5}{x_5}\right) - acos\left(\frac{b_3^2 + b_5^2 - Longitud_amortiguador^2}{2b_3b_5}\right) - acos\left(\frac{L_4^2 + b_5^2 - b_6^2}{2L_4b_5}\right) - acos\left(\frac{b_3^2 + L_3^2 - b_4^2}{2b_3L_3}\right) + \frac{\pi}{2} - atan\left(\frac{z_5}{x_5}\right) \tag{16}$$

Método de iteración

Para encontrar la relación existente entre la longitud del amortiguador y el ángulo que gira la barra de salida del cuadrilátero articulado (L_3, según la fig. 5) es necesario conocer el valor de L_3. Por ello, se utiliza un proceso de resolución numérica basado en el método del punto fijo[2].

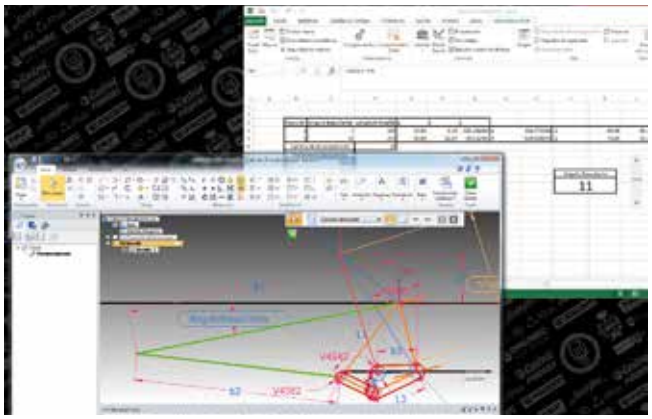


Figura 6. Vinculación entre SolidEdge y Excel para el cálculo.

Este método consiste en reescribir una función $f(x) = 0$ como $x = g(x)$. Si se supone x^* como solución de la función se puede deducir que:

$$f(x^*) = 0 \Leftrightarrow x^* - g(x^*) = 0 \Leftrightarrow x^* = g(x^*) \tag{17}$$

Puesto que el valor de x^* se desconoce, se parte de un valor aleatorio de x. Utilizando este valor inicial aleatorio se calcula un nuevo valor de x a partir de la función g de la ec. (17).

$$x^0 \Rightarrow x^1 = g(x^0) \Rightarrow \cdots \Rightarrow x^{n+1} = g(x^n) \tag{18}$$

La convergencia del método radica en que los valores x^{n+1} y de x^n sean cada vez más cercanos hasta aproximarse a la propiedad de $x^* = g(x^*)$, es decir, $x^{n+1}(x^n)$. Como criterio de convergencia se utiliza la expresión $|x^n - x^{n-1}| \leq 10^{-12}$ En el momento en que se cumpla este criterio se toma el valor de x^n como solución del problema.

Para este estudio, la función $g(x)$ equivaldría al procedimiento de cálculo basado en la obtención de las dimensiones de la bieleta y balancín, el cual, como valor de x, requiere el valor de L_3 (véase la fig. 3). Se toma un valor inicial aleatorio de L_3 con el que se realizan los cálculos para determinar la longitud de la bieleta y el balancín. Estos cálculos devuelven los valores de L_2 y L_3 (véase la fig. 3). Con este valor de L_3 se realizan nuevamente los cálculos y se obtiene un nuevo valor de L_3 y así sucesivamente hasta que el valor de L_3 empleado en el cálculo y el obtenido cumplan el criterio de convergencia.

Modelización numérica y optimización del mecanismo

Dada la complejidad y número de operaciones de los cálculos que determinan el comportamiento geométrico del mecanismo es preciso resolverlo utilizando métodos numéricos.

Optimización del mecanismo utilizando Excel y SolidEdge

Para la resolución se utiliza el programa de diseño asistido por computador CAD: SolidEdge. Las ventajas que otorga este programa en comparación con otros de resolución matemática radica en un entorno gráfico muy visual y una gran rapidez a la hora de plantear el problema. Sin embargo, en lo referente a la resolución de ecuaciones, el programa muestra ciertas limitaciones, por lo que se combina con la hoja de cálculo Microsoft Excel para resolver el sistema de ecuaciones y mostrar los resultados numérica y gráficamente en SolidEdge.

En la figura 6 se muestra el procedimiento de cálculo utilizado con los dos programas.

Determinación de las restricciones del problema

La obtención de las restricciones del comportamiento del sistema de suspensión parte de la geometría del diseño de la motocicleta. Para determinar el mínimo ángulo del basculante se tienen en cuenta posibles colisiones con el subchasis o con el colín, mientras que para el ángulo máximo se considera la capacidad máxima de giro que permite la unión del chasis con el basculante en su punto de pivote. Equiparando estos valores con las características del amortiguador que se quiere utilizar, se determinan los dos puntos de funcionamiento de la suspensión. Por medio de las equivalencias correspondientes entre estos puntos y los ángulos de movimiento del cuadrilátero articulado se determina la longitud óptima de las dos bieletas.

No obstante, aún es preciso ajustar el comportamiento que tendrá cada elemento mecánico con respecto a los demás. La síntesis no tiene en cuenta posibles colisiones entre elementos que impidan desarrollar completamente el movimiento oscilante de la suspensión.

El sistema de resolución planteado con Excel y SolidEdge es únicamente una herramienta utilizada dentro de la metodología de obtención de la geometría óptima del sistema de suspensión.

Siguiendo estas ecuaciones combinadas con la representación gráfica que hace de ellas SolidEdge se pueden ajustar los parámetros del conjunto de la suspensión hasta encontrar una geometría que cumpla las restricciones pertinentes, sea fabricable y no incurra en incongruencias físicas.

El proceso de obtención de la geometría óptima sigue el esquema mostrado en la figura 7.

Resultados

Utilizando la metodología anteriormente descrita y con la ayuda de la herramienta de cálculo desarrollada en función de la síntesis de Freudenstein se puede comprobar la disposición del mecanismo de la suspensión trasera para distintas configuraciones de bieletas.

En las figuras 8 y 9 se ha planteado un estudio en el que se muestra la longitud de la bieleta y del balancín en función de la longitud máxima del amortiguador y su carrera (como longitud mínima se considera la longitud máxima del amortiguador menos su carrera).

Finalmente, tras un largo proceso de sucesivas iteraciones y comparación de los distintos parámetros de un gran número de amortiguadores y de configuraciones, se

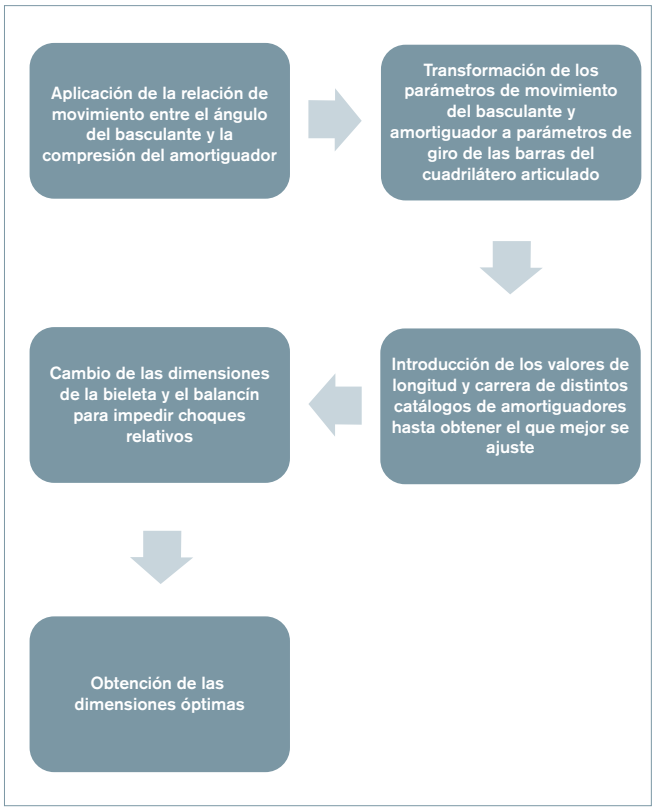


Figura 7. Esquema básico del proceso de optimización del sistema de suspensión.

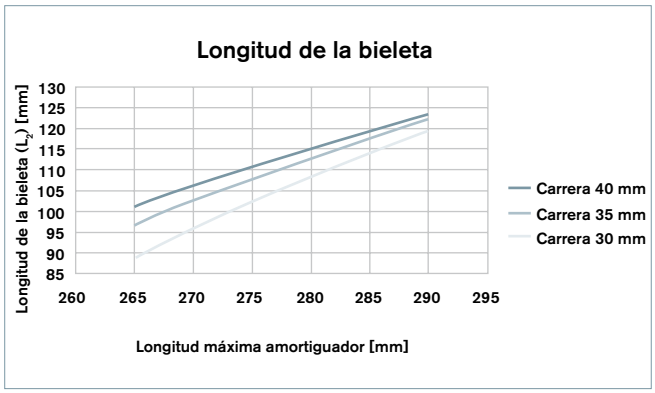


Figura 8. Longitud de la bieleta en función de las características del amortiguador.

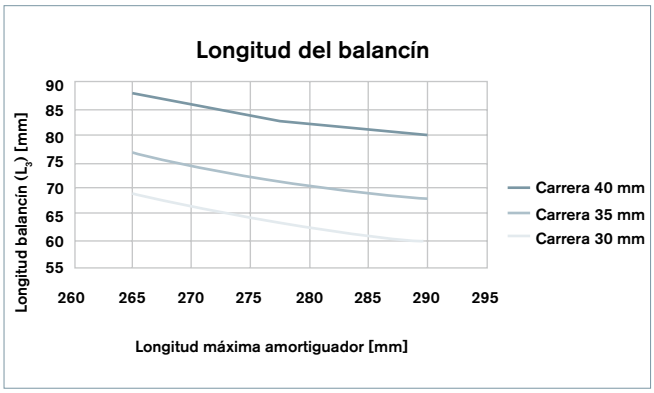


Figura 9. Longitud del balancín en función de las características del amortiguador.

concluyó el estudio con una geometría óptima, como la que se muestra la figura 10.

Como se hace patente en la figura 11 el comportamiento del diseño final basado en esta optimización se ajusta perfectamente a las restricciones impuestas para los ángulos máximo y mínimo en comparación con el ángulo en el que el basculante se encontrará soportando el peso de la moto y el piloto en estático.

Conclusiones

En este artículo se propone un modelo de suspensión trasera mejorado para una motocicleta de competición basado en el sistema de suspensión de una motocicleta Suzuki Hayabusa de 2008. Las dimensiones ideales del sistema de suspensión se obtienen mediante la aplicación de una metodología original desarrollada a lo largo de este trabajo, basada en la optimización de las dimensiones del conjunto de bieleta-balancín del sistema de suspensión de la motocicleta para lograr que el amortiguador actúe a lo largo de todo su recorrido.

Esta metodología hace uso de una herramienta de cálculo que determina las dimensiones óptimas del conjunto bieleta-balancín para que en el sistema de suspensión de la motocicleta exista un concordancia entre el ángulo máximo y mínimo del basculante y la longitud máxima y mínima del amortiguador. Se propone utilizar la síntesis de Freudenstein para obtener las longitudes de cada elemento de este mecanismo para que desarrolle un movimiento impuesto. Esta restricción de movimiento se aplica según los ángulos máximo y mínimo del basculante y las longitudes máxima y mínima del amortiguador. Mediante relaciones trigonométricas se equiparan estos criterios a los ángulos de entrada y salida del cuadrilátero articulado.

Se presenta una herramienta, combinación de la hoja de cálculo Microsoft Excel y el programa de CAD SolidEdge, que realiza los cálculos de resolución del mecanismo y muestra gráficamente la geometría resultante.

Finalmente, siguiendo la metodología propuesta, se ajustan los parámetros del mecanismo de suspensión hasta que el comportamiento se adecúe a las limitaciones impuestas por la geometría de la moto y las características del amortiguador.

Aunque la metodología se ha aplicado al sistema de suspensión trasera de una motocicleta de competición, esta puede aplicarse igualmente a cualquier tipo de motocicleta variando las restricciones que se quieran imponer.

Utilizando esta metodología se obtienen dos gráficos que representan las dimensiones del conjunto bieleta-balancín en función de distas longitudes de amortiguador y distintas carreras. Estos gráficos serán de gran ayuda a la hora de determinar la configuración óptima del sistema de suspensión de la motocicleta en función del tipo de amortiguador que se implemente.

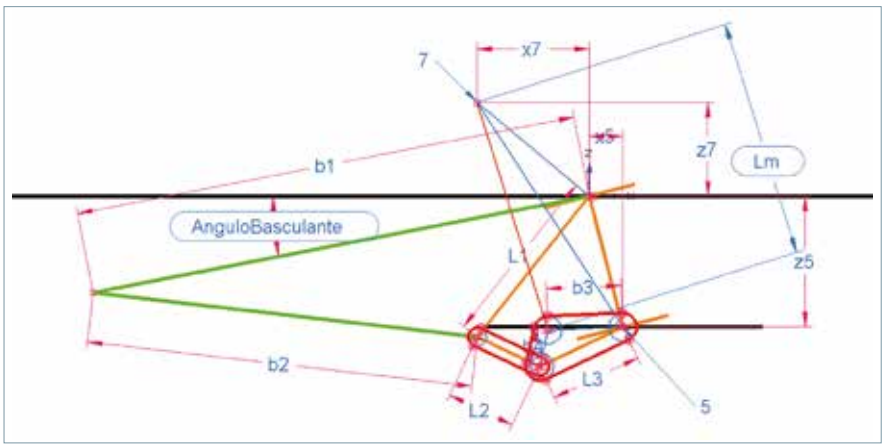


Figura 10. Geometría óptima del sistema de suspensión trasera de la motocicleta.

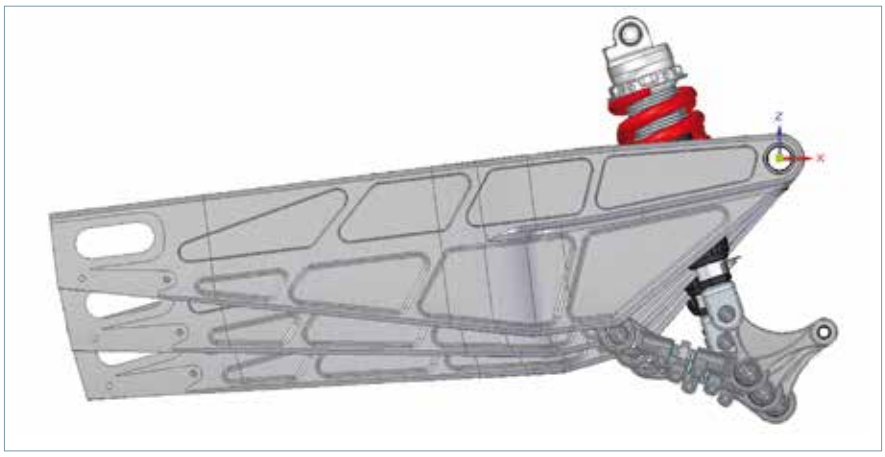


Figura 11. Comportamiento cinemático del sistema de suspensión: posición máxima, estándar y mínima.

Referencias

1. Š. Segla, O. Antonescu, M. Orecný y A. Elbaghar (2015). Optimization of a Motorcycle Rear Suspension Mechanism with Four-bar Linkage. *Acta Mechanica Slovaca*, 19 (1): 6.
2. R. P. Agarwal, M. Meehan y D. O'Regan (2001). Fixed point theory and applications, Fixed point theory.
3. V. Cossalter (2006). Motorcycle dynamics.
4. P. Thede (2010). Race Tech's motorcycle suspension bible, *Motorbooks*.
5. T. Foale (2003). Motocicletas: comportamiento dinámico y diseño de chasis: el arte y la ciencia. Tony Foale Designs.
6. F. Freudenstein (1954). Design of Four-link Mechanisms. Ph. D. Thesis, Columbia, p. 28.

Juan Augusto Halzague Sánchez
Raúl Key Sánchez
Higinio Rubio Alonso
Juan Carlos García Prada
Equipo Moto-Maqlab-Uc3m. Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Carlos III de Madrid.
Correo para correspondencia: jhalzagu@ing.uc3m.es

SEAT

LA NOCHE NO SIEMPRE
SIGNIFICA EL FINAL DEL DÍA.

NUEVO SEAT ATECA

EURO NCAP
FOR SAFER CARS
www.euroncap.com
TEST 2016

TECNOLOGÍA PARA DISFRUTAR

SI CAMBIAS TU PUNTO DE VISTA, **LA RUTINA PUEDE SER MARAVILLOSA**

Presentamos el Nuevo SEAT Ateca. El primer coche pensado para cambiar tu punto de vista sobre las pequeñas y grandes cosas del día a día. Como cuando sales a cenar y de repente tu coche te recibe con una luz de bienvenida. Así que prepárate para ver la vida urbana desde otro punto de vista gracias al Nuevo SEAT Ateca, equipado con Portón trasero eléctrico con pedal virtual, Cargador inalámbrico, Top view camera, Asistente de aparcamiento automático, Asistente de atascos y Detector de ángulo muerto. Tecnología pensada para convertir tu rutina en algo maravilloso.

YouTube .COM/TUSEAT .COM/SEAT .COM/TUSEAT SEAT.ES

Consumo medio combinado de 4,3 a 6,1 l/100 km. Emisiones de CO_2 de 113 a 139 g/km.
Datos de consumos y emisiones provisionales. Imagen acabado ATECA Xcellence con opcionales.

ORIGINAL

La dependencia energética en España por sectores y su impacto económico

José Antonio Galdón Ruiz, Bernabé Marí Soucause e Inmaculada Guaita Pradas

Energy dependence in Spain by sectors and its economic impact

RESUMEN

En este artículo se describe la situación histórica de España frente a la dependencia energética y la evolución en los últimos años. Se analiza la dependencia energética en función de los diferentes sectores, en concreto el sector industrial, el transporte y el de usos diversos, en el que estarán incluidos agricultura, pesca, comercio, servicios y Administraciones públicas, el residencial y otros. A partir del análisis del mix de consumo energético de cada uno de los tres sectores objeto del estudio, se realizan una serie de propuestas para reducir la dependencia energética en los mismos, comprobando los importantes beneficios económicos directos que tendrán para la economía española.

Este estudio permite concluir que, con una correcta planificación a medio y largo plazo, se pueden poner en marcha medidas encaminadas a la reducción de la dependencia energética y que, a su vez, sean menos contaminantes, sin que ello tenga un coste adicional en nuestra economía. En este estudio solo se han considerado los beneficios directos por el ahorro de los intereses para financiar las importaciones de energía que se evitan, sin tener en cuenta el ahorro en los bonos de emisión de CO_2, los beneficios medioambientales ni la generación inducida de empleo y riqueza que se desprenderían de la puesta en marcha de las acciones propuestas y de una mayor utilización de fuentes de energía propias.

Recibido: 28 de marzo de 2016
Aceptado: 3 de junio de 2016-06-09

Palabras clave
Sistema energético, dependencia energética, gestión energética, energía por sectores, déficit energético

ABSTRACT

This paper describes the historical situation of Spain regarding its energy dependence and how it has been developed in recent years. Energy dependence is analyzed in terms of various sectors, particularly industrial and transport sectors, and the sector of mixed use, which includes agriculture, fishery, trade, public services and Administration, residential and others. Based on the analysis of mixed energy consumption of each analyzed sectors, in which the study is focused, some proposals are made to reduce the energy dependence of these sectors. Furthermore, the considerable direct economic benefits expected for the Spanish economy obtained by the implementation of proposed measures are analyzed.

The study leads to the conclusion, by setting desirable medium to long-term planning measures, that some measures can reduce Spain's energy dependence. The implementation of proposed measures will reduce the pollution in the country without generating any additional cost on the economy. However, in the scope of this study, only the direct benefits achieved by the savings of interest payments to finance energy imports have been addressed. Further benefits such as savings of bonus related to CO_2 emissions, environmental benefits and induced generation of employment and wealth generation that would result from the implementation of the proposed actions related to a more intense use of own energy resources have not been considered.

Received: March 28, 2016
Accepted: June 3, 2016

Keywords
Energy system, energy dependence, energy management, energy by sector, energy deficit

Foto: Underworld / Shutterstock

Introducción

Uno de los grandes retos para cualquier país, su economía y desarrollo es la energía y todos los factores que le afectan, desde la dependencia energética, el precio, la estabilidad, la contaminación, la fiabilidad del suministro, etc., y del correcto equilibrio entre todos ellos dependerá en gran medida las posibilidades de crecimiento y competitividad de un país.

En este artículo se analizará uno de los grandes problemas que presenta el sistema energético español, que es la gran dependencia energética, y que conforme a los datos extraídos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo se encontraba en el año 2014 en el 70,61%, frente a la media de la UE, que está en el 53%. Este hecho presenta una influencia muy negativa en nuestra balanza de pagos con el exterior y, por tanto, un desequilibrio en nuestra capacidad de endeudamiento, en el riesgo país (prima de riesgo) y, por supuesto, un alto coste económico para financiar esas importaciones.

Para el correcto análisis de la dependencia energética, es importantísimo realizar un estudio pormenorizado de las fuentes de energías consumidas y el uso al que se destinan las mismas. En este caso se han analizado los tres grandes sectores de consumo energético como son el industrial, el transporte y el de usos diversos, en el que estarán incluidos agricultura, pesca, comercio, servicios y Administraciones públicas, residencial y otros, y de esta forma se conocerá cuál es la dependencia energética media de cada uno de ellos. Para ello, se utilizará el estudio realizado por el IDAE de los balances de energía final por sectores y fuentes de energía con los datos de los años entre 2009 y 2013, para tener una muestra significativa.

Una vez obtenidos los datos de la dependencia energética media de los diferentes sectores, se realizarán una serie de propuestas encaminadas a la reducción de la misma en cada uno de los sectores, y se analizará el impacto económico que tendría la puesta en funcionamiento de las mismas.

Para ello, deberá modificarse nuestro modelo de consumo energético en los diferentes sectores, donde se prime en este caso la utilización de fuentes de energía de las que podamos autoabastecernos como la energía eléctrica o las renovables (solar térmica, biomasa, etc.).

Como todos sabemos, la energía el éctrica se puede obtener a través de recursos propios (eólica, nuclear, fotovoltaica, hidráulica, etc.), por lo que aumentando el grado de autoproducción de la misma, y aumentando el consumo eléctrico frente a los fósiles, disminuiremos la dependencia energética y obtendremos considerables beneficios económicos, medioambientales y de estabilidad para nuestro país[1].

Todo ello, como se podrá comprobar en las conclusiones del artículo, tendrá un enorme impacto económico solo considerando los intereses para financiar el exceso de importaciones energéticas y, por tanto, todo ese dinero podría ser destinado a poner en marcha las medidas de disminución de la dependencia energética que se proponen.

El objetivo del artículo será demostrar que con una correcta planificación a medio-largo plazo, podríamos reducir nuestra dependencia energética, mejorar la estabilidad de los precios de la energía, reducir la contaminación, mejorar la garantía de suministro, etc., sin que ello suponga un coste añadido para nuestra economía, generando al mismo tiempo mayor actividad económica en nuestro país.

Evolución de la dependencia energética en España

Como introducción resulta muy gráfico comprobar la evolución de la dependencia energética de España durante los últimos 45 años en términos económicos, para lo que se han analizado las importaciones de energía respecto al total de las energías consumidas y otro valor muy significativo como es la evolución del consumo de energía procedente de combustibles fósiles respecto al total.

En la figura 1 se muestra la evolución del consumo de combustibles fósiles desde el año 1960, pasando del 92% al 73% para el año 2014, en dos escalones, uno de ellos desde 1984 hasta 1990, cuando comienzan a entrar en funcionamiento las centrales nucleares y, por tanto, sustituyen el 10% del consumo de combustibles fósiles, y otro en el año 2007, cuando comienzan a incorporarse energías renovables a nuestro sistema y comienza otra etapa de descenso de combustibles fósiles[1,2].

En cuanto a la dependencia energética medida en términos globales, vemos cómo se produce una variación menos uniforme en la evolución de los años. Se observa que hay una primera etapa de crecimiento de la dependencia energética desde el año 1960 con el 40% hasta el año 1976, cuando se alcanza el 80%, por la sustitución progresiva del consumo de carbón nacional por derivados del petróleo que hay que importar, para posteriormente sufrir un descenso por la incorporación de las nucleares[1], y nuevamente otro aumento provocado por la incorporación del gas natural a nuestro sistema energético, hasta el año 2007 con casi el 80% y cuando se reduce la dependencia por la incorporación de las fuentes de energía renovables, hasta alcanzar el 70,61% en el año 2014[3,4].

Esta evolución en los hábitos del consumo de energía depende de muchísimos factores no solo económicos y demográficos, sino también políticos, que han influido de manera decisiva, y para ello solo hace falta observar la gráfica en la década de 1980, cuando se ponen en funcionamiento la mayoría de centrales nucleares, o cuál es la evolución de la energía alternativa a partir del año 2005 cuando se introducen políticas de fomento de las mismas[1].

Con ello, se quiere dejar constancia de que los hábitos de consumo energético se pueden modificar en función de las políticas que se adopten, y en función de los objetivos que se persigan, y queda patente en vista de los resultados obtenidos que no ha existido una política energética clara, con objetivos de reducción de la dependencia o estabilización de precios, sino que se han seguido parámetros estacionales y ocasionales en función de la oportunidad.

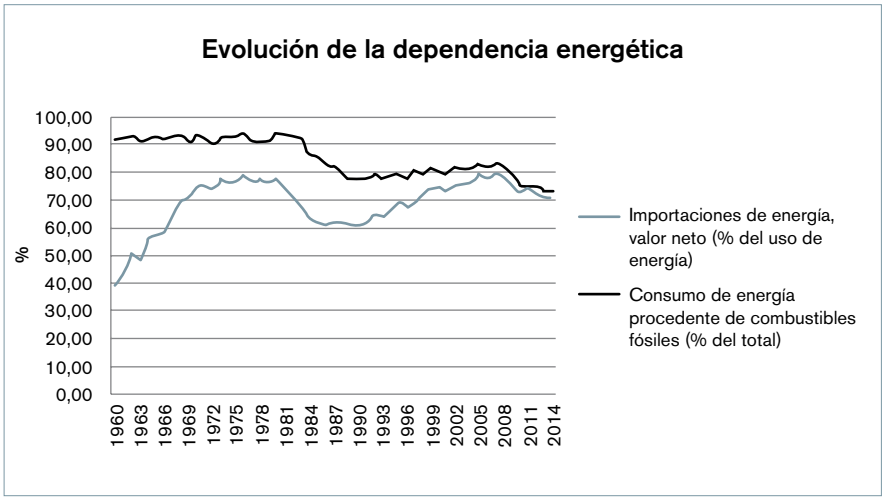


Figura 1. Evolución del porcentaje de importaciones de energía y el consumo de energía de combustibles fósiles desde el año 1960 hasta el 2014.

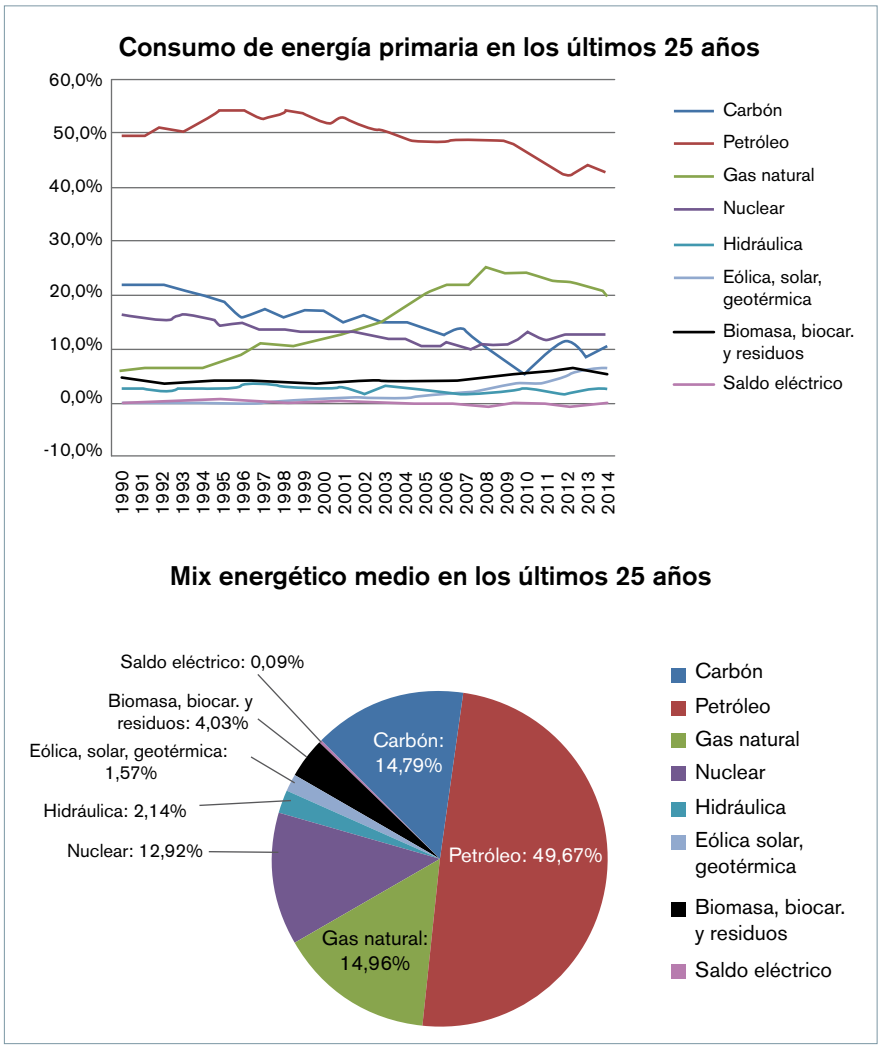


Figura 2. Consumo de energía primaria por tipo de fuente y mix energético medio entre los años 1990-2014.

Grado de autoabastecimiento (%)						
Fuente de energía	2009	2010	2011	2012	2013	Media (2009-2013)
Carbones	40,40%	46,06%	20,84%	16,42%	16,73%	**28,09%**
Productos petrolíferos	0,17%	0,20%	0,18%	0,27%	0,71%	**0,31%**
Gases	0,04%	0,14%	0,16%	0,18%	0,19%	**0,14%**
Energías renovables (solar, térmica, geotermia, biomasa, biogás, biocarburantes)	97,14%	89,84%	88,09%	82,89%	100,00%	**91,59%**
Electricidad*	52,53%	61,07%	56,85%	57,44%	66,04%	**58,78%**

Tabla 1. Porcentaje de autoabastecimiento por fuentes de energía final o secundaria (2009-2013).

Si se analiza cuál y cómo ha sido el consumo energético en los últimos 25 años, tal como se muestra en las figuras 2 y 3, se comprueba cómo de nuevo son las políticas las que modifican los hábitos de consumo[5].

Se observa por ejemplo que el gas natural pasa de ser una fuente energética prácticamente residual en la década de 1990, a convertirse en la segunda fuente de energía más utilizada gracias no solo a la instalación de ciclos combinados para la generación de energía eléctrica, sino a su paulatina utilización en industrias y en el sector terciario y residencial, algo que vuelve a suponer el aumento de la dependencia energética española. Otros claros ejemplos son el aumento de los consumos de las energías renovables (eólica, solar, geotérmica, etc.) y los biocarburantes o residuos en la última década, aunque se mantienen en niveles muy bajos respecto al porcentaje total[6,7].

De esta forma, nuestro mix energético primario medio de los últimos 25 años representa una utilización de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón) del 79,42% (v. fig. 2).

Este hecho hace que nuestro consumo energético esté totalmente desproporcionado frente a nuestros recursos, teniendo que importar en la actualidad casi el 71% de toda la energía que consumimos, algo que provoca no solo la inestabilidad de los precios[8] y el suministro, sino también unos efectos devastadores para nuestra economía.

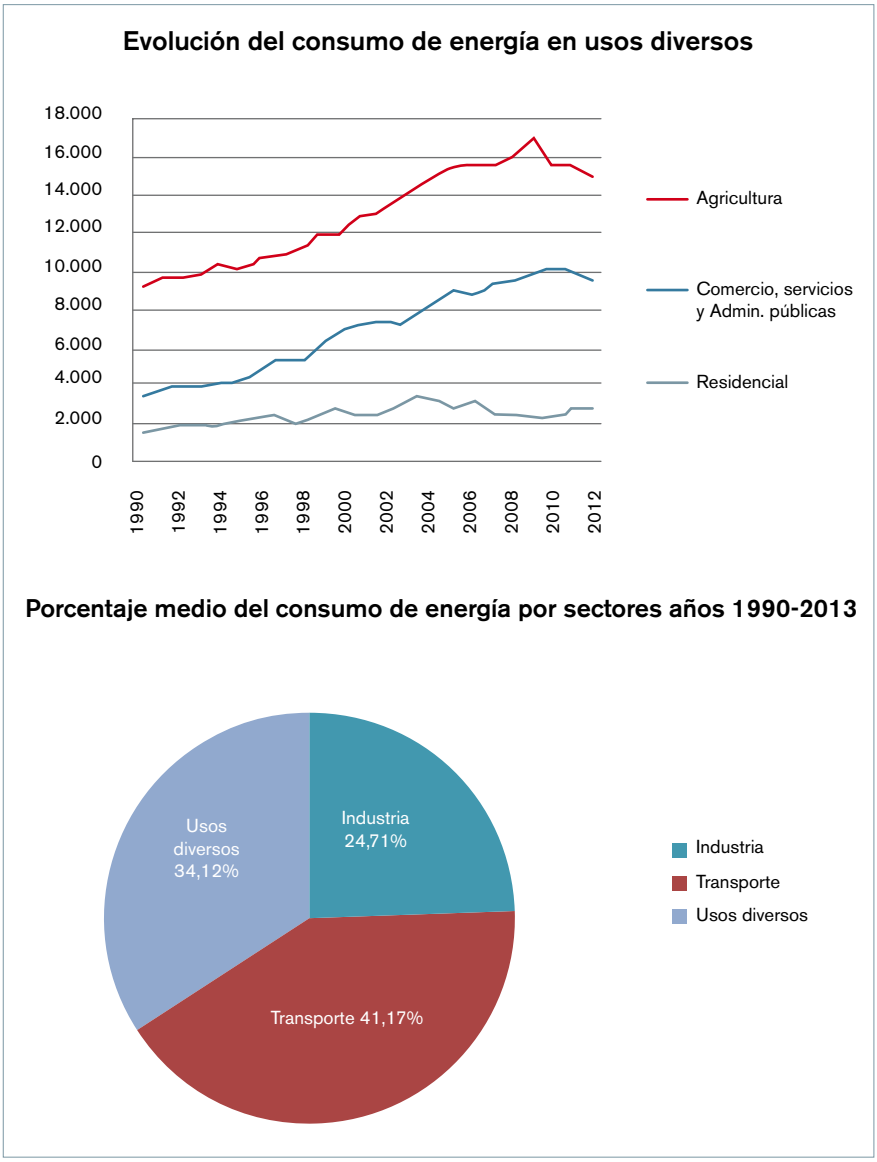


Figura 3. Consumo energético en ktep de los diferentes sectores y porcentaje medio del consumo en los últimos 24 años (1990-2013).

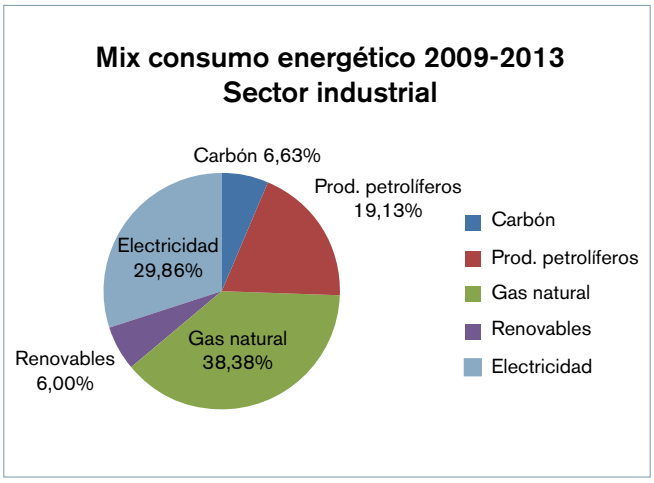


Figura 4. Porcentajes de fuentes de energía media consumida por el sector industrial durante los últimos 5 años (2009-2013).

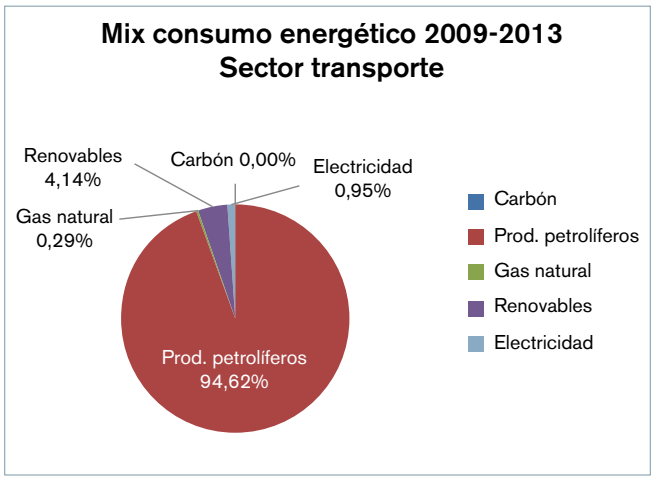


Figura 6. Porcentajes de fuentes de energía media consumida por el sector transporte durante los últimos 5 años (2009-2013). Fuente: IDAE.

2009-2013 (ktep)	Total consumida 209-2013 (ktep)	Total importada 2009-2013 (ktep)	Dependencia energética media 2009-2013 (%)
INDUSTRIA	105.448	78.774	74,70%
Extractivas (no energéticas)	1.584	1.260	79,53%
Alimentación, bebidas y tabaco	10.411	6.706	64,41%
Textil, cuero y calzado	2.109	1.582	75,02%
Pasta, papel e impresión	2.052	1.237	60,31%
Química	18.103	15.690	86,67%
Minerales no metálicos	3.383	2.092	85,80%
Siderurgia y fundición	14.789	9.762	66,01%
Metalurgia no férrea	1.095	559	51,02%
Transformados metálicos	4.913	3.872	78,81%
Equipo transporte	384	252	65,55%
Construcción	4.016	3.273	81,51%
Resto industria	1.792	1.094	61,04%
Madera, corcho y muebles	2.577	756	29,36%
Otras	1.285	955	74,33%

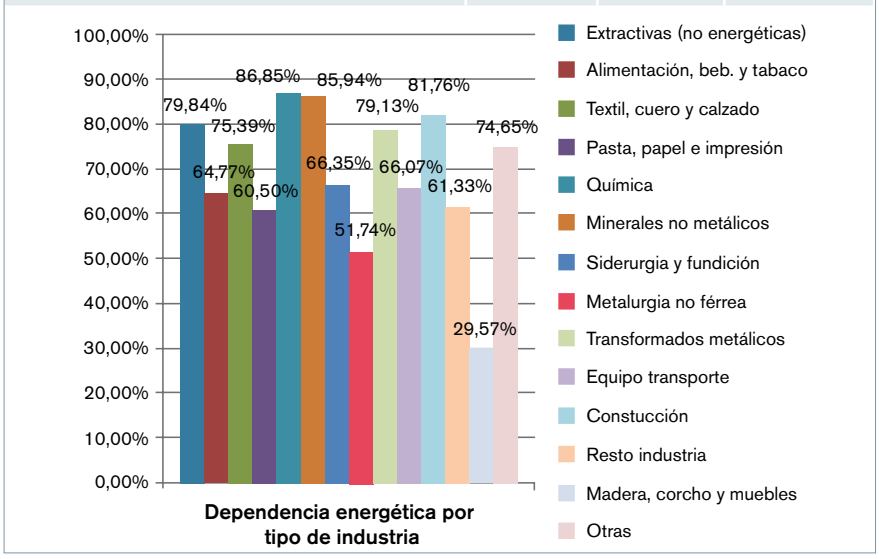


Figura 5. Porcentajes de dependencia energética media, en función del tipo de industria (años 2009-2013).

Según todo lo anterior, se hace necesario analizar el porqué y el cómo de nuestro consumo energético final, para ver cuáles serían las principales actuaciones que llevar a cabo a fin de reducir la dependencia energética a nivel estatal. El estudio se basa en tres grandes sectores como el sector industrial, que incluye todo el sector manufacturero no energético; el sector del transporte en todos sus ámbitos, y un sector de usos diversos que incluye comercio y servicios, residencial, Administraciones públicas, pesca, etc.

En la figura 3 se muestra la evolución del consumo energético en los diferentes sectores, comprobando que mientras que todos ellos experimentan un crecimiento más o menos similar desde el año 1990[9,10], el sector del transporte en el año 2007 alcanza el máximo y comienza un descenso hasta 2013 (coincidiendo con la crisis), al igual que ocurre con el sector industrial, aunque en este caso se produce en 2005 y se estabiliza en 2009 y, sin embargo, el sector de usos diversos mantiene una tendencia creciente desde 1990, reflejando en menor medida los efectos de la crisis económica[11].

En la figura 3 también se puede ver el porcentaje medio del consumo energético durante los últimos 24 años, desde el año 1990 hasta 2013 de cada uno de los tres sectores de los que se ha hecho el estudio, comprobando que el sector transporte es el que más consume con poco más del 41%, seguido de los usos diversos con el 34,12% y de la industria con el 24,71%[11].

Estudio de la dependencia energética por sectores

El estudio se centra en el análisis pormenorizado en los años comprendidos entre 2009 y 2013 de los consumos energéticos de los diferentes sectores (transporte, industria y usos diversos), a los que se les aplicará los coeficientes medios de autoabastecimiento obtenidos previamente para cada una de las fuentes de energía final y que quedaría como en la tabla 1, extraída de los datos facilitados por el Ministerio de Industria Energía y Turismo[5]. Hay que tener en cuenta que en cuanto al mix de generación de energía eléctrica se considera la energía nuclear 100% autoabastecida.

2009-2013 (ktep)	Total consumida 2009-2013 (ktep)	Total importada 2009-2013 (ktep)	Dependencia energética media 2009-2013 (%)
TRANSPORTES	175.688	167.526	95,35%
Carretera	138.938	161.882	94,92%
Ferrocarril	482	363	75,85%
Marítimo	4.355	4.342	99,69%
Aéreo	5.144	5.128	99,69%
Oleoductos	0	0	-------
Otros no especificados	460	356	77,46%

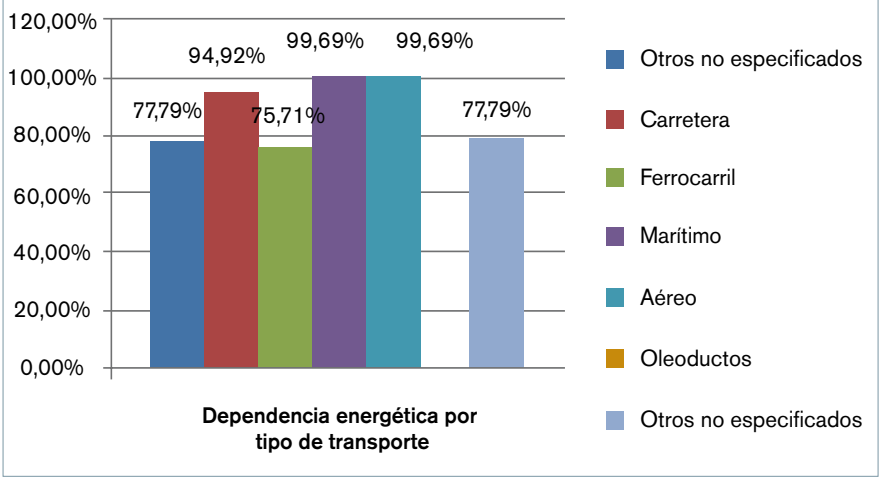


Figura 7. Porcentajes de dependencia energética media de los últimos 5 años, en función del tipo de transporte (2009-2013).

Análisis del sector industrial

De los datos extraídos del estudio realizado por el IDAE, obtenemos el mix energético medio del consumo del sector de la industria española durante los años 2009-2013, y que se puede ver en la figura 4. En ella podemos comprobar que casi el 40% de la energía consumida es gas natural, seguido de la electricidad con casi el 30%, y casi el 20% de productos petrolíferos, estando alrededor del 6% el consumo de carbón y el de fuentes renovables[11].

En función de los consumos de energía de las distintas fuentes y considerando el grado de dependencia que se desprende de la tabla 1, tendríamos el siguiente resumen que se detalla en la tabla 2, en la que se puede observar el porcentaje de dependencia energética de los diferentes tipos de industria y que quedará representado en la figura 5.

Análisis del sector transporte

Respecto al sector del transporte, que, como se ha expuesto anteriormente, es el sector que más energía consume, extraemos del estudio del IDAE, se obtiene el mix energético medio durante los años 2009-2013 y que se ve reflejado en la figura 8, que indica claramente que casi el 96% de la energía consumida son productos petrolíferos, lo que nos da de por sí una idea de la alta dependencia energética de este sector[11].

En la figura 7, se muestra la dependencia energética de los diferentes medios de transporte en función del grado de dependencia de las fuentes de energía recogidos en la tabla 1.

Usos diversos

Dentro de los usos diversos se considera la agricultura, la pesca, el co-

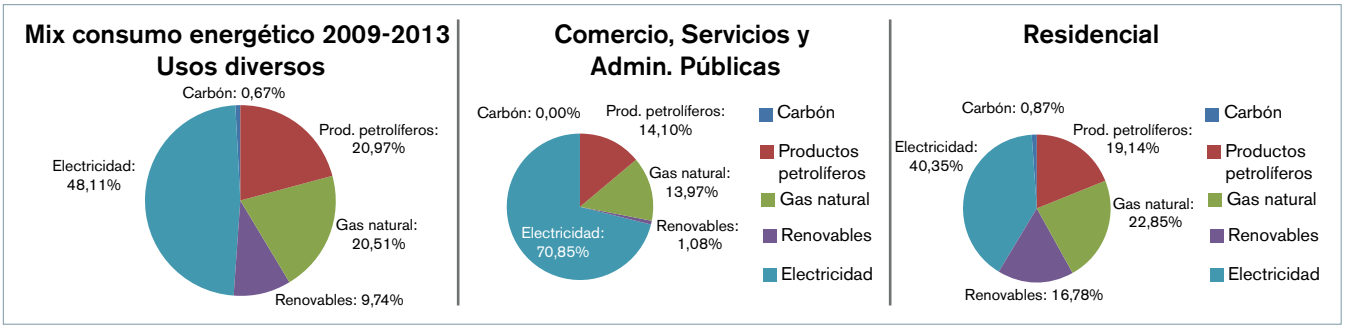


Figura 8. Porcentajes de fuentes de energía media consumida por el sector de usos diversos, y detallado para comercio, servicios y Administraciones públicas y residencial, durante los últimos 5 años (2009-2013).

mercio, servicios, Administraciones públicas, el sector residencial y otros no especificados. Se observa que el mix energético va a resultar muy diferente al de los sectores anteriormente analizados.

En la figura 8, se muestra el mix energético del sector de usos diversos en su conjunto, y se incluyen también los específicos del comercio, servicios, Administraciones públicas y el residencial, ya que cuantitativamente son los más importantes de este sector y es relevante tener una visión particular de los mismos[11].

Resumen de los tres sectores

Según todos los datos analizados y como resumen de los mismos se obtiene que la dependencia energética de los diferentes sectores es la que se presenta en la figura 12, en la que se observa que el transporte tiene el 95,35% de dependencia frente al 74,70% del sector industrial y del 62,08% de los usos diversos.

Por tanto, relacionando los porcentajes de energía consumida por cada uno de los sectores y la dependencia energética de los mismos, se obtiene una dependencia energética media respecto del consumo final o secundario de energía entre los años 2009 y 2013 del 79,12%.

En la tabla 2 se muestran las variables concretas sobre las que habría que actuar para reducir la dependencia energética global.

2009-2013 (ktep)	Total consumida 2009-2013 (ktep)	Total importada 2009-2013 (ktep)	Dependencia energética media 2009-2013 (%)
USOS DIVERSOS	145.630	90.413	62,08%
Agricultura	12.382	10.929	88,27%
Pesca	140	139	99,31%
Comercio, servicios públicos y Admin. públicas	49.023	27.778	56,66%
Residencial	79,026	47.582	60,21%
Otros no especificados	5.059	3.985	78,76%

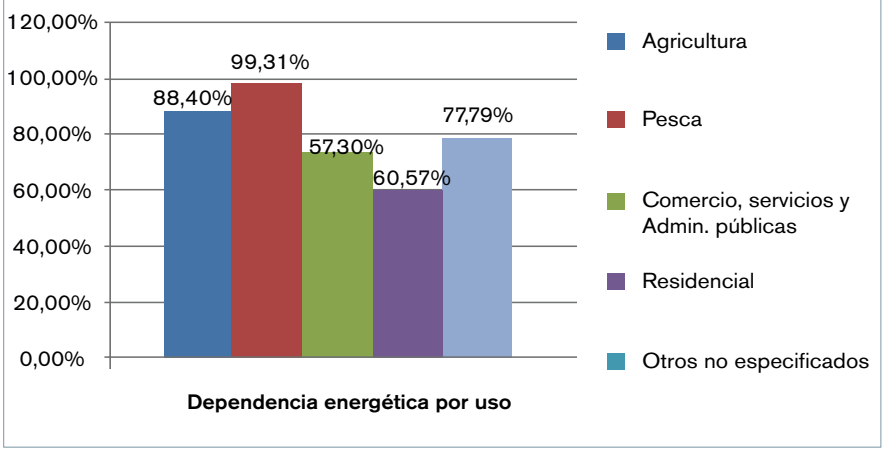


Figura 9. Porcentajes de dependencia energética media de los últimos 5 años, en función del tipo de uso (2009-2013).

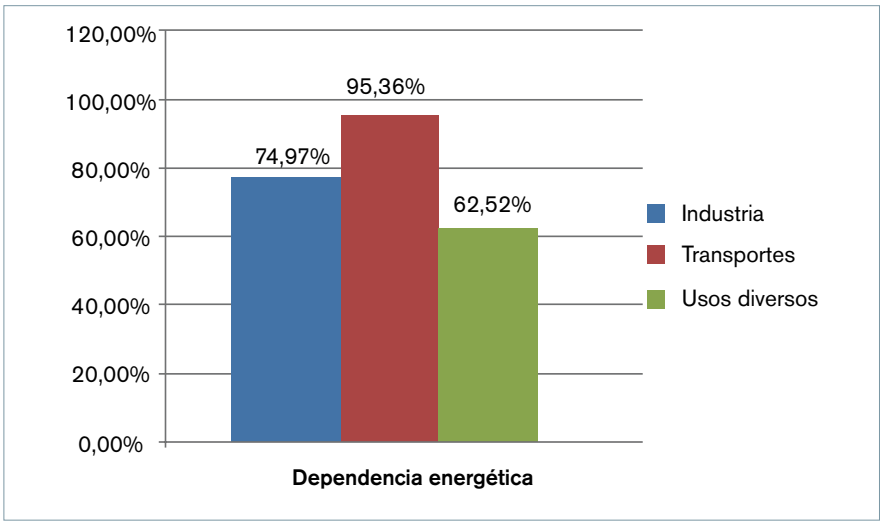


Figura 10. Porcentajes de dependencia energética media de los últimos 5 años, de los diferentes sectores (2009-2013).

Acciones posibles para reducir la dependencia energética

Se exponen a continuación una serie de actuaciones que realizar en cada uno de los sectores y de forma global, para conseguir disminuir nuestra dependencia energética.

Dado que España no es un país productor de gas y petróleo, y solo un pequeño porcentaje del carbón que se consume es de origen nacional, se debe disminuir el consumo de dichas fuentes energéticas, en detrimento de energías generadas con fuentes de energía propias, o de las que sea posible el autoabastecimiento, por ejemplo la electricidad y las energías renovables.

Para ello, lo primero que habría que realizar es un plan para aumentar el grado de autoabastecimiento del sistema de generación eléctrico español, donde se vayan sustituyendo las centrales térmicas de carbón, y los ciclos combinados, por fuentes de energías renovables como la eólica, la solar fotovoltaica, la termoeléctrica, biomasa, etc., y lograr un equilibrio para que por lo menos el sistema se autoabastezca en el 80%.

Pero es más, habría que sustituir paulatinamente los consumos de gas natural y de derivados del petróleo en los diferentes sectores en detrimento de la energía eléctrica producida por fuentes propias.

En este sentido son muchas las propuestas que se pueden realizar, pero

algunas caen por su propio peso como son la paulatina incorporación de los vehículos eléctricos o la sustitución de las calefacciones de gas o gasoil por bombas de calor eléctricas, pero además, todo ello debería venir acompañado de un aumento de la eficiencia energética en todos los sectores, con lo que se conseguirían los fines perseguidos de reducción de nuestra dependencia energética.

Y como resumen de todo ello, vamos a realizar un estudio de la dependencia energética, considerando las siguientes actuaciones que realizar:

1) Aumento del grado de autoabastecimiento del sistema de generación eléctrica desde el 58,78%, que es la media entre los años 2009 y 2013, hasta el 80% que se propone.

2) En el sector industrial:

-Sustituyendo el 30% del consumo de gas por energía eléctrica.

-Sustituyendo el 30% el consumo de fuel por energía eléctrica.

-Sustituyendo el 30% el consumo de carbón por energía eléctrica.

3) En el sector del transporte:

-Sustituyendo el 10% del consumo de gasóleos y gasolinas del transporte por carretera, por electricidad, mediante la incorporación del coche eléctrico.

4) En el sector de usos diversos:

-Sustituir el 30% del consumo de productos petrolíferos y de gas en el subsector comercio, servicios, Administraciones públicas y otros, por electricidad.

-Sustituir el 30% del consumo de carbón, de productos petrolíferos y de gas en el subsector residencial, por electricidad.

Los resultados pueden verse en la tabla 6 y en la figura 13, en las que se puede comprobar que la dependencia energética disminuiría en un 14,48%, con los consiguientes beneficios económicos y medioambientales que ello conllevaría y que se enumeran en el siguiente punto.

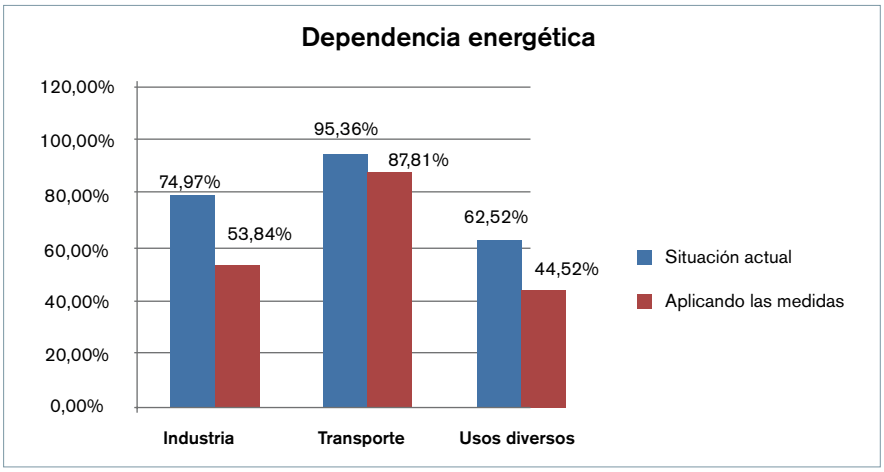


Figura 11. Comparativa de porcentajes de dependencia energética media de los últimos 5 años, de los diferentes sectores (2009-2013) de la situación actual, aplicando las medidas descritas.

Años 2009-2013			
Sector	% Consumo	% Dependencia	Dependencia global
Industria	24,71%	74,97%	79,12%
Transporte	41,17%	95,36%	
Usos diversos	34,12%	62,52%	

Tabla 2. Porcentajes de consumo y de autoabastecimiento por sectores y la media entre los años 2009-2013.

Repercusión económica de la disminución de la dependencia energética

La disminución de la dependencia energética tiene efectos positivos sobre la balanza de pagos, de manera que esos efectos positivos se pueden transformar en mejoras para la eco-

Años 2009-2013						
Sector	Situación actual			Aplicando las medidas		
	% consumo	% dependencia	Dependencia global	% consumo	% dependencia	Dependencia global
Industria	24,71%	74,97%		24,71%	53,84%	
Transporte	41,17%	95,36%	79,12%	41,17%	87,81%	64,64%
Usos diversos	34,12%	62,52%		34,12%	44,52%	

Tabla 3. Comparativa de autoabastecimiento por sectores 2009-2013, entre la situación actual y la que resultaría aplicando las medidas de autoabastecimiento descritas.

	Coste medio de la deuda	Valor de las importaciones que se hubieran evitado (miles de €)	Importe que dejamos de financiar acumulado (miles de €)	Ahorro (miles de €)
2009	3,53%	-3.864.606,70	-3.864.606,70	-136.420,62
2010	3,69%	-4.987.113,91	-8.851.720,61	-326.628,49
2011	4,07%	-6.211.935,86	-15.063.656,47	-613.090,82
2012	3,90%	-6.522.642,81	-21.586.299,28	-841.865,67
2013	3,73%	-5.935.831,51	-27.522.130,79	-1.026.575,48
			Total	**-2.944.581,08**

Tabla 4. Cálculo del ahorro por financiación al reducir las importaciones energéticas, durante los años 2009-2013. Fuente: Elaboración propia.

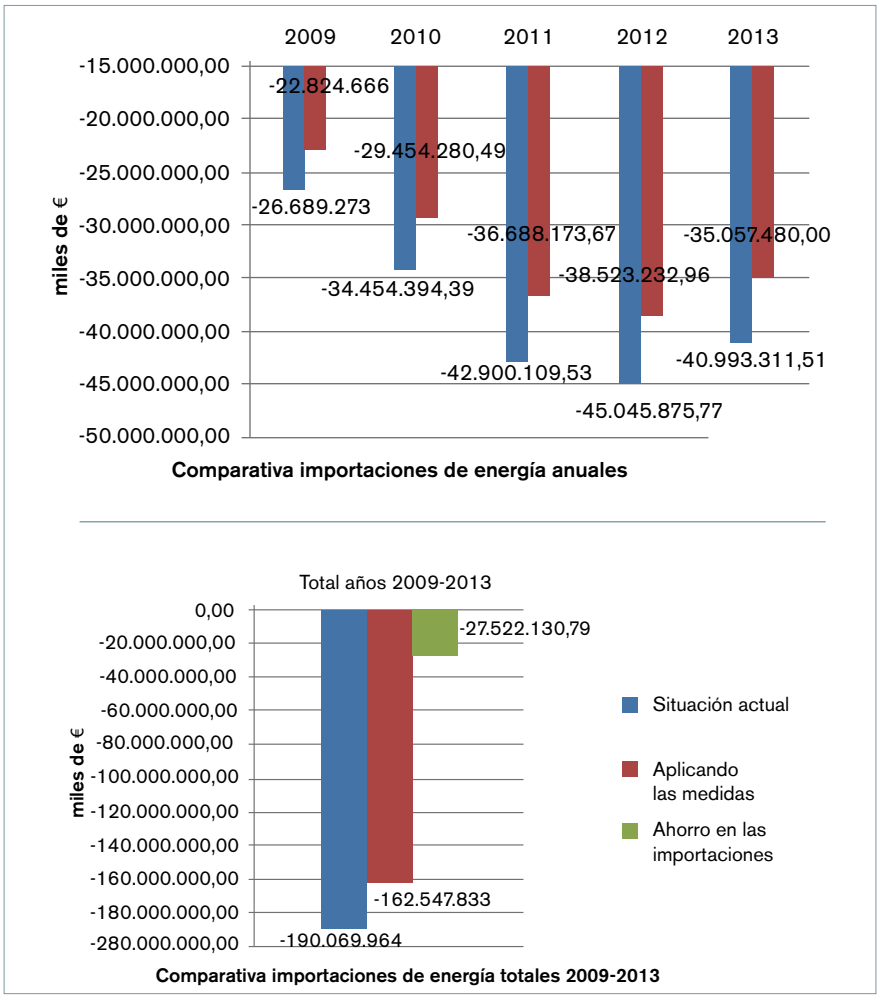


Figura 12. Comparativa del valor anual y total de las importaciones energéticas durante los años 2009-2013.

nomía nacional. En primer lugar, la disminución de importaciones energéticas permite disminuir los pagos al exterior y el endeudamiento, por lo que mejora la prima de riesgo; y en segundo lugar la autonomía energética es uno de los objetivos de la política energética puesto que nos aísla de las variaciones de precios energéticos internacionales y nos permite políticas económicas más independientes.

En la figura 12 se muestra el valor de las importaciones energéticas de los años 2009 al 2013[12] y las que potencialmente se habrían realizado aplicando las medidas descritas previamente. Se observa que existiría una reducción de casi el 15% del valor de las importaciones de energía, lo que a su vez quedaría reflejado en nuestra balanza comercial con el exterior.

Como se muestra en la figura 12, durante los años 2009-2013 si se hubiesen aplicado las medidas propuestas, se habrían dejado de importar **27.522.130,79** € (190.069.964 € – 162.547.833€) en fuentes de energía.

Valoramos la disminución de las importaciones energéticas con el coste medio de la deuda que proporciona el Ministerio de Economía, y del que podemos observar su evolución desde el año 2001 hasta la fecha en la figura 13[13].

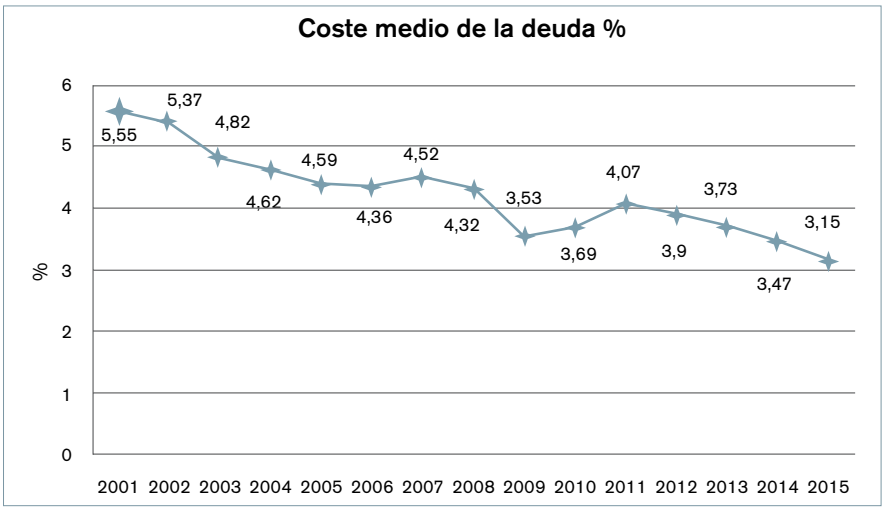


Figura 13. Coste medio de la deuda española entre los años 2001 y 2015.

Por tanto, y en función de los datos obtenidos tanto con la disminución en las importaciones energéticas como en los costes de financiación, se obtiene el ahorro estipulado solo en intereses, durante los cinco años objeto del estudio. Para ello hay que tener en cuenta que en el importe que hay que financiar año tras año, es necesario considerar el acumulado de los años anteriores, y todo ello se recoge en la tabla 4.

El importe del ahorro solo en intereses durante estos cinco años objeto de estudio sería de casi **3.000 millones de euros**, lo que perfectamente podría utilizarse para financiar las políticas activas que pusiesen en marcha todas las reformas que se han propuesto en el punto 4.

Pero además de este considerable ahorro económico que sería totalmente tangible, habría que considerar la generación de empleo y la economía inducida, que traerían consigo todas las inversiones que realizar para poner en marcha dichas reformas (instalación de nuevas centrales de producción eléctrica con fuentes renovables, renovación de los sistemas de climatización, la instalación de electrolineras o puntos de recarga para el coche eléctrico, etc.), así como la reducción de emisiones de CO_2 que, además del ahorro que supondría en derechos de emisión, tendría unos enormes beneficios medioambientales y para la salud.

Conclusiones

Este estudio presenta la novedad de haber realizado el análisis de la dependencia energética por sectores y, de esta forma, una información más concreta de las medidas que se podrían poner en marcha para reducir la misma y, por tanto, conseguir los beneficios esperados.

Hay que tener en cuenta que aunque en este artículo solo se reflejan los beneficios directos de la reducción de la dependencia energética, en cuanto al ahorro de los intereses destinados a provisionar las importaciones energéticas, serían objeto de estudios posteriores la considerable disminución de emisiones de CO_2 a la atmósfera y, por tanto, el ahorro en los bonos de emisión, y por supuesto la generación de empleo y economía inducida no solo por el hecho de llevar a cabo las reformas propuestas, sino también por la mayor utilización de fuentes de energía propias en detrimento de las importaciones.

Además de lo expuesto, tendría otra serie de beneficios añadidos y relacionados con la balanza de pagos con el exterior, ya que al disminuir nuestras importaciones disminuiría también nuestro riesgo como país lo que se vería reflejado tanto en la prima de riesgo como en el coste de financiación de nuestra deuda pública.

Mediante una correcta planificación de los recursos energéticos a medio largo plazo, es posible reducir la dependencia energética del país sin poner en riesgo su capacidad energética ni aumentar el coste de la energía. Las medidas propuestas aportarían numerosos beneficios tanto a nivel económico y medioambiental como respecto a la estabilidad de precios y volatilidad de los mercados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Generalitat valenciana en el marco del proyecto Prometeus 2014/044.

Bibliografía

1. Alonso-Santos A. "Una visión sobre la Energía Nuclear en España". *DYNA*. Vol.82-2 p.67-75.
2. Iranzo-Martín JE, Colinas-González M. "La energía en España: un reto estratégico". *Información Comercial Española, ICE: Revista de economía*, 2008, N°.842 p.141-156.
3. Banco Mundial. Datos e indicadores de importaciones de energía. http://datos.bancomundial.org/indicador/EG.IMP.CONS.ZS
4. Guaita-Pradas I, Bartual-San Feliu I, Marí Soucase B. (2015). "Profitability and sustainability of photovoltaic energy plants in Spain" *Int. J. Sustainable Economy*, Vol.7-3 p.169-185. (DOI: http://dx.doi.org/10.1504/IJSE.2015.071141)
5. MINETUR. Libros de la Energía de los años 2001 a 2014. http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/Paginas/Balances.aspx
6. Hernández-Sobrino F, Rodríguez-Monroy C, Hernández-Pérez, JL. Análisis del etanol y del biodiesel como sustituto de combustibles fósiles para automoción en España. Dyna (Bilbao), 2009. Vol. 84-8 p. 656-664.
7. Frolova-Ignateva M, Pérez-Pérez B. El desarrollo de las energías renovables y el paisaje: algunas bases para la implementación de la Convención Europea del Paisaje en la política energética española. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 2008. No 43 p.289-310.
8. Arocena P, Díaz AC. "Los costes de la energía en la industria del País Vasco". *Boletín de Estudios Económicos*, 2014, Vol.69-212 p.357.
9. Mulder P, De Groot HLF. "Structural change and convergence of energy intensity across OECD countries, 1970–2005". *Energy Economics*, 2012. Vol. 34-6, p.1910-1921. (DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2012.07.023)
10. Mendiluce, María; Pérez-Arriaga, Ignacio; Ocaña, Carlos. "Comparison of the evolution of energy intensity in Spain and in the EU15. Why is Spain different?". Energy Policy, 2010. Vol. 38-1 p.639-645. (DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.069)
11. IDAE. Balances de energía final 1990-2013. http://www.idae.es/index.php/idpag.802/relcategoria.1368/relmenu.363/mod.pags/mem.detalle
12. MINECO. Estadísticas de comercio exterior. http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx
13. Secretaría General del Tesoro y Política Financiera. Estadísticas deuda pública enero 2015. http://www.tesoro.es/sites/default/files/estadisticas/Estadisticas_ES.pdf

José Antonio Galdón Ruiz
Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.
ingaldon@gmail.com

Bernabé Marí Soucause
bmari@fis.upv.es
Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Departamento de Física Aplicada.

Inmaculada Guaita Pradas
iguaita@esp.upv.es
Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Departamento de Economía y Ciencias Sociales.

ORIGINAL

Determinación del contenido de insolubles a través de técnicas multivariantes en aceites lubricantes para el mantenimiento proactivo y sostenible en la industria

Álvaro Casado de Diego, Raúl Lerones Revuelta, Julián Malaina Landívar y Jesús Echevarría Astarloa

Determination of insolubles in lubricating oils by multivariate analysis for proactive maintenance and sustainable industry

RESUMEN

El artículo que aquí se presenta tiene su origen y punto de partida en los distintos problemas encontrados en el control de aceites lubricantes presentes en distintos sistemas lubricados (motores, sistemas hidráulicos, reductoras, turbinas, etc.) y derivados de la inadecuada metodología empleada a la hora de llevar a cabo las distintas operaciones que se hacen totalmente necesarias para la obtención de un resultado preciso y exacto y de esta forma contribuir a la reducción del impacto medioambiental provocado por un incremento anormal del nivel de residuos industriales derivados de una analítica no acorde con los tiempos actuales. Este trabajo pretende ser una mínima referencia para aquellas personas que se dedican a la interpretación del análisis del aceite lubricante usado y a la solución de problemas como consecuencia de los resultados obtenidos.

Recibido: 27 de octubre de 2015
Aceptado: 17 de enero de 2016

ABSTRACT

The article presented here has its origin and starting point in the various problems encountered in the control of lubricating oils in different lubrication systems (engines, hydraulics, gear, turbines, etc.). They also result from incorrect methodology when carrying out the various operations that are made entirely necessary for obtaining precise and accurate results and thus contribute to reducing the environmental impact caused by an abnormal increase in the level of industrial waste from an analytic not commensurate with the times. This paper is a minimum reference for those engaged in the interpretation of used lubricating oil analysis and solution of problems due to the results obtained.

Received: October 27, 2015
Accepted: January 17, 2016

Palabras clave
Lubricantes de motores, sistemas hidráulicos, espectroscopia de infrarrojos, análisis multivariante

Keywords
Engine lubricating, hydraulic systems, infrared spectroscopy, multivariate analysis

Foto: Dmitry Kalinovsky / Shutterstock.

Introducción

El análisis de muestras con la intención de determinar la condición tanto del aceite como de la maquinaria lubricada no es un concepto nuevo, pero en la actualidad los equipos de análisis junto con los sistemas informáticos han hecho del análisis sistemático y habitual una herramienta de trabajo viable desde un punto de vista económico.

Los ensayos regulares de un aceite lubricante durante su uso nos proporcionan información valiosa sobre la idoneidad para continuar llevando a cabo la acción para la que fue diseñado. Es del todo necesario que los ensayos esenciales se realicen de forma rápida y nos proporcionen el máximo de información en un tiempo mínimo. Para cumplir con estos objetivos un determinado número de ensayos se llevan a cabo en cada muestra de aceite usado.

El aspecto más importante del análisis de muestras es el de la interpretación de los resultados. La cuantificación de los parámetros de forma individual puede llevarnos a equivocaciones ya que la condición real de un aceite en servicio no queda establecida a menos que se obtenga el análisis en su totalidad. El muestreo regular nos permitirá establecer *tendencias* y obtener la excelencia como metodología de control proactiva en la industria (Adams, 2007).

Ensayos sistemáticos de laboratorio y su significado

Viscosidad cinemática (ASTM D445 – IP 71). La viscosidad de un líquido es la resistencia del mismo a fluir y está íntimamente relacionada con la temperatura del mismo. Su incremento puede indicarnos varias situaciones distintas: oxidación, derrames de fuel residual o una mezcla no deseada con un grado de aceite más *pesado*. **La razón más habitual para un incremento en la viscosidad está relacionada con la presencia de material insoluble en el aceite.** La contaminación acuosa también puede provocar un incremento en la viscosidad si se originan emulsiones. El descenso de viscosidad normalmente se debe a efectos de dilución por combustibles destilados y puede aparecer también por contaminación cruzada con grados de aceites más ligeros.

Punto de inflamación (ASTM D 93 – IP34). El *flash point* es la temperatura más baja a la cual los vapores que se generan cuando un lubricante es sometido a un calentamiento de forma controlada son capaces de inflamarse ante la presencia de un foco de ignición. En el interior de un motor el descenso del valor esperado en el aceite suele deberse a la dilución por combustibles destilados (Al- Ghouti, 2008).

Insolubles. (IP 316) Conocemos como insolubles a los productos tanto orgánicos como inorgánicos que precipitan y que encontramos en los aceites lubricantes usados. Parte de ellos se depositan en los alojamientos de la falda del pistón, de los segmentos y en otras partes del motor en forma de lacas y barnices.

Dentro de los mismos podemos encontrar:

- Hollín: proveniente del combustible y del lubricante tras la combustión.
- Sulfato de calcio: proveniente de la neutralización.
- Productos de oxidación y nitración.
- Asfaltenos: provenientes de los residuos de los fuelóleos pesados.
- Calcita: proviene del carbonato cálcico inestabilizado por una contaminación acuosa.
- Metales de desgaste.

La composición de los insolubles depende del tipo de motores al que nos

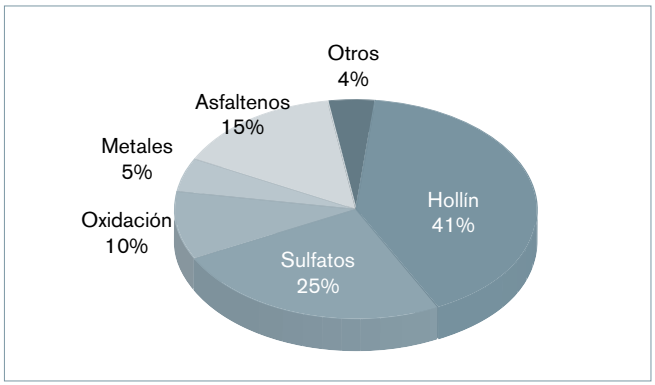


Figura 1. Representación gráfica de la distribución de los insolubles en un motor que usa como combustible fuelóleo pesado.

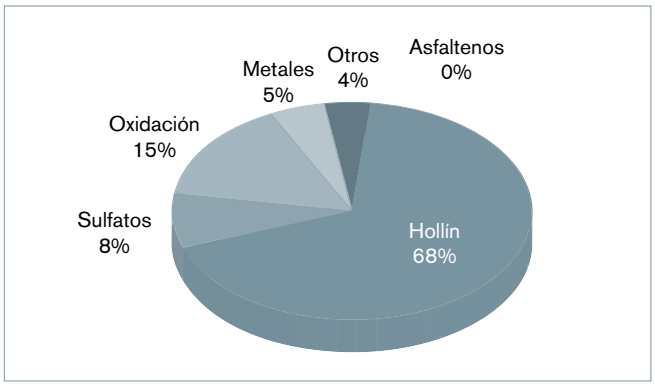


Figura 2. Representación gráfica de la distribución de los insolubles en un motor que usa combustible destilado.

Figura 3. Evaluación subjetiva por parte del operario del grado de extracciones necesarias en función de la claridad del disolvente de extracción.

Figura 4. Equipo FTIR. Jasco 4100.

refiramos. A continuación se muestran gráficamente en las figuras 1 y 2 las distintas distribuciones en función del combustible usado en el sistema de propulsión según los estudios que se han realizado en este trabajo.

Número básico (ASTM D2896 – IP 276). Indica la reserva alcalina incorporada en el aceite con el objetivo de neutralizar los productos ácidos generados en el interior de un motor de combustión. Su reducción expresa que la neutralización está siendo efectiva y su aumento en la mayoría de los casos se debe a una contaminación cruzada con aceites de cilindros (Al-Ghouti, 2010).

Número ácido (IP – 1B). Este ensayo normalmente se lleva a cabo en lubricantes sometidos a condiciones oxidantes fuertes. Su incremento nos indica la tendencia oxidante así como la degradación del paquete de aditivo encargado de su regulación (Gracia, 2010).

Agua_(ASTM D95 – IP 74). La presencia de agua en el lubricante puede deberse a muy diversas causas, que van desde condensaciones de humedad hasta graves fugas en el sistema de refrigeración y depuración. De forma general el agua no debería estar presente en el lubricante. Su presencia genera el problema más acusado en el caso de tratarse de agua salada (Eng-Poh, 2008).

Desgaste del motor. El aceite lubricante, como fluido que está en contacto directo con las superficies rozantes del mecanismo que protege, arrastra en su seno las partículas que se forman debido a esa fricción y debe tener como misión llevarlas hasta los dispositivos empleados para su eliminación, tales como los filtros. Por ello el estudio detallado de las partículas, bien por métodos espectrométricos (ASTM D5185) o a través de contadores (ISO 4406) es de vital importancia (Macián, 2003).

Medida del nivel de insolubles

IP 316

Los insolubles se miden de forma habitual mediante métodos basados en la sucesiva solubilidad o insolubilidad en distintos disolventes de los productos de alteración del aceite. Según el método indicado en la normativa IP 316, la parte insoluble en heptano se separa por centrifugación. El peso de precipitado seco representa el contenido de insolubles. El método normalizado mediante la norma IP 316 presenta algunos problemas (figura 3); el objeto de este trabajo es proponer una serie de mejoras a través de un método alternativo basado en la quimiometría (Diaby, 2009).

Quimiometría

Entendemos como quimiometría la disciplina química que relaciona métodos estadísticos y matemáticos de análisis con resultados experimentales de variables químicas, con el fin de seleccionar y planificar procedimientos óptimos de experimentos (diseño experimental) o extraer la máxima información química posible de un sistema otorgando resultados cuali-

Muestra	Porcentaje de insolubles (%) (IP 316)
1	0,87
2	0,84
3	0,93
4	0,9
5	1,48
6	1,44
7	0,66
8	1,12
9	3,84
10	1,01
11	0,71
12	1,47
13	1,7
14	0,9
15	0,05
16	2,1
17	2,98
18	0,29
19	1,25

Tabla 1.

tativos y/o cuantitativos a través del uso simultáneo de un alto número de variables.

La aportación científica de este trabajo consiste en un análisis FTIR (infrarrojos por transformada de Fourier) (figura 4) apoyado en la quimiometría mediante la regresión por componentes principales (PCR) (Van de Voort, 2006).

Resultados experimentales

La tabla 1 recoge los resultados obtenidos tras la aplicación de la metodología IP 316.

A continuación (figura 5) se exponen los espectros de infrarrojos de todas las muestras objeto de estudio.

Análisis comparativo

Una vez expuesta la problemática vamos a introducir el análisis multivariante con el fin de obtener unos

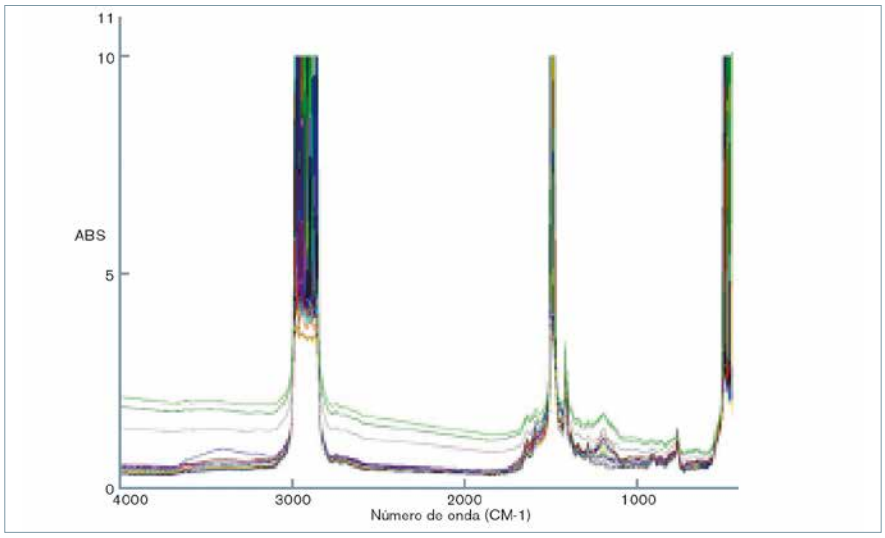


Figura 5. Espectros de infrarrojos de las muestras de estudio.

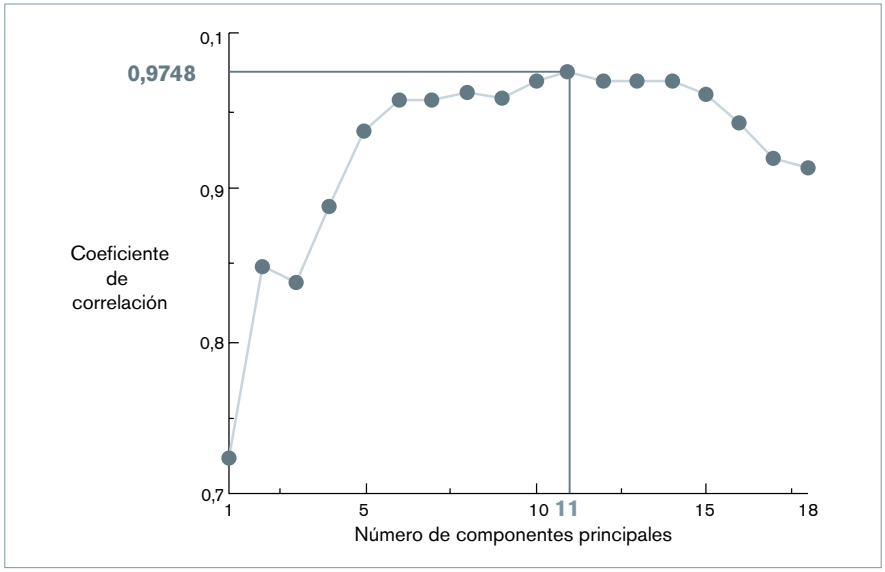


Figura 6. Representación del número de componentes principales frente al coeficiente de correlación.

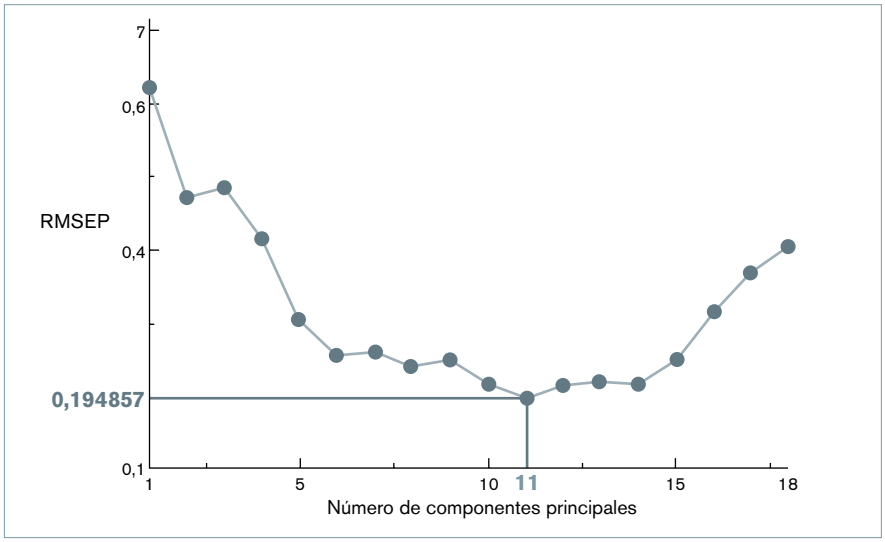


Figura 7. Representación del número de componentes principales frente al RMSEP (*Root mean squared error of prediction* o error de predicción).

modelos representativos que nos permitan predecir el valor de los insolubles en muestras desconocidas de forma satisfactoria, tanto desde un punto de vista técnico como medioambiental. Para ello, seguiremos el siguiente esquema de trabajo:

a) Aplicación de la regresión por componentes principales para obtener el menor número de componentes principales (conjunto de variables, combinación lineal de las variables originales) que dan lugar al mejor coeficiente de correlación (figura 6), así como la determinación posterior del número de componentes principales que dan lugar al menor error (figura 7).

b) Una vez seleccionado el número de componentes principales (11 en nuestro caso), aplicamos el programa de regresión por componentes principales (PCR) de tal forma que el modelo obtenido finalmente prediga el valor de las muestras incorporadas en el mismo. Los valores obtenidos se exponen en la tabla 2.

Como se puede observar en la tabla, anterior los errores cometidos son bajos, y entran en el rango de errores aceptables por la determinación de referencia (IP 316), por lo que podemos considerar este modelo adecuado para predecir el valor del contenido de insolubles.

La representación gráfica (figura 8) muestra coeficientes de correlación entre ambas metodologías de trabajo del orden de 0,9748 con errores de predicción del 0,194857, lo que confirma la viabilidad de la aplicación propuesta.

c) Validación del modelo.

A continuación, en la tabla 3 se representan los resultados obtenidos con el modelo de predicción PCR para las muestras de validación.

Representando los valores predichos frente a los obtenidos mediante la aplicación de la norma de referencia IP 316 (figura 9), observamos una correlación de resultados del 0,9720%, valor de concordancia que justifica la validez de nuestro modelo de predicción.

Conclusiones

El método normalizado para la determinación del contenido de insolubles IP 316 presenta distintos problemas asociados a la determinación. El

Muestra	IP 316	PCR	Error absoluto
1	0,87	0,86	-0,01
2	0,84	0,6	-0,24
3	0,93	0,98	0,05
4	0,9	1,01	0,11
5	1,48	1,59	0,11
6	1,44	1,34	-0,1
7	0,66	0,96	0,3
8	1,12	1,02	-0,1
9	3,84	3,7	-0,14
10	1,01	0,86	-0,15
11	0,71	0,68	-0,03
12	1,47	1,15	-0,32
13	1,7	1,52	-0,18
14	0,9	0,57	-0,33
15	0,05	0,41	0,36
16	2,1	2,23	0,13
17	2,98	3,12	0,14
18	0,29	0,55	0,26
19	1,25	1,16	-0,09

Tabla 2. Resultados obtenidos con el modelo de predicción PCR.

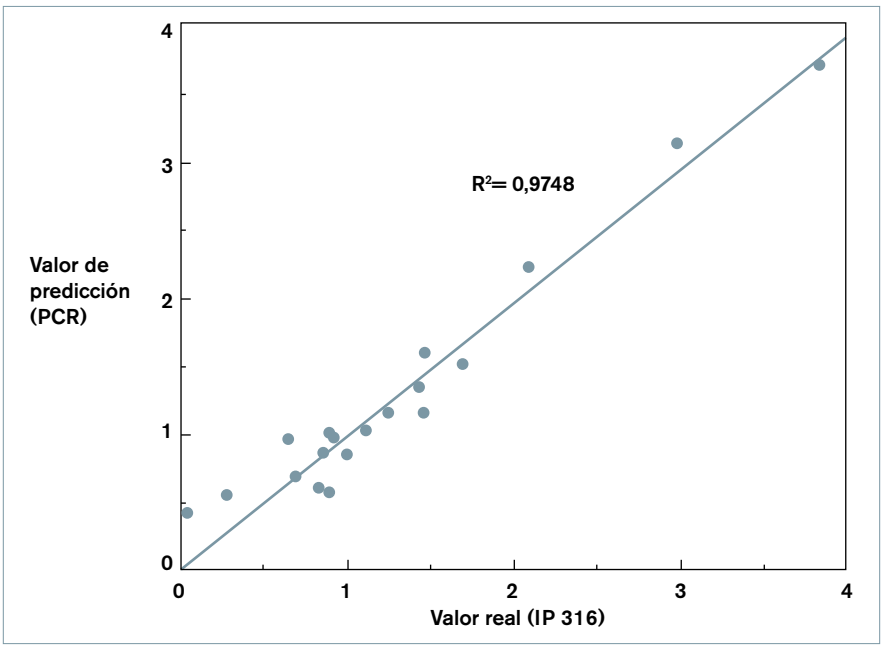


Figura 8. Coeficientes de correlación entre ambas metodologías de trabajo.

tiempo invertido en el ensayo, +/- 130 minutos, la toxicidad de los reactivos utilizados y el alto nivel de generación de residuos son algunos de los más acuciantes.

La espectroscopia de infrarrojos en combinación con técnicas de calibrado multivariante se presenta como una metodología de trabajo alternativa válida, provocando un descenso tanto del tiempo de análisis a un minuto, así como la reducción de más del 90% tanto del consumo de reactivos como de generación de residuos.

Ahora bien, se debe tener en cuenta en todo momento que, aunque el análisis espectroscópico mediante el análisis multivariante tenga múltiples ventajas, sobre todo detectadas cuando se aplica a controles de calidad de aceites lubricantes, y con el objeto de conservar la validez del método, se debe de ir actualizando el modelo con la incorporación de nuevos espectros y su validación correspondiente frente a los métodos de referencia IP 316.

Muestra	Porcentaje de insolubles (%) IP 316/93	Porcentaje de insolubles (%) (PCR)	Error absoluto
1	2,35	2,507	0,157
2	0,7	0,916	0,216
3	3,03	2,63	-0,4
4	1,26	1,187	-0,073
5	0,76	0,746	-0,014
6	0,44	0,664	0,224
7	0,92	0,957	0,037
8	5,18	4,057	-1,123
9	0,7	0,639	-0,061
10	1,23	1,254	0,024
11	0,38	0,602	0,222
12	1,75	1,353	-0,397

Tabla 3. Resultados con el modelo de predicción PCR para las muestras de validación.

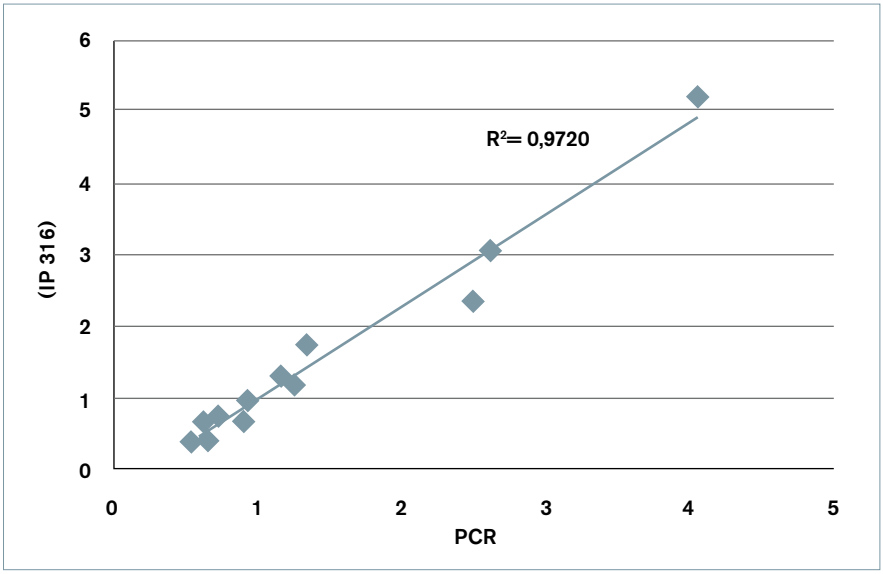


Figura 9. Representación del valor obtenido por PCR frente al obtenido por la norma IP 316 en las muestras de validación.

Bibliografía

Adams, M. J, Romeo, M. J, Rawson, P(2007). "FTIR analysis and monitoring of synthetic aviation engine oils". Talanta 73 : 629-634.

Al-Ghouti, M. A, Al-Degs, Y. S, Amer, M (2010). "Application of chemometrics and FTIR for determination of viscosity index and base number of motor oils". Talanta 81 : 1096-1101.

Al-Ghouti, M. A, Al-Degs, Y. S , Amer, M (2008). "Determination of motor gasoline adulteration usinf FTIR spectroscopy and multivariate calibration". Talanta 76 : 1105-1112.

Diaby, M., Sablier, M, Le Negrate, A, El Fassi, M, Bocquet, J (2009) "Understanding carbonaceus deposit formation resulting from engine oil degradation". Carbon 47 : 355-366.

Eng-Poh, Ng, Mintova, S (2008). "Quantitative moisture measurements in lubricating oils by FTIR spectroscopy combined with solvent extraction aproach". Microchemical Journal 98 : 177-185.

Gracia, N, Thomas, S, Bazin, P , Duponchel, L, Thibault-Starzyk, F, Lerasle, O (2010) ."Combination of mid-infrared spectroscopy and chemometric factorization tools to study the oxidation of lubricating base oils". Catalysis Today 155 : 255-260

Macián, V, Tormos, B, Olmeda, P, Montoro, L (2003). "Analytical approach to wear rate determination for internal combustion engine condition monitoring base on oil analysis". Tribology International 36 : 771-776.

Van de Voort, F. R., Sedman J (2006) . "FTIR condition monitoring of in-service lubricants: Ongoing developments and future perspetives". Tribology Transactions 49 : 410-418.

Glosario de términos

Normas ASTM: American Society for Testing Materials.
Normas IP: Institute of Petroleum (UK).
Normas ISO: International Standard Organization.

Alvaro Casado de Diego
alvarocasadodd@gmail.com
Graduado en Ingeniería Química por la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao.

Raul Lerones Revuelta
Raul.Lerones@jasco-spain.com
Director Técnico de JASCO Analítica Spain.

Julian Malaina Landivar
iulian.malaina@pamas.de
Director de ventas de PAMAS-HISPANIA

Jesus Echevarria Astarloa
jesuscarmelo.echevarria@ehu.es
Profesor titular de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao de la Universidad del País Vasco.

REVISIÓN

Evolución de la producción de mapas en relieve, desde las técnicas manuales hasta la impresión 3D

Francisco Javier Venceslá Simón y Francisco Javier Ariza López

Evolution of relief maps production, from manual techniques to 3D printing

RESUMEN

En este trabajo se presentará la evolución que ha tenido la producción de cartografía en relieve a lo largo de la historia, desde sus orígenes con la fabricación de maquetas, hasta las últimas técnicas de producción por tecnologías de impresión 3D. Las técnicas de fabricación han pasado de ser un trabajo completamente artesanal a un proceso totalmente mecánico informatizado. Se describirán las principales técnicas de producción de mapas en relieve y su actual situación, para, finalmente, ver el papel que desempeñan los sistemas de información geográfica dentro de la producción de mapas en relieve.

Recibido: 11 de junio de 2015
Aceptado: 28 de julio de 2015

ABSTRACT

In this paper the evolution experienced by the production of relief maps along history is presented, from its beginning with handmade models, to the latest production techniques as 3D printing technologies. Manufacturing techniques have evolved from a completely handmade work to a fully computerized mechanical process. The main production techniques of relief maps and the current situation are described, to finally see the role of GIS in the production of relief maps.

Received: June 11, 2015
Accepted: July 28, 2015

Palabras clave
Impresión 3D, cartografía, mapas en relieve, sistemas de información geográfica

Keywords
3D printing, mapping, relief maps, GIS

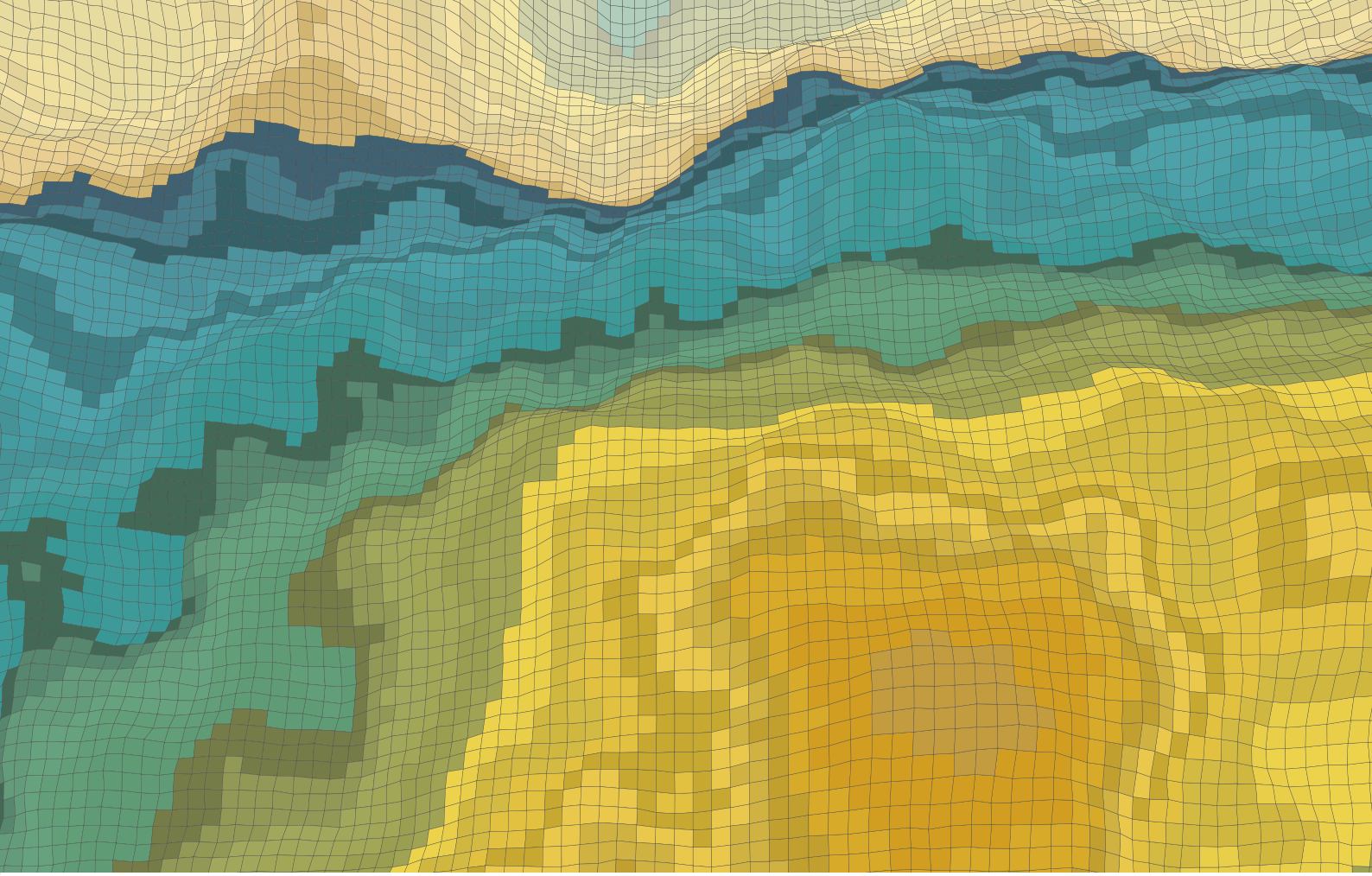


Foto: Login / Shutterstock.

Introducción

Los mapas en relieve son la representación con la que se consigue una visión general más rápida y directa sobre una región, ya que el cerebro está acostumbrado a captar e interpretar información de un mundo tridimensional. Un modelo del terreno, o mapa en relieve, permite memorizar los detalles mucho mejor que un mapa en papel y reduce al mínimo el riesgo de una lectura incorrecta.

La forma tradicional de producción de cartografía en relieve ha sido puramente artesanal y ha estado muy limitada por el tamaño de la zona que se representaba e influida por la interpretación y habilidad del cartógrafo a la hora de su fabricación. Sin embargo, hoy en día la producción mecanizada de modelos de terreno basada en herramientas informáticas permite la producción, incluso en muy poco tiempo, de modelos digitales de elevaciones (MDE) ya existentes. Dentro de estos sistemas de producción destaca la impresión 3D, que, aunque no es una tecnología reciente, es actualmente cuando está experimentando una importante expansión debido a la aparición de procesos de impresión cuyos costes han disminuido lo suficiente para acercarla a un mayor número de público.

A continuación, se presentará un bosquejo histórico de la evolución que ha tenido la producción de la cartografía en relieve, para, posteriormente, exponer las principales técnicas utilizadas divididas en manuales, analógicas y digitales. Finalmente, se describirá la situación actual que experimenta la impresión 3D libre de bajo coste y su todavía escasa relación con los sistemas de información geográfica (SIG).

Historia

Los primeros mapas en relieve surgieron dentro del ámbito militar en el S. XV, para la representación a gran escala principalmente de ciudades y fortificaciones. Una de las ventajas que ofrecían era la fácil determinación del campo de visión de un punto sobre el terreno, para evaluar la posible cobertura de una posición de fuego para la defensa o ataque de un enclave, algo muy importante en conflictos bélicos y no tan fácil de averiguar a través de un mapa tradicional. Estas primeras representaciones en relieve solían ser fabricadas en madera y, posteriormente, eran pintadas para darles mayor realismo. Eran auténticas obras artesanas de gran coste económico en el que la destreza del cartógrafo tenía una gran influencia en el resultado final.

Hasta el S. XIX las técnicas de fabricación de mapas en relieve no experimentaron grandes cambios. Fue en esta época cuando la evolución de nuevos logros técnicos, como la producción de mapas de curvas de nivel fiables, la invención de la fotografía y el aumento del interés científico por la topografía, impulsó la aparición de nuevas técnicas de representación del terreno en relieve. Dicho interés científico fue promovido principalmente por el campo de la geología, ya que los modelos tridimensionales facilitaban la comprensión de las interrelaciones espaciales y temporales de las formaciones geológicas de una zona. De esta forma, el arte del modelado del terreno alcanzó un momento destacado a finales del S. XIX en Suiza. El abrupto relieve del país llevó a los cartógrafos suizos a recurrir a representaciones en relieve, para mostrar el territorio de manera más clara que la conseguida con representaciones bidimensionales. En esta época se realizaron gran cantidad de trabajos de gran realismo, dejando de lado el interés militar y diversificando su uso.

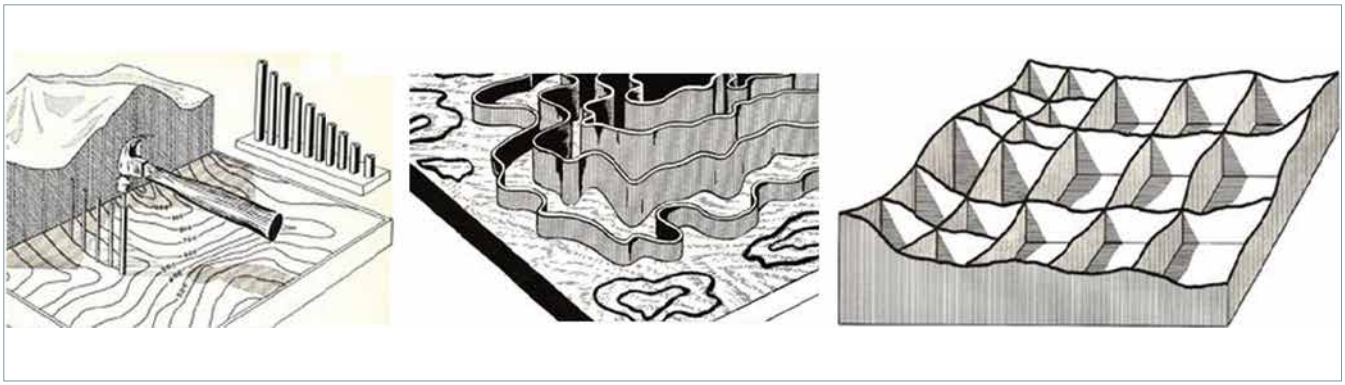


Figura 1. (De izquierda a derecha) Método de los clavos, método de la cinta y método de la caja de huevos. (United States. Department of the Army, 1956)

En 1892 Joseph E. Blanther presentó la que se podría considerar la primera patente en los inicios del prototipado rápido, bajo el nombre de *Manufacture of contour relief maps* (Blanther, 1892). Mediante su método, sobre una serie de placas de cera se impresionaban las líneas de nivel de un mapa topográfico. Posteriormente, se cortaban, apilaban y alisaban las secciones resultantes que formaban el modelo en relieve, tanto positivo como negativo. Finalmente, un mapa de papel impreso se situaba entre las formas positivas y negativas a modo de prensa para crear el mapa en relieve.

Mientras que los modelos de gran escala se beneficiaron del uso de fotografías mostrando cada vez más detalles del terreno, la producción de modelos de pequeña escala fue impulsada por el uso del pantógrafo (C. S. Spooner, 1953). Este método sustractivo permitía el fresado de un modelo a partir de un bloque de escayola, produciéndose la primera mecanización en la producción de mapas en relieve. Utilizando esta herramienta en 1925, el cartógrafo alemán Karl Wenschow desarrolló un proceso de producción de mapas en relieve de manera precisa. Su método permitía dar forma a mapas cartográficos preimpresos en papel, utilizando máquinas de prensado. En este caso las prensas utilizadas eran fabricadas mediante el pantógrafo y no de forma manual.

Durante la II Guerra Mundial los aliados produjeron enormes cantidades de mapas en relieve utilizando diferentes técnicas. Estos modelos proporcionaron información crucial para las operaciones de aterrizaje en el norte de África y Normandía.

Tras la II Guerra Mundial, en 1947 se desarrolla en EE.UU. el termoformado, técnica muy difundida en la reproducción de mapas en 3D en la actualidad. Esta técnica, basada en el método de Wenschow, permite la reproducción en serie de cartografía en relieve de forma económica, utilizando láminas de plástico moldeadas por la acción de prensado al vacío.

A partir de la década de 1950, junto con la aparición de sistemas automatizados y computarizados, empezaron a surgir nuevos sistemas de producción de cartografía en relieve. Por un lado, las tecnologías llamadas sustractivas, basadas en su antecesor el pantógrafo, como fresadoras, taladros, tornos, etc. que consisten en el arrancado de material a una pieza maciza (metal, madera, mármol). Los procesos sustractivos fueron los primeros métodos de mecanizado y automatizado en estas operaciones. Posteriormente, surgen en 1986, de la mano de la empresa norteamericana 3DSystem, los sistemas de prototipado rápido (RP por sus siglas en inglés de *Rapid Prototype*). En este caso los modelos se generan directamente mediante una impresora 3D controlada por ordenador a partir de datos digitales. Estos sistemas también son conocidos como "métodos aditivos", ya que su proceso de fabricación consiste en ir añadiendo material capa a capa formando el objeto tridimensional, a partir de su modelo digital. Estos sistemas se han desarrollado en el ámbito de las aplicaciones propias del diseño industrial tanto de prototipos como de herramientas o para la realización de tiradas cortas de piezas especiales.

En la actualidad, el termoformado como forma de reproducción y las técnicas sustractivas y aditivas como forma de producción de mapas en relieve son las más utilizadas. Las máquinas actuales, aunque siguen los principios de las originales, han evolucionado y continúan haciéndolo a pasos agigantados, reduciendo los tiempos de fabricación y aumentando la variedad de materiales disponibles, ofreciendo nuevas posibilidades dentro de la producción de mapas en relieve.

Principales técnicas de producción

Dentro de las técnicas de producción comentadas anteriormente, podemos realizar la siguiente clasificación: técnicas manuales, técnicas analógicas como el pantógrafo y el termoformado y, finalmente, las técnicas digitales en las que entrarían los métodos sustractivos y los actuales sistemas de prototipado rápido.

Tradicionalmente, las técnicas de producción de cartografía en relieve han estado basadas en trabajos completamente artesanales. El *método de capas* es una técnica manual que consiste en el recorte capa a capa siguiendo las curvas de nivel que describen el relieve de una región y su posterior apilamiento de forma ordenada. Normalmente la capa recortada es de contrachapado y su grosor corresponde al intervalo de las curvas de nivel a escala. A continuación, el salto entre capa y capa se rellena con un material que se adapta a la forma del terreno para dar un acabado superficial continuo.

Antes de la existencia de mapas con curvas de nivel se utilizaron otros métodos para crear modelos del relieve. En el *método de los clavos (Nail or peg method)* las elevaciones de varios puntos se medían en el terreno real y, a continuación, se representaban las alturas medidas utilizando clavos de

diferentes longitudes sobre una placa base de madera. El espacio entre los clavos se rellenaba manualmente utilizando diferentes materiales. Estos modelos eran de mucha menos exactitud que los modelos creados por el método de capas.

Junto al método de los clavos también destacan otros dos métodos. El *método de la cinta (Ribbon method)* usaba cartón corrugado para representar las curvas de nivel siguiendo su trazo. El cartón variaba su ancho según la cota de la curva de nivel donde se situaba. El *método de caja de huevos (Eggcrate method)*, llamado así por la forma que adquiría la estructura que definía el relieve antes de rellenarlo, se basaba en una partición del modelo en cuadrados permitiendo variar la precisión del modelo por zonas, aumentando o disminuyendo el tamaño de los cuadrados. Estos dos métodos eran muy fáciles y rápidos de ejecutar, aunque tampoco eran tan exactos como el método de fabricación por capas (figura 1).

Estos primeros modelos producidos por alguna de las anteriores técnicas servían de molde para su posterior reproducción en yeso u otros materiales.

Dejando de lado las técnicas manuales, dentro de las técnicas analógicas, orientado a una producción mecanizada en serie para crear rápidamente modelos de terreno relativamente baratos para un público más amplio, se utilizó el *pantógrafo*. Esta técnica utiliza un cortador de fresado, guiado por un operario a lo largo de las curvas de nivel de un mapa topográfico. La fresa consiste en un taladro de alta velocidad situado en posición vertical sobre un bloque de escayola, que se eleva o baja para cortar a diferentes alturas. Ajustado a la altura correspondiente a la curva de nivel del mapa, el taladro corta los contornos del bloque de material partiendo de la más alta a la línea de nivel de menos altitud. La forma de trabajar del pantógrafo se ha mejorado con el tiempo y hoy en día, la técnica ha evolucionado a fresadoras dirigidas por control numérico en un proceso totalmente computarizado.

La técnica del *termoformado* consiste en el calentamiento de una plancha o lámina de termoplástico flexible preimpresa, normalmente plástico PVC, de forma que al reblandecerse pueda adaptarse a la forma de un molde resistente al calor, eliminando el aire mediante succión conseguida por vacío, que empuja la lámina entre la parte positiva y negativa del molde. Hay que tener en cuenta en el diseño del molde, que éste debe estar dotado de perforaciones que permitan realizar el vacío. El resultado se caracteriza por la durabilidad del material (principalmente poliestireno y polipropileno). El termoformado es una de las técnicas más utilizadas en la actualidad debido a su bajo coste en la obtención de pequeñas o medianas tiradas de mapas en relieve.

La precisión del modelo final viene dada por la precisión del molde maestro, realizado normalmente a partir de las altitudes de un MDE adecuado según la escala. Inicialmente, el molde de maestro era fabricado utilizando un pantógrafo a partir de un mapa de curvas de nivel. Hoy en día, el molde original se fabrica con técnicas computarizadas sustractivas o aditivas a partir de datos digitales. Es ideal para la reproducción de modelos en relieve con la limitación en la fabricación de mapas de grandes formatos, en los que se necesitan máquinas de gran tamaño.

Algunas de las técnicas antes mencionadas han quedado obsoletas en la actualidad y otras son cada vez menos usadas debido a su incapacidad para producir superficies complejas y precisas, en comparación con las últimas técnicas digitales como las técnicas sustractivas y los sistemas de prototipado rápido.

En las *técnicas sustractivas* como el fresado por control numérico (CNC), a partir de un bloque de material (yeso, resina, metal o materiales compuestos), una fresa crea el relieve mediante la eliminación de todo el material que no forma parte del modelo. El trazador es controlado por una computadora que va mandando las instrucciones de fresado sobre el material. Esta técnica sustractiva fue la primera en desarrollarse basada en computadora. Se lleva usando desde que existen modelos digitales del terreno hasta la actualidad. Normalmente, los modelos maestros para la producción de modelos en relieve termoplásticos son creados con esta técnica. Una de las grandes ventajas es la posibilidad de trabajar con gran variedad de materiales y la de producir mapas de grandes

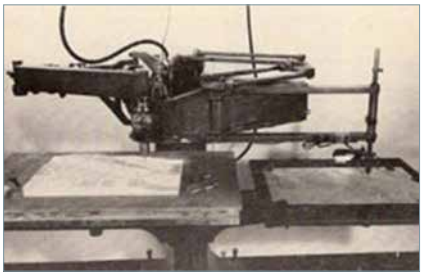


Figura 2. Pantógrafo (Institute of Cartography and Geoinformation, ETH Zurich, 2014).

dimensiones. Un buen ejemplo es la maqueta del Pirineo de 105 metros de ancho y 19 de largo realizada para el Parque Temático de los Pirineos en la que se utilizó una fresadora mecánica de precisión para tallar todo el relieve de la cordillera, dividida en módulos de 4,5 x 2,5 metros (Cruchaga, 2004).

En los *sistemas de prototipado rápido (RP)* también llamados impresión 3D, al contrario que en las técnicas sustractivas, las capas son añadidas verticalmente una por una, siguiendo el principio de las técnicas manuales. Dentro de los sistemas de prototipado rápido existen gran variedad de técnicas de fabricación, que serán explicadas más adelante: destacan la fotolitografía, el laminado, la extrusión, el sinterizado láser y la impresión por chorro de tinta. La técnica de extrusión o modelado por deposición fundida es la que más se está extendiendo en la actualidad debido a la aparición de sistemas de impresión libres de bajo coste.

La decisión de utilizar sistemas aditivos o sustractivos depende de varios factores como la complejidad geométrica de la pieza, su tamaño o el material que se desea emplear para su fabricación. Los métodos aditivos no son la solución para cada problema de fabricación. Después de todo, la tecnología CNC es económica, ampliamente conocida, ofrece variedad en cuanto a materiales y una excelente precisión. Sin embargo, los primeros son ideales para la materialización de geometrías complejas con voladizos y huecos.

Generalmente, el proceso general para la impresión de un modelo 3D utiliza una combinación de herramientas, denominadas herramientas CAM (*Computer-aided Manufacturing*, siglas en inglés de "fabricación asistida por ordenador"). Dicho proceso se resumen en los siguientes pasos:

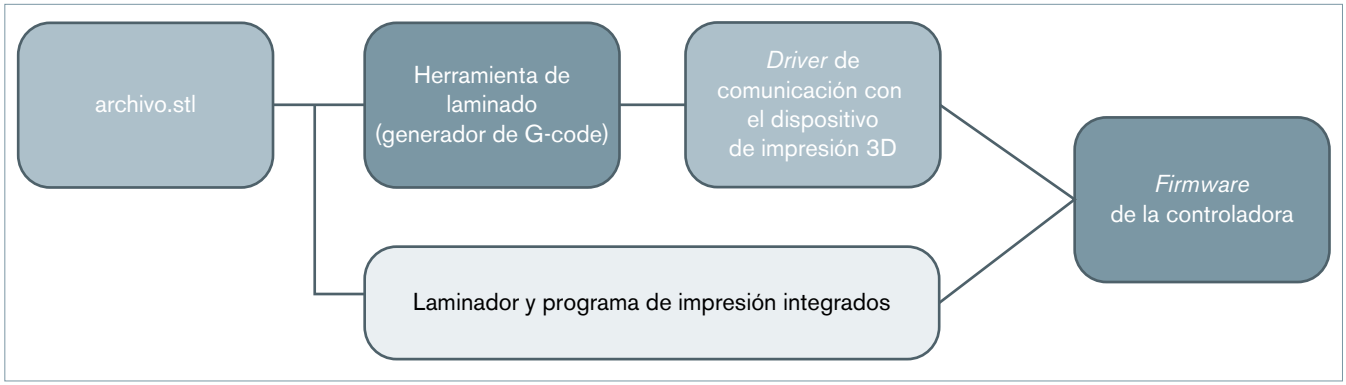


Figura 3. Herramientas CAM utilizadas para la impresión 3D (RepRap, 2014).

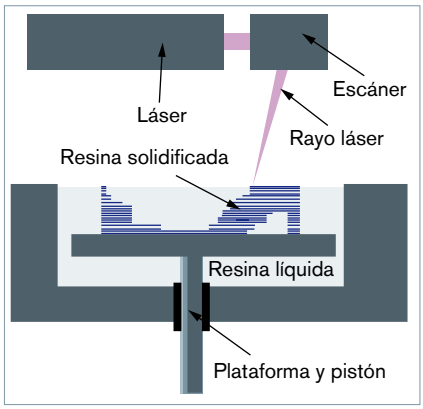


Figura 4. Esquema de máquina SLA.

Exportar la geometría del modelo a un fichero en formato .STL (*STereoLithography* o *Standard Tessellation Language* es un estándar de la industria de impresión desarrollado por la empresa 3D System). La geometría descrita en un archivo STL es una representación basada en una malla de triángulos que se aproxima a la superficie de las entidades sólidas formadas por el objeto que describe.

Generar rutas de movimiento y comandos de extrusión en formato GCode (estándar utilizado en el ámbito del control numérico para comandar los desplazamientos automatizados de las máquinas, desarrollado por el instituto norteamericano NIST [National Institute of Standards and Technology]), por medio de un programa de laminado. Dicho laminado consiste en la división en secciones de corte transversal del modelo, a partir de un grosor de capa definido.

Comunicar las instrucciones GCode a la impresora 3D mediante un controlador de comunicación con el dispositivo.

Establecer el comportamiento de la impresora frente al GCode configurando el *firmware* para el controlador.

Las capas que forman el modelo final, aunque pueden ser muy delgadas, por lo general permanecen visibles al final del proceso de producción. Este efecto se puede mitigar llevando a cabo un proceso de acabado en el cual se realiza, dependiendo del material y la tecnología utilizada, un poscurado de la pieza, lijado, limpiado, etc.

Actualmente, hay un gran número de técnicas de fabricación dentro de la impresión 3D. A continuación, se proporciona una breve introducción a las técnicas más utilizadas en el mercado.

Fotolitografía

Mediante esta tecnología los modelos se fabrican capa a capa mediante el trazado de un rayo láser sobre la superficie de un depósito lleno de un fotopolímero líquido. Este tipo de materiales se solidifica rápidamente al incidir el haz de láser sobre la superficie del líquido. Una vez que una capa se solidifica, se reduce una pequeña distancia en el depósito y una segunda capa es trazada justo encima de la primera. La propiedad de autoadhesivo del material provoca que las capas se unan entre sí. Para piezas con presencia de voladizos es necesario construir soportes que posteriormente se retiran del modelo final. Esta tecnología proporciona muy buena precisión y acabado. Sin embargo, el trabajo con resinas líquidas a menudo requiere de una operación de poscurado en un horno de curado. Existen dos soluciones básicas: la fotolitografía láser y el fotoenmascarado.

En la *fotolitografía láser*, conocida comercialmente como estereolitografía (SLA), un haz laser dibuja las secciones que deben conformarse capa a capa. La estereolitografía era antes la tecnología de prototipado rápido más usada, pero ha sido desplazada por métodos de extrusión termoplásticos (figura 4).

En el *fotoenmascarado*, conocido comercialmente como *Solid Ground Curing* (SGC), se irradia con una lámpara UV de gran potencia todos los puntos de la sección simultáneamente en vez de utilizar un haz láser. Para conseguir la fuente plana de luz se utiliza un material que funciona como fotomáscara dejando pasar o no la luz dependiendo de la forma de la sección de la capa.

Laminado

La tecnología LOM (*Laminated Object Manufacturing*, *que significa* "fabricación de objetos por laminado") se basa en el uso de una hoja de papel que se posiciona automáticamente sobre una plataforma y se prensa con un rodillo caliente para que quede adherida a la hoja precedente mediante el fundido de un revestimiento de plástico. El material usado suele ser papel, pero también existen laminados de plástico, cerámica y metal menos comunes. Un láser incide sobre la superficie quemando el perímetro de cada sección transversal. Tras ello, la plataforma con la pila de capas desciende y una nueva sección de materiales avanza. Vuelve a ascender la plataforma y el material calentado se superpone para ir uniéndose a la pieza y repitiendo el proceso.

En general, el acabado, la precisión y la estabilidad de los objetos de papel no son tan buenos como los modelos fabricados con otros métodos de RP.

Sin embargo, los costes de material y el tiempo de fabricación son muy bajos; además, no es necesario el uso de soportes.

Deposición fundida

Dentro de las tecnologías de impresión 3D por adicción, el modelado por deposición fundida es la más extendida, incluso a niveles de uso personal fuera del ámbito de la ingeniería, en su mayoría apoyado por proyectos DIY (*Do It Yourself*, es decir "hágalo usted mismo"). Como pionero en este movimiento destaca el proyecto RepRap (RepRap, 2014), que ha desarrollado varias impresoras 3D bajo código abierto gratuito, siguiendo la idea de máquina autorreplicante, es decir, la propia impresora es capaz de imprimir partes de sí misma.

El proceso de modelado por deposición fundida (*Fused Deposition Modelling*, FDM, o también conocido por los miembros de la comunidad RepRap como Fabricación con Filamento Fundido (*Fused Filament Fabrication*, FFF) implica calentar un filamento de polímero termoplástico y extruirlo siguiendo la forma de las secciones de un modelo para formar la pieza capa a capa. Para ello se dispone de una boquilla de extrusión que se encuentra por encima de la temperatura de fusión del filamento y que puede desplazarse en tres ejes controlada electrónicamente por servomotores, como se muestra en la figura 5. A medida que la boquilla se desplaza acorde a la geometría de la pieza descrita, se deposita una fina hebra de plástico extruido para formar cada capa. El plástico se endurece inmediatamente después de salir expulsado de la boquilla y se adhiere a la capa inferior.

El competidor más cercano a la tecnología FDM para prototipos de plástico funcionales y de pequeño tamaño es el sinterizado láser, que ofrece mejores acabados y una gama diferente y algo más amplia de materiales. Los equipos de sinterización láser son más complejos y suponen un mayor coste.

Sinterizado láser

Esta tecnología, también llamada sinterizado selectivo por láser (SLS, *Selective Laser Sinterizing*), se basa en la deposición de una capa de polvo (generalmente, polímeros termoplásticos), en una cuba precalentada a una temperatura ligeramente inferior al punto de fusión del polvo. Seguidamente, un láser sinteriza el polvo siguiendo las secciones transversales capa a capa, causando que las partículas se fusionen y solidifiquen generando así, el objeto tridimensional. Una vez que las capas se van formando, la cubeta de polvo desciende una distancia equivalente al espesor de la capa formada y una nueva capa de material base es añadida a la superficie. El aporte de nuevas capas se efectúa mediante un proceso de alimentación que se realiza a través de un pistón que expulsa polvo a la superficie y un rodillo que se encarga de extender esta nueva capa de polvo de manera uniforme. El proceso se repite hasta crear el objeto tridimensional.

No es necesario ni el uso de soportes ni proceso de poscurado, lo que ahorra tiempo de fabricación en comparación con la estereolitografía. Sin embargo, los acabados superficiales no son tan buenos y generan superficies porosas, lo que en algunas ocasiones hace necesaria la infiltración posterior para densificar el producto. El sinterizado láser también permite la fabricación de objetos de metal y cerámica. Recientemente, han surgido sistemas de impresión de bajo coste basados en esta tecnología.

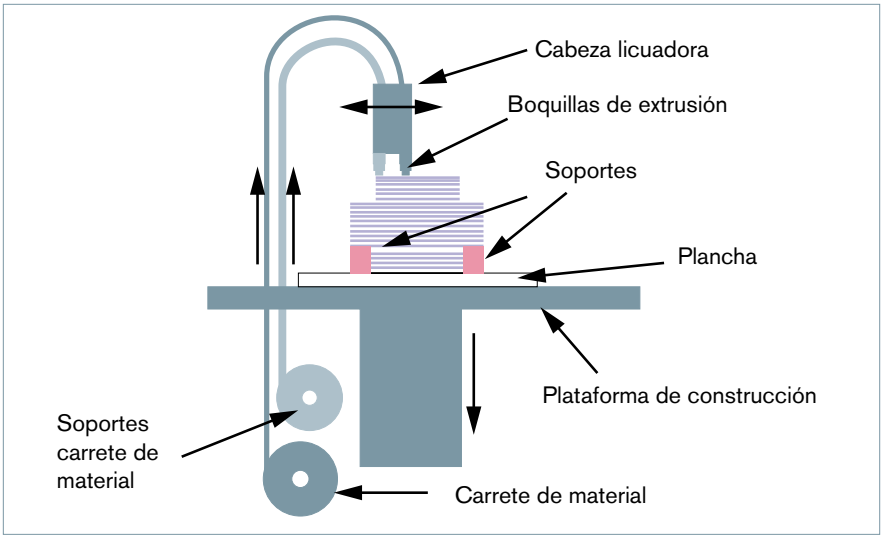


Figura 5. Esquema de máquina FDM.

Impresión por chorro de tinta

Bajo esta tecnología existen diversas opciones de implementación:

Three Dimensional Printing (3DP), el proceso es similar al SLS, pero en lugar de utilizar un láser para sinterizar el material, un cabezal de inyección de tinta deposita un adhesivo líquido que une el material. La máquina extiende una capa de polvo de la caja de alimentación sobre la plataforma. Acto seguido se realiza la impresión de una solución de aglutinante sobre el polvo suelto, formando la primera sección transversal del modelo. La plataforma baja un nivel correspondiente al grosor de una capa y se repite el proceso. El prototipo se va generando así capa a capa. Puede ser necesaria la infiltración posterior para densificar el producto obtenido ya que el acabado es pobre. Esta tecnología es la más rápida de todos los métodos aditivos; además, el material utilizado tiene un bajo coste y ofrece impresiones a todo color.

Jetted photopolymer (JP) combina las técnicas utilizadas en la impresión de inyección de tinta y estereolitografía. A través de una serie de cabezales de inyección de tinta se depositan pequeñas gotas de material que forman cada capa. El material de construcción es un fotopolímero líquido que es curado por una lámpara UV. Entre las ventajas de este proceso destacan la alta precisión y buen acabado superficial, aunque no tan buenos como los obtenidos con la estereolitografía.

Inkjet Printing (MJM) es una técnica que se alimenta del material de construcción (termoplástico) y el material de soporte (cera) en un estado fundido en el interior de dos depósitos a una temperatura elevada. Estos ma-

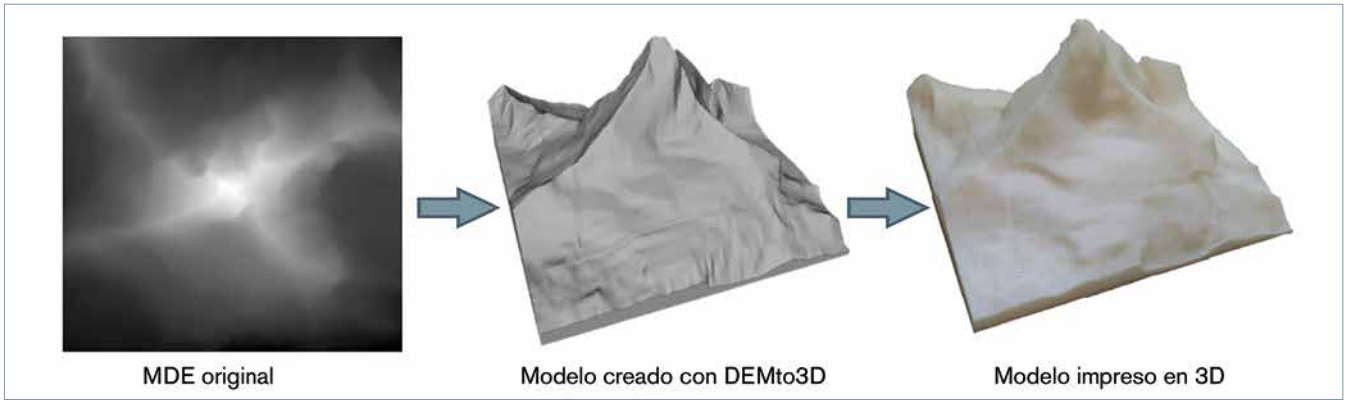


Figura 6. Modelo realizado e impreso en 3D del monte Cervino mediante DEMto3D.

teriales son cada uno alimentados a un cabezal de impresión de inyección de tinta que se mueve en el plano XY y dispara con pequeñas gotas a las ubicaciones requeridas para formar cada capa del modelo. Ambos materiales al instante se enfrían y solidifican. Después de que una capa se haya completado, un cabezal de fresado alisa la superficie y aspira las partículas resultantes. A continuación, la plataforma de impresión baja para que la siguiente capa pueda ser construida. Esta tecnología es la que ofrece mejor precisión y detalle de todos los métodos aditivos, aunque el tiempo de construcción es muy lento, no recomendable para objetos de gran volumen.

Aparte de las tecnologías anteriormente nombradas, hay que mencionar que existen otras que derivan de los principios de estas, extendiendo a nuevos materiales la impresión 3D y reduciendo los tiempos de impresión (dos de las actuales líneas de desarrollo de los sistemas de impresión 3D). Así, por ejemplo, en la impresión de metales destacan el sinterizado directo de metal por láser (DMLS) y la fusión por haz de electrones (EBM). En términos de mejora relativos a tiempo de impresión destaca la reciente *Continuous Liquid Interface Production* (CLIP), por la que se consiguen impresiones entre 25 y 100 veces más rápidas en comparación con los sistemas comentados anteriormente.

SIG e impresión 3D libre y de bajo coste

La impresión 3D libre y de bajo coste ha sido impulsada principalmente por proyectos DIY, en los que se busca principalmente el ahorro de costes a la vez que se aprende. Destaca el proyecto RepRap que, basado en la tecnología FDM, ha desarrollado numerosos dispositivos de impresión 3D. Se pueden encontrar sistemas de impresión de bajo coste desde 300 € que proporcionan las partes del sistema en un kit para que el usuario lo ensamble. El límite actual de tolerancia para dispositivos DIY o de bajo coste está en torno a 0,1-0,2 mm en términos de grosor de capa, y su principal desventaja son los elevados tiempos de impresión que se necesitan para modelos de volúmenes intermedios.

Tradicionalmente, los SIG solo permitían la salida física de información en forma de cartografía en papel. Actualmente, la salida de datos en forma de cartografía digital y la publicación web son las más utilizadas. Con el empuje y democratización de la impresión 3D cada vez son más los usuarios que disponen de dispositivos de impresión, por lo que la implementación en los SIG de herramientas que permitan la impresión tridimensional de datos geoespaciales es una tarea que queda pendiente abordar. Sin embargo, a partir de esta idea ya se han desarrollado diversas herramientas libres que permiten la impresión en tres dimensiones de MDE.

DEMto3D: DEMto3D es un gestor de impresión que genera ficheros de salida en un formato STL que permite realizar impresiones en 3D. La aplicación DEMto3D (Venceslá Simón, 2015) se desarrolló inicialmente para el SIG libre Kosmo, pero su filosofía es adecuada para cualquier otro SIG. Actualmente también está disponible para el software QGIS (www.demto3d.com) (figura 6).

terrain2STL: se trata de un servicio web que convierte archivos en formato HGT a disposición del público por el USGS (U.S. Geological Survey) a formato STL (http://jthatch.com/terrain2stl/).

shp2stl: basado en Node.js y desarrollado por Doug McCune, permite convertir un archivo .shp de Esri en un modelo STL (https://github.com/dougmccune/shp2stl).

Selección de técnica para la impresión

En cuanto a la impresión de mapas en relieve, la elección de una técnica u otra depende de muchos factores. En la tabla 1 se resumen en una comparativa las principales características de las técnicas presentadas en este trabajo. Los modelos de mapas en relieve no presentan geometrías complicadas por lo que cualquier sistema de impresión 3D puede trabajar con ellos sin necesidad de uso de soportes. Además, la alta resolución que tienen los MDE actuales generados a partir de datos LIDAR hace que los modelos sean bastante precisos. Las principales diferencias a la hora de utilizar un sistema u otro radican en: la elección del material que se va a utilizar, las dimensiones del mapa final y el acabado. Para mapas de gran formato las técnicas sustractivas ofrecen buena precisión y resultados muy económicos utilizando materiales plásticos. Para mapas de medio y pequeño formato se pueden utilizar sistemas de impresión 3D. El FDM es el sistema más barato, aunque también de los más lentos. Si se quiere un buen acabado superficial, SLA, SLS, JP y MJM ofrecen resultados muy buenos aunque los precios

	Fabricantes	Precios desde	Suministro	Materiales	Acabado	Velocidad	Color
SLA	3D System, Formlabs	1.000 dólares	Líquido	Termoplástico	• • •	• •	×
SGC	Cubital Inc.	500.000 dólares	Líquido	Termoplástico	• • •	• • •	×
LOM	Fabrisonic LLC, Boxford Co.	90.000 dólares	Sólido	Papel, aluminio, PVC	•	• • •	×
FDM	Proy. RepRap, 3D System, Stratasys	300 dólares	Sólido	Termoplástico, material comestible	•	•	×
SLS	EOS, 3D System, Matsuura Machinery	14.900 dólares	Polvo	Termoplástico	• •	• • •	×
3DP	Z-corporation, Voxeljet	15.000 dólares	Polvo	Termoplástico, metales, cerámica	•	• • • •	✓
JP	Objet, 3D Systems	30.000 dólares	Líquido	Termoplástico	• • •	• •	✓
MJM	Solidscape Inc, 3D Systems	30.000 dólares	Líquido	Termoplástico	• • • •	•	✓

Tabla 1. Comparativa entre los sistemas de prototipado rápido.

de los dispositivos son elevados. La opción de incluir color a los modelos impresos es de gran atractivo en mapas en relieve, en los que se podría superponer una ortofoto o un mapa topográfico. Para ello se tendría que utilizar un sistema de impresión por chorro de tinta. Por último, la impresión con materiales metálicos está disponible en los sistemas 3DP y LOM. Los precios de los sistemas de impresión 3D varían entre vendedores, pero a nivel usuario, considerando un precio por debajo de los 2.000 €, solo encontramos en el mercado sistemas SLA y sobre todo FDM.

Conclusiones

Las técnicas de producción de cartografía en relieve han evolucionado a lo largo del tiempo, así como su uso. Como en la mayoría de los sistemas de producción, se ha pasado de una actividad puramente artesanal a una totalmente mecanizada e informatizada, principalmente de mano del desarrollo de la tecnología a partir de la segunda mitad del S. XX. En cuanto a su uso, la aparición de sistemas de impresión 3D de bajo coste ha convertido a un número enorme de usuarios en potenciales productores de cartografía en relieve. La disponibilidad, vía servicios web, de datos de elevaciones con cobertura global y su gestión por los SIG de carácter libre, además posibilitan la personalización de dicha producción según las necesidades de cada usuario.

Referencias

Blanther, J. E. (1892). *Patente n° US473901 A.* EE.UU.

C. S. Spooner, J. (1953). Modernization of terrain model production. *Geographical Review*.

Castle Island Co. (2014). *Worldwide Guide to Rapid Prototyping*. Obtenido de http://www.additive3d.com/

Cruchaga, L. J. (2004). Cartografía aplicada a la creación de maquetas a escalade gran y pequeño formato. De las UTM a las coordenadas de mecanización. *VIII Congreso Nacional TOPCART.*

CustomPartNet. (2014). *Custompartnet.net*. Obtenido de http://www.custompartnet.com/

Institute of Cartography and Geoinformation, ETH Zurich. (2014). *Terrain models*. Obtenido de http://www.terrainmodels.com/

RepRap. (2014). *RepRap-community project*. Obtenido de http://reprap.org/

United States. Department of the Army. (1956). Terrain models and relief map making.

Venceslá Simón, F. J. (2015). DEMto3D: la nueva herramienta que une SIG e impresión 3D. *Mapping*, 24-28.

Francisco Javier Venceslá Simón
demto3d@gmail.com
Ingeniero técnico en topografía e ingeniero en geodesia y cartografía por la Universidad de Jaén, donde además obtuvo reconocimiento al mejor expediente. Ha desarrollado sus últimos trabajos en el campo de la impresión 3D y su aplicación en la impresión de datos geoespaciales.

Francisco Javier Ariza López
Doctor ingeniero agrónomo por la Universidad de Córdoba, catedrático del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría de la Universidad de Jaén. Desarrolla su investigación en el campo de la producción cartográfica y en el de los sistemas de información geográfica.

OPINIÓN

El déficit de tarifa en España y la realidad del sector eléctrico

Pablo Zapico Gutiérrez y Pablo Zapico Gómez-Collantes

The tariff deficit in Spain and the reality of the electricity sector

RESUMEN

Este artículo analiza el denominado déficit de tarifa, su regulación jurídica y la realidad del mismo en España. El análisis parte del enorme incremento de los precios de la electricidad en España durante los últimos años, que ya no solamente afecta al bolsillo de los españoles, sino también a nuestra competitividad económica como nación. Partiendo de datos de precios españoles y europeos, de datos históricos de precios de los términos de potencia y energía, así como de los costes de transporte y distribución, se analiza el déficit de tarifa y su realidad en el mercado eléctrico español. Incluye gráficos que hacen más cercana la presentación de los datos y conclusiones sobre las posibles modificaciones que hagan más eficiente al sector.

Recibido: 6 de marzo de 2015
Aceptado: 22 de julio de 2015

ABSTRACT

This article analyzes the so-called tariff deficit, its legal regulation and its situation in Spain. The analysis starts from the huge increase in electricity prices in Spain in recent years, which no longer affects citizens, but also our economic competitiveness as a nation. Starting from Spanish and European price data, power and energy historical data prices, as well as the transport and distribution costs, the tariff deficit and reality in the Spanish electricity market are analyzed. It is also illustrated with graphics that make data presentation closer and it concludes with possible changes to make the sector more efficient.

Received: March 6, 2015
Accepted: July 22, 2015

Palabras clave
Electricidad, tarifa eléctrica, mercado eléctrico, déficit de tarifa, economía

Keywords
Electricity, electricity tariff, electricity market, tariff deficit, economy

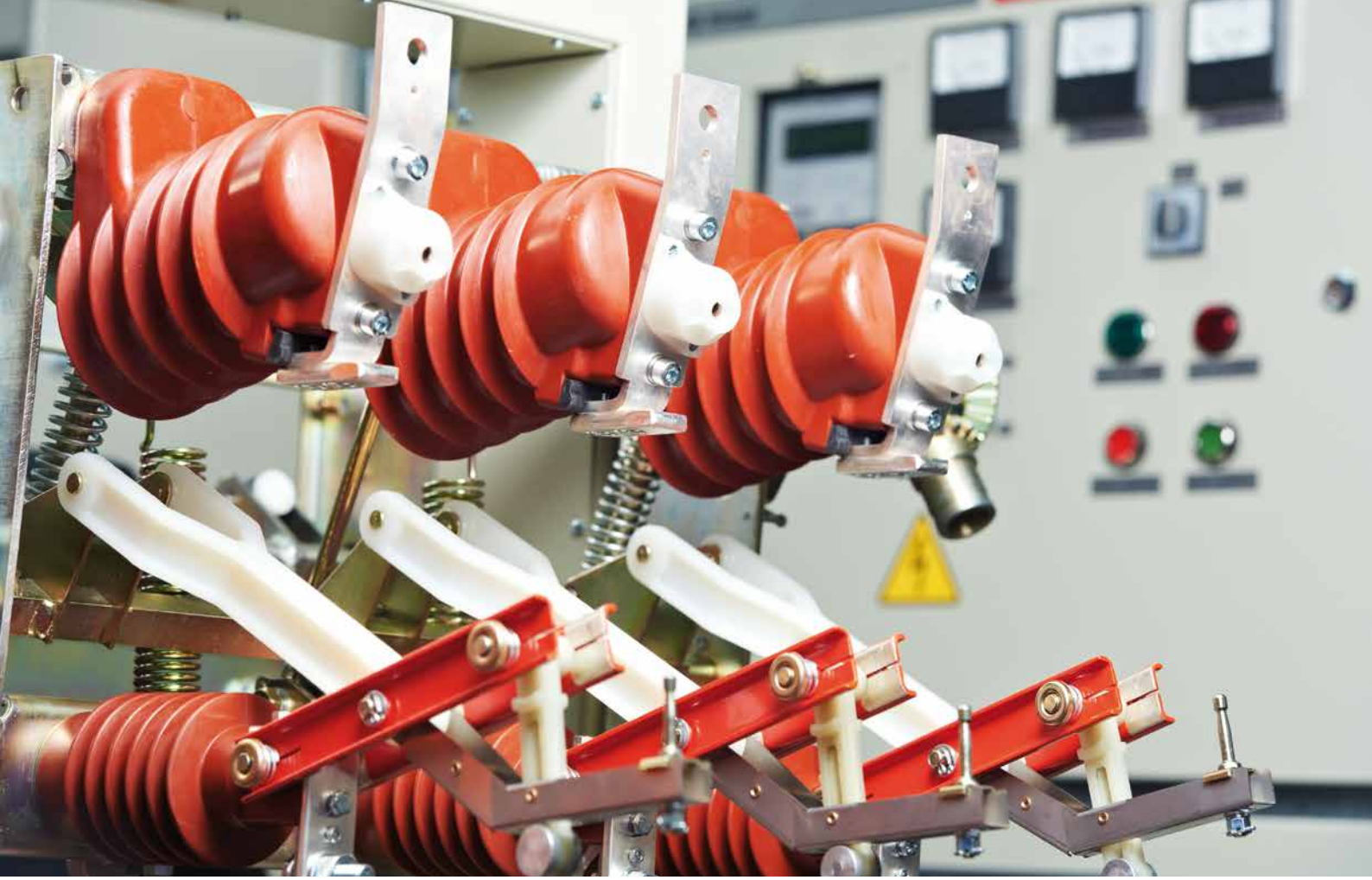


Foto: Dmitry Kalinovsky / Shutterstock

Introducción

Todos hemos oído hablar del tan traído y llevado "déficit de tarifa eléctrico" español. Sin embargo, para acercarse al fondo del asunto conviene realizar un análisis en profundidad de la realidad del sector y de la legislación sobre el mismo. Todo ello ha conllevado un inmenso aumento de las tarifas eléctricas en nuestro país, en el que cuanto más aumenta el precio del kWh, más dinero se le debe al sector eléctrico, aunque dicho así parezca un total contrasentido. Por todo lo expuesto, procede realizar un estudio más profundo del asunto.

En primer lugar, hay que partir de la regulación jurídica del sector eléctrico en España, que es muy compleja y difícil de abarcar. Para el presente estudio utilizaremos solamente la regulación general y la específica de tarifas y medida de la energía, que es preciso consultar y, aun así, el tema resulta ampliamente farragoso, casi como si se hubiera hecho adrede.

Historia

El sector eléctrico español estuvo reglamentado por la Administración desde tiempo inmemorial, tarifas incluidas. Sin embargo, y con la excusa de la integración europea, había que liberalizarlo. Dicha "liberalización" se adujo que tenía un coste, al que se llamó "coste de transición a la competencia", que se cifró en cerca de 1,5 billones de pesetas (±9.000 millones de euros), a pesar de ser inexistente y, además, el sector eléctrico consiguió que lo sufragara la Administración española, o sea todos los españoles. El resultado está claro: les debemos una cantidad insultante de dinero, nuestro precio del kilovatio es de los más caros de Europa (figura 1) y, además, siguen sin cuadrar las cuentas, arrastrando un déficit que parece estructural y eterno. Algo está fallando estrepitosamente.

En 1997 se empezó a hablar de la liberalización del sector eléctrico español. En realidad poco se hizo, un estupendo maquillaje para que siguieran las mismas empresas, pero ganando más. Resumiendo, si esto es liberalización, que vuelva el marco legal estable, que por lo menos era más económico, porque la *liberalización* va a lastrar la competitividad española durante demasiados años. Incluso, habrá que revisar la legalidad de los costes reconocidos y tomar las decisiones oportunas, porque cinco empresas energéticas no pueden poner en jaque a un Estado soberano para maximizar sus beneficios. Han hecho lo mismo con los costes de las acometidas eléctricas que repercuten a los particulares,[1] pero a nivel de nación y les está saliendo bien.

Situación actual

El déficit de tarifa dicen que es la diferencia entre los costes reconocidos por los sucesivos Gobiernos a las empresas del sector eléctrico y los ingresos reales del sistema, recogidos de las facturaciones finales a los usuarios. El problema parte de ahí, ya que los costes reconocidos por nuestros sucesivos Gobiernos como reales no se ajustan a la economía de mercado, sino que son muy superiores y, sin embargo, la Administración española los ha asumido como ciertos, sin contrastarlos, lo que ha llevado a un supuesto déficit de tarifa irreal, enorme, creciente exponencialmente y absurdo. Muy rentable para una parte y nefasto para el conjunto de los españoles. El español medio está harto, pues ha cambiado a lámparas de bajo consumo o led (con el consiguiente coste), compra electrodomésticos de alta eficiencia energética, cuida el consumo, está pendiente de apagar luces innecesarias y, sin embargo, cada vez paga más por el servicio eléctrico; algo falla.

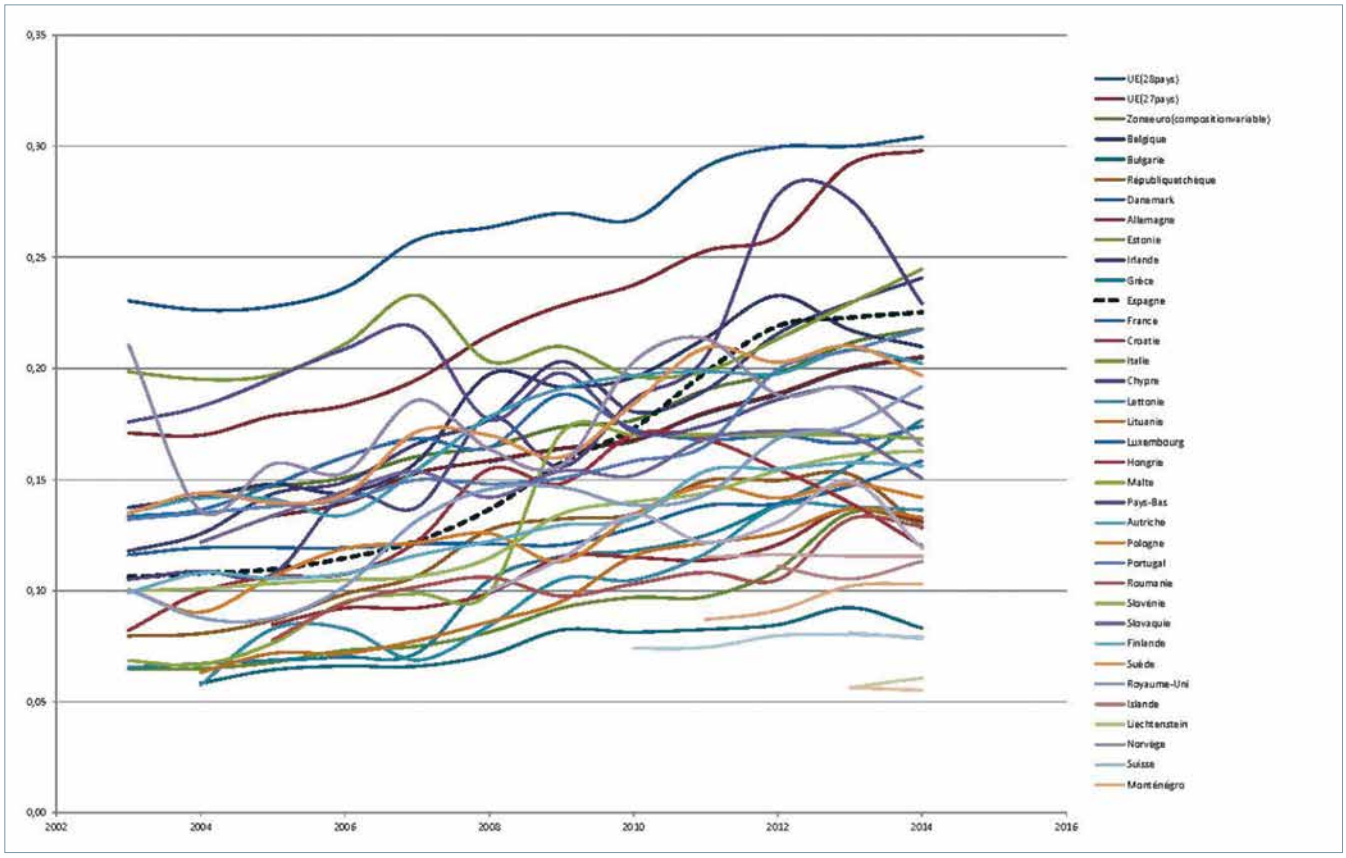


Figura 1. Gráfico comparativo del precio del kWh en Europa (s/Eurostat).

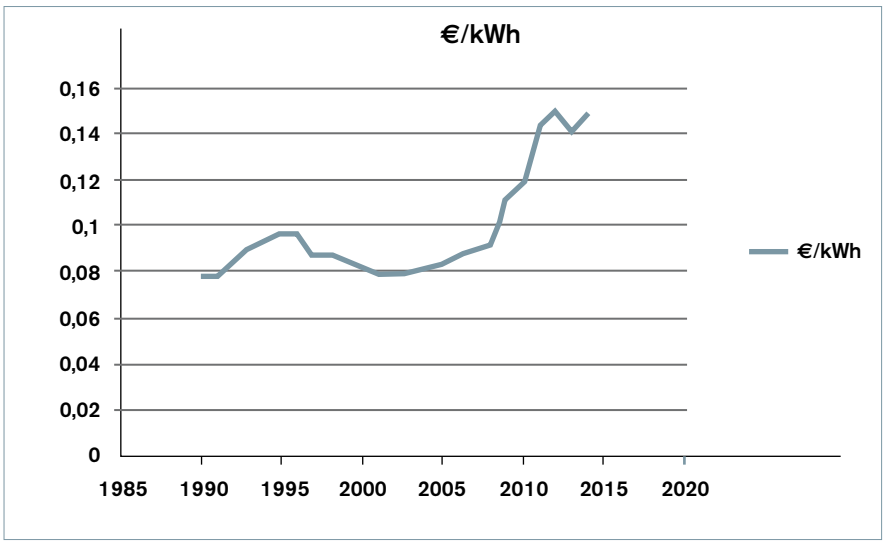


Figura 2. Aumento anual del precio del kWh.

El Estado español ha entregado a las empresas eléctricas unos derechos de cobro, avalados por todos los españoles, para enjugar el denominado déficit de tarifa, con la excusa de que no se han efectuado las subidas reales del precio de la electricidad. Es de suponer que, a cambio, determinados políticos han ocupado puestos en sus consejos de administración y alta dirección, y esto no ha sido precisamente en beneficio del conjunto de los españoles (que son el auténtico Estado).

Solo hay que ver el inicio del Real Decreto Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico. En su párrafo sexto ya cita una deuda acumulada de 26.062,51 millones de euros, a la que hay que añadir otros 11.823 millones de euros, en total 37.885,51 millones de euros (más de seis billones de pesetas). Las preguntas son muy fáciles. Pero, ¿cómo se ha podido llegar a esas cifras tan desproporcionadas? Y, además, ¿cómo pueden estar tan tranquilos nuestros gobernantes?

La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico, es la tercera que se promulga sobre el tema en poco más de 10 años y simplemente no arregla nada para el sufrido consumidor español. Así en el artículo 12 prohíbe que se desarrollen simultáneamente las actividades de producción, comercialización o de servicios de recarga energética; medida normal y razonable. En el siguiente párrafo, permite que un grupo de empresas realice actividades que antes ha declarado incompatibles, por medio de sociedades diferentes, con lo que institucionaliza el fraude de ley. Olvida, además, la actividad de distribución, ni siquiera la cita, luego no es incompatible con ninguna otra, ¡qué casualidad! Incluso permite a los grupos de empresas utilizar la misma marca o imagen de grupo en todas las sociedades, con lo que se fomenta el equívoco. Estados Unidos, que es la

cuna del capitalismo, tiene una legislación antimonopolio muy seria; aquí parece que se fomenta lo contrario. Como escribió Giuseppe Tomasi di Lampedusa, en su novela *El Gatopardo*, hace ya más de medio siglo: "Si queremos que todo siga como está, es necesario que todo cambie".

El artículo siguiente, de la misma ley, cuando considera la sostenibilidad económica y financiera, no lo puede hacer peor. Para empezar, institucionaliza los denominados pagos por capacidad (véase el apartado *Tipo de sistema deseado por el consumidor*). Continúa dotando un fondo para la financiación del plan de residuos radiactivos (si dicho plan lo pagaran las eléctricas, las centrales nucleares no serían rentables). Incluye también las "pérdidas asociadas al cierre de energía en el mercado de producción". Al final las ganancias son para unos y sus presuntas pérdidas las cubrimos entre todos. Instituye las anualidades del supuesto y erróneamente reconocido déficit del sistema eléctrico, como pagos habituales. Realiza un regalito, al dejar previstas las medidas, denominadas de "gestión de la demanda", traduciendo, una subvención innecesaria al sector eléctrico. Deja otra puerta abierta a la subvención en caso de desajustes entre los ingresos y la retribución (sin explicar lo que es cada cosa) y, por fin, incluso deja un último hueco libre adicional a la subvención, para inyectarles más dinero de todos, cuando cita "cualquier otro coste…". Desde hace varios siglos, los mejores negocios de este país son los que van auspiciados por el Estado, en régimen de monopolio u oligopolio y seguimos igual. Las ganancias para uno, las pérdidas entre todos y a mayores el servicio es carísimo.

La nueva Ley 24/2013, en vez de encarar el problema del déficit, lo institucionaliza. El artículo 19, titulado *Desajustes temporales entre ingresos y costes del sistema*, incluso limita su cuantificación, así como la de la deuda. En cualquier negocio existe un riesgo empresarial, se puede ganar o perder, sin embargo, en el sector eléctrico, el riesgo lo corremos todos, para las empresas del ramo todo es beneficio y encima se le da carta de naturaleza en una ley. Ciertamente, este país no va bien, las leyes tienen que estar al servicio de los españoles y no de media cinco empresas *erga omnes*.

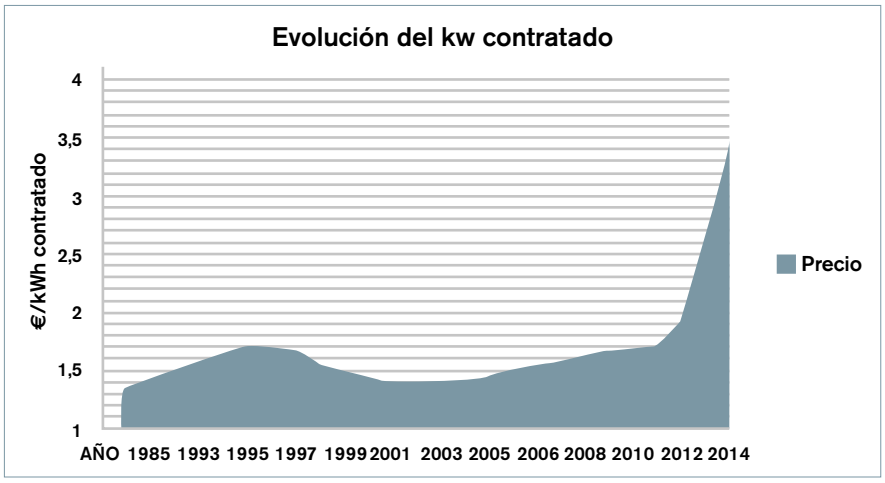


Figura 3. Aumento del precio del término de potencia.

No es normal que el administrador/director, o similar, de una empresa o sociedad mercantil, que está obligado por el Código Civil Español a administrar como un buen padre de familia, tenga responsabilidades civiles y penales, de todo tipo, por sus actuaciones al frente de dicha sociedad mercantil y que los mediocres que legislan las barbaridades que comentamos solo tengan responsabilidades políticas (o sea que no les vuelvan a nombrar), que es como decir nada de nada. Si la han hecho que la paguen, ellos y sus partidos, incluso con sus patrimonios. Las generaciones futuras no tienen la culpa de sus desmanes.

Comparativa de precios

Cuando se comparan los precios del kWh de los distintos países europeos, no se tiene en cuenta nunca el enorme efecto pernicioso que tiene, sobre el precio, el denominado término de potencia español, que se ha duplicado, inexplicablemente, en los últimos tres años y que es el precio fijo que se paga por la potencia que tenemos contratada, se consuma o no. El citado término de potencia viene a encarecer el precio del kWh en una vivienda que se utiliza en un 12-13%. Si la vivienda es de uso ocasional, normalmente duplica el precio final del kWh que tiene que pagar el sufrido cliente. Dicho término es contrario a cualquier sistema de ahorro energético, pues es totalmente disuasorio del mismo. Véase en la figura 3 el enorme incremento que ha tenido en los últimos años.

La Administración, en su funcionamiento interno y en sus relaciones con los ciudadanos españoles, tiene, como marco legal, la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, que le aporta transparencia y limita la discrecionalidad en su actuación. Las empresas eléctricas actúan como auténticos "califas", abriendo, cerrando y archivando las solicitudes de sus clientes, dando de alta y baja domiciliaciones en cuentas bancarias, de forma opaca y sin siquiera comunicárselo a los interesados. Nadie, de ningún Gobierno, se ha interesado en limitar ese poder omnímodo que se utiliza sin control. Además de que son más lentos y están muchísimo más burocratizados que la propia Administración pública. Solicitan a sus clientes documentos absurdos (algunos los deben tener y custodiar indefectiblemente) y ni siquiera se sabe qué han hecho con sus archivos de toda la vida, amén de que actúan sin ningún tipo de cortapisa y con muy escasa tutela administrativa.

Con el enorme descontrol que se ha organizado al separar la distribución de la comercialización, los boletines, certificados de instalación eléctrica y autorizaciones han desaparecido. Nadie sabe dónde están y no aparecen. La empresa distribuidora no los encuentra, la comercializadora no los tiene y entre todas solo encontramos un perjudicado, el cliente de ambos. Que está cada día más descontento del pésimo funcionamiento del sector. Algunos ya suspiran por el autoconsumo.

El Real Decreto 2657/1996, de 27 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 1997, inauguró una etapa, que todavía permanece, de

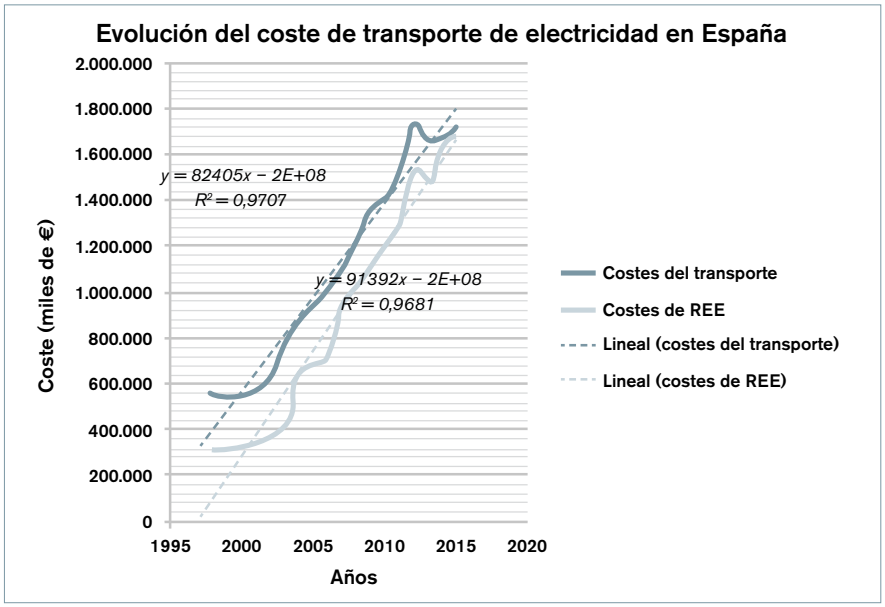


Figura 4. Coste del transporte de electricidad.

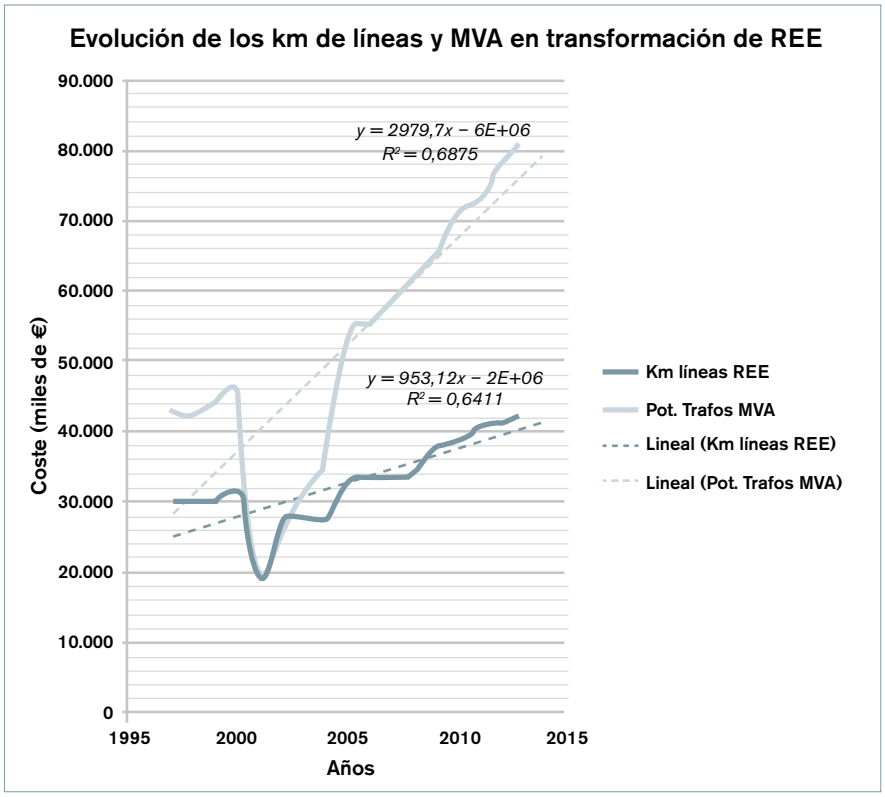


Figura 5. Evolución de los km de líneas de alta tensión y de los MVA de transformación de REE (obtenidos de sus anuarios, la discordancia de 2001 parte de sus datos y se ha respetado).

enormes, inmensos, increíbles e injustificables costes, que el Ministerio reconoce e incluso más de un año *ex ante*, lo que implica que está reconociendo costes, a principio de año, que todavía no se han producido y eso si es que se produjeron. Quizá ese fue el momento en que se instauraron, como algo normal, las denominadas "puertas giratorias", tan denostadas por el ciudadano español, que intuye el enorme perjuicio que le han causado. Ello ocurre cuando una parte acepta los costes que le propone la otra parte, sin confrontarlos con la realidad del mercado, porque como el mercado denominado *libre*, u oligopolio, son los que proponen… y como los *otros* van a estar en la silla de enfrente nombrados dentro de poco tiempo, por eso sube el kW en España, sin control.

El coste del transporte

Resulta increíble el aumento de precio del coste del transporte en España. De 1998 a 2015, simplemente se multiplica por cinco (el 500%), aunque la longitud de las líneas no ha cambiado en todos estos años en la misma proporción y la red nacional prácticamente no ha aumentado de forma significativa. ¿Dónde se justifican esos aumentos de costes? El precio cobrado por la energía circulada por la red de transporte española es de 0,007 €/kWh. Si el francés es de 0,0041 €/kWh, ¿qué está pasando? ¿Por qué se mantiene un monopolio que es absolutamente anacrónico, carísimo y perjudicial para todos los ciudadanos? Hubo un tiempo en que no existía Red Eléctrica y el sistema funcionaba igual, o mejor que ahora, y era más barato.

Es más, cabe destacar que en Austria hay tres empresas transportistas de electricidad; en Alemania, cuatro; en Inglaterra, otras cuatro, y en España solamente una. Con lo caros y nefastos que son los monopolios en nuestro país, de siempre.

En la figura 4 se puede apreciar la pendiente ascendente, casi imparable, del coste del monopolio del transporte de energía eléctrica español.

La Ley 24/2013 y el Real Decreto 1047/2013 establecen un máximo de retribución a la red de transporte del 0,065% del PIB español. La pregunta es muy simple: si lo que hacen es transportar kilovatios, ¿por qué se indexa su retribución al producto interior bruto español? Ciertamente, hay que abonarles un peaje por cada kWh circulado por sus redes y, naturalmente, que no sea superior al que pagan nuestros vecinos; pero siempre en función de la energía transportada y a un precio equivalente al de cualquier otra empresa similar de nuestro entorno. Es más, el PIB no está para indexar los costes de una empresa monopolística.

No obstante, hay que reseñar que nuestra red de transporte tiene una calidad y disponibilidad que hace que los cortes e indisponibilidades sean prácticamente inexistentes, extremo del que no pueden presumir países como EE. UU. El problema es el precio tan exorbitante que pagamos por el servicio.

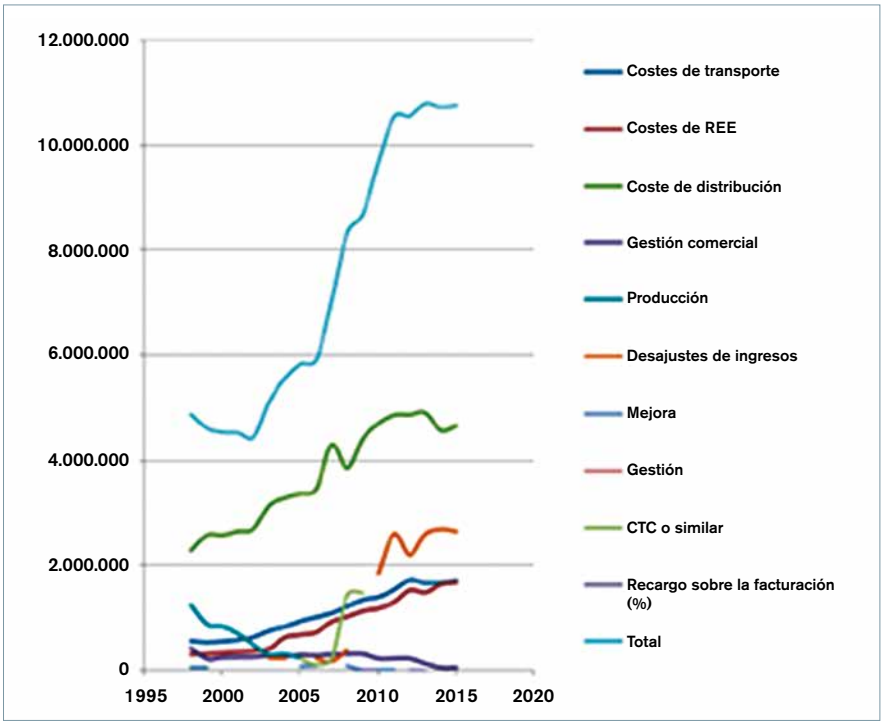


Figura 6. Subvenciones anuales al sector eléctrico.

El tipo de sistema deseado por el consumidor

Otra pregunta que es preciso hacerse es si el sector es público o privado. Puesto que, a mayores, estamos pagando por "capacidad" a una serie de centrales que no producen lo suficiente como para cubrir el coste de sus amortizaciones. Es algo difícil de entender; de momento se parte de un nombre eufemístico, que es el pago por capacidad. Consiste en pagar a las empresas eléctricas una cantidad para que amorticen una serie de centrales generadoras de energía eléctrica, normalmente de ciclo combinado, que al no producir las horas suficientes, porque se sobredimensionó enormemente el parque de generación, no consiguen devolver los créditos que sus promotores solicitaron para acometer su construcción. Su riesgo empresarial lo compartimos todos, mediante un pago que se repercute en la tarifa y/o se carga a nuestros impuestos. Cuando ya se hayan amortizado, serán propiedad de sus empresas, les producirán réditos y no devolverán las subvenciones encubiertas y a fondo perdido que recibieron para su amortización. Es más, últimamente se está estudiando subvencionar el cierre de plantas que sobran por las ampliaciones descontroladas que se acometieron[2]. El problema es de base: ¿estamos ante un sistema público nacional de generación eléctrica? Si la respuesta es afirmativa, entonces deberemos asumir dichos pagos por capacidad y gestionar el sistema (expropiarlo, dicho vulgarmente)[3]. Si la respuesta es negativa, entonces las empresas privadas, que corrieron un riesgo empresarial, deberán asumir sus costes y no la sociedad española, con lo que se sigue cayendo en los mismos errores que se vienen arrastrando eternamente.

Ciertamente, estamos en crisis económica desde hace ya demasiados años; el consumo de electricidad ha descendido aproximadamente el 4% anual y, sin embargo, el precio del kWh no deja de subir. Algo estamos haciendo mal. En cualquier sector económico, cuando la demanda baja, el precio tiende a bajar, excepto en el sector eléctrico, en el que las cosas son al revés. Hay menos demanda y el precio sube exorbitantemente. Tal cual parece que nuestro modelo económico no es capaz de sacarnos de la crisis, ni tampoco las personas encargadas de gestionarlo.

El precio del mercado para la hora h del día D se determina por la intersección de la curvas de oferta y de demanda de electricidad del mercado para esa hora. Este precio determina, a su vez, las ofertas de compra y de venta que resultan casadas (es decir, la energía que se intercambiará finalmente al precio del mercado). En cada hora, todas las ofertas de venta que resulten casadas reciben el precio del mercado, todas el mismo, independientemente del precio de la oferta que realizaran.

Respecto al sistema de casación de precios del mercado mayorista, es absolutamente injusto, pues se van admitiendo ofertas a precios diversos, desde cero céntimos de euro en adelante. Las energías prioritarias (nuclear y renovables) ofertan a partir de 0 céntimos de €/kWh y, a continuación, se siguen acumulando las ofertas hasta que la curva de la oferta y la de demanda se cortan. A ese precio se le pagará la energía producida a todos los ofertantes; por eso hay horas del día en que la energía "casa" a cero céntimos de €, ya que los productores "prioritarios" tienen preferencia de producción y ofertan a cero, o casi, para entrar seguro en el mercado. Cuando con su producción cubren la totalidad de la demanda, entonces el precio de esa hora es 0 céntimos de €/kWh para todos; pero eso solo ocurre en algunos (pocos) períodos durante la noche y algunas horas los fines de semana. El sistema abona el mismo precio por kWh producido a las centrales térmicas de carbón, fuel o gas, que precisan pagar el combustible, que a las centrales nucleares e hidroeléctricas muy antiguas, cuyo coste de producción se acerca mucho a cero, pues no tienen coste alguno de amortización, y dada su antigüedad, su coste de operación es muy reducido, pues están totalmente automatizadas.

Partimos, pues, de un sistema de fijación de precios en el mercado mayorista totalmente asimétrico, que favorece en gran medida a las eléctricas en detrimento de los ciudadanos, pagándoles, a los primeros, un precio alto por muchos kilovatios que no les cuesta prácticamente nada producir[4].

Las subvenciones

Resulta curioso que, de acuerdo con la reglamentación española, el titular de una línea de alta tensión está obligado a mantenerla en las condiciones reglamentarias, lo que incluye mantener las distancias de seguridad de las calles de arbolado convenientemente limpias y desbrozadas. Pues sí pero no, puesto que casi todos los años se ha previsto una partida para subvencionar la limpieza de calles y arbolado para las em-

Año	Energía circulada (Gwh)	Coste de transporte en miles de €	Coste de distribución en miles de €	Coste de transporte €/kWh	Coste de distribución €/kWh
2010	260.530	1.397.104	4.705.513	0,005362546	0,018061310
2011	255.631	1.534.426	4.861.238	0,006002504	0,019016622
2012	252.083	1.722.434	4.869.993	0,006832805	0,019319006
2013	246.372	1.664.636	4.903.972	0,006756596	0,019904746
2014	243.486	1.673.467	4.572.584	0,006872950	0,018779659
2015	243.486	1.712.124	4.662.464	0,007031714	0,019148797

Tabla 1. Costes de transporte y distribución en España.[7]

presas distribuidoras de la electricidad. Todos somos iguales ante la ley, pero algunos por cumplir con sus obligaciones reglamentarias reciben subvenciones y parecen más iguales que otros. Lo mismo pasa con la electrificación rural, que naturalmente está sujeta a inversiones de mejora, religiosamente subvencionadas por todos los españoles. Así cualquiera regenta un negocio.

En la figura 6 se pueden ver las subvenciones que reciben anualmente en el sector eléctrico. Se les denomina subvenciones porque se publican a primeros de año cuantificadas. Eso no es un coste, sino una subvención por adelantado.

Los costes

Como el coste de transporte y de distribución en España es un gran misterio que se disfraza, pero no se proporciona en una magnitud medible y comparable con otros países, se ha calculado y se expresa en la tabla 1.

El coste de distribución francés en el año 2013 fue de 0,017 €/kWh y el de transporte 0,0041 €/kWh[5]. En resumidas cuentas, los números cantan por si solos, la distribución Española es un 17,08% más cara que la francesa y el transporte un 64,79% más caro. Algo falla, alguien está haciendo las cosas demasiado mal o demasiado bien, para las empresas distribuidoras de electricidad. Cuando un coste, que nunca jamás se ha presentado de esta forma, sale con una disparidad tan atroz, hay un fallo estrepitoso en algún punto. En la tabla 1 se han representado los costes de transporte y distribución en España entre los años 2010 y 2015, a pesar de que este artículo está escrito en el año 2015. ¿Cómo puede ser eso? Muy fácil, nuestro Gobierno ya publicó los costes reconocidos del sistema *ex ante*, previamente a que se produjeran y el problema es que lo lleva haciendo así desde tiempos inmemoriales, porque nunca pasa nada…

Resulta que hay quien afirma que el coste de distribución de la energía eléctrica es de 6 céntimos de €/kWh. Como las cuentas no están claras, es lo que pasa[6]. Es más, las memorias anuales de los sistemas eléctricos extranjeros publican las plantillas y hasta los emolumentos de los directivos, identificándolos con nombre y apellidos. Aquí no se cuenta todo eso ni a petición judicial, no vaya a ser que alguien se entere de los datos de algunos *enchufados* y de su número.

Resulta curioso que en toda Europa el precio del kW bajara de forma muy sustancial (entre el 12% y el 21%) durante el año 2014[8] según RTE y subiera el 2,9% de media s/Eurostat[9] y en España, pues ya se sabe, no baja ni por casualidad y si tiende a bajar, el Ministerio sube la enorme parte regulada (de la que no proporciona cuentas) para que no pueda bajar. En la última publicación sobre precios de la energía en Europa de Eurostat, se llega a la conclusión de que el precio del kWh Español es el cuarto más caro de Europa y que en el año 2014 subió el 4,1% (impuestos incluidos)[10]. Lo que está meridianamente claro y es indiscutible es que no somos los cuartos en Europa en nivel de renta per cápita. El gas, según el mismo documento 92/2015, es el tercero más caro de Europa, subió el 7,5% en el año 2014 y resulta curioso, además, que la energía tenga un precio tan desmesuradamente alto y se distribuya por tan pocas empresas. Así, Gas Natural es dueña de Unión Fenosa (con su parte de generación y distribución) y está íntimamente relacionada con Repsol, con lo que ya tenemos el oligopolio energético. Si sumamos Endesa, Eon, Iberdrola y Edp, ya se acabó el sector, el resto representa una mínima parte y está muy atomizado.

Conclusiones

El precio del transporte de electricidad en España se ha multiplicado por cinco en los últimos años. Hay que revisarlo, pues es un 64,79% más caro que en nuestros países vecinos europeos.

La distribución de electricidad adolece del mismo defecto que el transporte, pero un poco menos exagerado.

El mercado eléctrico, tal como está concebido actualmente, paga igual a todas las tecnologías, sin distinguir su oferta; todas cobran lo mismo al precio de cierre (el precio de la oferta más alta). Todo ello debe de cambiar en bien del consumidor.

El denominado déficit de tarifa no existe. Se trata de un artificio contable, de gran envergadura, ideado para maximizar beneficios. Se debe de eliminar y el actualmente reconocido debe ser revisado y realizar la quita procedente.

Los pagos con dinero público por capacidad y por cierres se tienen que terminar.

Las subvenciones a las empresas eléctricas por limpieza de calles de las líneas de alta tensión, gestión comercial, etc. tienen que desaparecer. Si hay una legislación, debe ser para todos los españoles y si tienen que mantener sus instalaciones en condiciones, ello es una obligación reglamentaria no subvencionable. A los dueños particulares de líneas de alta tensión no se les subvenciona su mantenimiento, luego a las empresas distribuidoras de electricidad tampoco procede hacerlo.

Los mercados de futuros, *spot*, etc., que solamente consiguen encarecer el precio del kWh e insertar con calzador a los *tiburones financieros* en el sistema eléctrico para especular, deben desaparecer.

Para tener un mercado realmente libre, la independencia entre generador, transportista (si procede que exista), distribuidor y comercializador debe ser total, no se puede estar "a todos los palos" a la vez y pretender que hay competencia en España. Nuestro mercado eléctrico es un oligopolio acompetitivo y debe cambiar.

Como colofón, queda claro que todos necesitamos que se promulgue una nueva y mucho mejor que la actual ley del sector eléctrico, y además que sea para 30 o 40 años. Parece claro que los que promulgaron tres en poco tiempo, ninguna de ellas buena, y además nos metieron en el dichoso déficit de tarifa no serán capaces de desarrollar la ley requerida. Procede entonces dudar razonablemente de la utilidad y eficiencia de los hasta ahora legisladores en este ámbito.

Notas

1 González Martínez, A., Zapico Gutiérrez, P., Blanes Peiró, J. Y Colmenero Guzmán, M. Las acometidas eléctricas y su marco normativo. Cuadernos de material eléctrico, nº: 13, págs. 40-52.

2 Patiño, M. A. Industria prepara el cierre de plantas de gas tras el órdago de Endesa e Iberdrola. Expansión, 19-01-2015, Madrid.

3 Hamburgo vota por la renacionalización de su red eléctrica. Ecorepublicano, 26 de septiembre de 2013, http://www.ecorepublicano.es/2013/09/hamburgo-vota-por-la-renacionalizacion.html.

4 Zapico Gutiérrez, P. El mercado eléctrico y el precio de la tarifa eléctrica para el pequeño consumidor en España. Técnica Industrial, 307: 26-40.

5 Id.; ibídem.

6 Pastrana, E. Las razones por las que somos el cuarto país que más paga por la luz en la UE. El Confidencial, 31 de mayo de 2015.

7 REE. El sistema eléctrico Español, avance del informe 2014 y tarifas anuales publicadas por el gobierno.

8 RTE. Bilan électrique, 2014, pág. 32.

9 Görten, Johannes. Energy prices in the EU, Eurostat, news release, núm. 92/2015, Bruselas 27 mayo 2015.

10 Id.; ibídem.

Bibliografía

Altozano, M. y Méndez, R. La fiscalía investiga a Industria por perdonar 3.000 millones a las eléctricas. El País, Madrid 16 de noviembre de 2014.

CNE (2012). Informe sobre el sector energético español parte i. medidas para garantizar la sostenibilidad económico-financiera del sistema eléctrico, Madrid 7 de marzo de 2012.

CNE (2012). Informe sobre el sector energético español. parte III. Medidas sobre los mercados mayoristas de electricidad; Madrid 7 de marzo de 2012.

CNE (2012). Informe sobre el sector energético español. Parte V. Medidas sobre los mercados minoristas de gas y electricidad; Madrid 7 de marzo de 2012.

CNE (2013). Boletín mensual de indicadores eléctricos y económicos; Madrid septiembre de 2013.

CNE (2013). Informe de supervisión del mercado minorista de electricidad, julio 2011 - junio 2012; Madrid 12 de abril de 2013.

CNE (2013). Resumen y conclusiones del informe de supervisión de la CNE sobre la verificación del efectivo consentimiento del consumidor en el cambio de suministrador en 2010; Madrid 18 de julio de 2013.

CNE (2013). Informe 23/2013 DE LA C.N.E. solicitado por la Secretaría de Estado de Energía sobre el proyecto de R.D. por el que se regulan los mecanismos de capacidad e hibernación y se modifican determinados aspectos del mercado de producción de energía eléctrica; Madrid 12 de septiembre de 2013.

CNMC (2013). Resultados de la XXIV subasta TUR electricidad. Cuarto trimestre 2013; Madrid 2013.

CNMC (2014). Informe sobre los resultados de la liquidación provisional nº 11 de 2013. Sector eléctrico. Período de facturación: de 1 de enero al 30 de noviembre de 2013, Madrid 14 de enero de 2014.

CNMC (2014). Boletín mensual de indicadores eléctricos de noviembre de 2013; Madrid 9 de enero de 2014.

CNMC (2014). Informe sobre el desarrollo de la 25ª subasta CESUR previsto en el artículo 14.3 de la orden ITC/1659/2009, de 22 de junio; Madrid 7 de enero de 2014.

Cuatrecasas Goncalves, P.; Nota monográfica, energía, Madrid, diciembre 2013; www.cuatrecasas.com.

Ecorepublicano, Hamburgo vota por la renacionalización de su red eléctrica, 26 de septiembre de 2013, http://www.ecorepublicano.es/2013/09/hamburgo-vota-por-la-renacionalizacion.html.

Estrella Digital. El recibo de la luz cuesta un 12,4% más que en enero. Madrid 1 de diciembre de 2014.

Fabra Utray, J. El déficit tarifario en el sector eléctrico español. Temas para el debate, págs. 52-54.

Fabra Portela, N. y Fabra Utray, J (2012). El déficit tarifario en el sector eléctrico Español. Papeles de economía española, nº: 134, 2012, págs. 88-100.

Fort, M. (2013) "Cinco claves para entender el déficit de tarifa de las eléctricas", La Vanguardia, Barcelona, 19 de diciembre de 2013.

González Martínez, A., Zapico Gutiérrez, P., Blanes Peiró, J. y Colmenero Guzmán, M. Las acometidas eléctricas y su marco normative. Cuadernos de material electric, 13: 40-52.

Görten, Johannes. Energy prices in the E.U. Eurostat, news release, núm. 92/2015, Bruselas 27-V-2015.

Herrero Sinovas, M. y Barroso, I. (2013). Manual de tarificación eléctrica, 3ª edición, Valladolid, enero 2013.

MIBEL. Información mensual del MIBEL, diciembre 2013. Consejo de Reguladores, Madrid enero 2014.

OMEL (2007). Instrucción 1/2007. Procedimiento para permitir la entrega física de energía asociada a contratos de futuros negociados en el mercado a plazo gestionado por OMIP-OMIClear, de conformidad con la disposición transitoria única de la orden/ITC/3990/2006, de 28 de diciembre, por la que se regula la contratación a plazo de energía eléctrica por los distribuidores en el primer semestre de 2007, Madrid 28 de febrero de 2007.

Patiño, M. A. Industria prepara el cierre de plantas de gas tras el órdago de Endesa e Iberdrola. Expansión, 19-01-2015, Madrid.

Pastrana, E.; "Las razones por las que somos el cuarto país que más paga por la luz en la UE", El Confidencial 31 de mayo de 2015.

Pepephone; PepeEnergy: "El cliente cree que le estafan con la factura de la luz, y tiene razón"; 20 de mayo de 2014, El Confidencial.

Red Eléctrica de España, "El sistema eléctrico español, avance del informe 2014", Madrid, diciembre de 2014.

Reseau de Transport de Electricité (2015). Sustainable development, Report 2012.

Reseau de Transport de Electricité (2015). Bilan électrique 2014, Paris, 29 de enero de 2015.

Vizoso, Sonia; "Técnicos de la Xunta detectan cobros inflados e indebidos de Fenosa", 12 de octubre de 2013, El País.

Vizoso, Sonia; "Técnicos de Industria detectan más facturaciones irregulares de Fenosa", 6 de diciembre de 2013, El País.

Zapico Gutiérrez, P. El mercado eléctrico y el precio de la tarifa para el pequeño consumidor en España. Técnica Industrial, 307: 26-40.

Normativa

BOE (2000). Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2000-24019 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2001). Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2001-20850 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2004). Resolución de 12 de febrero de 2004, de la Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueba un conjunto de procedimientos de carácter técnico e instrumental necesarios para realizar la adecuada gestión técnica del Sistema Eléctrico. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2004-4450 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (1996). Real Decreto 2657/1996, de 27 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 1997. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/1996/12/28/pdfs/A38658-38664.pdf (consultado el 20 de mayo de 2015).BOE (1997). Real Decreto 2016/1997, de 26 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 1998. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1997-27815 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (1998). Real Decreto 2821/1998, de 23 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 1999. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/1998/12/30/pdfs/A44106-44112.pdf (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2000). Real Decreto 3490/2000, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 2001. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2000-24370 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2001). Real Decreto 1483/2001, de 27 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 2002. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2000-24370 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2003). Real Decreto 1802/2003, de 26 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica

para 2004. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/2003/12/27/pdfs/A46239-46253.pdf (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2004). Real Decreto 2392/2004, de 23 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 2005. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2004-21911 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2005). Real Decreto 1556/2005, de 23 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 2006. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/2005/12/28/pdfs/A42576-42600.pdf (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2006). Real Decreto 1634/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica a partir de 1 de enero de 2007. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2006-22961 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2007). Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-16478 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (1997). Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1997-25340 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2007). Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-22458 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2008). Orden ITC/3801/2008, de 26 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2009. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2008-21009 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2009). Orden ITC/1659/2009, de 22 de junio, por la que se establece el mecanismo de traspaso de clientes del mercado a tarifa al suministro de último recurso de energía eléctrica y el procedimiento de cálculo y estructura de las tarifas de último recurso de energía eléctrica. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/2009/06/23/pdfs/BOE-A-2009-10328.pdf (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2009). Real Decreto 485/2009, de 3 de abril, por el que se regula la puesta en marcha del suministro de último recurso en el sector de la energía eléctrica. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2009-5618 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2010). Orden ITC/3353/2010, de 28 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2011 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/2010/12/29/pdfs/BOE-A-2010-20002.pdf (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2011). Orden IET/3586/2011, de 30 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2012 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/2011/12/31/pdfs/BOE-A-2011-20646.pdf (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2012). Orden IET/290/2012, de 16 de febrero, por la que se modifica la Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008, en lo relativo al plan de sustitución de contadores. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/2012/02/21/pdfs/BOE-A-2012-2538.pdf (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2013). Orden IET/221/2013, de 14 de febrero, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2013 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-1698 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2013). Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico. (Consultado el 20 de mayo de 2015). Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-7705 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2013). Orden IET/1491/2013, de 1 de agosto, por la que se revisan los peajes de acceso de energía eléctrica para su aplicación a partir de agosto de 2013 y por la que se revisan determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial para el segundo trimestre de 2013. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-8561 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2013). Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico; modificada por la Ley 3/2014, de 27 de marzo, por la que se modifica el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias (Disposición Final undécima). Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-13645 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2013). Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-13766 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2013). Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-13767 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2014). Resolución de 21 de enero de 2014, de la Presidencia del Congreso de los Diputados, por la que se ordena la publicación del Acuerdo de convalidación del real Decreto-ley 17/2013, de 27 de diciembre, por el que se determina el precio de la energía eléctrica en los contratos sujetos al precio voluntario para el pequeño consumidor en el primer trimestre de 2014. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/2014/01/28/pdfs/BOE-A-2014-831.pdf (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2014). Orden IET/75/2014, de 27 de enero, por la que se regulan las transferencias de fondos, con cargo a las empresas productoras de energía eléctrica, de la cuenta específica de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia al Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía, en el año 2013, para la ejecución de las medidas del Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, y los criterios para la ejecución de las medidas contempladas en dicho plan. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-904 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2014). Orden IET/107/2014, de 31 de enero, por la que se revisan los peajes de acceso de energía eléctrica para 2014. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-1052 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2014). Resolución de 31 de enero de 2014, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se revisa el coste de producción de energía eléctrica y los precios voluntarios para el pequeño consumidor. Disponible en: http://www.boe.es/boe/dias/2014/02/01/pdfs/BOE-A-2014-1053.pdf (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2014). Resolución de 5 de febrero de 2014, de la dirección General de Política Energética y Minas, por la que se fija el precio medio de la energía a aplicar en el cálculo de la retribución del servicio de gestión de la demanda de interrumpibilidad ofrecido por los consumidores que adquieren su energía en el mercado de producción durante el primer trimestre de 2014. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-1521 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2014). Orden IET/107/2014, de 31 de enero, por la que se revisan los peajes de acceso de energía eléctrica para 2014. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-1052 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2014). Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los precios voluntarios para el pequeño consumidor de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-3376 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2014). Resolución de 14 de mayo de 2014, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se determina el valor del término DIFp a aplicar por los comercializadores de referencia en la facturación del consumo correspondiente al primer trimestre de 2014 a los consumidores a los que hubieran suministrado a los precios voluntarios para el pequeño consumidor. Disponible en: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-5173 (consultado el 20 de mayo de 2015).

BOE (2014). Resolución de 23 de mayo de 2014, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establece el contenido mínimo y el modelo de factura de electricidad. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-5655 (consultado el 20 de mayo de 2015).

Pablo Zapico Gutiérrez
pablo.zapico@unileon.es
Jefe de la sección de Industria y Energía de la Junta de Castilla y León en León. Profesor asociado del Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Sistemas y Automática de la Universidad de León. Máster oficial en energías renovables; ingeniero técnico industrial e ingeniero técnico de minas.

Pablo Zapico Gómez-Collantes
Estudiante de administración y dirección de empresas.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

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

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

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

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

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

Estructura Los trabajos constarán de tres partes diferenciadas:

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

2. Texto. En la primera página se incluirá el título (máximo 60 caracteres con espacios), resumen (máximo 250 palabras) y 4-8 palabras clave. Se recomienda que el título, el resumen y las palabras clave vayan también en inglés. Los artículos originales deberán ajustarse en lo posible a esta estructura: introducción, material y métodos, resultados, discusión y/o conclusiones, que puede reproducirse también en el resumen. En los artículos de revisión, innovación y opinión se pueden definir los apartados como mejor convenga, procurando distribuir la información entre ellos de forma coherente y proporcionada. Se recomienda numerar los apartados y subapartados (máximo tres niveles: 1, 1.2, 1.2.3) y denominarlos de forma breve.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Entrega Los autores remitirán sus artículos preferentemente a través del enlace *Envío de artículos* de la página web de la revista (utilizando el formulario 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 que se publiquen. *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 (artículos técnicos, información de colegios y cartas al director), así como el de resumirlos o extractarlos cuando lo considere oportuno.

Los ingenieros y graduados, pieza clave en el desarrollo e innovación del sector automovilístico en España

Con unas previsiones de crecimiento del empleo cercanas al 30%, el sector automovilístico se ha convertido en una fuente de oportunidades laborales para los graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales

Mónica Ramírez

La industria del automóvil es un sector estratégico en nuestro país, ya que representa más del 10% del producto interior bruto (PIB) y se ha convertido, pues, en el motor del mercado laboral de los profesionales con perfil técnico, activando la demanda de personal cualificado, especialmente los vinculados a los departamentos de calidad, tanto en los fabricantes de vehículos como en la industria de componentes. De este modo, se demandan principalmente profesionales con formación en ingeniería mecánica, electrónica y en mecatrónica (piezas de plástico, de metal o componente electrónico).

Además, en función de las necesidades de las empresas, todo apunta a que la demanda de profesionales en el sector automovilístico se incrementará en los próximos meses, en prácticamente todas las divisiones: posventas, chapistas y pintores, comerciales, operarios especialistas y expertos en matricería y mecanizado y, por supuesto, ingenieros de procesos.

Según un informe reciente elaborado por Acecco Automotive, la división del Grupo Adecco especializada en el sector de la automoción, la demanda de trabajadores estará determinada por la zona geográfica en la que se desarrolle. De este modo, la Comunidad de Madrid, Cataluña, País Vasco, la Comunidad Valenciana, Aragón y Castilla y León, que son las comunidades que cuentan con plantas de fabricación, serán las que más profesionales necesiten en 2016, pues la compra de vehículos ha crecido durante los primeros meses del año y se prevé que continúe con esta tendencia durante todo este año.

Reforzar los departamentos de ingeniería

Con los proyectos que están surgiendo en los últimos meses, las compañías se ven en la necesidad de reforzar los departamentos de ingeniería, por lo que uno de los perfiles profesionales más demandados en la actualidad es el de ingeniero de procesos, para los que se requiere formación específica en ingeniería eléctrica, electrónica o mecánica, así como un alto nivel de inglés. Estos ingenieros son los encargados de trabajar en la definición y desarrollo de los procesos de mejora de la competitividad de las plantas. Además, entre sus funciones están las de apoyar al departamento de diseño para mejorar la calidad de los vehículos y la productividad. Dentro de la factoría, se demandan ingenieros de calidad en planta, que coordinan y lideran las auditorías externas y de cliente, y al mismo tiempo hacen seguimiento de las incidencias.

En general, en todos los perfiles se buscan profesionales con titulaciones técnicas, con gran experiencia en la gestión de la calidad de un producto en concreto, según la especialidad de la empresa auxiliar o el proyecto que gestionar y, como norma general, es necesario contar con un mínimo de 3 a 5 años de experiencia en un puesto similar.

En cuanto a las competencias técnicas, es importante conocer toda la normativa de calidad, tanto a nivel general, como pueden ser las diferentes normas

Perfil del ingeniero del sector automovilístico

Los ingenieros del sector de la automoción se encargan de diseñar, probar, desarrollar y fabricar automóviles. Ayudan a la industria del automóvil a afrontar nuevos retos, por ejemplo, asegurándose de que los vehículos que se diseñan son seguros, respetuosos con el medio ambiente y con un consumo mínimo de combustible. Se encargan, por lo tanto, del diseño, prueba, desarrollo y fabricación de automóviles, y se suelen especializar en una de estas áreas. El diseño y el desarrollo de un vehículo implican una amplia gama de conocimientos de ingeniería, especialmente de la rama mecánica, así como sobre materias relativas a combustión, estructuras de vehículos y aerodinámica.

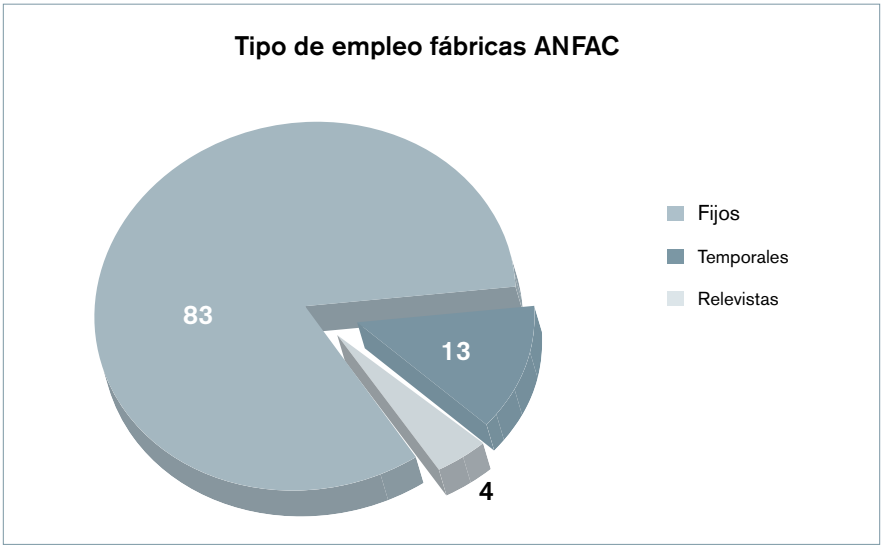
También necesitan conocimientos de informática y de sistemas electrónicos y eléctricos, pues los coches son cada vez más sofisticados. Además, muchos ingenieros están especializados también en el diseño de automóviles. Para esta tarea, necesitan considerar la fuerza, la seguridad, la eficacia, el aspecto y el coste de las piezas. Otros profesionales se especializan en la investigación y el desarrollo. En estos casos, tienen que considerar el coste, la seguridad y el confort (incluyendo pruebas de choque y de seguridad del vehículo), la eficiencia de combustible y las cuestiones ambientales, tales como la reducción de las emisiones de carbono.

Los ingenieros que se dedican a la investigación trabajan tanto en productos nuevos como en los existentes, creando nuevas tecnologías, como baterías eléctricas y motores de biodiésel, y poniendo a prueba la seguridad y el rendimiento mediante el uso de prototipos. Trabajan, además, con los fabricantes para planificar y poner en práctica la producción a gran escala una vez completadas todas las pruebas. En cuanto a las habilidades que las compañías automovilísticas buscan en los ingenieros que trabajan para ellas, destacan la capacidad para trabajar con plazos y presupuestos ajustados, el pensamiento lógico y ordenado, tener imaginación y creatividad, soportar bien el trabajo bajo presión y tener excelentes habilidades de comunicación para trabajar en equipo con otros profesionales, como profesionales especializados en diseño, técnicos y trabajadores de producción.

Diseño de los asientos. Foto: Seat.

ISO, como aquellas certificaciones específicas del sector, que asignan a los fabricantes para poder ser homologados.

Para el vicepresidente ejecutivo de Anfac (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones), Mario Armero, los ingenieros de la rama industrial (graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales) "siempre han tenido un peso capital en el desarrollo del sector de la automoción en España. Nuestras fábricas lideran la I+D de los procesos industriales. Por ello es de suma importancia que la innovación, la realidad virtual, la tecnología 3D formen parte de la nueva formación de ingeniería que se necesita para atender las necesidades futuras de la población". Y a ello añade que las factorías españolas "pelean día a día por atraer nuevas inversiones, nuevos modelos, nuevas cargas de trabajo. En este sentido, hay que ensalzar el capital humano que integra este gremio. Son personas que con su trabajo y su tesón han conseguido el reto de formar parte del crecimiento de la industria de automoción y de la economía española".



Tipo de empleo en el sector del automóvil. Fuente: ANFAC.

Bandas salariales

España cuenta con 17 plantas de fabricación de vehículos y su ubicación determina, en gran medida, la demanda de profesionales del sector, aunque cabe destacar que los salarios de estos profesionales varían en función de la zona geográfica. Madrid, País Vasco y Cataluña son las comunidades autónomas con los salarios más altos. En cualquier caso, en líneas generales, las bandas salariales de los ingenieros oscilan en la horquilla de los 30.000 a los 40.000 euros brutos al año.

Si desglosamos los diferentes niveles de especialización, el tope salarial (sobre salarios fijos, variable y beneficios sociales aparte) para un *plant manager* se sitúa en 120.000 euros brutos anuales y el de un *project manager* está en torno a los 75.000 euros, mientras que el salario de un profesional de calidad se sitúa entre 35.000 y 45.000 euros (en función de los idiomas que domine), el de director de calidad entre 50.000 y 75.000 euros, y el de ingeniero de pro-

cesos, especializado en ingeniería de producto, entre 30.000 y 45.000 euros.

Recuperación del empleo

El empleo en la industria fabricante de vehículos se está recuperando de forma significativa, con crecimientos importantes que le acercan a los niveles de 2008. El conjunto del sector, constructores y componentes, se encuentra entre los que más puestos de trabajo han generado en el año 2014, según la EPA, de tal forma que uno de cada tres empleos nuevos que genera la industria manufacturera española corresponden a la fabricación de vehículos y sus componentes. Además, la industria del automóvil utiliza empleo estable en mayor medida que el conjunto de la economía española y el total de la industria manufacturera. El empleo temporal en este sector viene condicionado por la figura de los "relevistas" (contratos de relevo por jubilación), que suponen el 4% del total del empleo en ensambladores de vehículos; mientras que el de equipos y componentes se encuentra cinco puntos por debajo de la media de la temporalidad en toda la economía, aunque por encima de la media de los constructores de vehículos.

Tomando como referencia el primer trimestre de 2015, respecto al mismo periodo del año anterior, el crecimiento del conjunto del sector se eleva al 6,4%, casi 27.000 empleos más que el año anterior, de los que los constructores acaparan 24.500 (el 9% del total) y los equipos y componentes 2.400, casi el 2% más respecto al primer trimestre de 2014, según el *Informe de situación sobre el sector de automoción en España*, elaborado por CC OO de Industria (julio de 2015).

En el conjunto del sector de automoción europeo trabajan más de 12 millones de personas, lo que representa el 5,6% de la población activa del continente. De este total, 2,3 millones de personas lo realizan de forma directa, lo que representa el 7,6% del empleo industrial en Europa, y del resto, 4,3 millones, lo hacen en el mercado de vehículos usados (ventas y mantenimiento), 4,1 millones en el transporte (pasajeros y mercancías) y 1,4 millones en otras actividades (construcción, electrónica, etc.).

El mayor nivel de empleo se sitúa en Alemania, con el 35% del total, seguido a mucha distancia por Francia, con el 10,6%, e Italia, con el 7%, además de Polonia (6,8%), el Reino Unido y la República Checa, con el 6,3% y 6,2%, respectivamente. Estos países incorporan el 72% del total del empleo de la UE-27. Por su parte, España cuenta con más de 130.000 empleos, algo menos del 6% de participación sobre el total, al igual que Rumanía.

El vicepresidente ejecutivo de Anfac, Mario Armero, destaca, además, un dato revelador: más de ocho de cada diez puestos de trabajo en la industria del automóvil son indefinidos. También hay que resaltar el efecto tractor: se estima que por cada puesto de trabajo directo en las fábricas de vehículos se crean cuatro en las fábricas de componentes, y entre siete y ocho en el sector servicios.

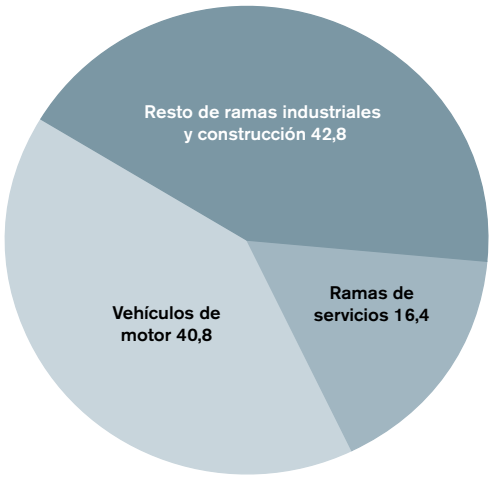
Nuevos retos

Los fabricantes de automóviles tendrán que afrontar en la próxima década importantes retos en materia de *software*, electrónica y automatización para adaptarse a la nueva era del coche conectado. Para hacer frente a esos desafíos, existe la necesidad de que la industria desarrolle alianzas con proveedores de servicios del ámbito de las TIC, con el objetivo de ampliar sus conocimientos en campos como la programación y el desarrollo de *software*, ya que más de la mitad de las innovaciones que logran los coches tiene que ver con el *software* y la electrónica. Pero, además, las nuevas tecnologías y el ahorro de costes que pueden llegar a generar en el proceso de producción parecen hoy por hoy el último recurso para que potencias como EE UU o Europa puedan competir con los países asiáticos. De hecho, Volkswagen está impulsando la conectividad en sus vehículos a través del programa Future Tracks para el impulso de la electromovilidad y la digitalización de los vehículos y factorías, lo que suscita el interés de Apple y Google por esta industria.

Por lo tanto, la robotización llegará cada vez a más fases de producción de los automóviles. Estos robots serán más fáciles de mover y ya no se dedicarán solo al trabajo más mecánico de la fabricación, sino que serán una especie de "asisten-

Procedencia de los consumos intermedios del sector de fabricación de vehículos de motor, remolque y semirremolques

	% total de consumos intermedios		
	TOTAL	Nacional	Importado
Ramas primarias	**0,0**	**0,0**	**0,0**
Ramas industriales y construcción	**83,6**	**39,5**	**44,1**
Vehículos de motor	40,8	11,5	29,3
Resto ramas industriales y construcción	42,8	28,1	14,7
Ramas de servicios	**16,4**	**14,4**	**2,0**
Servicios financieros	4,1	4,0	0,0
Servicios de publicidad y de estudio de mercado	1,8	1,6	0,1
Serv. aux. a los servicios financieros y de seguros	1,5	1,2	0,3
Resto ramas de servicios	9,1	7,5	1,6



Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo (Informe sectorial, Sector Automoción. Subdirección General de Estudios, Análisis y Planes de Actuación, abril de 2016).

Definición de la paleta de colores de un vehículo. Foto: Seat.

tes" para los técnicos y sus tareas serán flexibles y adaptables. Este avance supone que los sistemas que desarrollan "cubran todo el sistema de producción", desde el diseño hasta su última aplicación.

Según el citado informe de CC OO de Industria, las exigencias de la demanda de mejores prestaciones, mayor calidad, reforzamiento de la seguridad y más eficiencia en el consumo energético suponen un mayor esfuerzo innovador que no puede repercutirse en los precios de venta, dada la situación del mercado. De esta manera, los mayores gastos e inversiones en I+D+i que requieren esas mejoras exigen una mayor eficiencia que, en parte, descansa en nuevos sistemas de organización y más progreso técnico.

El grupo Volkswagen es el que más dinero ha dedicado a I+D en todo el mundo en el pasado, y cuenta con 46.000 ingenieros y 10.000 expertos en tecnologías de la información. En la actualidad, se dedica a estudiar la movilidad del futuro y la digitalización de los vehículos y las factorías, por lo que todo hace pensar que las marcas deberían orientar sus expectativas de progreso hacia esos objetivos basados en la innovación.

Formación teórica y práctica

Además de lo anterior, también es necesaria la implantación de un modelo que facilite la combinación de la formación teórica y la práctica en el puesto de trabajo, como puede ser la formación dual, aplicada con buenos resultados en Alemania, adaptándola a las circunstancias de la estructura industrial del sector, como empezó a desarrollar la factoría de Seat en 2012. Pero para ello es necesario solucionar algunas cuestiones, como la adecuación de los contenidos de la formación a las necesidades reales de la industria o la distancia entre las instituciones académicas y las necesidades de las empresas.

Con esa finalidad, las empresas reclaman cambios en los sistemas educativos, mediante la creación de especialidades laborales que faciliten la empleabilidad de verdaderos expertos tecnológicos en la materia, e instan a iniciar un debate político centrado en el problema de la cualificación profesional en el que participen todos los agentes implicados (autoridades políticas, empresarios y sindicatos). En este marco se inscribe el proyecto en el que participan las asociaciones empresariales del sector (Anfac y Sernauto), los sindicatos (CC OO de Industria y MCA-UGT) y el Ministerio de Industria, enmarcado en el recientemente creado Foro Sectorial de Automoción, además de contar con la presencia de representantes de comercio exterior y del Ministerio de Empleo.

En esta línea se manifiesta Mario Armero, cuando indica: "Estamos en la era digital y los avances en este sentido se desarrollan tan rápidamente que se está creando una revolución personal y laboral. Esta corriente de nuevos estímulos digitales trae con ellos riesgos y desafíos que debemos empezar a modular a través de la formación de las nuevas generaciones. Las nuevas tecnologías pueden ser el mejor pretexto para probar cambios organizativos y abrir las aulas a las necesidades de la sociedad, de los jóvenes y de la industria. Tenemos una oportunidad para promover una verdadera transformación educativa", explica. A su juicio, "la formación de los jóvenes determinará el camino del mañana, y para trazar puentes hacia ese futuro, también es importante que todos los que trabajamos en este mundo tan apasionante del automóvil, aprendamos también de lo que nos reclaman las generaciones futuras".

CONSEJO

El Cogiti, primera entidad de certificación acreditada por ENAC en el ámbito de las líneas de alta tensión

Tras haber obtenido la acreditación de ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) como entidad certificadora de personas en líneas de alta tensión, el Cogiti es la única entidad que realiza esta certificación en España. Así, solo los expertos verificadores de líneas de alta tensión no superiores a 30 kV que hayan sido certificados por el Cogiti podrán realizar dichas verificaciones

La figura de "entidad certificadora de personas" está definida en la Ley de Industria y en el RD de Seguridad y Calidad Industrial. La certificación de personas se entiende como el proceso a través del cual una entidad independiente, en este caso el Cogiti, asegura que una persona cumple los requisitos específicos contenidos en un esquema de certificación. Es, por lo tanto, un reconocimiento de las competencias del profesional a nivel nacional e internacional, y supone una garantía para las organizaciones en cuanto a la competencia del profesional. Para ello, hay que cumplir con la norma UNE EN ISO/IEC 17024:2012, que establece los criterios para ser entidad certificadora de personas, ya que estas "deberán actuar con imparcialidad y llevar a cabo sus funciones con solvencia técnica".

Respecto a la realización de inspecciones, el RD 223/2008, en su ITC-05, establece lo siguiente: "Verificación e inspección de las líneas eléctricas que no sean propiedad de empresas de transporte y distribución de energía eléctrica. Todas las líneas deben ser objeto de una verificación previa a la puesta en servicio y de una inspección periódica, al menos cada tres años. Para las líneas de tensión nominal menor o igual a 30 kV, la inspección periódica puede ser sustituida por una verificación periódica (...).

Examen de la convocatoria del Servicio de Certificación de Personas para verificadores de líneas de alta tensión (LAT) no superiores a 30 kV, celebrado en la sede del Cogiti, en Madrid.

"Las verificaciones periódicas de líneas eléctricas de tensión nominal no superior a 30 kV podrán ser realizadas por técnicos titulados con competencias en este ámbito que dispongan de un certificado de cualificación individual, expedido por una entidad de certificación de personas acreditada, de acuerdo con el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, y según la norma UNE-EN-ISO/IEC 17024. De este modo, todas las líneas de alta tensión no superiores a 30 kV podrán ser verificadas por personas certificadas según la norma UNE 17024".

Más información en www.certificaciondepersonas.cogiti.es.

El Supremo respalda a un graduado en ingeniería eléctrica

Una sentencia del Tribunal Supremo da la razón a un graduado en ingeniería eléctrica al que, después de haber aprobado las oposiciones de ingeniero industrial en Navarra, se le denegó el acceso por no tener el título de ingeniero industrial

Todo comenzó en 2013, cuando al ingeniero navarro, tras superar las oposiciones y obtener la correspondiente plaza de ingeniero industrial, se le denegó el acceso a la misma por no tener la titulación de ingeniero industrial. Tras perder el recurso ante el Tribunal Superior de Justicia de Navarra, este fue elevado al Supremo, que ha aplicado de forma clara y evidente el Estatuto Básico del Empleado Público y las directrices marcadas por el Espacio Europeo de Educación Superior, que reformó el sistema universitario.

Queda en evidencia, por tanto, el que se requiera una titulación específica para ocupar un puesto de trabajo en la Administración pública, dado que se requieren otras capacidades y competencias que son objeto de la oposición, y queda totalmente claro que la titulación de graduado 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.

Hasta la fecha, las Administraciones, en la mayoría de los casos, optaban por continuar con las denominaciones y titulaciones anteriores a Bolonia para definir la oferta de empleo público, marginando así a los nuevos titulados de grado, a los que se les impedía por sistema optar al Grupo A1, en contra de lo que indica de forma clara y concisa el artículo 76 del Estatuto del Empleado Público.

En este caso, ha quedado claro que un graduado puede tener los conocimientos y competencias que se exigen para ocupar la plaza de ingeniero industrial (grupo A1), por cuanto ha superado con éxito la fase de oposición, frente a otros titulados de máster en ingeniería industrial o ingenieros industriales. El demandante, tras un largo proceso, finalmente acudió al Tribunal Supremo, que terminó dándole la razón.

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, mostró su satisfacción por esta sentencia, que viene a hacer justicia y corrobora, además, las tesis que desde la institución se vienen defendiendo de forma enérgica durante los últimos años.

COGITI

Los ingenieros de España y Dinamarca colaboran para facilitar la movilidad internacional de forma bilateral

El Consejo General ha firmado un acuerdo de colaboración con The Danish Society of Engineers (IDA) que permite a los ingenieros españoles disfrutar gratuitamente durante tres años de todos los servicios que ofrece la Sociedad Danesa de Ingenieros. Con esta colaboración se abre la puerta a la movilidad internacional de los ingenieros españoles en Dinamarca

El Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti) ha firmado un acuerdo de colaboración con la Sociedad Danesa de Ingenieros (The Danish Society of Engineers, IDA), con el que se da un paso más para facilitar la movilidad y el reconocimiento internacional de los profesionales españoles. El convenio fue firmado el 8 de junio en Madrid por los presidentes de ambas instituciones: José Antonio Galdón Ruiz, presidente del Cogiti, y Thomas Damkjaer Pertersen, presidente de IDA.

En virtud del acuerdo firmado, los ingenieros colegiados en algún Colegio de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España que deseen desarrollar una carrera profesional en Dinamarca, podrán acceder a la citada asociación IDA, en calidad de "miembro invitado" (*guest member*) y disfrutar de todos los servicios que ofrece a sus asociados de forma totalmente gratuita durante los tres primeros años, sin pagar ninguna cuota de adscripción. Estos beneficios serán recíprocos para los ingenieros daneses asociados a IDA que trabajen en nuestro país.

José Antonio Galdón, presidente del Cogiti, y Thomas Damkjaer Pertersen, presidente de IDA, firman el acuerdo de colaboración, el pasado 8 de junio en Madrid.

IDA ayudará a los ingenieros españoles tanto en la búsqueda de empleo como en los temas relacionados con el ejercicio profesional

De este modo, la Asociación Danesa de Ingenieros ayudará a los ingenieros españoles tanto en la búsqueda de empleo, a través de su bolsa de trabajo, como en los temas relacionados con el ejercicio profesional, mediante asesoramiento en asuntos legales y laborales (contratos, salarios, beneficios para los trabajadores, etc.), y de seguros, entre otros. Además, les ofrecerá asesoramiento formativo, relacionado con su profesión y podrán participar en las actividades, conferencias, cursos, eventos de *networking*, etc., que organice The Danish Society of Engineers.

Para el presidente del Gogiti, José Antonio Galdón, se trata de una puerta más que se abre a los ingenieros españoles. En este sentido, se ha mostrado muy satisfecho por este nuevo acuerdo, que se extenderá en breve con el resto de países nórdicos y que viene a suponer una colaboración mutua muy beneficiosa para los ingenieros de ambos países. "En Europa no hay fronteras para nosotros, aunque desgraciadamente en España haya quien se empeñe en seguir generando barreras y obstáculos para frenar nuestra evolución. Nosotros seguiremos trabajando para generar posibilidades para los profesionales y generar garantías, calidad, seguridad y progreso a la sociedad, que es nuestra misión", señaló Galdón.

Pograma de movilidad

El acuerdo se enmarca en el Programa de Movilidad Internacional del Cogiti, y viene a sumarse a los que ya se han firmado con organizaciones de ingenieros de diversos países europeos, como Irlanda (Engineers Ireland), Francia (IPF) y Alemania, donde el Consejo General dispone de un punto de contacto, gracias al acuerdo de colaboración firmado con BERA; así como en Latinoamérica, mediante el acuerdo bilateral que se mantiene con el Colegio de Ingenieros de Chile. En la actualidad, el Cogiti está trabajando en la firma de próximos convenios similares con las asociaciones de ingenieros de Suecia, Noruega y Finlandia.

Sobre IDA

The Danish Society of Engineers cuenta con más de 100.000 miembros y representa los intereses de empleados, directivos y trabajadores por cuenta propia en los ámbitos del mercado laboral, el empleo, la política industrial, las competencias, las carreras profesionales y la formación, el entorno de trabajo, la tecnología y la investigación. Además, tiene un perfil influyente alto en las políticas de interés para los ingenieros y ejerce de interlocutor en las negociaciones de los acuerdos colectivos de los trabajadores, tanto en el sector público como en el privado.

EDUCACIÓN

Proyectos ganadores del I Concurso Nacional 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 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

Un motor Stirling fabricado con unas latas, radios de bicicleta, globos... y sobre todo muchas dosis de ingenio ha sido necesario para los creadores de uno de los proyectos ganadores del I Concurso Nacional de Iniciación a la Investigación Tecnológica, organizado por la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE). Este es el proyecto ganador en la categoría de bachillerato, que ha recaído en el Instituto de Educación Secundaria Félix Rodríguez de la Fuente, de Burgos. La motivación del proyecto era generar energía mecánica que se pudiera transformar después en energía eléctrica a partir de una fuente de calor, y que los alumnos lograron conseguir usando materiales reciclables y herramientas disponibles en el taller de tecnología.

José Antonio Galdón con los jóvenes ganadores del concurso por su proyecto Motor Stirling.

El premio en la categoría de educación secundaria obligatoria (ESO) ha sido para el proyecto Atlantis, presentado en solitario por el alumno Juan Gómez, del Instituto de Enseñanza Secundaria Ramiro de Maeztu, de Madrid. El trabajo se basa en una potabilizadora de agua doméstica y autosuficiente desde el punto de vista energético y está diseñado para facilitar el acceso al agua potable, con una optimización del proceso de obtención de agua dulce a partir de agua salada. Para ello, el alumno optó por el uso de energía fotovoltaica por su bajo coste, fácil accesibilidad y eficiencia energética. Con el fin de optimizar la producción y reducir costes se utilizó una impresora 3D para fabricar el prototipo, un trabajo de unas 400 horas de desarrollo y unas 250 horas de impresión.

El concurso ha otorgado también un accésit en la categoría ESO al proyecto titulado *Reutilización de aguas grises. Sistema INTI*, para un sistema de reutilización y depuración de aguas residuales, y que ha recaído también en el IES Félix Rodríguez de la Fuente, de Burgos. Hasta llegar al proyecto final han pasado por diferentes fases de investigación enfocadas hacia el ahorro del agua en las casas, y que consiste en recoger el agua de la ducha, la bañera y el lavabo y utilizarla en el inodoro. Se trata de un mecanismo sencillo que permite ahorrar grandes cantidades de agua potable de forma fácil y económica.

Entrega de premios

Los premios se entregaron el pasado 17 de junio, en la sede de la UAITIE, donde los alumnos de tercero y cuarto curso de la ESO, y de primero y segundo curso de bachillerato pudieron exponer ante los miembros del jurado calificador sus proyectos ganadores, incluso con experimentos prácticos, y donde los futuros talentos dieron a conocer con ingenio y habilidad sus sistemas de mejora de investigación e innovación de la tecnología y la industria. En total, la UAITIE ha entregado 4.400 euros en premios.

Juan Gómez, ganador del premio en la categoría de la ESO, por su proyecto Atlantis, expresó: “mucha gente no tiene acceso al agua potable por el simple hecho de haber nacido en uno u otro sitio, y pensé cómo podría realizar un proyecto para mejorar la sociedad en este sentido. Al fin y al cabo esto es lo importante de la ingeniería, intentar cambiar el mundo para mejorarlo”.

Por su parte, Javier Nieto, uno de los alumnos ganadores del concurso en la categoría de Bachillerato, por su trabajo *Motor Stirling*, señaló que se inspiraron en la teoría que habían dado en clase, “para luego aplicarla a la práctica construyendo un motor que alcanza las 450 revoluciones por minuto. El premio supone para nosotros, sobre todo, un reconocimiento a todo nuestro esfuerzo, que ha valido la pena”. En la misma línea se manifestó Elena Bustillo, una de las alumnas ganadoras del accésit, por su proyecto de Sistema INTI, sobre reutilización de las aguas residuales del baño: “Que nos reconozcan nuestro trabajo nos ha supuesto motivación para proyectos futuros”.

El presidente de Cogiti-UAITIE, José Antonio Galdón Ruiz, felicitó a todos los alumnos premiados, y les animó a estudiar ingeniería, como motivación primordial de este concurso, “para seguir en el camino de inspiración e intelecto con el que habían dejado impresionados a todos los presentes”. También les anunció que habrá más convocatorias de este tipo. Al concurso se presentaron un total de 16 trabajos procedentes de institutos de toda el territorio español.

Más información en cogiti.es.

FUNDACIÓN

La Fundación Técnica Industrial otorga sus premios sobre trabajos técnicos valorados en un total de 10.500 euros

La Fundación Técnica Industrial ha entregado a los ganadores los premios correspondientes al concurso de mejores artículos técnicos, así como el Premio Galicia 2015 y el Trabajo fin de grado 2015, cuya finalidad es recompensar y reconocer los mejores trabajos técnicos presentados en las diversas secciones establecidas

El concurso de mejores artículos técnicos premia los mejores artículos publicados en la revista *Técnica Industrial* a lo largo de 2014. En total, se han entregado nueve premios divididos en seis modalidades por importe de 500 a 1.200 euros. Por su parte, el Premio Galicia 2015 versa sobre divulgación tecnológica e industrial, está subvencionado por el Consello Galego de Enxeñeiros Técnicos Industriais, y asciende a 1.800 euros. Por último, los premios Trabajo fin de grado, valorados en 600 euros para utilizar en servicios del Consejo General y la Fundación Técnica Industrial (Acreditación DPC Ingenieros, Plataforma de formación *online*, Escuela de Fomento Industrial, certificación de expertos, etc.), en cada especialidad: eléctrica, electrónica industrial, mecánica y química.

Premios Trabajos fin de grado

Juan Domingo González Teruel (graduado en ingeniería eléctrica por la Universidad Politécnica de Cartagena) recibió el premio de la Fundación Técnica Industrial en la especialidad eléctrica por su trabajo de fin de grado titulado *Evaluación del potencial térmico del sistema de ventilación y refrigeración en una instalación de plazas solares fotovoltaicas*. Mediante el trabajo que le ha hecho merecedor de este premio ha conseguido calentar una corriente de aire a la vez que se aprovecha un sistema de refrigeración de los paneles fotovoltaicos instalados en la terraza del aulario 2 del campus de Alfonso XIII. Antonio Martín González recibió el premio en la especialidad de electrónica Industrial por el trabajo titulado *Mecanismo electrónico localizador en mamografía*, gracias al cual se consigue reducir el tiempo empleado en el procedimiento habitual, con el beneficio que conlleva tanto para los médicos como para las pacientes.

Peña Pérez Bendicho recibió el premio en la especialidad mecánica por su trabajo sobre *Abastecimiento de agua potable en una comuna rural del África austral*. La entrega del premio tuvo lugar en el paraninfo de la Universidad de Zaragoza, y contó con la presencia del decano del Colegio de Aragón y vicepresidente del Cogiti, Juan Ignacio Larraz.

Premio Galicia

Por su parte, María del Mar Conde Barbe recibió el Premio Galicia sobre divulgación tecnológica e industrial que otorga el Consello Galego de Enxeñerios Técnicos Industriais, del que Jorge Cerqueiro Pequeño es presidente, por el trabajo *Aerogenerador de baja potencia*. La entrega del premio tuvo lugar en A Coruña, el 20 de mayo, y contó con la presencia del presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, así como de los decanos de los Colegios de A Coruña, Macario Yebra Lemos; Lugo, Jorge Rivera Gómez, y Ourense, Santiago Gómez, entre otros.

Más información en www.fundacion-tindustrial.es.

De arriba abajo y de izquierda a derecha, Antonio Martín y José Antonio Galdón; Juan Domingo Gonzalez; María del Mar Conde, entre José Antonio Galdón y Jorge Cerqueiro, y Peña Pérez, entre José Antonio Galdón y Juan Ignacio Larraz.

TRABAJO

Balance de éxito en el primer año y medio de funcionamiento de la plataforma Proempleoingenieros del Cogiti

Desde que la plataforma en internet Proempleoingenieros.es se puso en marcha, en octubre de 2014, ya se han registrado unos 9.500 ingenieros, se han publicado cerca de 4.000 ofertas de trabajo y el 27% de las empresas usuarias del portal ha seleccionado a candidatos registrados en el mismo

El portal Proempleoingenieros.es ha llevado a cabo un análisis de satisfacción con el objeto de conocer la opinión de los usuarios de la plataforma de empleo dirigida a graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales. El análisis de satisfacción ha contado con la participación de más de 400 empresas usuarias del portal y 350 ingenieros procedentes de diferentes sectores, ámbitos profesionales y niveles de responsabilidad.

Los resultados alcanzados desde su puesta en marcha son extraordinarios y están convirtiendo a proempleoingenieros.es en el portal referente para la búsqueda de empleo de ingenieros. Cabe destacar que la valoración de las empresas que publican ofertas de empleo en el portal es muy buena. De tal manera, que el 74% de las empresas encuestadas considera que el portal es de gran utilidad a la hora de encontrar un candidato acorde al perfil que están buscando. También resultan muy positivas sus opiniones acerca del proceso de publicación de ofertas en el portal. Para el 73,60% de las empresas esta valoración es muy buena.

Servicio y atención

La mayoría de las empresas registradas en Proempleoingenieros que han publicado ofertas de empleo han entrevistado en la fase final de sus procesos de selección a al menos a uno de los candidatos inscritos en la base de datos del portal como demandantes de empleo, y un 27% de ellas los contrató finalmente. Con respecto a la consideración general sobre la atención recibida por parte del equipo humano de Proempleoingenieros, el 86,10% de los responsables en recursos humanos considera que es buena o muy buena.

El análisis realizado al respecto ha revelado también alguno de los hábitos de las empresas en sus procesos de reclutamiento. Por ejemplo, el 50% de las empresas prefiere realizar entrevistas presenciales, frente al 24% que se decanta por la entrevista telefónica, y el 13,9% utiliza habitualmente los servicios de las plataformas de videollamadas.

Desde el punto de vista de los candidatos, al 64% le parece bien el número de ofertas que se publican habitualmente en el portal. En cuanto a la valoración general de los usuarios, el 70% considera que se trata de una herramienta muy útil en la búsqueda de empleo.

También es reseñable que el 70% de los usuarios del portal lo utiliza de forma habitual para hacer llegar su currículum a las empresas que ofrecen empleo y el 17% afirma haber sido preseleccionado entre los candidatos finalistas en el proceso de selección. Sin embargo, el dato más significativo es que el 10% de los ingenieros que busca trabajo a través del portal lo consigue.

Para la realización del análisis y definir puntos de mejora futuros, se ha intentado conocer la visión de los usuarios de la plataforma sobre los distintos servicios de apoyo a la obtención de empleo que ofrece (Pilot primer empleo, Bolsa de trabajo, Becas Ing., Mentoring profesional, Coaching, "Movemos tu curriculum", Formación, y Acreditación DPC Ingenieros). En este sentido, el 68% de los usuarios encuestados respondió que estos servicios les parecían buenos o muy buenos. De entre todos ellos, el servicio mejor valorado es el de la bolsa de empleo (31%), seguido de "Movemos tu curriculum" (25%), y formación - Plataforma *e-learning* del Cogiti (16%). Los resultados obtenidos del análisis de satisfacción servirán al equipo de proempleoingenieros.es para la mejora y desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones.

Actualmente, el Cogiti también está trabajando en el desarrollo de una aplicación para móviles, que facilitará a los usuarios del portal la búsqueda de empleo y el envío del currículum. En estos momentos, hay cerca de 200 ofertas de empleo activas, más de 400 empresas registradas como usuarias del portal y unos 9.500 ingenieros registrados.

Sobre la plataforma

El portal www.proempleoingenieros.es es la primera plataforma integral de servicios para el empleo dedicada a ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería de la rama industrial en España. Es una plataforma de servicios relacionados con la gestión on line de ofertas de empleo, orientación profesional y gestión de carrera, adaptados a las necesidades particulares de cada usuario.

CONSEJO

El presidente del Cogiti traslada a los alumnos de la EINA de Zaragoza las buenas perspectivas de la ingeniería

Los retos actuales y futuros de una de las profesiones con más demanda en todo el mundo han sido abordados por el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, en su conferencia *Nuevos horizontes en la ingeniería* pronunciada en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza ante un nutrido grupo de alumnos y profesores

En la conferencia, Galdón analizó cuestiones como las recientes reformas en el sistema universitario español al amparo del Marco Europeo de Cualificaciones; el anteproyecto de Ley de Servicios y Colegios Profesionales; la Acreditación DPC Ingenieros (www.acreditacioncogitipdc.es), y diversas iniciativas que el Cogiti ha puesto en marcha en áreas como la formación (www.cogitiformacion.es), la movilidad internacional y la búsqueda de nuevas oportunidades profesionales.

En este último punto cabe citar el portal proempleoingenieros.es, que es punto de encuentro para la oferta y la demanda laboral del sector, y el programa de movilidad internacional, que lleva asociado un plan de retorno para que los profesionales estén informados de las ofertas de trabajo de nuestro país, por si deciden regresar.

José Antonio Galdón afirmó: "Nuestro primer deseo es que los colegiados consigan trabajo, y para eso ponemos a su alcance, desde los colegios, una amplia gama de herramientas que les ayudan a ejercer su profesión con responsabilidad, aportando a la sociedad todo lo que se espera de ellos". Además, abogó por "una concepción de la ingeniería más moderna, dinámica y práctica, basada en la capacidad técnica de los profesionales y no solo en una foto estática de sus atribuciones".

También realizó un repaso de la situación actual de los profesionales de la ingeniería y de los retos que tienen ante sí. Es un contexto en el que ha indicado que la profesión de ingeniero sigue siendo imprescindible para conseguir una sociedad más próspera, además de seguir ofreciendo buenas perspectivas laborales. En los últimos años ha habido "un parón que también nos ha afectado a los ingenieros, pero no en tanta proporción", puesto que la tasa de paro del sector se ha situado en el 10-12%.

Esta situación ha favorecido que "los ingenieros se hayan ido a trabajar fuera, pero no lo veo como una pérdida de talento, de capital o de fuga de cerebros" porque "entendemos que es mejor que un ingeniero que no encuentra trabajo en España, para ejercer su actividad profesional, salga fuera antes que trabajar en otras áreas profesionales", señala Galdón.

De hecho, para facilitar el retorno, ha explicado que desde el Consejo se ha puesto en marcha un plan de movilidad internacional, que lleva asociado un plan de retorno a través del que se ofrece información de nuevas oportunidades en España para que se pueda volver. "La mayoría quiere volver a España. Sigue siendo talento español, aunque se desarrolle en otro país".

El presidente del Consejo General ha manifestado que los jóvenes estudiantes de ingeniería deben "tener confianza en ellos y en sus posibilidades, en su formación... porque tienen campos y horizontes que tienen que abrir", además de contribuir a impulsar la industria.

Hacia una única profesión

Durante su conferencia, Galdón también hizo alusión a los retos que tienen ante sí en el sector, como es el caso del anteproyecto de Ley de Servicios y colegios profesionales, que "lleva un tiempo paralizado y que tiene luces y sombras".

En este sentido, el presidente del Cogiti señaló que este anteproyecto tiene "aspectos importantes" como, por ejemplo, "implantar atribuciones más modernas a los ingenieros", en lugar del sistema actual en el que "todos los ingenieros tienen las mismas atribuciones con independencia de sus capacidades y experiencia", de manera que se avance hacia un sistema de atribuciones individuales como las que se emplean en otros países, con el fin de que los ingenieros españoles puedan ganar en competitividad porque "esto nos hace ser menos competitivos y, por eso, todo lo que sea evolucionar por lógica y que los profesionales puedan ser más competitivos es importante".

Galdón también señaló la importancia de que se adapte la profesión al resto del mundo, poniendo fin a la dualidad en España en la profesión de ingeniería, y que se produzca una evolución sobre el ejercicio profesional.

Más información en cogiti.es.

Acto académico del Colegio de Aragón

El Colegio de Aragón, encabezado por su decano, Juan Ignacio Larraz, celebró un acto académico en homenaje a los colegiados que han cumplido 25 y 50 años en la profesión. El acto tuvo lugar el 29 de abril en el Paraninfo de la Universidad de Zaragoza y contó con la presencia de destacadas personalidades, como el subdelegado del Gobierno en Zaragoza, Ángel Val, y el director general de Industria de Aragón, Fernando Fernández, entre otros, además del presidente del Cogiti, José Antonio Galdón.

El ‘controller’ es un agente estabilizador de la empresa

Caso práctico sobre el ‘controller’ de gestión como estabilizador de la cuenta de resultados en la internacionalización de la empresa y nexo entre fabricación, compras, logística, ventas y finanzas

Jorge Pamies

Desde el inicio de la crisis financiera, muchas empresas se han visto obligadas a salir fuera y potenciar sus ventas y compras en mercados globales. En este nuevo marco, la empresa empezó a convivir con nuevos agentes, anteriormente desconocidos y sin casi importancia. El *controller* de gestión empezó a aportar una ventaja competitiva a la organización y a ser un estabilizador de las decisiones a corto, medio y largo plazo. Es, sobre todo, el nexo vital entre fabricación, distribución y ventas, dando trazabilidad entre la parte operativa y la parte financiera.

El *controller* empezó a trabajar y generar, junto con la dirección general, simuladores de escenarios para reducir la incertidumbre presupuestaria y de gestión, provocada por la inestabilidad de los mercados financieros, la incertidumbre económica de muchos países y la mayor complejidad de las divisas.

Tras la caída de los principales bancos de inversión y con el inicio de la crisis, el mercado cambió totalmente en las divisas. Antes, las divisas de caracterizaban por: volatilidad reducida, emisión de renta fija privada colocada en los primeros días, financiación de operaciones apalancadas (CDOs, LBOs), devaluación del yen durante tres años, revalorizaciones bursátiles positivas acumuladas durante cuatro años y la poca demanda de los productos de rentabilidad absoluta. Después, la situación cambió, destacando como principales rasgos los siguientes: *spreads* de crédito muy elevados, volatilidad de los mercados muy elevada, renta fija privada con gran liquidez, apreciación del yen y fuertes caídas bursátiles.

A partir de finales de 2007, se dio un cambio fuerte en los tipos de cambios y se incrementó la incertidumbre; y, desde 2008, el euro se apreció respecto al dólar

Caso práctico de una empresa de relojes deportivos

La empresa GCCI High Cardio-Technologies, líder en relojes deportivos, ante estos cambios de tendencia de las divisas (tabla de divisas), vio como oportunidad llevar su fabricación a China, ya que el tipo de cambio favorecía mucho al euro y las compras en China se realizaban en dólares.

A finales de 2013, toda su fabricación ya la realizaba en China. El coste de cada reloj era de 120 dólares por unidad (este coste incluía la fabricación y el transporte hasta el almacén central de la empresa en Madrid). Vendía el 40% en Estados Unidos y el 60% en España (tabla de Proyecciones A).

Pero esta situación tan positiva empezó a cambiar por la incertidumbre en Europa a partir finales de 2014 y, sobre todo, de enero de 2015, cuando el tipo de cambio empezó a cambiar. El euro se depreció respecto al dólar, pasando de un tipo de cambo de 1 €/1,32 $ a uno de 1 €/1,10 $. Esto implicaba que con las proyecciones que se habían realizado de ventas para 2015 (tabla de Proyecciones B) con el nuevo tipo de cambio la empresa obtendría más ventas totales, pasando de 221.061.818 € a 235.898.182 €, pero pasaría de tener un Margen Bruto Ingresado de 122.183.636 € a 117.856.364 €, reduciéndose en 4.327.273 €. Ante esa situación, se realizó un comité de crisis dónde el *controller* asumió el eje principal de las decisiones.

Este tenía que buscar una solución al problema y no se podían contratar seguros de cambio, ya que era enero y no había tiempo: las compras se realizarían a

Proyecciones A

Tipo de cambio: 1€=1,32$

	Coste Unitario	Qty Unidades	Coste Total	Coste Total
Costes de fabricación $-PC$	$120,00	1.020.000		$122.400.000
Tipo de cambio	1€=1,32$			
Costes de fabricación $-PC$	90,91€	1.020.000		92.727.273€
Precio de Venta España PVP€	240,00€			
% Rentabilidad compras unidad PVP €/PC €-1	164,0%			
	Coste Unitario	Qty Unidades	Coste Total	Coste Total
Coste de transporte a las tiendas España	5€	612.000	3.060.000€	3.060.000€
Coste de transporte a las tiendas US	$10,00	408.000	$4.080.000	$3.090.909
Coste de transporte				6.150.909€
Ventas	PVP Unitario	Qty Unidades	Total moneda local	Total
Ventas US (40% de las ventas)	$240,00	408.000	$97.920.000	74.181.818€
Ventas España (60% de las ventas)	240,00€	408.000	146.880.000€	146.880.000€
				221.061.818€
			Margen bruto ingresado	122.183.636€

Proyecciones B

Tipo de cambio: 1€=1,105$

	Coste Unitario	Qty Unidades	Coste Total	Coste Total
Costes de fabricación $-PC$	$120,00	1.020.000		$122.400.000
Tipo de cambio	1€=1,105$			
Costes de fabricación $-PC$	109,09€	1.020.000		111.272.727€
Precio de Venta España PVP€	240,00€			
% Rentabilidad compras unidad PVP €/PC €-1	120,0%			
	Coste Unitario	Qty Unidades	Coste Total	Coste Total
Coste de transporte a las tiendas España	5€	612.000	3.060.000€	3.060.000€
Coste de transporte a las tiendas US	$10,00	408.000	$4.080.000	$3.709.091
Coste de transporte				6.769.091€
Ventas	PVP Unitario	Qty Unidades	Total moneda local	Total
Ventas US (40% de las ventas)	$240,00	408.000	$97.920.000	89.018.182€
Ventas España (60% de las ventas)	240,00€	612.000	146.880.000€	146.880.000€
				235.893.182€
			Margen bruto ingresado	117.854.364€

Proyecciones C

Tipo de cambio: 1€=1,10$

	Coste Unitario	Qty Unidades	Coste Total	Coste Total
Costes de fabricación $-PC$	$120,00	1.020.000		$122.400.000
Tipo de cambio	1€=1,10$			
Costes de fabricación $-PC$	109,09€	1.020.000		111.272.727€
Precio de Venta España PVP€	240,00€			
% Rentabilidad compras unidad PVP €/PC €-1	120,0%			
	Coste Unitario	Qty Unidades	Coste Total	Coste Total
Coste de transporte a las tiendas España	5€	612.000	3.060.000€	3.060.000€
Coste de transporte a las tiendas US	$10,00	408.000	$4.080.000	$3.709.091
Coste de transporte				6.769.091€
Ventas	PVP Unitario	Qty Unidades	Total moneda local	Total
Ventas US (40% de las ventas)	$252,00	408.000	$102.826.000	93.469.091€
Ventas España (60% de las ventas)	240,00€	612.000	146.880.000€	146.880.000€
				240.349.091€
			Margen bruto ingresado	122.107.273€

Tabla 0: Efecto tipo de cambio en las ventas y subida PVP

Ventas	Proyección A	Proyección B	Proyección C
Ventas US (40% de las ventas)	74.181.818 €	89.018.182 €	93.469.091 €
Ventas España (60% de las ventas)	146.880.000 €	146.880.000 €	146.880.000 €
Total de ventas	221.061.818 €	235.898.182 €	240.349.091 €

Ventas	Proyección A	Proyección B *Por efecto tipo de cambio*	Proyección C *Por efecto subida +5%PVP*
Ventas US (40% de las ventas)	0%	20%	20%
Ventas España (60% de las ventas)	0%	0%	0%
Total de ventas	0%	7%	9%

inicios de febrero. Durante dos semanas, el *controller* realizó varias simulaciones y escenarios, tanto en fabricación-compras como en el área de ventas mediante ajustes de precios, desarrollando un cuadro de mando-simulador de precios, que le llamaron CMI Dinamyc Pricing.

Lo que el *controller* hacía con el CMI Dinamyc Pricing eran simulaciones de compras y de ventas, llegando a la conclusión de que la mejor opción era subir los precios en dólares solo un 5%, situándose en 252 $ por unidad (tabla de Proyecciones C). Es decir, gracias al tipo de cambio de 1 €/1,10 $ y un incremento del +5% en el PVP, la empresa paso de facturar 74.181.818 € a 93.469.09 € (tablas de Proyecciones A y C) en Estados Unidos, es decir un +25% de incremento: +5% por subida precios y +20% por efecto tipo de cambio (tabla de Efecto tipo de cambio).

Esa decisión se consensuó con el equipo de ventas y llegaron a la conclusión de que el producto era lo suficientemente bueno y que no se perderían ventas. Con esta estrategia de subida de precios pudieron minimizar los impactos producidos por los tipos de cambios en las compras en la cuenta de resultados.

Visión global y transversal

Desde ese momento, el *controller*, junto con los directores de compras, fabricación y dirección general, generaba escenarios tanto de compras como de ventas, de forma mensual, para poder tomar las mejores decisiones en ambas partes, tanto en el origen como en la parte final de la cadena de valor.

El *controller* se convirtió en el nexo entre la parte operativa y la financiera, puesto que era la única persona que tenía y tiene una visión global y transversal del negocio y de la cadena de valor desde el punto de vista numérico y de la repercusión de la toma de decisiones.

Wolters Kluwer Formación, el Chartered Controller Analyst (CCA) y el Global Chartered Controller Institute (GCCI) se unen en una alianza única: con el aporte de sus principales recursos y conjugando la experiencia académica de las instituciones, han elaborado un programa que, bajo un esquema de titulación conjunta, ofrece una formación sólida e innovadora dentro del control de gestión, una de las carreras con mayor proyección profesional.

El programa Ejecutivo en Control de Gestión, Estrategia e Innovación aporta a los profesionales de distintas especialidades y a los ingenieros técnicos industriales un sólido bagaje conceptual, así como un amplio conocimiento de los instrumentos y técnicas en el control de gestión, de modo que los participantes sean capaces de entregar soluciones prácticas a los desafíos que impone el mundo actual de los negocios, para crear valor en sus organizaciones.

Son muchos los ingenieros que ya han completado su formación con este programa. Además de la contrastada experiencia de su cuerpo docente y de las entidades que lo organizan, es un programa *elearning* en su totalidad, que facilita el acceso y seguimiento de sus contenidos y favorece la organización de los alumnos según su propio tiempo y disponibilidad. Un programa que, además, ha generado oportunidades de mejora en el desarrollo profesional y empleabilidad a muchos profesionales que más allá de sus conocimientos técnicos, consolidan el necesario aprendizaje financiero en las organización actuales y futuras.

Jorge Pamies es director académico del Chartered Controller Analyst y director del Programa Ejecutivo en Control de Gestión Estrategia e Innovación Wolters Kluwer.

Wolters Kluwer

13ª EDICIÓN

Programa Ejecutivo en

Control de Gestión, Estrategia e Innovación. Controllers

- Más de **1.000 alumnos formados**.
- En colaboración con el **Chartered Controller Analyst – CCA y Global Chartered Controller Institute – GCCI**.
- El programa de referencia en el **Control de Gestión**.
- Sólida y completa formación dentro del control de gestión, Controller, una **disciplina cada vez más demandada por las empresas**.

- DISEÑADO E IMPARTIDO **100% por profesionales en activo.**
- Acceso al examen del **CHARTERED CONTROLLER ANALYST –CCA®**
- Aprendizaje flexible e innovador a través de un **campus virtual** que permite:
  - **VIDEOCONFERENCIAS** en directo.
  - **FOROS de debate.**
- Con acceso durante el programa a la revista Wolters Kluwer **Estrategia Financiera.**

699 49 77 51 | aduran@wke.es

← Infórmate ahora

Réplica impresa en 3D del arco de Palmira destruido por Estado Islámico que se instalará en la plaza de Trafalgar en Londres.

Imprimir el pasado en 3D

Las técnicas aditivas de impresión tridimensional permiten recuperar patrimonio arqueológico destruido por conflictos armados y clonar piezas antiguas para museos y escuelas

Joan Carles Ambrojo

Los *Indiana Jones* del mundo real usan espectrómetros, drones e impresoras 3D e investigan y también recuperan los vestigios del pasado dándoles forma material. La arqueología virtual son tecnologías que permiten desentrañar cómo eran las sociedades antiguas, cómo vivían, qué artefactos creaban y cómo los utilizaban. "Es un medio, no un fin, para entender mejor el patrimonio histórico", afirma José Luis Lerma, director del Grupo de Investigación en Fotogrametría y Láser Escáner (GIFLE) de la Universidad Politécnica de Valencia. Son unas tecnologías que requieren "un matrimonio entre la arqueología, la ingeniería, la informática y las ciencias naturales", como describe Thomas Levy, profesor de Antropología de la Universidad de San Diego (California, EE UU).

La destrucción generalizada de importantes sitios arqueológicos por conflictos bélicos, motivos religiosos o económicos, en particular en el Oriente Medio, es motivo de gran preocupación en el mundo cultural. La reconstrucción 3D y las tecnologías de fabricación aditiva (impresión tridimensional), pueden ser una solución. Impresoras 3D construirán réplicas gigantes del arco de Palmira que marcaba la entrada al templo de Bel en Siria y que fue destruido el año pasado por Estado Islámico. El Institute for Digital Archeology (IDA), una iniciativa conjunta entre las universidades de Harvard, Oxford y el Museo del Futuro de Dubái, planea instalar sendas copias en Nueva York y Londres a partir del modelado de miles de fotografías. El IDA también pretende generar un banco de imágenes en 3D a finales de año y perfeccionar la tecnología de impresión tridimensional a gran escala.

El paso del tiempo y la contaminación son otros enemigos. Conservadores de museos pueden reparar las piezas más frágiles o dañadas preservando los originales antiguos. Esto es algo que entraña otros riesgos: el tráfico ilegal de impresiones 3D, advierte José Luis Lerma. "Conozco curadores que trabajan en el extranjero que se niegan a que los técnicos utilicemos el 3D fotorrealístico en su museo por miedo a que se hagan falsificaciones de la obra real", advierte. Según los expertos, bastan unos minutos para escanear en tres dimensiones una estatua de tamaño humano o un artefacto histórico y luego imprimirlo en 3D. Algunos arqueólogos utilizan sistemas como Sketchfab para crear, subir y compartir modelos tridimensionales de

Proceso de documentación fotogramétrica en campo en el transcurso de la campaña de excavación. Foto: Víctor Manuel López-Menchero / (SEAV).

Los nuevos escáneres láser han revolucionado las técnicas de documentación de grandes superficies arqueológicas. Foto: Víctor Manuel López-Menchero / (SEAV).

Los nuevos sistemas de digitalización como EyesMap permiten documentar yacimientos arqueológicos a gran velocidad con una precisión inédita hasta la fecha. Foto: Víctor Manuel López-Menchero / Sociedad Española de Arqueología Virtual (SEAV).

forma gratuita en Internet. Los denominados videojuegos serios también son útiles, siempre que haya detrás un guionista arqueólogo o historiador para que las acciones del usuario sean las que se podían hacer en la época, dice Joan Anton Barceló, doctor en Prehistoria de la Universidad Autónoma de Barcelona. Es algo que ha hecho el Instituto de Inteligencia Artificial del CSIC, que ha desarrollado un juego sobre la vida en la antigua ciudad de Uruk.

Estas réplicas realísticas tridimensionales permiten tocar artefactos o piezas arqueológicas en la clase o en el domicilio sin poner en riesgo las auténticas. La impresión 3D está funcionando sobre todo para crear réplicas de objetos (cuchillo de sílex, cerámica de la Edad del Bronce, etc.) y no tanto para elementos arquitectónicos, afirma Joan Anton Barceló. Tienen mayor salida en las tiendas de recuerdos y en universidades y escuelas de secundaria: "Los fósiles del proceso de hominización son muy difíciles de conseguir y ahora los tenemos impresos en 3D", añade este investigador de la UAB; su grupo usa los modelos virtuales de una excavación para enseñar a los futuros arqueólogos cómo excavar y a tener presente una serie de elementos interesantes.

La lacra del saqueo también es preocupante. Sarah Parcak, arqueóloga espacial, dedicará el millón de dólares del premio TED que ha recibido para desarrollar una plataforma en línea que permita a cualquier persona utilizar imágenes de satélite para descubrir millones de sitios arqueológicos en todo el mundo, sin descubrir su posición GPS, para protegerlo contra el despojo. "El objetivo es democratizar el proceso de descubrimiento arqueológico y permitir que cualquiera pueda participar", afirma Parcak.

La arqueología virtual nació en la década de 1990: Keniji Oazawa comienza a reconstruir en 3D en Japón. Simultáneamente, la Universidad de Southampton realiza trabajos en colaboración con el centro de visión por computador de IBM, en las tumbas de Stonehenge y grandes megalitos en la zona de Essex. Posteriormente, se incluye el trabajo con artefactos. A finales de la década de 1990 comienzan a aparecer los escáneres tridimensionales que traen una segunda gran revolución: los datos se adquieren directamente en 3D. General-

La introducción de nuevas tecnologías ha permitido que muchos museos arqueológicos llenen sus salas todos los días con nuevos visitantes. Museo Arqueológico Provincial de Alicante. Foto: Víctor Manuel López-Menchero / (SEAV).

mente, se obtienen las cimentaciones y primeras alturas de los muros y luego se plantea una reconstrucción virtual mucho más precisa.

En la arqueología, uno de los primeros pasos es documentar un yacimiento. Luego se desarrolla la hipótesis virtual, que puede ser tirada por tierra en cualquier momento. "Ahora mismo probablemente es verdad que la pata fundamental de la documentación 3D con fotogrametría o escáner láser ha desbancado en gran parte a la difusión mediante reconstrucción virtual", dice Víctor Manuel López-Menchero, de la Sociedad Española de Arqueología Virtual (SEAV). Lo más positivo, añade, es haber permitido "consolidar una imagen mucho más científica de la arqueología virtual", añade.

España es una potencia en la aplicación de la arqueología virtual, asegura López-Menchero, y cuenta con numerosos grupos de investigación que trabajan en este campo. De hecho, la SEAV, INNOVA Center y 18 grupos de investigación de 15 universidades españolas propusieron la creación del primer Plan de Formación Internacional en Arqueología Virtual y Patrimonio cultural. Es un plan que también busca nuevos enfoques teóricos: desde la reconstrucción virtual y visualización a la documentación geométrica, la visualización avanzada y virtual del patrimonio cultural o la presentación y la interpretación del patrimonio. "Es una profesión con mucho futuro porque faltan expertos en las técnicas de arqueología virtual. Muchos de nuestros alumnos se están especializando en arqueología virtual, bien sea a partir de proyectos de final de carrera o tesis, que están ligadas a proyectos de investigación, y aunque hay mucho patrimonio para estudiar, existe poco apoyo a la investigación por parte de la Administración pública", añade Lerma.

"Hasta los profesionales más tradicionalistas ya ven el potencial que tienen las nuevas tecnologías aplicadas, que han incrementado considerablemente su potencia en los últimos años" y su democratización: "Estas herramientas nos permiten generar documentación 3D, siempre con el apoyo de los ingenieros, pero empezamos a ser algo autónomos. Esto significa que presupuestos muy ajustados, como los de la arqueología, se puede trabajar con la fotogrametría con unos niveles de precisión suficientes", afirma López-Menchero. Entre las numerosas investigaciones españolas, Barceló destaca reconstrucciones virtuales como el poblado de la Edad del Hierro en Santiago de Compostela, la reconstrucción de Itálica y las reconstrucciones romanas de la ciudad de Barcelona.

Normalizar las visualizaciones 3D a nivel internacional es fundamental para el progreso de estas técnicas. Un intento de ello son los *Principios de Sevilla* (2011), documento que normaliza las visualizaciones 3D del patrimonio arqueológico, y la *Carta de Londres* (2009), que hace lo mismo con el patrimonio cultural.

El grupo de José Luis Lerma trabaja en el análisis espectrofotométrico y calibración de cámaras aplicadas al estudio de arte rupestre. "Se trata de analizar el componente geométrico, el colorimétrico y el radiométrico y predecir cómo va a evolucionar a lo largo del tiempo. Cuando se ve una imagen te crees que está bien, pero el sensor tiene ruido, las condiciones de luz no son homogéneas, etc. Se trata de mejorar el proceso de documentación. Tratamos de establecer unos procedimientos para que la documentación se haga bien y sea fiel".

La cuestión técnica de algunos proyectos presentados a la Unión Europea la llevan los informáticos y los arqueólogos van a remolque porque la tecnología no la han acabado de integrar o de hacer suya, sostiene Joan Anton Barceló.

Dos fotos de las reconstrucciones virtuales que actualmente se pueden ver en el Museo de los Caños del Peral en el interior de la estación de metro de Ópera (Madrid). Foto: Víctor Manuel López-Menchero / SEAV.

Las reconstrucciones virtuales facilitan la comprensión del pasado. Reconstrucción virtual de la villa romana de Camesa Rebolledo (Cantabria). Foto: Víctor Manuel López-Menchero / (SEAV).

La formación sigue siendo la gran asignatura pendiente de la arqueología virtual. La Sociedad Española de Arqueología Virtual trabaja activamente en esta dirección. II Seminario de documentación y musealización 3D de patrimonio cultural, Madrid, 17-19 de septiembre de 2014. Foto: Víctor Manuel López-Menchero / SEAV.

Ingeniería inversa

El grupo de Joan Anton Barceló ha reconstruido un arco neolítico de más de 7.000 años con técnicas de 3D y materiales de madera. Lo más interesante ha sido reproducir en el ordenador la física antigua del uso de este instrumento; también de un hacha prehistórica. Ahora replican cabañas antiguas. "Las réplicas impresas están bien", pero considera más atractivas para el público las reconstrucciones de poblados antiguos usando la misma tecnología que usaron sus habitantes. "La gente tenía unas ideas mecánicas determinadas y hemos de conocer las limitaciones de esas tecnologías, cómo construían, qué peso podía aguantar una cabaña, qué extensión podía tener, cómo se iluminaba, qué actividades se podían desarrollar en su interior en función de los elementos de iluminación, etc.". Informáticos, ingenieros, físicos y otros profesionales trabajan mediante ingeniería inversa: parten de los resultados constatados en la excavación y reconstruyen el edificio tratando de entender por qué era como era; todo para entender mejor la eficiencia de los medios de producción, sus métodos y los límites que tenían y así comprender por qué las sociedades humanas van cambiando y su tecnología es cada vez más eficiente".

Ecosistema industrial digital

En el mundo cada vez existen más dispositivos capaces de procesar y transmitir información que controlan multitud de procesos físicos en redes digitales globales interconectadas, como drones, coches autónomos, cadenas de robots industriales y trenes inteligentes. Desde la Revolución Industrial, las industrias han evolucionado para adoptar las tecnologías nuevas que han ido apareciendo. Muchos especialistas piensan que el impacto que tuvo la electricidad en todos los procesos será emulado por Internet y la digitalización en los nuevos modelos de producción. Este nuevo reto industrial también será para los ingenieros.

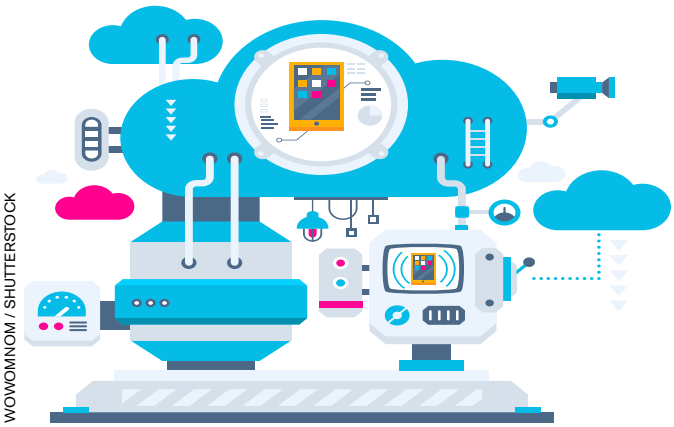
La mayoría de las empresas industriales españolas tiene acceso a Internet, de banda ancha, y casi cuatro de cada cinco empresas disponen de banda ancha móvil. ¿Pero esto es suficiente para un cambio de paradigma en la industria? La conectividad es clave, pero la "inteligencia" tiene que llegar a todos los ámbitos industriales. Por tanto, distintos "actores" entrarán en juego. Uno de ellos sin duda son los sensores. La maquinaria contiene, cada vez más, un número importante de sensores que permiten captar toda la información necesaria para ajustar su funcionamiento en tiempo real o para indicar operaciones erróneas. Sensores basados en fibra óptica son capaces de detectar las fugas o el deterioro de sistemas de conducción de gas y agua a muchos kilómetros de distancia, evitando los elevados costes de supervisión de estas instalaciones.

"LA INDUSTRIA NECESITARÁ ANÁLISIS DE DATOS DENTRO DE LO QUE SE HA DENOMINADO BIG DATA Y DESARROLLOS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL"

Se espera alcanzar un billón de sensores en el año 2020, lo que supondrá más de 100 sensores por cada habitante del planeta. Algunas empresas estiman que el número de sensores por habitante será superior a 1.000 en el año 2017. Todas las previsiones ponen de manifiesto el impacto económico de estas tecnologías, que podrían alcanzar el 0,1% del PIB mundial en el año 2023. Esta tendencia se verá potenciada por el desarrollo del concepto de Internet de las Cosas, que permitirá que cada vez más objetos capten información del entorno y se conecten a Internet, ofreciendo un flujo de datos que se podrá utilizar de diversas maneras. En la actualidad se calcula que existen 3.750 millones de objetos conectados a Internet; en el año 2020 esta cifra se multiplicará por más de 6 hasta llegar a los 25.000 millones.

Para cumplir estos objetivos será necesario abordar retos como la miniaturización, la integración de capacidades de comunicación en muchos casos inalámbrica, capacidades informáticas y fuentes de energías lo más independientes posible. Pero, además, la industria necesitará análisis de datos dentro de lo que se ha denominado Big Data y desarrollos en inteligencia artificial.

Conceptos como sistemas ciberfísicos estarán en auge en esta nueva revolución. Un sistema ciberfísico integra capacidades de computación, almacenamiento y comunicación junto con capacidades de seguimiento y/o control de objetos en el mundo físico. Los sistemas ciberfísicos están, normalmente, conectados entre sí y a su vez conectados con el mundo virtual de las redes digitales globales. Permiten, por ejemplo, el desarrollo de una nueva generación de soluciones de control de una máquina o herramienta para optimizar su rendimiento. También el monitorizado del estado de la máquina y, en general, de un sistema y la optimización de su estrategia de operación y mantenimiento y robots que tienen en cuenta información del contexto y aprenden unos de otros, en un sistema colaborativo.


WOWOMNOM / SHUTTERSTOCK

Certificar todos estos procesos es una de las prioridades industriales. Por ello, ahora un proyecto de investigación europeo denominado AMASS en el que participan científicos de la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) trata de mejorar los procesos de certificación empleados para acreditar su funcionamiento correcto. El objetivo: desarrollar una herramienta que permita establecer una especie de "ITV" digital del futuro.

Otro concepto al que habrá que darle forma es la automatización dentro de lo que ya se denomina ecosistema industrial, que obliga a cambiar la forma en la que los diferentes agentes interaccionan, pasando de la comunicación a la conexión en tiempo real. Para que este cambio sea posible es necesaria la adopción de plataformas que permitan implantar este nuevo modelo de interacción. Una de ellas es Fiware[23], que tiene como objetivo el desarrollo de servicios inteligentes en diversos sectores tratando de fomentar un ecosistema de industrial a su alrededor. Esta es una iniciativa financiada por la Unión Europea para que las empresas puedan sacar el máximo partido de las tecnologías digitales. Tal vez los que tengan dificultad para participar en este ecosistema sean los trabadores. Martin Ford, en su libro *El auge de los robots,* analiza el nuevo paradigma económico derivado de la automatización. El empresario de Silicon Valley advierte de los efectos del desarrollo tecnológico y el avance de la robótica en la sociedad, la economía y la forma de ganarnos la vida, pero también sugiere un plan de acción para un futuro mejor. Para Jaron Lanier, "nadie que se interese por el futuro de la dignidad humana puede darse el lujo de saltarse la lectura de este libro".

Mupiti Vida

Seguro de vida renovable anualmente, ajustándose a su edad y al capital suscrito.

Garantía principal:

- Fallecimiento por cualquier causa.

Garantías complementarias:

- Fallecimiento por accidente y por accidente de circulación (doble y triple capital, respectivamente).
- Incapacidad Absoluta y Permanente.
- Incapacidad Absoluta y Permanente por accidente y por accidente de circulación (doble y triple capital, respectivamente).

La cobertura de incapacidad se extinguirá en la anualidad del seguro dentro de la cual el asegurado cumple la edad de 65 años.

La cobertura de fallecimiento se extinguirá en la anualidad del seguro dentro de la cual el asegurado cumpla los 73 años.

Desde **7€*** al mes

puedes proteger y asegurar la tranquilidad de los que tu más quieres.

* Prima mensual calculada para un asegurado (hombre o mujer) de entre 20 y 35 años que contrata el seguro con un capital asegurado de 30.000 €

Consúltenos en el 900 820 720 o en info@mupiti.com
Nuestros asesores le orientarán para saber qué capital se adapta mejor a su caso personal.