

Técnica Industrial 315

LA REVOLUCIÓN CHILENA DEL BIOGÁS

NUEVO CICLO PARA LOS COGENERADORES ESPAÑOLES

LABDOO, LA RED DE LOS PORTÁTILES SOLIDARIOS

REHABILITACIÓN EN EDIFICIOS

INSTALACIONES MÁS EFICIENTES • LA FORMACIÓN TÉCNICA PARA LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS • RETALES TEXTILES PARA DIVISIONES MÁS AISLANTES Y SOSTENIBLES • LA SITUACIÓN DE LA REHABILITACIÓN EN ESPAÑA

EL FORO DE LA INGENIERÍA IMPULSARÁ LAS VOCACIONES TECNOLÓGICAS

- > DEVELOPMENT OF A FILAMENT AUTO-DETECTION SYSTEM FOR FUSED DEPOSITION MODELLING 3D PRINTERS
- > SPHINX COMO HERRAMIENTA DE CÓDIGO ABIERTO PARA DOCUMENTAR PROYECTOS TÉCNICOS
- > INVESTIGACIONES BIOTRIBOLÓGICAS EN ACOPLAMIENTOS CARACTERÍSTICOS DE LAS PRÓTESIS ARTICULARES

SEGURO DE AHORRO

bambú
DE MUPITI

MÁS RENTABILIDAD CON MÁXIMA SEGURIDAD

Infórmate en tu Colegio
o en el teléfono gratuito:

900 820 720

También en:

info@mupiti.com

www.segurodeahorrobambú.com



1,75%

Interés garantizado
durante el primer año.

*Rentabilidad bruta garantizada a la que se
descontará los gastos de administración.

INDICADOR DE RIESGO Y ALERTAS DE LIQUIDEZ

Indicador de Riesgo

Alertas de Liquidez

1 / 6

Este número es indicativo del riesgo
del producto, siendo 1/6 indicativo de
menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

66 El reembolso, rescate o la devolución
anticipada de una parte o de todo el principal están
sujetos a un plazo de preaviso mínimo relevante.

CONTRÁTALO AHORA Y PROTEGE TUS AHORROS

Periodo de contratación del 1 de Octubre de 2016 al 31 de Enero de 2017. Durante el periodo de garantía no se podrá ejercitar el derecho de rescate. Una vez pasado el periodo de la garantía el interés garantizado será del 1% más la participación en beneficios que pudiera corresponder. Edad 19-79 años. Aportación mínima desde 10.000 euros (También se aplica si la suma de las aportaciones de la unidad familiar suman un mínimo de 10.000 euros). Aportación máxima: Sin limite. La rentabilidad neta (Descontados los gastos) garantizada, depende de la edad y el importe de la aportación. Solicítanos tu cálculo exacto.



COGITI

Formación

e-learning



➤ Campus Virtual: Oferta formativa - Selección de cursos

REVIT 2015 + MEP instalaciones

Diseño e inspección de instalaciones eléctricas de Alta Tensión Reglamento 337/2014

Diseño de útiles de procesado de chapa

Instalaciones solares fotovoltaicas

Peritación, investigación y reconstrucción de accidentes de tráfico

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

Especialización de ingenieros en el sector de la automoción

Elaboración de proyectos y normas de seguridad en PRL

Curso superior de energía eólica

Válvulas de control hidráulico

Auditorías energéticas

Instalaciones de energía solar térmica

Iniciación a la peritación de riesgos diversos

PLC programación lineal y estructurada (Step7 Siemens)

Experto en seguridad contra incendios

Cálculo y diseño de instalaciones de energía geotérmica

Asesor técnico ambiental

Experto en fiscalidad e impuestos para el ingeniero

Curso avanzado de CE3X

Diseño avanzado de instalaciones eléctricas de Baja Tensión

Realización de expedientes de marcado CE de maquinaria y productos de construcción

Certificados BT y memorias técnicas de diseño

Eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior

Capacitación oposiciones secundaria

Hidráulica aplicada. Conducciones y estaciones de bombeo

Auditor de sistemas integrados de gestión

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 Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España

Técnica Industrial

La revista de la ingeniería de la rama industrial



EN PORTADA Rehabilitación en edificios

12 Hacia instalaciones más eficientes

Con un parque de 25 millones de viviendas y un gran número de instalaciones obsoletas, la rehabilitación es un reto para los técnicos industriales.

Joan Carles Ambrojo

16 Tribuna La formación técnica para la rehabilitación de edificios

Diego Besada Radío

18 Método para aumentar la eficiencia de las bombas de calor y ahorrar en climatización

19 Retales y restos de hilos para divisiones de edificios más aislantes y sostenibles

20 Tribuna La situación de la rehabilitación de edificios en España

Fernando Prieto Fernández

ACTUALIDAD

04 Nuevo ciclo para los cogeneradores españoles

Pura C. Roy

05 Mantenimiento inteligente para máquinas herramienta

06 Perovskita mejorada para su uso en células fotovoltaicas más eficientes

07 La revolución chilena del biogás, un paso más cerca de los hogares

Patricia Luna

08 Novedades tecnológicas

11 Ferias y congresos

INGENIERÍA Y HUMANIDADES

92 Portátiles solidarios

La red social humanitaria Labdoo distribuye portátiles obsoletos entre escuelas y ayuda al reciclaje electrónico.

Joan Carles Ambrojo

COLUMNISTAS

96 Bit Bang La información y el lado oscuro

Pura C. Roy

ARTÍCULOS

22 DOSSIER REHABILITACIÓN EN EDIFICIOS Eficiencia energética y seguridad eléctrica de instalaciones en la rehabilitación de edificios

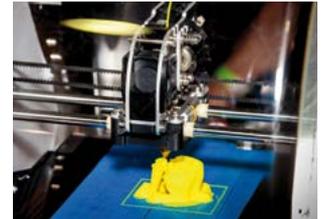
Energy efficiency and electrical safety of installations in rehabilitation of buildings

Francisco Javier Balbás García

30 ORIGINAL Development of a filament auto-detection system for fused deposition modelling 3D printers

Desarrollo de un sistema de detección automática de filamentos en impresoras 3D de modelado por deposición fundida

Enrique Soriano Heras, Fernando Blaya Haro, José María de Agustín del Burgo y Manuel Enrique Islán Marcos



38 ORIGINAL Investigaciones biotribológicas en acoplamientos característicos de las prótesis articulares: primeros resultados experimentales

Biotribological investigations on distinctive couplings of joint prostheses: first experimental results

Alessandro Ruggiero y Camilla D'Agostino



48 ORIGINAL Sphinx como herramienta para documentar proyectos técnicos

Sphinx as a tool for documenting technical projects

Javier García Tobar

54 ORIGINAL Análisis de tipos de correas metálicas conformadas en frío en cubiertas ligeras

Analysis of different types of cold formed metal belts in light roofs

Luis Miguel Serna Jara, José Antonio Flores Yepes, Joaquín Julián Pastor Pérez y Alexandra Baños Foss



60 INNOVACIÓN El índice local de la empresa, una herramienta de responsabilidad social corporativa para el consumidor

Company's Local Index, a Corporate Social Responsibility tool for the consumer

María Jesús Mirón Peña y Emilio José García Vilchez



66 REVISIÓN Predimensionamiento de turbinas Kaplan y Pelton

Pre-dimensioning Kaplan and Pelton turbines

Pablo Zapico Gutiérrez

En portada Instalación eléctrica y aislamiento térmico en una vivienda. Foto: Bogdanhoda / 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).

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

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

PROFESIÓN

- 03 Editorial** *La Administración también necesita los mejores ingenieros*
José Antonio Galdón Ruiz

Cogiti

- 80 La industria 4.0 y la nueva automoción, temas de debate del desayuno temático de la Fundación en Matelec Industry**
- 81 Castilla y León corrige el error con los graduados excluidos en las oposiciones**
- 82 ARAGÓN Jornadas de información y difusión de la mediación para la resolución de conflictos organizadas por Cogitiar**
- 82 Presentación de la nueva guía de mediación del CGPJ**
- 83 UAITIE El sector de la energía apuesta por una estrategia energética consensuada**
Profesionales, agentes del sector energético y representantes políticos han intercambiado ideas y propuestas para una estrategia energética consensuada y estable en el tiempo, en el marco de la jornada organizada por la UAITIE y el Ministerio de Asuntos Exteriores.
- 84 EDUCACIÓN El Foro Profesional de la Ingeniería de la rama industrial impulsará las vocaciones tecnológicas**
El Foro Profesional de la Ingeniería de la rama industrial, en el que están representados los colegios profesionales a través del Cogiti, las escuelas universitarias y los alumnos, ha acordado trabajar conjuntamente para impulsar y fomentar las vocaciones relacionadas con la ingeniería entre los estudiantes de enseñanzas medias.



- 85 EDUCACIÓN El Cogiti participa en el LVII Congreso de la AERRAITI**
- 85 Plataforma de innovación participativa de la UAITIE**
- 86 Mesa sobre las titulaciones técnicas en el congreso de innovación educativa**
- 86 Cogiti y Aenor acercan las normas a los ingenieros**
- 87 La 60ª Feria Internacional de Muestras de Asturias volvió a acoger el foro de la Ingeniería Técnica Industrial**

- 88 TRIBUNA La vivienda integral o ecológica**
La vivienda ecológica es la que integra los recursos y mejoras contrastados y que asumirá todo lo que perfeccione el hábitat humano, con el abandono de técnicas ineficaces o insalubres.
Miguel Ángel San José Sacristán



- 90 La falta de control de gestión digital puede incrementar drásticamente la vulnerabilidad de las organizaciones**
Jorge Pamiés

Entrevista

- 91 Jorge Pamiés** Director del Programa Ejecutivo en Control de Gestión Estrategia en Innovación de Wolters Kluwer:
“El 75% de las empresas serán digitales en 2020”

Informes técnicos

- 74 AIQBE, 30 años de desarrollo industrial**
La Asociación de Industrias Químicas, Básicas y Energéticas de Huelva, que concentra el 85% de los empleados industriales de la provincia, celebra 30 años de trayectoria satisfecha por los logros alcanzados y preparada para asumir los nuevos retos de futuro.
Rafael Eugenio Romero

- 78 Sustitución eficiente de gas natural por biomasa**
Marc Saló



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

Fundación Técnica Industrial

Comisión Permanente

Presidente José Antonio Galdón Ruiz
Vicepresidente Juan Ignacio Larraz Pló
Secretario Gerardo Arroyo Gutiérrez
Tesorero José María Manzanares Torné
Interventor Fernando Blaya Haro
Vocal Antonio Miguel Rodríguez Hernández
Gerente Luis Francisco Pascual Piñero

Patronos

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

A Coruña Macario Yebra Lemos
Álava Alberto Martínez Martínez
Albacete Emilio Antonio López Moreno
Alicante Antonio Martínez-Canales Murcia
Almería Francisco Lores Llamas
Aragón Juan Ignacio Larraz Pló
Ávila Fernando Martín Fernández
Badajoz Vicenta Gómez Garrido
Illes Balears Juan Ribas Cantero
Barcelona Miquel Darnés i Cirera
Bizkaia Alberto García Lizaranzu
Burgos Agapito Martínez Pérez
Cáceres Fernando Doncel Blázquez
Cádiz Domingo Villero Carro
Cantabria Aquilino de la Guerra Rubio
Castellón José Luis Ginés Porcar
Ciudad Real José Carlos Pardo García
Córdoba Francisco López Castillo
Cuenca Pedro Langreo 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 Vellilla 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 Àngel Vilarasau Soler
Región de Murcia César Nicolas Martínez
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

La Administración también necesita los mejores ingenieros

Terminamos el año 2016, que a todos los efectos ha sido muy positivo para nuestra profesión en su conjunto, pero sin olvidarnos, por supuesto, de todos aquellos que lo siguen pasando mal y para los que seguiremos trabajando de forma incansable.

Ha sido un año marcado por varios acontecimientos importantes que, sin duda, van a cambiar nuestra historia, y me refiero tanto al cambio de nombre de nuestro Consejo General incluyendo a los graduados en ingeniería de la rama industrial, como a lo que quizás es más importante y significativo para la evolución de la ingeniería, y que ha sido la sentencia del Tribunal Supremo del 9 de marzo que permite a los graduados acceder a las plazas de ingeniero industrial.

Esta sentencia marca un antes y un después de nuestra profesión, por cuanto que por fin se hace justicia y se nos permite evolucionar dentro de la Administración pública por nuestras capacidades y competencias y sin quedar limitados por la titulación académica como venía sucediendo hasta la fecha, aunque la ley dijese lo contrario.

La reforma de Bolonia ya lo dejaba bien claro al indicar que el título de grado es el válido para la realización de actividades profesionales, y de ello ha dado muy buena cuenta el magistrado ponente del Tribunal Supremo en su sentencia, por lo que podemos afirmar que a partir de aquí hay que replantearse muchísimos aspectos sobre la constitución actual de las profesiones de ingeniería en España.

La sentencia es clarísima al respecto, pero lo más contundente son los hechos que la han propiciado. Un graduado en ingeniería eléctrica con gran experiencia y formación continua se presentó a las oposiciones de ingeniero industrial de la Comunidad Foral de Navarra y, frente a otros ingenieros que tenían el título de ingeniero industrial o el máster de ingeniero industrial, aprobó la oposición y obtuvo su plaza. Posteriormente y basándose en las restricciones de "titulitis" que venimos arrastrando desde el siglo XIX, se le denegó su plaza primero en la Administración autonómica y después en el Tribunal Superior de Justicia de Navarra, hasta que el caso llegó al Supremo y se impuso la cordura.

Con este hecho, queda patente lo que venimos defendiendo en estos últimos años, y es que hay otros muchos medios de adquirir conocimientos que no tienen por qué ser necesariamente las Universidades, sino que estos también se adquieren a través de la experiencia o la formación continua a lo largo de la vida profesional. Pero algo que es mucho más evidente es la obcecación que han demostrado y siguen demostrando algunas Administraciones, que mientras realizan unas pruebas de selección para elegir a los mejores, posteriormente deciden prescindir de ellos por no estar en posesión de un título determinado, y aquí queda totalmente en entredicho la competitividad de las Administraciones públicas.

Menos mal que las empresas no copian estas actuaciones y, por fortuna, se puede crecer profesionalmente basándose en

conceptos de competencias hasta llegar al máximo nivel, como es el caso entre otros muchos del ingeniero técnico industrial D. José Peláez, que está dirigiendo la tercera fase de esclusas del Canal de Panamá, lo que a la sazón es hasta fecha la mayor obra de ingeniería del siglo XXI.

Con esta sentencia se estarían eliminando todas las barreras que para nuestro desarrollo profesional teníamos en la Administración pública. Y digo se estarían, porque aunque pueda parecer paradójico, todavía hay quien no quiere hacerse eco de la misma por intereses corporativistas o quizás por seguir defendiendo la supremacía de determinadas razas.

“LOS PRINCIPIOS DE MÉRITO, CAPACIDAD Y ESFUERZO SON LOS QUE HACEN UNA SOCIEDAD COMPETITIVA, PERO ADEMÁS, SON LOS QUE NOS ESTÁN CONDUCIENDO HACIA LA EVOLUCIÓN DE NUESTRA PROFESIÓN”

Nadie pone en duda que un ingeniero industrial o un máster en ingeniería industrial tenga más conocimientos o competencias que un ingeniero técnico industrial o un graduado en ingeniería de la rama industrial recién terminada la titulación, puesto que han realizado un curso o dos más en la Universidad. Pero no por ello se puede decir que esta situación sea similar con el paso del tiempo, dado que cada uno en función de su actividad profesional y su formación, evolucionará en mayor o menor medida. Y es que no todos los ingenieros con el mismo título somos iguales, ni todos sabemos lo mismo y, por tanto, el título no es lo que nos identifica, sino que son nuestras capacidades y competencias.

Y con esto quiero decir que el título académico ha de ser una puerta de entrada al mundo profesional, como así lo es el título de grado, y a partir de ahí cada uno elegirá su camino sin que existan límites profesionales. Y eso será lo que nos permitirá dar ese gran salto de competitividad que necesita la ingeniería española.

Los principios de mérito, capacidad y esfuerzo son los que hacen una sociedad competitiva, pero además, son los que nos están conduciendo hacia la evolución de nuestra profesión por la vía del sentido común, algo que ha de imponerse frente a los inmovilismos y las nostalgias del pasado que tratan de impedir la lógica de los hechos consumados. Así que vamos a seguir ofreciendo a la sociedad lo que necesita, que ni son ingenieros de primera ni de segunda, sino que son los *mejores ingenieros*.

José Antonio Galdón Ruiz

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

Nuevo ciclo para los cogeneradores españoles

La cogeneración industrial española cierra un ciclo de 30 años y se prepara para un tiempo nuevo con una nueva hoja de ruta 2017-2020 que marcará el futuro próximo para más de 600 empresas



De izquierda a derecha, Virginia Guinda, Antonio Pérez Palacio y Javier Rodríguez Morales, directora técnica, presidente y director general de Acogen. Foto: Acogen.

Pura C. Roy

La planificación de la cogeneración 2017-2020, cuya finalidad es impulsar el sector, fue presentada por Antonio Pérez Palacio, presidente de la Asociación Española de Cogeneración (Acogen), y Javier Rodríguez Morales, director general, tras conocer el análisis de las conclusiones de la Encuesta Acogen'16 sobre situación de las plantas tras la reforma energética, los planes de inversión, las demandas de cambios normativos y la participación en los mercados, entre otras cuestiones.

Para Pérez Palacio, "el futuro de la cogeneración pasa necesariamente por invertir para impulsar la reindustrialización, logrando mayor eficiencia y competitividad energética en los mercados. Por ello, es imprescindible que se produzca el cambio normativo que piden los cogeneradores, que fundamentará la confianza y permitirá que las industrias cogeneratoras alcancen sus objetivos, implementando así la agenda de la cogeneración 2017-2020".

La Encuesta Acogen'16 ha sido respondida por 147 plantas industriales y de servicios con cogeneraciones que suman 3.200 MW de potencia y suponen más del 70% de la capacidad de

cogeneración en funcionamiento. El 52% de los cogeneradores encuestados afirman que invertirán si el contexto normativo es propicio. La muestra que incluye las principales empresas de todos los sectores industriales cogeneradores (alimentarias, químicas, papel, cerámica, refino, tableros, automóvil y agrícola) ha permitido definir esta nueva *hoja de ruta* que marcará los siguientes 15 años de actividad de más de 600 instalaciones españolas.

Los resultados de la encuesta revelan cuatro importantes conclusiones. La primera, sobre la situación actual de las plantas; la segunda, sobre la necesidad y oportunidad de invertir en renovar las cogeneraciones existentes; la tercera, sobre la urgencia de acometer cambios normativos que permitan las inversiones, y, finalmente, un cuarto bloque en el que se muestra su vocación de participar activamente en los mercados energéticos actuales y de futuro.

Situación actual

Actualmente, tras la reforma energética, los cogeneradores compiten hoy en el mercado eléctrico en difíciles condiciones de funcionamiento y con grandes retos tecnológicos y de gestión. Las

cogeneraciones han modificado su funcionamiento en 6 de cada 10 plantas industriales, flexibilizándose para producir en función del precio del *pool* y funcionando menos horas. En el marco actual, las cogeneraciones se han visto obligadas a aplazar y reducir sus programas de mantenimiento, con riesgo para su funcionamiento futuro. También, la gestión de las cogeneraciones se ha encarecido considerablemente y requiere de mayor apoyo externo. La encuesta confirma que para 4 de cada 10 plantas industriales con cogeneración, esta es la única tecnología disponible para poder fabricar.

Inversiones

Más de la mitad de los cogeneradores afirman que invertirán en la renovación de sus plantas, pero que están a la espera de un cambio normativo. Necesitan invertir en sus instalaciones para seguir operando y para participar con éxito en los mercados energéticos. Por eso reclaman de forma urgente un *plan renove* que les permita dotarse de tecnologías y capacidades de gestión que ahora no tienen, asegurando una mayor eficiencia y competitividad energética a sus industrias. Más del 52% de los cogeneradores

afirman que invertirán, en conjunto, unos 1.500 millones de euros en cuatro años si se da un contexto normativo propicio.

Mercados

En la encuesta también se afirma que las industrias quieren tener una mayor participación en los desarrollos de los mercados energéticos, tanto en los actuales mercados eléctricos de ajuste como en los futuros de capacidad. Según los encuestados, esa mayor participación también requiere inversión y gestión de la incertidumbre. Asimismo, las respuestas de los industriales cogeneradores, que utilizan el 25% de todo el gas natural que se consume en el país, confirman su interés mayoritario en impulsar el mercado ibérico gasista MibGas como referencia en sus actividades.

Normativas

La hoja de ruta 2017-2020 incluye cambios normativos que hagan este sector más competitivo. El primero se refiere a hacer viable el suministro competitivo de calor a las industrias cogeneradoras, fundamentar la normativa en los ahorros de energía primaria de las cogeneraciones y corregir las *overhauls* en los estándares de coste de mantenimiento de las cogeneraciones.

El segundo cambio es la eliminación indefinida del peaje de autoconsumo, modificando el RD 900/2015, otorgando carácter permanente a la exención prevista en la disposición adicional 4ª para las cogeneraciones.

El tercero se refiere a la promoción de la participación en el mercado organizado MibGas, que se materializa en la modificación de la Orden IET/1345/2015 para que este mercado organizado sea el de referencia para la revisión del combustible gas natural de las cogeneraciones en nuestro país.

Acogen considera que antes de 2017 debe lograrse una evolución acertada del actual marco regulatorio, con el objetivo de recuperar la confianza de los industriales y promulgar con éxito el *plan renove* de instalaciones de cogeneración más eficientes. Acogen espera también que el futuro nuevo Ejecutivo logre mantener una estrecha colaboración entre los cogeneradores, los reguladores y las comunidades autónomas, para que se puedan desarrollar unas inversiones que, sin duda, impulsarán el futuro de cientos de industrias que fabrican y exportan desde España.

Mantenimiento inteligente para máquinas herramienta

El proyecto europeo Power-OM ha desarrollado un innovador sistema de mantenimiento predictivo a partir del monitorizado del consumo de corriente de la máquina

La estrategia de mantenimiento en los sistemas de producción industrial consiste normalmente en prácticas preventivas a través de intervalos planificados que se complementan con acciones reactivas en caso de averías. Los usuarios de la máquina herramienta no son una excepción, y estas prácticas tienen consecuencias en la calidad, en el coste y en la productividad que consiguen.

Para aportar soluciones a la industria frente a este reto, el proyecto europeo Power-OM ha desarrollado un sistema de mantenimiento inteligente que plantea utilizar la señal de consumo de corriente eléctrica como una nueva vía de incorporar técnicas de mantenimiento predictivo y con ello mejorar la productividad trabajando en tres aspectos: optimizar las estrategias de mantenimiento, gestionar el consumo de energía de forma más eficiente y mejorar la confiabilidad de los equipamientos y sus elementos críticos para reducir sus tiempos de parada.

Power-OM ha estado liderado por el centro tecnológico IK4-TEKNIKER y ha contado con la participación de dos empresas vascas, Goratu y Fagor Automation, lo que evidencia la posición de Euskadi como referente en innovación en el sector de la máquina herramienta. Completan el consorcio las empresas Artis (Alemania), Predict (Francia), Monition Limited (Reino Unido) y la Universidad Técnica de Lulea (Suecia).

El proyecto, que acaba de finalizar tras 4 años de investigaciones, ha tenido un presupuesto de 3,8 millones de euros y ha sido financiado por la UE a través del VII Programa Marco. La principal innovación del proyecto radica en que propone emplear la información que proporciona el propio control numérico de la máquina sin necesidad de introducir una sensorización específica.

“Esta novedosa estrategia evalúa la salud de la máquina a través de la ejecución de unos ciclos de testeo diseñados



Cabezal de una máquina herramienta. Foto: IK4-Tekniker.

específicamente para el diagnóstico de los componentes de máquina más críticos y así, generar un informe de la condición de la máquina”, señala Aitor Alzaga, investigador de IK4-TEKNIKER y director científico del proyecto Power-OM.

Una ‘huella digital’

Tras el procesamiento, se genera el resultado del test: una ‘huella digital’ de la máquina que comparando con otras permite evaluar el estado de los componentes más críticos, principalmente el cabezal y las guías lineales de la máquina. Además, en el proyecto se ha desarrollado una plataforma cloud que recoge la información obtenida y, de este modo, se puede realizar también análisis comparativo con otras máquinas.

A través de la incorporación de este sistema de mantenimiento inteligente en la industria, el proyecto aspira a reducir en un 75% los fallos inesperados en estos componentes, reducir el consumo de energía en un 5% e incrementar un 25% la confiabilidad de cabezales y guías lineales.

Fuente: Ik4-Tekniker

Perovskita mejorada para su uso en células fotovoltaicas más eficientes

Investigadores españoles e israelíes han conseguido modelizar los mecanismos internos de la perovskita híbrida para avanzar en el desarrollo de dispositivos de energía fotovoltaica más baratos

Un equipo de investigadores liderados por el catedrático de Física Aplicada de la Universidad Jaume I (Castellón) Juan Bisquert y el profesor Arie Zaban, vicepresidente de la Universidad de Bar-Ilan de Tel-Aviv, ha realizado una modelización avanzada de los mecanismos internos de la perovskita para determinar las razones del cambio con el tiempo que complica la aplicación de este producto. Los resultados del trabajo, que se publican ahora en la revista *Chem* del grupo Cell, mejoran el conocimiento de un material que presenta unas propiedades excepcionales para el desarrollo de células de captación solar más eficientes y económicas que las actuales.

La perovskita híbrida es una estructura química versátil de tres componentes que «marcará una revolución en el uso de nuevos dispositivos de energía fotovoltaica, dadas sus características y precio reducido», argumenta Bisquert. Aun así, este material muestra «problemas de estabilidad importantes, puesto que la perovskita no es un material rígido, sino que cambia de forma descontrolada –como consecuencia de sus

componentes iónicos–, lo que dificulta su utilización para las células fotovoltaicas», asegura.

Esta investigación del Instituto de Materiales Avanzados de la UJI, realizada mediante una estrecha colaboración con el Instituto de Nanotecnología y Materiales Avanzados de la Universidad Bar-Ilan de Israel y el departamento de Electrónica y Tecnología de Computadores de la Universidad de Granada, ha permitido descubrir, en palabras del catedrático, «sus mecanismos internos, fundamentales para conseguir la necesaria estabilidad absoluta, las 24 horas del día, de los dispositivos solares».

Se han descubierto los mecanismos internos de esta perovskita, fundamentales para conseguir la estabilidad absoluta de los dispositivos solares

Un paso esencial

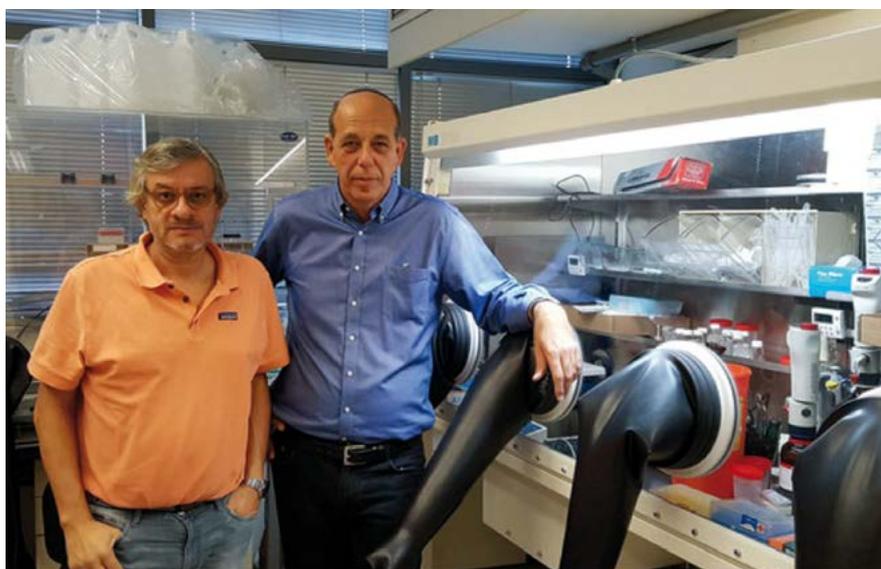
«Una buena comprensión del mecanismo del dispositivo es un paso esencial para conseguir aplicaciones reales. Esta comprensión ayuda a mejorar la eficiencia de las células y al mismo tiempo evita procesos destructivos que acortan el tiempo de servicio o reducen el rendimiento», afirma Arie Zaban, de la Universidad de Bar-Ilan, que añade: «Los desafíos de hoy en día requieren un enfoque interdisciplinario, como se demostró con éxito aquí aunando la física teórica con la nanociencia de materiales».

El trabajo conjunto de varios equipos «ha hecho posible obtener resultados excelentes tanto en el ámbito de las medidas experimentales, como en la comprensión teórica del comportamiento de las interfases», según los autores. Estos consideran que su estudio proporciona una etapa clave en el avance de la aplicación de las perovskitas híbridas, puesto que sitúa el esfuerzo de las próximas investigaciones en los delicados contactos donde el material híbrido se encuentra con el metal.

En futuros trabajos sobre esta temática, los científicos consideran que será importante profundizar en el conocimiento de la estructura y el comportamiento del contacto utilizando técnicas alternativas de resolución nanométrica. Además, también habrá que explorar las variaciones de materiales que proporcionan el mejor comportamiento desde el punto de vista de cada aplicación, ya sea para producir electricidad, o también para dispositivos de iluminación LED y láseres de alta eficiencia.

Referencia:

Ronen Gottesman, Pilar Lopez-Varo, Laxman Gouda, Juan A. Jimenez-Tejada, Jiangang Hu, Shay Tirosh, Arie Zaban, Juan Bisquert. «Dynamic phenomena at perovskite/electron-selective contact interface as interpreted from photovoltage decays». *Chem*, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chempr.2016.10.002>



De izquierda a derecha, los profesores Juan Bisquert y Arie Zaban. Foto: UJI.

La revolución chilena del biogás, más cerca de los hogares gracias a un proyecto en colegios

Un nuevo proyecto pretende introducir en los colegios la tecnología que produce energía limpia a partir de los desechos biodegradables y excrementos para así allanar su entrada en las viviendas

Patricia Luna. Santiago de Chile
Tiene capacidad para proveer de energía –calefacción y cocina– a tres hogares, un volumen de 3.000 litros de capacidad... y forma de pokémon. El biodigestor de bajo costo diseñado con plástico reciclado por el equipo de ingenieros de la Universidad Católica de Chile tiene ante sí una difícil misión: ser aceptado como una forma de energía limpia y amigable por los niños de las escuelas de la región de la Araucanía, en el sur del país, un área donde la leña ejerce su monopolio energético bajo el mando de un fuerte arraigo cultural.

Pero la leña, aunque sea muy romántica y nos permita reunirnos al calor de una hoguera, es también la principal responsable de que seis ciudades chilenas, especialmente en el sur, a medida que nos acercamos a la Patagonia y la Antártica, se encuentren entre las 20 más contaminadas de América Latina, según un informe reciente de la Organización Mundial de la Salud.

Aunque el biogás en un país donde la agricultura tiene una gran importancia como en Chile es una de las formas de energía renovable que más ha calado, sigue confinado al ámbito industrial de las pequeñas y medianas empresas, especialmente en el sector de la industria vacuna y porcina, en el que la energía, además de resultar gratis para sus productores, ofrece la posibilidad de eliminar los problemas sociales derivados de los malos olores. De hecho, el Gobierno acaba de lanzar un plan de transformación tecnológica de las pymes porcinas que abarca el 100% de esta industria para reutilizar los excrementos de los cerdos con el objetivo de reducir emisiones y generar energía, que además podrán vender en caso de excedente.

“En materia de generación de energía, las empresas porcinas de mayor tamaño cuentan con 13 proyectos de biogás construidos y 4 en fase de construcción, con un potencial de generación de energía total de 6,2 MW. Hoy, ya están sien-



Dispositivo piloto en una escuela. Foto: Universidad Católica de Chile.

do aprovechados e inyectados a la red nacional de energía 1,6 MW eléctricos, además de 700 m³/día de biogás que se emplean como combustible en calderas existentes, en reemplazo del combustible fósil”, explicó Rodrigo Castañón, director general de la Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile.

De la industria al hogar

Pero, ¿cómo pasar de la industria a una escala menor, la de los hogares? Ese es el desafío que intenta llevar adelante el equipo liderado por César Sáez, profesor de Ingeniería Química y Bioprocesos de la Universidad Católica de Chile, al instalar los prototipos de los biodigestores con forma de pokémon en los colegios de la región, con el fin de promover el uso de energías renovables en zonas rurales.

“Los niños deben poner el estiércol de vaca que está disponible fácilmente en esa zona en una especie de trituradora gigante. Ahí se mezcla con agua para que se degrade con residuos orgánicos de comida, lo que sirve para alimentar a un personaje con el que se relacionan y al que reconocen, el Pokémon”, explica Sáez. “Es fascinante ver cómo interactúan con él y, además, pueden controlar ciertos parámetros, como el concepto

de presión o gas, o ver cuántos desechos se introducen y cuánto gas resulta”, señala.

El biodigestor hecho de plástico reciclable muy resistente y de bajo costo (se estima que podría fabricarse por unos 400 euros) ha de vencer, además, el reto ingenieril de mantenerse caliente de manera constante, algo muy difícil y que no se ha logrado aún en las latitudes en las que el aparato va a estar instalado. Para ello, se ayudará de celdas fotovoltaicas para mantener el calor por la noche.

Además de gas, el dispositivo produce un biofertilizante llamado digestato que se utilizará en un invernadero del colegio para cultivar vegetales durante todo el año. “Esto refuerza la idea a los niños de que en la naturaleza no se pierde nada y que todo se recicla de forma cíclica; todo se aprovecha”, explica el ingeniero.

La idea es que el dispositivo se extienda y sea instalado en otros colegios o en cooperativas pequeñas, para ir introduciéndose en los hogares a pequeña escala. En un futuro no muy lejano es posible pensar que todos contaremos con un biodigestor en casa que genere nuestra propia energía y use como material desechos orgánicos o, incluso, nuestros propios desechos.

>> Nueva gama Green'Up de sistemas de recarga para vehículos eléctricos

Soluciones Legrand, especialista en infraestructuras eléctricas y digitales para edificios, apuesta de nuevo por el sector de la movilidad eléctrica con Green'Up. En esta ocasión, la firma amplía su línea de producto con la borna Green'Up Premium, enfocada a la recarga de vehículos eléctricos suministrados en modo de carga 3. Este sistema utiliza una estación de carga con una toma especial, distinta a la doméstica, la cual permite, a través de un circuito independiente, conectar directamente el vehículo a la red eléctrica. Además, la borna Green'Up permite recargar con total seguridad todo tipo de vehículos eléctricos (equipados con cargadores monofásicos y trifásicos) e híbridos recargables cumpliendo las normas IEC 618511 y 6185122. Así, a los distintos modos de carga 1 y 2 -que permiten conectar el vehículo a la red eléctrica a través de una toma de corriente doméstica convencional-, se le suma la recarga en modo 3, cuyas tomas de corriente están dimensionadas para suministrar las intensidades demandadas por el vehículo durante un tiempo prolongado. Ello supone un avance respecto a la recarga en modo 2, puesto que la toma doméstica tradicional no garantiza un nivel de seguridad suficiente para suministrar repetidamente una gran cantidad de energía durante varias horas.

Las soluciones Green'Up de Legrand pueden utilizarse para cualquier uso convencional, tanto en interiores como en exteriores y permiten cargar su vehículo -ya sea eléctrico, híbrido enchufable o eléctrico de autonomía ampliada- en casa o en el puesto de trabajo de un modo fácil y económico. Además, el sistema de detección patentado por la firma permite seleccionar el nivel máximo de potencia que puede suministrarse a través de la toma, lo cual reduce el tiempo de carga.



La Unión Europea se ha comprometido a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero el 25% para 2020, el 60% para 2040 y hasta el 95% para 2050. Además, el 57% de los europeos está considerando la compra de un vehículo eléctrico y la inmensa mayoría cree que son la mejor solución para el futuro del medio ambiente. En España, 2015 registró un crecimiento de casi el 30% respecto al año anterior, estableciéndose un nuevo récord de ventas de coches eléctricos e híbridos. Y ya son muchas las compañías españolas que han hecho de la movilidad sostenible una herramienta clave de su política medioambiental y de responsabilidad social corporativa.

>> Brazos robóticos colaborativos para distintas aplicaciones sin modificar su diseño

El brazo de Universal Robots Cobot UR puede ser una ventaja industrial, ya que permite reducir el tiempo de producción en la planta de fabricación. Es ligero, ahorra espacio y es fácil cambiar la aplicación que está realizando sin modificar su diseño. El proceso de fabricación de un automóvil es largo y



costoso. Estos brazos robóticos proporcionan todas las ventajas de la automatización robótica avanzada, sin costes adicionales de programación, configuración o vallados de seguridad. UR ofrece la amortización más rápida de la industria, con un periodo medio de recuperación de la inversión de tan solo 195 días. Los tres modelos diferentes de Cobot UR se integran fácilmente

en los entornos de producción existentes en la industria del automóvil y sus empresas asociadas. Pueden ser utilizados en entornos peligrosos en los que la alta calidad y precisión son claves. Se emplean en fundiciones de motores, equipos de corte por láser, prensas, máquinas de moldeo y líneas de envasado y paletizado. Además, se pueden utilizar en líneas de montaje, etiquetado, manipulación y escenarios de control de calidad.

>> Células de carga de un solo punto diseñadas a medida para aplicaciones de llenado

La nueva célula de carga SLP85xD de la firma Mettler Toledo se ha creado para el pesaje automatizado y resulta ideal para aplicaciones de pesaje dinámico en transportadores o máquinas de llenado. Su diseño compacto permite que los fabricantes ahorren costes de ingeniería e instalación. Su velocidad y la capacidad de instalarse en redes de gran envergadura mejoran la productividad cuando se pesan varias botellas, latas o tambores en una fracción de segundo de forma simultánea y en paralelo.

Sus componentes electrónicos completamente integrados pueden captar 1.200 valores de peso por segundo, lo que las convierte en la solución ideal para aplicaciones de control de peso y llenado en varias líneas. Se ha incorporado una rápida conectividad mediante Ethernet/IP, PROFINET IO RT o PROFIBUS DP en la unidad compacta, lo que facilita la integración y la puesta en marcha. Además, minimiza el cableado y requiere menos materiales, por lo que ahorra costes al fabricante de la máquina. Debido a una completa protección frente a sobrecargas, este producto ofrece una vida de servicio prolongada.



>> Recyclia y Ecoasimelec reciclarán 100 toneladas de paneles solares en 2016

La plataforma medioambiental Recyclia prevé gestionar, a través de la fundación Ecoasimelec, casi 100 toneladas de residuos de paneles solares en 2016, prácticamente la totalidad de los generados este año. Esta plataforma medioambiental se convierte en un actor fundamental en este incipiente mercado, tras la firma de un acuerdo de colaboración en 2013 con PV Cycle, asociación que gestiona el reciclaje de paneles solares en toda Europa y que representa a más del 90% de los fabricantes e importadores.

La fundación Ecoasimelec ya dispone de la infraestructura necesaria de recogida y reciclaje de estos aparatos, con plantas de tratamiento en Sevilla, Valencia, Bilbao y Barcelona y que cuentan con la tecnología más avanzada. Según datos de Recyclia y PV Cycle, España es actualmente el tercer país europeo en capacidad de gestión de módulos fotovoltaicos. En concreto, nuestro país gestionó, entre 2010 y 2015, más de 1.000 toneladas (1.037) de estos residuos, solamente por detrás de Alemania (7.740) e Italia (2.077), para un volumen total europeo de 13.881 toneladas. Según José Pérez, consejero delegado de Recyclia, "tal y como sucede con el resto de aparatos electrónicos, gestionar de manera responsable los residuos de paneles solares genera importantes beneficios socioeconómicos y ambientales, además de ser una obligación".

>> Proyectos industriales para avanzar en los objetivos medioambientales de Europa

Reducir la huella medioambiental de las industrias es el objetivo que se ha impuesto la Unión Europea como parte de su marco integral sobre clima y energía para 2030. En abril de 2016, la Unión Europea suscribió formalmente el Acuerdo de París sobre cambio climático (COP21), alcanzado en diciembre del año pasado, lo que compromete a la Unión a implicarse en la transición hacia una economía y una sociedad caracterizada por unas bajas emisiones de dióxido de carbono. Más de 450.000 empresas y unos 6,8 millones de puestos de trabajo dependen de las industrias transformadoras europeas, que abarcan desde los productos químicos hasta la ingeniería, pasando por los minerales, los metales no ferrosos, el acero y el agua. Estas industrias generan 1.600 millones de euros anuales y representan el 20% del total de la producción industrial de la UE.

Entre la batería de proyectos para conseguir estos objetivos se encuentra MORE, para desarrollar nuevas herramientas de *software* y métodos para definir, computar y presentar indicadores de eficiencia de uso de los recursos en tiempo real para procesos continuos y discontinuo, y para ayudar a plantas de gran tamaño a hacer un uso eficiente de los recursos. El proyecto Top-Ref está desarrollando una innovadora herramienta que producirá una mejora sustancial de la eficiencia de los recursos en procesos industriales que consumen grandes cantidades de

PREPARACION DE OPOSICIONES

COMUNIDADES AUTONOMAS

INGENIERO INDUSTRIAL
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
GRADUADO EN INGENIERIA

OPIN

Junta de Castilla y León
GOBIERNO DE CANARIAS
GENERALITAT VALENCIANA
GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
GOBIERNO DE ARAGON
Comunidad de Madrid

www.oposicionesingeniero.es
info@oposicionesingeniero.es

DENIOS
MEDIO AMBIENTE & SEGURIDAD

Cubetos de retención
Almacenes modulares
Contenedores resistentes al fuego
Armarios protegidos

LA NATURALEZA PROPORCIONA LA MEJOR PROTECCIÓN.
NOSOTROS, LA SIGUIENTE.

DENIOS
APQ10

Asesoramiento gratuito | 900 37 36 14 | www.denios.es

Inteligencia artificial para obtener una buena cosecha de vino

El proyecto VineRobot II, coordinado desde la Universidad de La Rioja, ha permitido crear un nuevo prototipo en el laboratorio de Robótica Agrícola de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), responsable de la dirección técnica del proyecto que circula de forma autónoma por los viñedos. El vehículo robot está equipado con paneles solares, baterías, carrocería biodegradable, sensores de fluorescencia, visión artificial y ultrasonidos. La unión de su visión artificial junto con la fluorescencia ayuda a determinar el momento óptimo para cosechar la uva.

El sistema discrimina con un alto nivel de detalle hojas y uva en tiempo real mientras el robot circula entre las filas del viñedo. Esto aumenta de manera significativa la precisión de las medidas del sensor de fluorescencia, evitando interferencias por la fluorescencia proveniente de la clorofila de la vegetación; la cámara analiza un área circular de cuatro cm de diámetro (donde se evalúa el nivel de fluorescencia) y estima los porcentajes de uva y de hoja. Este prototipo permitirá obtener en tiempo real datos relevantes para los productores, como la cantidad de nitrógeno en hojas y el nivel de antocianos en los racimos de uva. Todos estos datos se podrán leer de forma muy sencilla en la pantalla del ordenador del propio robot y almacenar para su posterior análisis por cualquier usuario no especialista en robótica o tecnologías de la información.

Sistema para analizar el grado de estrés del conductor y mejorar la conducción

Un equipo de la Universidad de Sevilla, junto con expertos de la Universidad de Reutlingen (Alemania), ha desarrollado un sistema de conducción eficiente y seguro basado en el comportamiento del conductor. Esta tecnología es resultado de un trabajo del investigador Emre Yay, de la Universidad de Sevilla, que acaba de incorporarse a la plantilla de la multinacional automovilística Mercedes-Benz, con el objetivo de poner a punto este sistema integrado para sus nuevos modelos de coches. Otras empresas como BMW y Porsche también cuentan con estudiantes de la Universidad de Reutlingen para el desarrollo de estos sistemas en coches de última generación.

El sistema analiza la forma de conducir de la persona y su estado emocional a través de una serie de indicadores como la velocidad, los cambios de marcha o la aceleración. Además, unos sensores de pulso permiten conocer el nivel de estrés y nerviosismo del conductor al instante. "Con todos estos datos, se va proporcionando al conductor una serie de indicaciones para una conducción segura, pero si el usuario no sigue estas recomendaciones el sistema lo detecta y se encarga de adaptarlas a la realidad del conductor", explica Natividad Martínez. Los nuevos estudios en computación centrada en la persona se basan también en señales táctiles que advierten, por ejemplo, de un exceso de velocidad a través de la vibración del pedal del acelerador. Fuente: SINC.

energía dentro de las industrias agroquímica, química y petroquímica, con el objetivo de extender sus resultados a otros sectores industriales. Convertir el dióxido de carbono en una sustancia aprovechable no es algo nuevo, pero el equipo CYCLICCO2R ha desarrollado una valiosa sustancia química a partir del CO₂ que está demostrando su viabilidad comercial.

Actualmente, la producción de sustancias químicas es en gran medida un proceso basado en combustibles fósiles, pero para modificar esta situación el proyecto Alterego está investigando tres formas de energía –microondas, ultrasonidos y plasma no térmico generado con microondas– en un intento por propiciar un giro hacia lo ecológico en la industria química. La demanda de polímeros de origen biológico está creciendo rápidamente, pero la tecnología de producción actual emplea catalizadores que contienen metal y que pueden suponer un peligro para el medio ambiente y la salud. El objetivo de Innorex es sustituir los catalizadores que contienen metal por catalizadores orgánicos.

Las industrias europeas dedicadas al procesamiento son conscientes de la necesidad de adoptar modelos de fabricación más sostenibles. Para ello, es necesario implantar tecnologías más respetuosas con el medio ambiente y sistemas de procesamiento más eficientes, capaces de reducir los residuos y las emisiones al tiempo que mejoran la productividad. El proyecto Coopool pretende dar respuesta a este reto fundamental.

>> Sistema inteligente para ser aplicado en los problemas del transporte urbano

Conseguir que los servicios de transporte público sean cada vez más eficientes y atractivos para los ciudadanos implica numerosos retos para los responsables de los transportes de la mayoría de las ciudades. Para ayudarles a superar esas dificultades en tiempo real, la compañía Xerox, que ya proporciona sistemas y servicios de transportes inteligentes y sencillos, ha lanzado Transit Matrix Solution.

Este sistema asistido por ordenador de localización automática de vehículos (CAD/AVL) ofrece información actualizada para ayudar a tomar decisiones más inteligentes y mejorar la calidad de los servicios de transporte. Transit Matrix Solution consolida y simplifica las operaciones de los vehículos, ofreciendo más integración, conectividad y expansibilidad a través de las comunicaciones matriciales que se realizan en todo el sistema. Además, su pantalla táctil de 10,4 pulgadas permite abrir múltiples ventanas para tener más información sobre rutas disponibles de forma segura, así como detalles acerca de las tarifas. De esta forma, los supervisores, los expedidores y el equipo de mantenimiento de las redes de transporte tienen acceso inmediato a estos datos para evaluar los principales indicadores, asegurar que el sistema está operando correctamente y que los autobuses están cumpliendo los horarios de servicios publicados.



FRÁNCFORT

>> Nueva edición de la feria de tecnología de edificaciones y energías renovables

El lema de la ISH 2017, "Water. Energy. Life.", muestra claramente cual es el foco de atención de la mayor exposición mundial para la integración de agua y energía y sobre el cual se apoyan también los pilares de la ISH. La feria líder mundial, que se celebra cada dos años, ofrece con su amplia oferta en tecnología de edificios vanguardista soluciones para temas actuales en el ámbito político y económico. Más de 2 400 expositores, entre ellos todos los líderes del mercado y del sector tecnológico nacionales e internacionales, presentarán por primera vez en Fráncfort del Meno del 14 al 18 de marzo de 2017 sus innovaciones mundiales en la ISH. La feria es pionera a nivel internacional, puesto que es el punto de encuentro internacional del sector por antonomasia, ya que en 2015 el 61% de los expositores y el 39% de los visitantes procedieron del extranjero.

El sector ISH Water se centra en soluciones sostenibles en el ámbito sanitario y en el diseño innovador de baños. En 2017 se presenta bajo el lema "El baño para las personas", en el que se abordan diferentes aspectos como el diseño, la salud, el bienestar, el confort, así como también la preservación y conservación de los recursos y la higiene del agua potable. Los expositores del sector se presentan con soluciones sostenibles orientadas al diseño de baños, en las que no solo se tienen en cuenta los desarrollos de diseño más actuales, sino también la tecnología sostenible adaptada a las necesidades actuales.

En el sector ISH Energy y Aircontec todo girará en torno a la eficiencia energética y al confort en los edificios. Las tendencias decisivas se hallan en el sector de la eficiencia de las tecnologías vanguardistas y de la tecnología de edificios inteligente. Se tratará, principalmente, de tener en cuenta la interacción de calor y de electricidad renovable. Pero también la calefacción digital y el aumento cada vez mayor de la integración de sistemas IT en las tecnologías de calefacción innovadoras serán otros de los aspectos importantes de la feria – todo ello centrado bajo el tema principal "Cambio energético con futuro – Tenemos las soluciones". Los asistentes podrán ver todo el espectro de tecnologías de sistemas de edificaciones innovadora



MADRID

>> El programa del Foro C&R incluye más de 70 conferencias sobre climatización y refrigeración

El denominado Foro C&R, el programa de actividades que analiza la actualidad sectorial en el marco del Salón Internacional de Aire Acondicionado, Calefacción, Ventilación, Frío Industrial y Comercial, C&R, incorpora importantes novedades para la próxima edición, que se celebrará entre los días 28 de febrero al 3 de marzo en los pabellones de Ifema. Por un lado, Foro C&R crece en contenidos y contemplará, por primera vez, el desarrollo de cuatro sesiones plenarias, así como más de 70 conferencias de temática libre, que se ofrecerán a lo largo de los cuatro días de celebración de la feria, en horario de mañana y tarde, salvo la jornada del viernes 3 de marzo, día en el que la feria se clausurará a las 15.00 horas

Por otro, la incorporación, como en cada edición, de nuevos enfoques y temas de gran atractivo e interés que ofrecerán al profesional un contexto de información donde actualizar conocimientos y obtener una valiosa perspectiva sobre cuestiones clave que vienen marcando el desarrollo sectorial, con especial acento en el desarrollo tecnológico y los retos que plantea la eficiencia energética.



>> La feria de la energía Genera convoca una nueva edición de la Galería de Innovación

Con motivo de la celebración de Genera 2017, la feria de la energía y el medioambiente que tendrá lugar en los pabellones de Feria de Madrid, del 28 de febrero al 3 de marzo de 2017, Ifema ha convocado una nueva edición de la Galería de Innovación. Esta iniciativa, por octavo año consecutivo, tiene por objetivo reconocer y divulgar proyectos innovadores en materia de energías renovables, eficiencia energética y medioambiente. Las propuestas deberán estar ligadas a productos o desarrollos con posibilidades de llegar al mercado.

La fecha límite para la presentación de proyectos será el próximo 16 de diciembre y para poder participar deberá cumplimentarse la ficha de presentación de proyecto que está disponible junto con las bases legales en la página web de Genera 2017. Un jurado formado por expertos, profesionales y representantes de las principales asociaciones del sector seleccionará los proyectos atendiendo a su grado de innovación, su eficiencia energética, su aplicabilidad y su capacidad para influir positivamente en el desarrollo de las energías renovables y de la eficiencia energética.



Shutterstock.

Hacia instalaciones más eficientes

Con un parque de 25 millones de viviendas y un elevado número de instalaciones obsoletas, la rehabilitación general y la energética en particular es un reto profesional para los técnicos industriales

Joan Carles Ambrojo

Se calcula que existen alrededor de dos millones de viviendas en mal estado de conservación, según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Por si fuera poco, la Unión Europea ha limitado aún más el consumo de energía de los edificios y las emisiones de CO₂.

Con el parón en el sector de la construcción desde la explosión de la burbuja inmobiliaria, la rehabilitación de las instalaciones en los edificios, tanto de viviendas como del sector terciario, es una prioridad y una oportunidad para todos los agentes implicados en la reactivación de un sector muy dañado, la mejora de las condiciones de vida de los

ciudadanos y la reducción de la dependencia energética.

Desde el punto de vista técnico, la eficiencia energética de gran parte del parque inmobiliario es muy deficiente: se calcula que el 90% de los edificios existentes son anteriores a la aplicación del Código Técnico de la Edificación y el 60% de las viviendas españolas se construyeron sin ninguna normativa de eficiencia energética (son anteriores a la aplicación de la norma NBE-CT 79).

Consumo energético

Los edificios representan alrededor del 40% del consumo total de energía final y alrededor del 55% del consumo de electricidad de promedio en la Unión

Europea. Los edificios españoles consumen en calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, ventilación e iluminación el 30% del consumo de la energía final, un porcentaje que se incrementa paulatinamente. Se hace imprescindible tomar medidas con el objeto de mejorar la eficiencia energética, que se consigue actuando sobre la envolvente de los edificios, para mejorar el aislamiento térmico, y la renovación de las diferentes instalaciones técnicas.

Las reformas de instalaciones se llevan haciendo desde los años 2006 y 2007, "pero en muy poco grado. Las normativas sí empezaron a surtir más efecto a partir de 2008-2009, señala Diego Besada, ingeniero técnico industrial y coor-

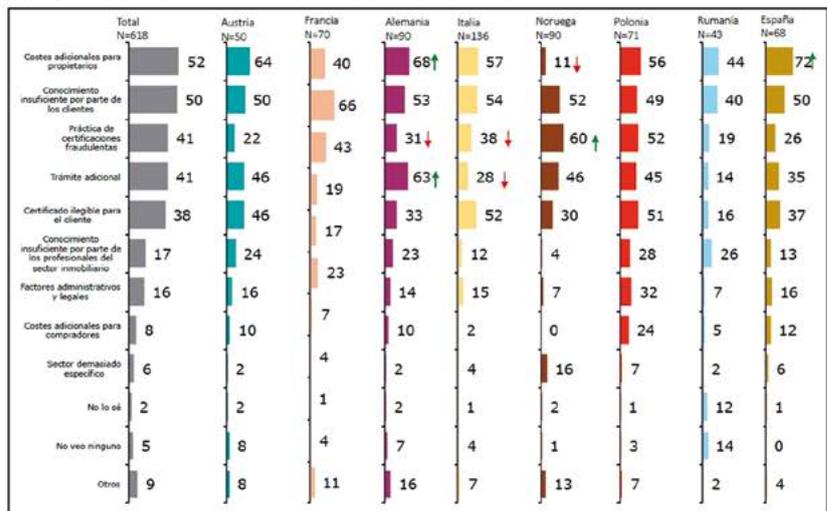
La otra cara de la certificación energética

Según los resultados de la encuesta europea Zebra 2020 entre agentes inmobiliarios, el certificado energético es una herramienta fiable, pero no útil, "ya que no ven ninguna conexión entre los certificados energéticos y la mejora de la eficiencia energética de los edificios". Este informe ha estudiado el impacto de los certificados de eficiencia energética sobre el valor de la propiedad y los edificios de consumo de energía casi nulo. De hecho, la mayoría de participantes declararon una falta de vínculo entre los inmuebles con altas calificaciones de eficiencia energética y el precio más alto en el mercado. Tampoco vieron reducido el tiempo de venta de los inmuebles con clases de eficiencia energética más altas en comparación con el resto de clases. Tan solo el 7% de clientes estaban más interesados en la compra o alquiler de una propiedad con una clase energética alta (A y A+). Los costes adicionales para los propietarios de inmuebles es el problema más sobresaliente. Sin embargo, la encuesta destaca la competencia de los ingenieros encargados de realizar estos certificados.

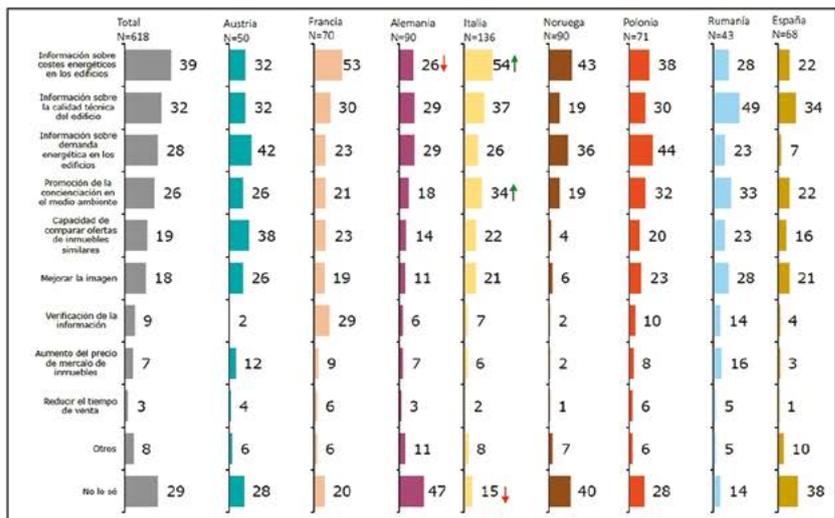
dinador del área de instalaciones de la consultoría de formación técnica Zigurat. "Hoy en día, es impensable rehabilitar una construcción sin tener en cuenta la reforma de las instalaciones, y viceversa. Los diseños de edificaciones ahora están muy guiados por las normativas", añade Besada. El problema está en que durante el último boom de la construcción se ejecutaron numerosas obras con los permisos anteriores a las normativas más exigentes; ello significa, añade Besada, que muchos edificios construidos en los últimos años cuentan con instalaciones no eficientes.

A partir de 2013, y tras el "último tirón

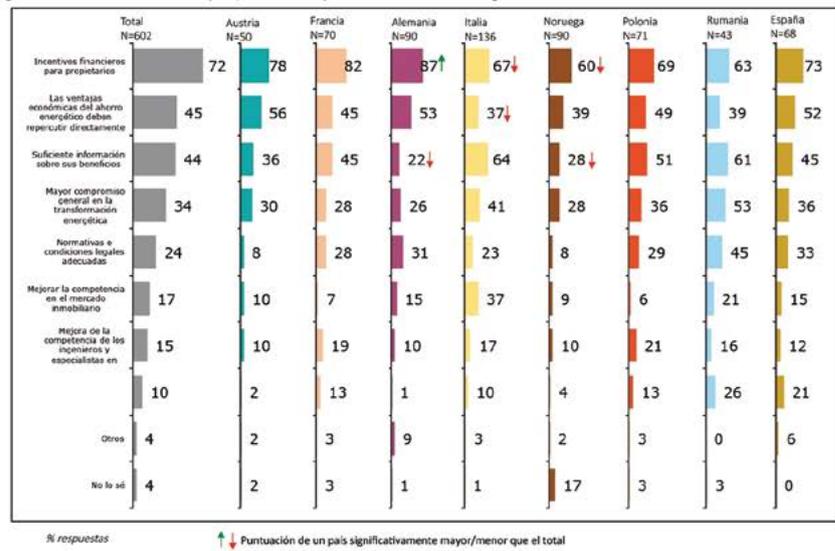
¿Ha observado algún problema con la certificación energética actual?



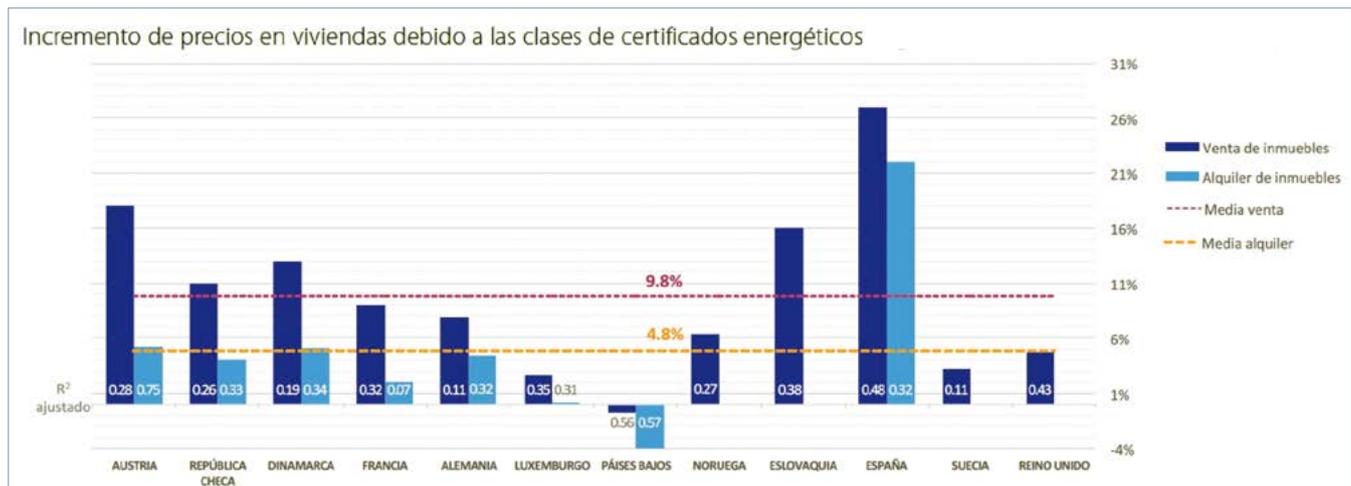
¿Qué ventajas ve en tener un certificado energético?



¿Qué medidas cree usted que podrían mejorar la eficiencia energética de los edificios?



Resultados de diversas preguntas de la encuesta europea Zebra 2020 entre agentes inmobiliarios sobre el certificado energético



Fuente: Encuesta Zebra 2020 realizada a los agentes inmobiliarios.

de orejas" de Europa, señala Diego Besada, las normativas son más limitadoras con la actualización del *Documento Básico de Ahorro de la energía del Código Técnico de la Edificación*. A través de la orden FOM 1635/2013 se limitan todavía más las demandas energéticas, y se profundiza en un método más preciso y global, basado en normativa UNE y en una serie de criterios recogidos en el *Documento Básico* para analizar la demanda energética, añade Besada. Por si fuera poco, los países de la Unión Europea han de cumplir la directiva 2012/27/UE de eficiencia energética que pretende que, hacia el año 2020, todos los nuevos edificios sean de consumo casi nulo o de muy bajo consumo de energía.

El Plan Integral de Vivienda y Suelo español supone un conjunto de medidas: la ley de rehabilitación, renovación y regeneración urbanas, el plan estatal de alquiler y rehabilitación, la certificación energética de los edificios y la revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE). El Real Decreto 235/2013 aprobó el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios, el cual permite conocer cuánta energía consume una vivienda: desde la A, para los más eficientes, hasta la G, los menos eficientes.

Crecimiento del sector

El sector de la rehabilitación está teniendo un crecimiento razonable, gracias al resurgimiento de la construcción, según el Instituto de la Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC). Y según datos del Observatorio Sectorial DBK, la rehabilitación y mantenimiento en el sec-

tor de la construcción creció el 7,5% el último año. Los expertos indican que la rehabilitación de instalaciones hay que verla no como un gasto, sino como una inversión que se autofinancia y se rentabiliza por vía de los ahorros generados y la revalorización conseguida. Pero hasta el usuario más convencido se encuentra con una barrera: debe asumir los costes.

Aunque tímidamente, la Administración española ha apostado con una serie de ayudas y subvenciones a la rehabilitación, "pero no son suficientes", en palabras del especialista de Zigurat, para tratar de concienciar sobre la necesidad de realizar cambios para ahorrar en el consumo, tener instalaciones más eficientes y, en definitiva, conseguir una mejora de la eficiencia energética y la utilización de las energías renovables". Por ejemplo, la línea de ayudas para el programa Pareer-Crece, dedicado a la rehabilitación energética de edificios, terminó hace unos meses al superar en 37 millones de euros el presupuesto inicial de 200 millones y unas 2.100 solicitudes presentadas. Los edificios acogidos a estas ayudas podrán mejorar su nivel de certificación energética con las mejoras en la envolvente térmica, la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas y de iluminación o la sustitución de energía convencional por biomasa o energía geotérmica en las instalaciones térmicas.

Diversas entidades también promueven una rehabilitación de edificios inteligente. La Asociación Nacional de Empresas de Rehabilitación y Reforma (ANERR) propone el proyecto piloto de rehabilitación energética integral PREI:

sus objetivos son poner en práctica y conocer cuál es el límite en la eficiencia energética a la que se puede aspirar en una rehabilitación integral de un edificio; desarrollar un método de evaluación y cuantificación de la calidad de la rehabilitación tanto en la planificación, ejecución; y llevar a la práctica las soluciones y tecnologías existentes y ser un escaparate y banco de pruebas de las mismas. Estudiar en detalle cada caso es básico en la rehabilitación de instalaciones. Por ejemplo, el espacio disponible en un edificio limita mucho la aplicación de fuentes de energías renovables como la geotérmica o la biomasa; tampoco se puede colocar una instalación GLP en sótanos, porque exige lugares ventilados, afirma Besada. O instalar puntos de recarga para el vehículo eléctrico en viviendas.

Técnicos de referencia

En la rehabilitación de las instalaciones de los edificios, el técnico de referencia es el ingeniero o ingeniero técnico, dice David Jiménez, jefe de Servicios Técnicos de Enginyers BCN. Realiza la diagnosis del estado actual de la instalación y si se encuentra o no dentro del canal reglamentario (es decir, toda instalación industrial, iluminación, electricidad, instalaciones térmicas, de gas, etc.). Pero no le basta con su experiencia en las cuestiones técnicas; también le es útil saber manejar las auditorías energéticas y analizar la demanda energética de un edificio. Y conocer los entresijos del Building Information Modeling (modelado con información para la construcción, en inglés), una nueva forma de ver el diseño y la gestión del ciclo de vida de un pro-



Dario Sabljak/ Shutterstock.

yecto, “porque toda la información queda integrada en todas las fases de diseño del proyecto”, explica Diego Besada.

En principio, la formación de los ingenieros técnicos para rehabilitar instalaciones “es buena, pero no suficiente porque la propia regulación de la profesión de ingeniero técnico industrial indica que el profesional ha de estar formándose continuamente, porque son evidentes las mejoras tecnológicas necesarias para llevar a cabo la rehabilitación de instalaciones”, señala David Jiménez. Por ejemplo, el colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona ha iniciado un sistema de certificación de profesionales: “Consiste en certificar las competencias que tenga [el profesional] en un área determinada”, añade Jiménez. Esas competencias se adquieren vía formación y experiencia mediante el sistema acreditado.

Los objetivos básicos de la rehabilitación de edificios son la seguridad estructural, buscar defectos que puedan poner en riesgo la seguridad estructural del edificio (campo de los aparejadores) y mejorar la accesibilidad para las personas con movilidad reducida. La eficiencia energética se puede conseguir actuando en la envolvente del edificio (ventanas, puertas, protecciones solares, etc.) y sobre las instalaciones. ¿Qué sucede cuando la instalación no está bien mantenida o ha agotado su vida útil? Deja de ser eficiente, algo que se traduce en un

consumo energético superior al que tendría trabajando en condiciones normales y, peor aún, trabajando por encima de los rendimientos máximos permitidos por las normativas del ámbito industrial, explica David Jiménez. Y no podemos olvidar la necesidad de garantizar la seguridad, por ejemplo, para evitar el sobrecalentamiento de las instalaciones.

La rehabilitación de instalaciones hay que verla no como un gasto, sino como una inversión que se autofinancia y se rentabiliza

Una de las grandes ambiciones de la Unión Europea es conseguir edificios de energía cercana a cero; es decir, edificios cuyo consumo sea mínimo. Se calcula que los *edificios casi cero* consumen en promedio el 40% menos de energía que los edificios construidos en 2012. El objetivo es extender los requisitos de las nuevas construcciones también a la renovación de edificios.

Existen una serie de proyectos europeos en los que España está involucrada y que tratan de desarrollar una estrategia reproducible, sistemática e integrada para adaptar ciudades europeas y eco-

sistemas urbanos en las ciudades inteligentes del futuro. Este es el caso del proyecto CITYFIED, que desarrolla una estrategia centrada en reducir la demanda energética y las emisiones de GEI e incrementar el uso de energías renovables desarrollando e implementando tecnologías y metodologías innovadoras para la reforma de edificios, redes inteligentes y redes de calor interconectadas con las TIC y la movilidad. El ahorro global de energía estimado puede ser superior a 70 kWh/m²/año y al menos 13.000 toneladas de reducción de emisiones de CO₂. Son demostraciones a gran escala, incluyendo tres renovaciones integrales de los distritos de Laguna de Duero, en Valladolid (España), Soma (Turquía) y Lund (Suecia). Las intervenciones para la rehabilitación del demostrador del distrito Torrelago, en Valladolid, se implementarán en dos fases y afectan a un total de 31 edificios y 1.488 viviendas. Es una rehabilitación integral que consiste en una mejora de la red de calefacción y agua caliente sanitaria. Además de mejorar las fachadas para reducir la demanda térmica, sustituyen parte de las calderas de gas por otras de biomasa y la renovación de los sistemas de distribución y gestión de la energía. En el proyecto participan Cartif, Veolia, Acciona Infraestructuras, el Ayuntamiento de Laguna de Duero, Mondragón Corporación, 3IA Ingeniería y la fundación Tecnalia.

La formación técnica para la rehabilitación de edificios

Diego Besada Radío

Para poder entender cómo surge la necesidad de la formación técnica especializada en la rehabilitación de edificios, tomaremos un punto de partida basado en las políticas desarrolladas en los últimos años por la Unión Europea en materia de eficiencia energética de los edificios. En particular, destacamos la Directiva 2010/31/UE, cuya misión principal es la de establecer unos objetivos comunes a todos los estados miembros y, además, servir de base para la creación de normativas propias en cada uno de los Estados.

En cuanto a la consecución de los objetivos fijados en los plazos estipulados por la UE, destacamos los siguientes patrones sobre los que gira el contexto actual relativo a la eficiencia energética de los edificios de nueva construcción y los edificios existentes, que básicamente son dos: la limitación de la demanda energética y la limitación de los consumos energéticos. Estas serán las referencias de partida para la toma de decisiones y redacción de las normas de obligado cumplimiento (a nivel estatal, a nivel autonómico y a nivel municipal), en los diferentes campos que afectan, directa o indirectamente, a la regulación y mejora de la eficiencia energética en nuestro territorio español.

Los grupos de trabajo encargados de realizar esta tarea, consensuando los criterios técnicos que se deben y pueden aplicar a cada una de las disciplinas, deben de estar formados por todos los agentes involucrados en las diferentes fases de un proyecto de construcción, sea nuevo o rehabilitación. Es decir, desde las fases tempranas de diseño, pasando por las etapas que requieren de un nivel alto de conocimientos y especialización en las diferentes disciplinas, incluyendo en esta parte la dirección y control de la ejecución del proyecto, hasta la gestión y mantenimiento del edificio una vez terminado; en realidad, estamos hablando del ciclo de vida del edificio.

Si pretendemos analizar el ciclo de vida de un edificio, desde la vertiente del proyecto ejecutivo, para alcanzar el ma-

yor nivel de ahorro energético posible, la etapa más influyente y determinante será el diseño especializado. En el caso particular de la rehabilitación de edificios es primordial que los técnicos sean conocedores de las soluciones técnicas más avanzadas, de las principales normativas de afección, de las herramientas de diseño y cálculo más precisas y de las herramientas de simulación energética necesarias para el análisis global. De este modo, los técnicos estarán capacitados para la toma de decisiones para cada caso en particular y para elegir la solución más viable y eficiente.

“Es primordial que los técnicos conozcan las soluciones técnicas más avanzadas, las principales normativas, las herramientas de diseño y cálculo, y las herramientas de simulación energética necesarias”

En la rehabilitación actuamos sobre un edificio ya construido; de ahí que las posibles alternativas para su rehabilitación energética requieren, si cabe, de conocimientos más especializados que en edificios de nueva construcción. Al fin y al cabo, una decisión tiene que justificar su inversión, el ahorro energético y el periodo de amortización.

Es aquí donde entra en juego la formación técnica especializada, formación que debemos adquirir en la mayor parte de las ocasiones a través empresas especializadas, que nos habilitan y capacitan para poder desempeñar nuestro trabajo desde el punto de vista profesional. Con los planes de formación actuales implantados en nuestras universidades no alcanzamos esos niveles exigidos. Consecuentemente, es impensable participar en un proyecto real, en el ámbito de

la edificación, con las bases adquiridas en la formación académica universitaria.

Acotando de nuevo la intervención a la rehabilitación de edificios para la mejora de la eficiencia energética, debemos recalcar que las principales actuaciones en un edificio existente se ejecutan sobre la parte constructiva, también conocida como la envolvente térmica, y la parte relativa a sus instalaciones térmicas.

Dicho de otro modo, se aplicarán las medidas pasivas y las medidas activas de rehabilitación para, por un lado disminuir la demanda energética en el parque edificatorio español ya construido, aplicando mejoras en esas construcciones poco eficientes, y, por otro lado, cambiar la viejas instalaciones térmicas por nuevas instalaciones con mayores rendimientos, respectivamente. Si además nos apoyamos en el uso de energías renovables, conseguiremos rebajar los consumos energéticos de las energías no renovables. Incluso cuando se actúa en alguna de estas partes indicadas, será imprescindible abordar otras disciplinas que se ven afectadas por las soluciones adoptadas en la mejora energética.

En cuanto al conocimiento de los servicios técnicos de mercado más eficientes, a las tecnologías aplicadas al aprovechamiento de las energías renovables, a los sistemas de gestión y control energético inteligentes, a los apoyos a través de subvenciones de las Administraciones públicas y otros muchos factores íntimamente relacionados con la rehabilitación energética, todos ellos obligan al profesional a un continuo reciclaje formativo en el sector.

Adaptación continua

Si sumamos los constantes cambios en la normativa de eficiencia energética, hacen que los técnicos competentes tengan que adaptarse a las continuas modificaciones, con los problemas que ello representa. Cabe destacar que se abre un nuevo campo de actuación derivado de la rehabilitación de los edificios. Se trata de la certificación de la eficiencia



Foto: Zigurat.

energética de los edificios existentes y sus partes. Entran en juego conocimientos avanzados en dicho campo que permitan evaluar sus principales indicadores de referencia: indicador del equivalente de emisiones de CO₂ e indicador referente a los consumos de energía primaria no renovable.

Estudios realizados en el territorio español consideran que 10 millones de viviendas principales construidas en España antes de 2001 pueden y deben ser transformadas en viviendas de bajo consumo y de baja emisión de gases de efecto invernadero. Estos datos se pueden transformar en empleos directos estables y de calidad entre 2012 y 2050, al hacer posible la inversión de hasta 10.000 millones de euros anuales para la rehabilitación de entre 250.000 y 450.000 viviendas principales al año. Esas inversiones podrán ser aportadas por el ahorro familiar, por entidades financieras, por empresas de servicios energéticos, por empresas suministradoras de energía y por el Estado, recibiendo cada fuente de inversión retornos diferentes provenientes de los ahorros de energía y de emisiones, mejoras de las prestaciones y calidad de los edificios, beneficios sociales, mejora en la salud y la calidad de vida y en la productividad en edificios terciarios. En relación con los tipos de usos a los que se destinan las edificaciones existentes, el Estado intenta fomentar la eficiencia energética a través de ayudas y subvenciones, procedentes en su mayor parte de recursos procedentes de la UE. Destacan las ayudas a la rehabilitación energética de edificios de uso residencial privado, ayudas en la re-

habilitación de edificios de uso terciario y, sobre todo, la potenciación del uso de energías de carácter renovable.

Evolución tecnológica

Por otro lado, no podemos pasar por alto la revolución tecnológica que se está implantando a nivel mundial. Nos estamos refiriendo al diseño de los proyectos aplicando la tecnología BIM. Este nuevo método de gestión de la información de los proyectos, incluyendo su diseño, tampoco puede ser algo desconocido y que pase desapercibido para los especialistas en rehabilitación energética. No podemos pensar, en el futuro y en el presente, participar en proyectos de forma aislada, sin comunicarnos con el resto de agentes que intervienen en los proyectos, sino que tenemos que asumir

que el trabajo colaborativo (*collaborative work*) ya está aquí; ha llegado para quedarse. Este gran cambio es posible por la entrada de las tecnologías de la información en nuestras vidas.

El sector de la formación especializada está en auge, pero es difícil encontrar centros de formación serios que cumplan con las expectativas de los profesionales, cuyos niveles de exigencia son cada vez más notables. Debemos estar atentos a los programas formativos existentes en el mercado, pues algunos no distan mucho de la formación adquirida a nivel universitario y otros programas prometen una calidad y atención exquisita a precios muy rebajados. Es necesario evaluar con detenimiento el programa especializado que se quiere contratar. Debe quedar perfectamente definido en el catálogo técnico del producto; será una inversión a la que hay que destinar gran parte de nuestro tiempo personal, esfuerzo para conciliar vida laboral y/o familiar y, de recursos económicos recuperables a corto plazo. Otro de los factores más determinantes para la selección de cualquier formación es la flexibilidad, en la que la enseñanza *on-line* ha ganado terreno estos últimos años respecto la enseñanza tradicional de forma presencial. Los recursos tecnológicos que se pueden aplicar a la enseñanza *on-line* son innumerables, gracias a los avances de las tecnologías de la información y comunicación, por supuesto, en los últimos años.

Zigurat

Zigurat Global Institute of Technology es una empresa de formación especializada que acota su actuación a los principales campos del sector AECO (Architecture, Engineering, Construction and Operation). En los diferentes programas formativos intervienen técnicos de reconocido prestigio y con experiencia en proyectos reales. En la parte de rehabilitación energética de edificios encontramos el Máster Internacional en Instalaciones de Edificación, Sostenibilidad y Eficiencia Energética con BIM.

Diego Besada Radio es MEP Engineer, especialización en cálculo y diseño de instalaciones, y consultor y formador en instalaciones.

Método para aumentar la eficiencia de las bombas de calor y ahorrar en climatización

La aplicación en el diseño de intercambiadores para bombas de calor permitiría una mayor eficiencia gracias a la reducción del impacto sobre el entorno y un ahorro del 70% en la energía consumida

En el campo de la climatización y el agua caliente sanitaria se utilizan bombas de calor. Ahora investigadores de la Universidad de Valencia (UV) y de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) han desarrollado una técnica que puede suponer un ahorro de hasta el 70% de la energía consumida respecto a bombas convencionales. Su método permite conocer la conductividad térmica de las capas geológicas del subsuelo, informando de las más eficientes a la hora de ceder o absorber calor.

La novedosa metodología se ha realizado a partir de pruebas experimentales estándar (TRT), ampliadas con mediciones de temperatura a diferentes profundidades, realizadas por un procedimiento sencillo y en localizaciones conocidas. Hasta ahora, los métodos estándar de medida de la capacidad de extraer o inyectar calor al subsuelo únicamente permitían obtener un valor promedio del entorno en el que realizaba la transferencia de calor, sin poder identificar las zonas más eficientes.

“Este conocimiento detallado es muy importante en el diseño de intercambiadores de calor geotérmicos o acoplados al terreno, ya que la utilización de estos datos en su diseño puede lograr que se reduzcan los costes de instalación, al aprovechar mejor las zonas con más capacidad de intercambio, reduciendo los tiempos de retorno de la inversión y maximizando los ahorros económicos y energéticos”, ha destacado Nordin Aranzabal, investigador del departamento de Ingeniería Electrónica de la UV.

“Los intercambiadores de calor geotérmicos se utilizan junto con bombas de calor para climatización, habiendo demostrado ahorros que pueden llegar al 70% de la energía eléctrica respecto a bombas de calor convencionales. Además, aproximadamente el 40% de la energía que se consume en edificios se dedica a climatización”, apunta Aranzabal.

Los investigadores, pertenecientes a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería



Investigadores del grupo de Diseño de Sistemas Digitales y de Comunicaciones de la Universidad de Valencia. Foto: DSDC/UV

ría (ETSE) de la UV, citan, además, otras ventajas de la aplicación de este método, como la disminución del impacto sobre los edificios al no necesitarse intercambiadores de calor con el aire ni torres de refrigeración; la reducción de riesgos para la salud por legionela y la reducción de huella de carbono.

El trabajo, en el que han participado cinco investigadores de la UV del Departamento de Ingeniería Electrónica y dos investigadores de la UPV, ha sido publicado en *Applied Thermal Engineering*.

Este tipo de instalaciones, que son habituales en países fríos de Europa y América debido a sus condiciones climáticas más rigurosas, son muy importantes para un uso sostenible de la energía y, gracias a trabajos como el desarrollado, cada vez se está extendiendo más su uso a regiones con climas más templados. Además, estos sistemas presentan índices de eficiencia muy elevados y, por ello, reciben la consideración de energía renovable.

Indicado para regiones mediterráneas

La construcción del intercambiador queda restringida a áreas climáticas menos rigurosas, como el Mediterráneo, en la que otras tecnologías pueden resultar más económicas.

La constatación de la carencia de datos detallados sobre el proceso de intercambio de calor a lo largo de los tubos enterrados en el subsuelo, y por tanto, la imposibilidad de aprovechamiento de capas con alto contenido en humedad y flujos de agua, es el factor que llevó a los investigadores a desarrollar instrumentos para la obtención de medidas adicionales para caracterizar mejor los intercambios de calor en la perforación.

De la aplicación de estos procedimientos de medida sobre un intercambiador geotérmico experimental se obtuvieron los datos –perfiles de temperatura en un tubo observador auxiliar– que han permitido ajustar las características térmicas del subsuelo en un modelo de simulación que reproduce el comportamiento de la instalación.

Referencia:

N. Aranzabal, J. Martos, Á. Montero, L. Monreal, J. Soret, J. Torres, R. García-Olcina: Extraction of thermal characteristics of surrounding geological layers of a geothermal heat exchanger by 3D numerical simulations. *Applied Thermal Engineering*. Volume 99, 25 April 2016. Pages 92–102. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.12.109>

Retales y restos de hilos para divisiones de edificios más aislantes y sostenibles

Un nuevo panel de residuos textiles mejora las condiciones térmicas y acústicas de las edificaciones, a la vez que reduce el impacto energético asociado a la producción de materiales de construcción

Tres investigadoras de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid han llevado a cabo una investigación en la que, a partir de materiales textiles, han obtenido paneles para divisiones interiores que pueden ser utilizados tanto en obra nueva como en la rehabilitación de edificios.

Los paneles obtenidos con este método tienen un peso menor respecto a otros similares del mercado y mejores prestaciones térmicas y acústicas. Además, el uso de materiales reciclados contribuye a la reducción del consumo energético y reduce el impacto ambiental de la construcción.

Como señalan las investigadoras que han desarrollado este nuevo producto, "el uso de este tipo de paneles mejora sustancialmente las condiciones térmicas y acústicas de las edificaciones, al tiempo que reduce el impacto energético asociado a la producción de materiales de construcción y las emisiones de gases de efecto invernadero".

El sector de la construcción tiene un elevado impacto en el consumo energético y en las emisiones de CO₂ a la atmósfera. El uso de materiales residuales

contribuye no solo a la reducción del consumo energético en la producción de nuevos productos, sino también al incremento del ciclo de vida. A partir del año 2002 han surgido distintas políticas a nivel europeo que fomentan su gestión y reciclaje.

En la Unión Europea se rechazan 5,8 millones de toneladas de residuos textiles al año, de los cuales solo el 25% son reciclados y 4,3 millones acaban en incineradoras o en vertederos. De acuerdo con la información facilitada por el Centro de Información Textil y de la Confeción (CITYC), solo en España en el año 2011 se generaron 301.600 toneladas de residuos textiles.

El nuevo estudio propone reintroducir estos residuos en la cadena productiva para obtener paneles que se utilizan en las divisiones interiores de la construcción. Los residuos empleados no precisan ningún tratamiento especial, puesto que son restos de productos con control de calidad, como retales de fabricación y restos de hilos.

En la producción de paneles es común el uso de aglomerantes químicos, que presentan la desventaja de las

emisiones contaminantes en espacios interiores, además de su comportamiento frente al fuego. En este sentido, se propone la recuperación de un conglomerante de bajo consumo energético asociado y de excelentes propiedades frente al fuego o frente a las emisiones de contaminantes como es la cal.

Con estas premisas, se ha desarrollado un panel de fibras textiles conglomeradas con cal hidráulica natural. De acuerdo con los ensayos realizados, se observa que los paneles con residuos textiles presentan menor densidad respecto a otros comparables del mercado y mejoran el comportamiento térmico, de tal forma que reducen hasta dos veces la conductividad térmica de otros materiales comerciales. Por su parte, la introducción de fibras textiles también mejora el comportamiento acústico de los paneles en términos de absorción sonora.

Referencia:

M.M. Barbero Barrera, O. Pombo, M.A. Navacerrada. Textile fibre waste bindered with natural hydraulic lime. Composites Part B-Engineering 94: 26-33. DOI: 10.1016/j.compositesb.2016.03.013. Jun 1, 2016.



Residuos textiles utilizados para elaborar el panel. Foto: UPM.

La situación de la rehabilitación de edificios en España

Fernando Prieto Fernández

Para comprender la situación actual de España en cuanto a la rehabilitación de edificios, debemos retroceder unos años en los que la intensa crisis que sufrió nuestro país supuso un frenazo en seco de muchas actividades económicas y de forma más brusca en el sector de la construcción, en el cual la obra nueva representaba más del 80% del volumen y la rehabilitación era algo residual, de poco interés para la mayoría de las empresas constructoras.

Fue entonces cuando muchas de dichas empresas empezaron a considerar la rehabilitación un salvavidas para su empresa, compartiendo un mismo espacio con empresas de larga tradición y experiencia en la rehabilitación. Esta situación se incrementó cuando en 2013 se aprobó la Ley 3R (Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas). Se consideraba necesario para la recuperación económica la reconversión del sector inmobiliario y de la construcción y volcar todos los esfuerzos en aquellas actuaciones, a lo que se sumaba el gran parque inmobiliario edificado antes de considerarse unos criterios mínimos en eficiencia energética y el compromiso del Paquete 20-20-20.

Sin embargo, el volumen de actuaciones emprendidas no supuso el avance esperado, explicable por la situación económica en la que estaban sumergidos la sociedad española y el propio sector financiero, piedra angular del proceso de rehabilitación. Todavía queda camino por recorrer en este sentido, tanto en campañas de concienciación al ciudadano para que haga suyo el mensaje de los beneficios (confort, ahorro, salud) que supone, como con el sector financiero para que sea más accesible a las comunidades de propietarios la financiación de las actuaciones. Todos los agentes involucrados debemos situar al usuario en el centro de nuestras acciones e identificar sus necesidades para poder cubrir las.

ANERR se creó hace cinco años y, como ya he indicado, era en un momento en que la obra nueva se desplomaba y se



Fernando Prieto Fernández, presidente de ANERR.

asentaban las bases para la renovación urbana que se vislumbraba con el futuro del sector dado el gran número de inmuebles poco o mal mantenidos, que además carecían de aspectos básicos como son la accesibilidad y aislamiento. Por ello, era necesario un interlocutor de la rehabilitación tanto con la Administración como con el sector y el ciudadano para difundir las bondades de la rehabilitación y reforma, como para profesionalizar el sector y defenderlo contra el intrusismo y empresas ilegales. Nuestra asociación está al servicio del ciudadano para informarle y ayudarlo a realizar sus obras con empresas solventes, con el sello de "Empresa adherida a ANERR".

Ayudas y subvenciones

En los últimos años desde la Administración, en sus distintos niveles (estatal, autonómico, local) se ha trabajado intensamente en ofrecer programas de ayuda, planes *renove* y subvenciones, haciendo mayor incidencia en las áreas de mayor necesidad social (ARRU). A pesar de todo este esfuerzo, no siempre se ha logrado que sean medidas realmente incentivadoras (ya que en ocasiones pueden solicitarlo obras acabadas), ofrecen plazos de solicitud tan cortos que no permiten que se reúna la comunidad de propietarios para tomar la decisión inicial o son esporádicas, por

lo que la propiedad espera al siguiente plan, reteniendo el inicio de las obras. A esto hay que sumar la incertidumbre de si al final concederán la subvención. Proponemos que se transmita seguridad al ciudadano para que afronte sin reservas la rehabilitación del edificio, disponiendo de programas de ayudas continuados, con seguridad tal que anule cualquier incertidumbre.

La rehabilitación y regeneración urbanas no se deben entender como una actuación esporádica en un edificio, sino como la base de un modelo sostenible e integrador de ciudad y evolucionar con ella, tanto desde el punto de vista urbanístico, como social y económico. Entendemos que la Administración central se debe seguir apoyando en instituciones como ANERR y otras asociaciones para la elaboración del próximo plan estatal. Si bien hay que seguir trabajando para lograr convertir en accesibles todos los edificios, la tendencia actual en Europa es la necesidad de implantar medidas pasivas y activas para mejorar la eficiencia energética de los edificios, y en dicha línea se ofrecen los planes de ayudas que premian la mejora en la calificación energética.

En ANERR defendemos que la rehabilitación es una oportunidad para introducir la eficiencia. Las actuaciones pueden ser muy diversas, desde la instalación

de detectores de presencia, iluminación led, repartidores de consumo, válvulas termostáticas, hasta las actuaciones en la envolvente -fachadas y cubiertas- que, junto con las actuaciones en instalaciones de climatización, mejorarán sin duda la calidad de vida del ciudadano.

Por eso hemos acuñado el término de la *rehabilitación integral secuencial* en fases coordinadas, ya que en la mayoría de los casos se hace inviable económicamente afrontarlo de una sola vez. Esto supone que cada edificio disponga de un listado de actuaciones que se vayan acometiendo según la necesidad y la disponibilidad económica. Sería una *hoja de ruta* en cuya elaboración e implementación los técnicos y los administradores de fincas son fundamentales.

Después de varios años de intensa crisis, desde 2014 se está produciendo una suave recuperación, que aunque tenga valores relativos importantes, la gran disminución sufrida en la crisis hace que en términos absolutos estemos lejos de poder anunciar el final de la misma. Hace falta varios años de incrementos importantes en la actividad para que se consiga salir de la mala situación.

Es los años de recesión tuvieron que cerrar muchas empresas, y las que han sobrevivido lo han hecho con grandes sacrificios y esfuerzo por parte de empresarios y trabajadores. El mercado ahora mismo está muy difícil, ya que a los problemas tradicionales de intrusismo se ha sumado el aumento de la competencia por la entrada en este mercado de compañías que anteriormente no se dedicaban a la rehabilitación.

El sector de la construcción (obra nueva y rehabilitación) es un motor importante de la economía española, por lo que el nuevo Gobierno deberá implantar medidas que favorezcan su recuperación de forma sostenible, ya que será el elemento impulsor de otros sectores. En 2016, igual que en 2015, se prevé una recuperación del sector de la construcción en España, con un crecimiento previsto respecto al año anterior, del 3,7%. Aunque también ha sufrido –como todo el sector– los efectos de la crisis, el segmento de la rehabilitación y reforma de edificios y viviendas ha mantenido una cierta estabilidad. Para el próximo año está previsto un incremento anual del 4,4%.

En el último semestre se aprecia una actitud positiva de muchos agentes intervinientes, pero entre todos debemos hacer que se haga realidad y para ello será preciso que se definan medidas incentivadoras en aspectos como la fiscalidad de la rehabilitación, la recuperación de programas de ayudas y subvenciones que dinamicen definitivamente la rehabilitación del parque inmobiliario español.

Medidas fiscales y financieras

En los próximos meses esperamos que el nuevo Gobierno defina medidas que impulsen definitivamente la rehabilitación eficiente en España, para lo cual es esencial la creación de herramientas financieras sencillas al alcance de las comunidades de propietarios, así como la implantación de medidas fiscales para los ciudadanos, entre las que destacan:

- Simplificar y aclarar la aplicación del IVA. Aplicar un IVA superreducido a

las actuaciones de mejora en eficiencia energética y accesibilidad.

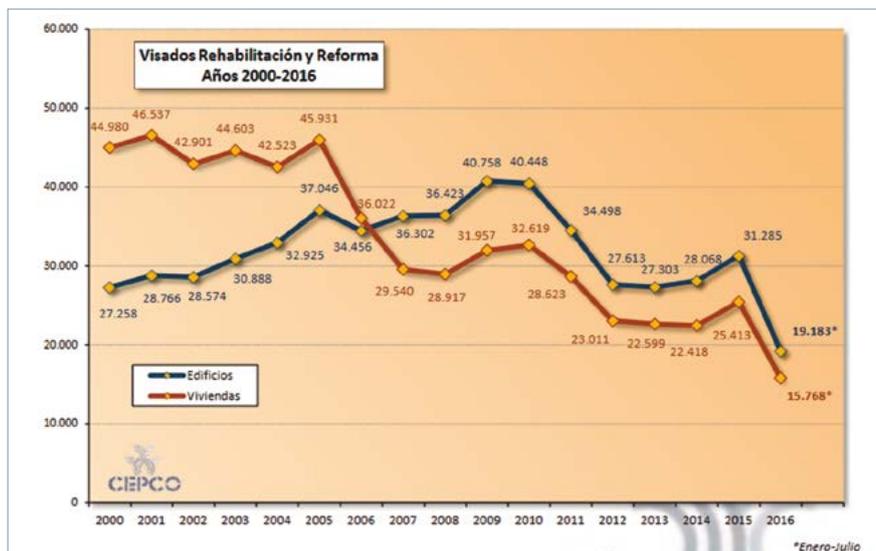
- Eliminar la tributación de las subvenciones de rehabilitación como si fuera un ingreso. Ahora al ciudadano que se le concede subvención en el primer año se le incrementa en sus ingresos de renta el importe de subvención como si lo hubiera recibido cuando en realidad lo ha invertido. Esto crea graves problemas en familias con reducidos ingresos.

- Incluir la desgravación en renta para los ciudadanos de las inversiones en esta materia.

- IBI: con bonificaciones en función de la calificación energética para las edificaciones existentes. Esta medida la anunció el Estado, pero no se ha llegado a hacer efectiva.

Desde la fundación de ANERR hemos trabajado para lograr la máxima calidad y profesionalización del sector, difusión de los beneficios de la rehabilitación, así como un apoyo a las Administraciones públicas. Por ello, ANERR mantiene su recorrido nacional de divulgación, creando este año las Jornadas Prácticas de Rehabilitación Eficiente. También colaboramos con la EMVS de Madrid en su nueva oficina SAER (Servicio de Ahorro Energético y Rehabilitación) en la calle Zurita, con un espacio *showroom* de soluciones para la rehabilitación eficiente y a la disposición del usuario. También participamos con 700 m² en la tercera edición del Circuito ANERR de Rehabilitación en Construtec (e-power&Building). Pero, como no hay mejor ejemplo que mostrarlo a escala 1:1, seguimos potenciando los proyectos Piloto de Rehabilitación Energética Integral (PREI), como es el PREI de Rivas (Madrid) y el PREI Turia Verde (Valencia).

Nuestra propuesta para el nuevo periodo es trabajar todos juntos, instituciones, asociaciones, colegios profesionales y las propias empresas con un mismo objetivo: lograr transmitir la cultura de la rehabilitación al ciudadano, y para ello primero debemos situar en el centro del proyecto al usuario, conocer sus necesidades y dudas, para poder cubrirlas, porque no nos olvidemos, es él quien toma la decisión de afrontar una rehabilitación eficiente en su vivienda.



Visados de rehabilitación y reforma en España (2000-2016). Fuente: Ministerio de Fomento / CEPCO.

Fernando Prieto Fernández es presidente de la Asociación Nacional de Empresas de Rehabilitación y Reforma (ANERR) y director general de Litecon, empresa constructora especializada en rehabilitación y reforma.

DOSSIER

Eficiencia energética y seguridad eléctrica de instalaciones en la rehabilitación de edificios

Francisco Javier Balbás García

Energy efficiency and electrical safety of installations in rehabilitation of buildings

RESUMEN

Inicialmente, se describe la relevancia de la rehabilitación en el parque constructivo español. A continuación, se presenta la eficiencia energética como necesaria dentro de la coyuntura del país, describiendo las fases que se deben desarrollar para proceder a una actuación rentable. Posteriormente, se desarrolla la problemática encontrada en las instalaciones eléctricas de la edificación, prestando especial atención en la puesta a tierra. Se concluye mostrando la importancia y repercusión económica de la renovación de las instalaciones eléctricas en la toma de decisiones.

Encargado: 16 de mayo de 2016

Recibido: 22 de octubre de 2016

Aceptado: 8 de noviembre de 2016

ABSTRACT

Initially, the relevance of rehabilitation in the Spanish construction is described. Then you have energy efficiency as required by the situation in the country and a methodology is described to have the best energy efficiency action. Subsequently, the problem is found in the electrical installations, especially in the electrical grounding. Finally, it is shown the economic impact of the renewal of electrical installations.

Commissioned: May 16, 2016

Received: October 22, 2016

Accepted: November 8, 2016

Palabras clave

Rehabilitación de edificios, eficiencia energética, PIB, vida efectiva, renta, vida tecnológica, seguridad eléctrica

Keywords

Rehabilitation of buildings, energy efficiency, GDP, effective lifetime, profit-earning capacity, technological life, electrical safety



Foto: Shutterstock

Introducción

La edificación representa cerca del 40% del consumo total de energía en la Unión Europea. La reducción del consumo de energía y el uso de energía procedente de recursos renovables en el sector de la edificación suponen importantes medidas para reducir la dependencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero (Directiva Europea, 2012).

Analizando el elevado coste de la energía eléctrica de los últimos años y sus perspectivas es interesante plantear la eficiencia energética como una actuación necesaria e interesante para el usuario. Además, las edificaciones en España poseen una antigüedad significativa que, aparte de animar a una actuación de reducción en el consumo energético, estimulan la comprobación de la seguridad eléctrica de las instalaciones, pues si bien la eficiencia aporta una reducción del consumo, la seguridad eléctrica aportará una reducción de los posibles costes asociados a los riesgos humanos y materiales.

Inicialmente, el presente artículo describe la situación actual de la rehabilitación en España. A continuación, animada por la evolución y perspectivas del coste de la energía eléctrica se

presenta la necesidad de la eficiencia energética, planteando una metodología de estudio para valorar la rentabilidad de las posibles actuaciones. Posteriormente, se considera el estado en el que se encuentran las instalaciones eléctricas durante la rehabilitación de edificios, sus causas y posibles consecuencias desde el punto de vista de la seguridad. Dada su relevancia, se desarrolla un estudio específico de las instalaciones de puesta a tierra, desglosando sus problemáticas constructivas, posibles soluciones y costes asociados.

Rehabilitación en España

La incapacidad del mercado inmobiliario español para absorber la gran oferta de vivienda construida y vacía disponible consecuencia de la burbuja inmobiliaria acontecida ha hecho disminuir la inversión en construcción de vivienda nueva significativamente. En los últimos años, las licencias concedidas para vivienda nueva fueron inferiores a las concedidas para rehabilitación (figura 1) (Ministerio de Fomento, 2016), aun sin considerar la rehabilitación de locales, que representa del orden del 20% de la rehabilitación total en edificios.

Todo lo cual hace tomar cierta importancia a este tipo de actuación constructiva, importancia que, además, también se puede vislumbrar desde los siguientes aspectos:

- Desde el punto de vista energético la actuación de la rehabilitación conlleva menor importe energético por metro cuadrado frente a la construcción de obra nueva, pero además la construcción de cerca del 60% del parque residencial español es anterior a 1979 (BOE 86, 2013), fecha de la primera normativa sobre la envolvente térmica. Además, desde el punto de vista de la seguridad de las instalaciones eléctricas, la mayor parte de esta edificación no se llegó a regular por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 1973. En líneas generales, 1,38 millones de viviendas se encuentran en estado deficiente. Por todo ello, la rehabilitación de este parque antiguo de viviendas puede tener un efecto muy eficiente desde el punto de vista energético y de seguridad eléctrica, dado el deterioro sufrido por las edificaciones y sus instalaciones y la existencia de equipos y materiales mucho más eficientes y seguros en la actualidad.

- La rehabilitación se ha presentado como una alternativa de empleo

Rehabilitación en edificios

que alienta a los correspondientes Gobiernos a subvencionar mediante ayudas a su ejecución. El aumento de las ayudas para la rehabilitación en viviendas en España fue en 2011 de más del doble que en 2007. Posteriormente, el 5 de abril de 2013 el Consejo de Ministros aprobó para el periodo 2013-2016 el destino de una partida importante en subvenciones públicas e introducción de vías de financiación privada a la rehabilitación y a la mejora de las deficiencias encontradas en las correspondientes inspecciones técnicas de edificios (BOE 86, 2013). En la actualidad, se tienen decretos autonómicos, como el Decreto 141/2016, de 2 de agosto, por el que se regula el Plan de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía 2016-2020, que continúan estimulando esta tipología de actuación.

Esto se puede traducir en un ahorro para el consumidor en la inversión que realizar y un aumento de la rentabilidad de la correspondiente actuación.

- La rehabilitación de instalaciones eléctricas también se ha presentado como una medida de seguridad ante los importantes daños y riesgos que pueden acontecer dado su deterioro y deficiencias. De hecho, se tiene como ejemplo la comunidad del País Vasco, que en la resolución adoptada el 22 de mayo de 2015 subvenciona, a fondo perdido, la renovación de las instalaciones eléctricas en la edificación de más de 25 años (BOPV 94, 2015).

- Por último, hay que considerar la necesidad del cumplimiento de los objetivos marcados por la Directiva Europea de Eficiencia Energética de Edificios 2012 (Directiva Europea, 2012) referidos a la estimulación para la obtención de viviendas de nueva construcción y rehabilitadas de consumo energético “casi nulo”¹.

Por tanto, con estas particularidades presentadas, se puede establecer la rehabilitación como alternativa constructiva, casi principal, en la actualidad y la relevancia de las correspondientes actuaciones en eficiencia energética y de seguridad eléctrica en las instalaciones.

Relevancia de la eficiencia energética

Una reducción de la demanda eléctrica es positiva para el usuario, pero también tiene una repercusión negativa

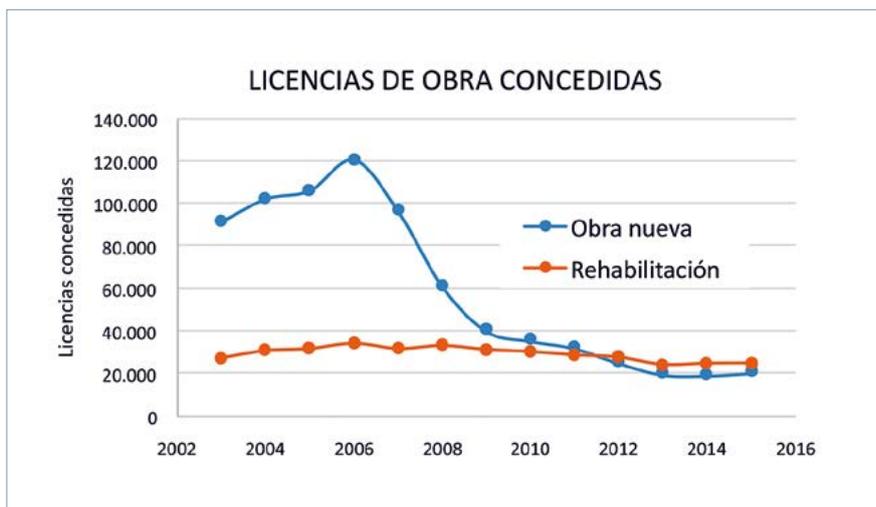


Figura 1. Evolución de las licencias de obra concedidas para obra nueva y rehabilitación, sin incluir la rehabilitación de locales (Ministerio de Fomento, 2016).

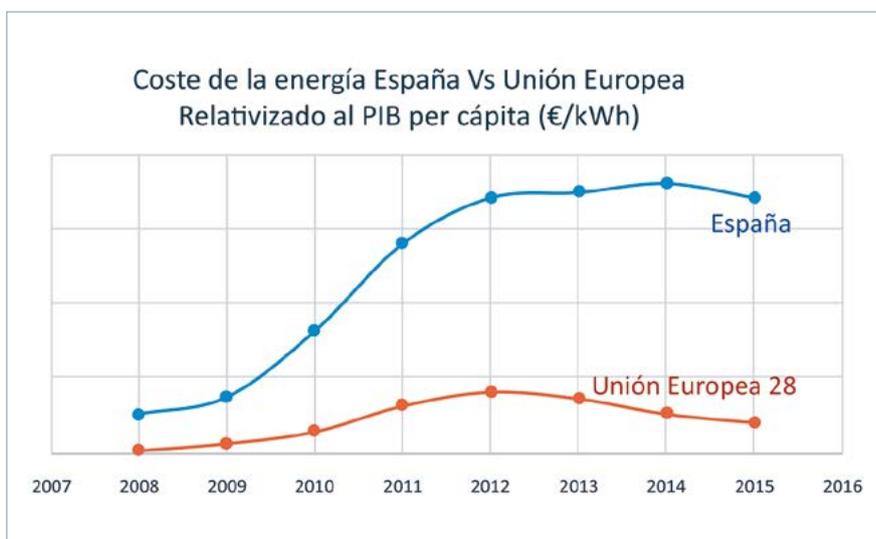


Figura 2. Evolución del coste de la energía eléctrica sin impuestos en España y en la Unión Europea de los Veintiocho, relativizando según el PIB per cápita en PPS (Eurostat Home, 2016).

para los costes regulados de la energía, puesto que los costes fijos del sistema eléctrico adquieren una mayor relevancia respecto a la cuantía del coste total de la energía eléctrica (Balbás, 2016).

Para analizar los costes que la energía eléctrica ha experimentado en los últimos años en España se va a realizar una comparativa con respecto a la media de la Unión Europea de los Veintiocho. Se utilizará el coste de la energía en euros con y sin impuestos deducibles², relativizándolos mediante el producto interior bruto (PIB) per cápita en unidades PPS³ (Purchasing Power Standards) (Eurostat Home, 2016), para consumidores domésticos que facturan entre 5.000 y 15.000 kWh por año.

A finales de 2015, si se incluyen los impuestos, España ocupa el séptimo lugar de las energías más caras de la Unión de los Veintiocho. Ahora bien, si no se incluyen los impuestos, España ocupa el tercer puesto después de Italia y Chipre. Esta cuestión confirma que en nuestro país el peso de la energía eléctrica no se encuentra en los impuestos deducibles pues interesa tener asegurados ciertos ingresos para cubrir el coste del sistema eléctrico.

En la figura 2, se representa la evolución del coste de la energía eléctrica, del suministro y del sistema, sin impuestos deducibles. Aunque el gran incremento del coste de la energía se experimentó durante el periodo 2008-2012 y en los últimos años se ha ex-

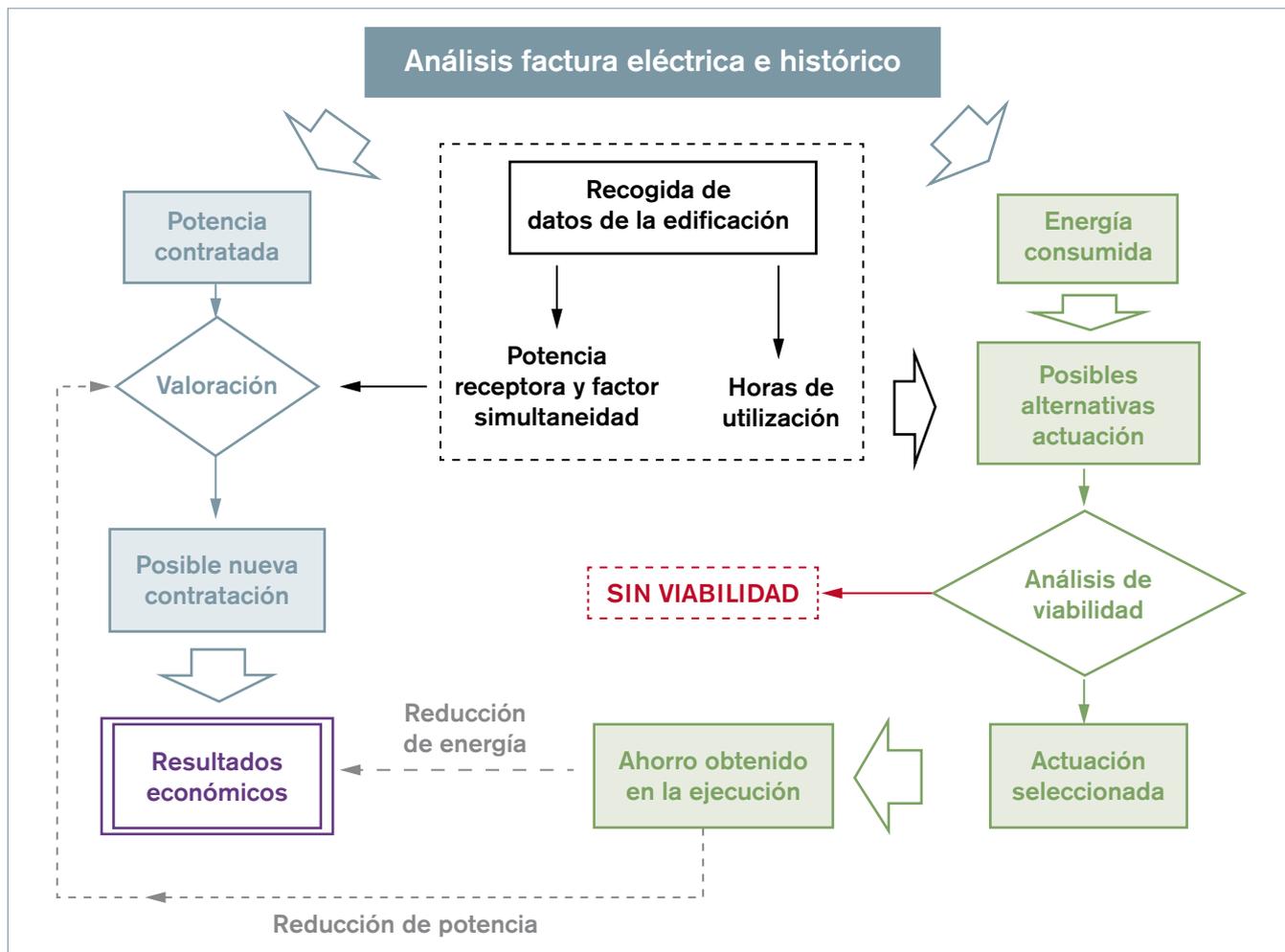


Figura 3. Diagrama de metodología de análisis para las actuaciones de eficiencia eléctrica.

perimentado una tendencia conservadora, España sigue teniendo un coste elevado de la energía eléctrica frente al de la media de la Unión Europea, y se ha incrementado el gradiente entre ambas desde 2012.

Por otro lado, se pueden citar determinados factores, como el “déficit de tarifa”, que supone una deuda establecida cuantificada a 31 de diciembre de 2015 en 25.056,5 millones de euros (CNMC, 2016) que aunque se haya frenado su crecimiento y facultado levemente su reducción en el último año, no ayuda a considerar una estimable bajada del coste de la energía para los próximos años (Balbás, 2016).

Por tanto, queda patente el interés en reducir el consumo eléctrico de una edificación, aunque también resulta importante a la hora de valorar una actuación, entre otros parámetros, tener presente las partidas de la factura eléctrica en las que se podrán reducir costes para realizar un adecuado estudio

de viabilidad de la actuación, cuestión que se trata a continuación.

Metodología de actuación

Para el desarrollo de la metodología se expondrá una actuación sobre el consumo eléctrico, extrapolable a otras tipologías de actuación. Inicialmente en el histórico de la factura eléctrica se analizan por separado las partidas de potencia contratada y energía consumida (cuadro en negro de la figura 3). Ambas se comparan con los estudios de potencia receptora y de horas de utilización por año, h_u , de los correspondientes receptores, lo cual, puede aportar una posible revisión del contrato establecido con la compañía eléctrica suministradora analizando cuál es la parte más interesante para buscar descuentos. Además, desde el punto de vista de los receptores instalados y su factor de simultaneidad, en el caso de comunidades, puede asociarse a una reducción de la potencia

contratada (ruta azul de la figura 3). Cabe destacar que algunas compañías suministradoras exigen el boletín de instalación para reducir la potencia contratada.

Del estudio realizado con los receptores y sus horas de utilización, pueden establecerse las alternativas de actuación más aconsejables, de las cuales, se deberá seleccionar la más rentable técnica y económicamente (ruta verde de la figura 3). A continuación, posiblemente, se va a tratar el paso más determinante de la metodología, el análisis de viabilidad entre las posibles alternativas de una tipología de actuación (Balbás, et al., 2015).

Para este desarrollo comparativo se propone comparar las distintas alternativas desde las mismas condiciones según las siguientes premisas y parámetros:

- La vida útil, V_u , de los equipos o materiales se valora en función de sus horas de utilización por año, h_u , para

Rehabilitación en edificios

lo cual, se define la “vida efectiva”, V_{ef} , como el cociente entre ambas.

- Se define el coste de inversión anual, C_{iA} , como el coste de la inversión dividido por su vida efectiva.

- El ahorro anual, AH_A , representa el ahorro económico previsiblemente experimentado en la factura eléctrica, según la correspondiente reducción anual de energía, E_A .

- Se define la renta, R , o beneficio económico anual, como la diferencia entre la inversión anual, C_{iA} , y el ahorro anual, AH_A .

Definidos estos parámetros para cada tipo de alternativa se pueden obtener una serie de puntos que se presentan en la figura 4 como dos curvas, las cuales representan los distintos costes de inversión y ahorros, ambos anuales, para cada alternativa. De dicha figura 4, se desprende que existen actuaciones de poca inversión anual que producen gran ahorro, actuación, x , así como otras que precisan elevadas inversiones que no se amortizarán con el ahorro generado, actuación, y . Aquella que aporte mayor renta, R_{max} , será la elegida.

Respecto el análisis anual presentado en la figura 4, hay dos últimos comentarios. El primero referido a que al coincidir distintas vidas efectivas de las diferentes actuaciones, se tomará como tiempo común a todas ellas el ciclo de vida tecnológico de la correspondiente tecnología. De esta manera se limita el valor de la vida eficiente cuando esta sea superior. Segundo, el punto de corte entre ambas rectas, donde $C_{iA} = AH_A$ representa el límite entre las actuaciones que se pueden amortizar y las que no (rojo de la figura 3).

Para finalizar, volviendo a la figura 3, se obtienen unos resultados de ahorro energético y de reducción de potencia receptora en la ejecución de la alternativa seleccionada (gris de la figura 3), lo cual puede posibilitar una nueva contratación respecto la potencia contratada.

Mediante esta metodología se obtiene una forma objetiva de seleccionar las actuaciones más interesantes para el usuario y poder reducir la cuantía de la factura eléctrica. Pero, además, las actuaciones de eficiencia energética para reducir la demanda energética ofrecen una segunda ventaja, muy significativa, que aparece al reducir la densidad de corriente y el calentamiento de unos cableados en los que

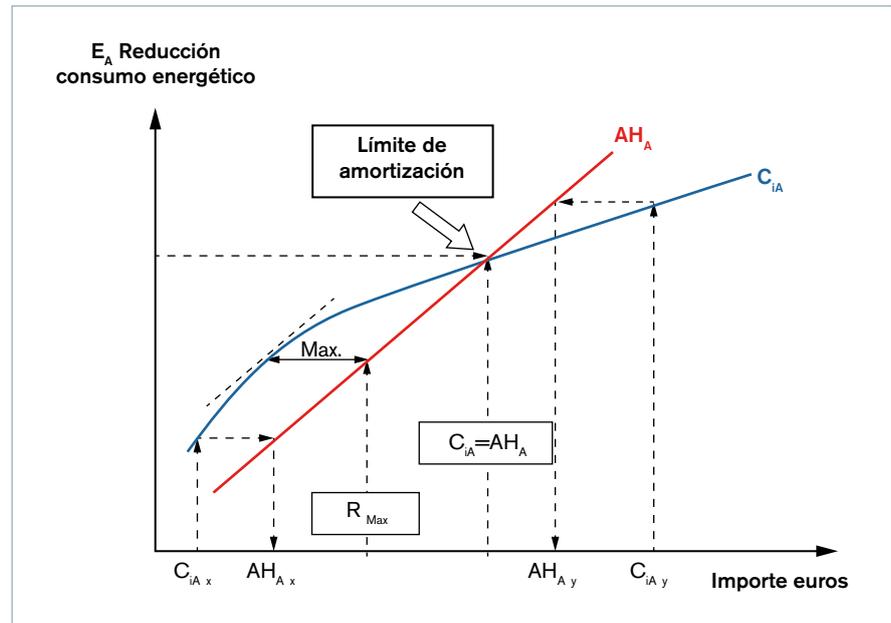


Figura 4. Comparativa anual del coste de inversión versus ahorro económico (Balbás, 2015).

las secciones no suelen corresponderse con sus necesidades, tal como se trata a continuación.

Seguridad de las instalaciones eléctricas

Primero la edición del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 1955, posteriormente la de 1973 y actualmente la de 2002 han regulado las medidas que adoptar en la ejecución de las instalaciones eléctricas en la edificación. El Código Técnico de Edificación de 2007 supuso una trasposición de las normativas europeas respecto la eficiencia energética, seguridad y sus requerimientos. Por otro lado, el Real Decreto Ley 8/2011, de 1 de julio, de fomento de la actividad empresarial e impulso de la rehabilitación, obliga a una inspección técnica de las edificaciones de más de 50 años de antigüedad. Todo ello ha supuesto un control y cumplimiento de los objetivos bajo las necesarias medidas de seguridad eléctrica.

En la actualidad, en las nuevas edificaciones se ha mantenido un cierto control en las instalaciones, reguladas y controladas por los correspondientes reglamentos y certificaciones de obra. Ahora bien, en el caso de las edificaciones existentes, la ampliación del número de receptores, las reformas parciales y la falta de supervisión y control de determinados elementos han ocasionado un incremento del riesgo eléctrico, lo cual precisa una consideración (PRIE,

2006) (Toledano, et al., 2009). Así se presentan edificaciones con menos de 50 años de antigüedad que no tienen unas instalaciones eléctricas adecuadas, algunas porque el mismo reglamento que se encontraba en vigor no lo exigía pues tampoco se prevenían cargas semejantes a las actuales. Estudios realizados con anterioridad en un número significativo de edificaciones (PRIE, 2006) (Mapfre, 2010) ya destacaban estas deficiencias y alarmaban sobre su relevancia en la seguridad material y humana. Los fallos o defectos más comunes se encuentran principalmente en:

- Receptores con suministro energético deficiente.
- Bases de enchufe o puntos de luz sin puesta a tierra (figura 5).
- Tomas de enchufe originarias insuficientes animando a la posterior prolongación de los tendidos de los cables e introducción de prolongadores y bases múltiples o ladrones (figura 5).
- Falta de protecciones adecuadas a la instalación.
- Sección de cableado insuficiente en instalaciones sobrecargadas (figura 5) con el correspondiente sobrecalentamiento y pérdidas asociadas.
- Falta de equipotencialidad en zonas problemáticas como baños o zonas húmedas con la posibilidad de existencia de diferencias de potencial peligrosas entre partes metálicas.
- Contactos deteriorados y deficientes (figura 6).



Figura 5. Derivaciones de enchufes sin toma de tierra, con cableado de suministro inadecuado.



Figura 6. Contacto eléctrico de un portalámparas deteriorado.



Figura 7. Aislamientos deteriorados.

- Aislamientos deteriorados o no adecuados a los requerimientos (fig. 7).
- Falta o deterioro de las puestas a tierra y de los elementos asociados.
- Masas que no se encuentran conectadas a tierra y que pueden estar sometidas accidentalmente a tensión.
- Actuaciones desarrolladas por personal no cualificado y desconocimiento del propio usuario.

Se tienen ejemplos cotidianos de las consecuencias originadas por los defectos comentados anteriormente: el horno que no calienta adecuadamente, la lavadora que da calambres al tocar, el sobrecalentamiento de los mecanismos, etc. El Observatorio de Siniestros de Hogar de Asitur (Asitur, 2016) publica que el número de siniestros de daños eléctricos lleva creciendo de manera constante en los últimos años y su peso sobre el total de siniestros de hogar atendidos por esta empresa se ha duplicado desde 2011 hasta 2015, hasta representar el 12% de los siniestros de este ramo.

Pero aparte de las irregularidades o pérdidas materiales asociadas a los posibles incendios o explosiones que puedan ocurrir donde un fallo eléctrico ha sido la causa del foco de ignición, se tiene la integridad del usuario. Los riesgos de baja tensión, BT, suelen aminorarse frente los de alta tensión, AT. Ahora bien, no se debe olvidar que la BT es la más utilizada, principalmente a nivel doméstico, con personal no preparado y que además, con una intensidad alterna de defecto o de

fuga de 50 mA, intensidad de cuantía mínima en el consumo de un receptor doméstico, una persona que se electriza, si el tiempo es lo suficiente amplio, puede sufrir la fibrilación ventricular, principal causa de defunción por causa eléctrica con paso de corriente a través del organismo. Esta cuestión, además, puede agrandarse según la resistencia experimentada y el recorrido a través del cuerpo humano.

Si se considera una vivienda perteneciente a un bloque, construcción más habitual hace 20 años, los elementos involucrados en la seguridad eléctrica son por una parte propiedad particular del usuario (cableado, enchufes, diferencial, etc.) y por otra parte, propiedad de la comunidad (conexiones de enlace y puesta a tierra [PAT]). El usuario puede desarrollar una mejora interna de la instalación eléctrica de su vivienda pero si la edificación no tiene una toma de tierra adecuada, parte de sus medidas no tendrán efecto. Además, la complejidad de actuación y particularidades de la edificación hacen que la puesta a tierra pueda resultar una tarea complicada para el instalador.

Puesta a tierra

En los estudios realizados, el 22,5% de los hogares carecían de red de tierra y, como es lógico, al tratarse de un defecto estructural, predomina en las viviendas más antiguas (44,6%) y, en menor medida, en las construidas entre 1975 y 1985 (17%). Este hecho

puede deberse a un periodo transitorio inicial en el que una parte de las instalaciones no se realizó correctamente. Pero, además, en el caso de su existencia, el deterioro de los elementos y su falta de verificación han incrementado negativamente esta situación, y se han encontrado PAT muy deficientes. Los instaladores, en sus correspondientes actuaciones, deben realizar las tareas que se comentan a continuación de comprobación y en caso de requerirlo, instalar, ampliar o activar la PAT.

- Inicialmente, en caso de existir PAT, el instalador deberá comprobar su magnitud y estado, siguiendo entre otras consideraciones generales, las de estacionalidad⁵ que puedan afectar a la medición efectuada.

El método de caída de potencial es el método de medida tradicionalmente utilizado, usando para ello el telurómetro (figura 8) (Comex, 2016). Ahora bien, la imposibilidad de acceso o planteamiento de las picas en línea recta con las distancias adecuadas suele ser un problema en los bloques de viviendas antiguos. La problemática de la colocación de las picas puede subsanarse utilizando paños húmedos sobre las picas auxiliares en contacto con el terreno pero también se deberían utilizar cables más largos que los habitualmente utilizados y vendidos por los fabricantes para, además de posibilitar la colocación de las picas auxiliares en el lugar adecuado, también asegurar la medida respecto a un potencial de valor cero y así precisar una correcta medición.

En ocasiones, se recurre a la medida de impedancia de bucle de tierra, el cual ni precisa picas, ni desconexión de la toma de tierra. Eso sí, en la medida se debe considerar la incorporación de la resistencia del neutro a tierra de la instalación (Fluke, 2016). Además, la interacción con otros elementos cercanos, como electrodos, tuberías o conductores enterrados puede falsear la medida con lecturas reducidas. La calidad de la medida dependerá del número de rutas paralelas que no interaccionen con el electrodo que medir.

- Habiendo realizado la correspondiente comprobación, se procede a la instalación, ampliación y/o activación de la PAT. Tanto si no existe PAT como si existe, pero experimenta una resistencia excesivamente alta puede solicitarse la necesidad de instalación de nuevas picas o sustituir las que exis-

Rehabilitación en edificios

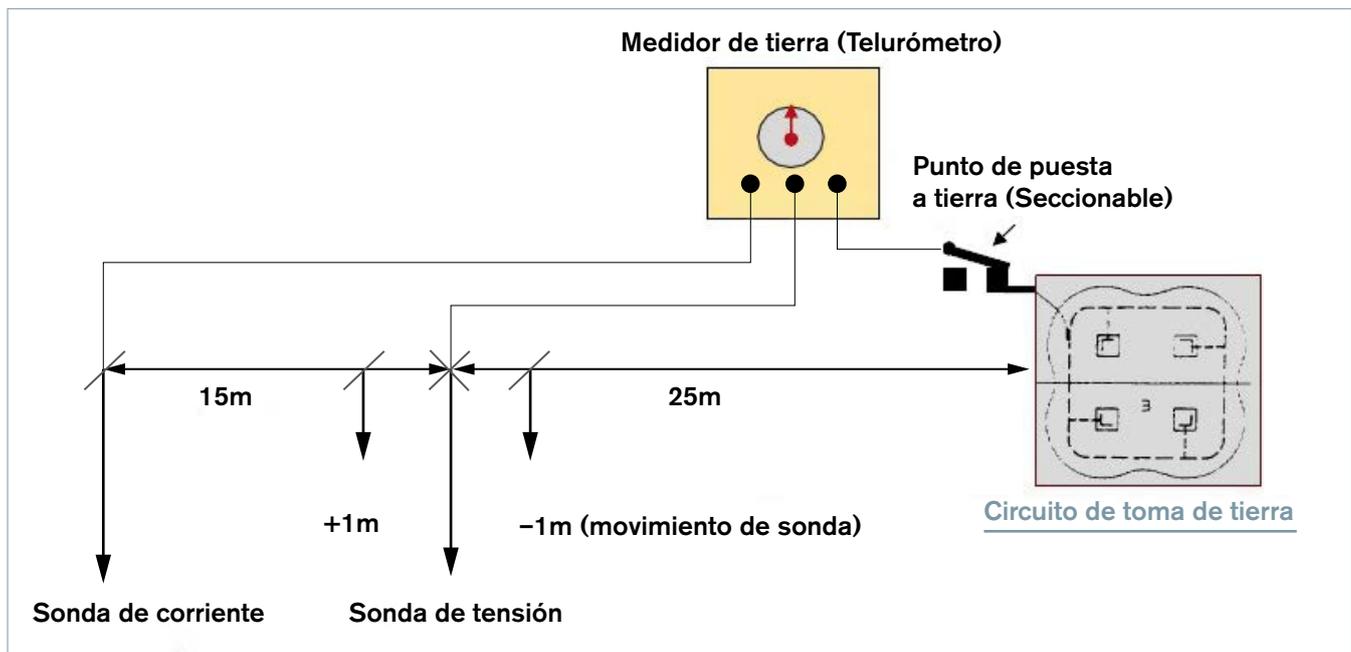


Figura 8. Metodología de medida mediante telurómetro (Comex, 2016).

ten por otras con menor resistencia entre el electrodo y tierra.

En el caso de rehabilitación de edificios ya construidos, es evidente la imposibilidad de incorporar electrodos mallados, por lo que hay que recurrir al empleo de picas colocadas en los patios de luces, con la dificultad evidente de obtener valores de la resistencia del sistema de puesta a tierra de la magnitud necesaria. En muchas ocasiones para la realización de la instalación de PAT se tiene una reducida superficie de trabajo. En ocasiones las comunidades ofrecen un espacio de sótano aproximado a 1 m^2 para realizar el enterramiento de una única pica, la cual, después de realizar el estudio, podría tener más de 6 metros de profundidad, cuestión que sumada a las características del terreno pueden dificultar enormemente su enclavamiento. Para ello, se plantea la opción de hincar picas de muy baja resistividad que reducen su número y magnitud.

Para mejorar una instalación de puesta a tierra existente o recién instalada que ofrezca medidas insuficientes para cumplir con la normativa se presentan dos opciones: la ampliación de la instalación existente utilizando electrodos auxiliares o la activación de los electrodos existentes.

Para la ampliación mediante electrodos auxiliares se participa de la disminución resistiva que ofrecen

los conductores cuando se conectan en paralelo. Ahora bien, también es adecuado tener presente la influencia entre los electrodos, lo cual, si no se respeta puede ocasionar que la utilización de picas auxiliares en el lugar no adecuado no tenga el efecto deseado de reducir la resistencia de la puesta a tierra. Es más, en muchos casos dos electrodos en paralelo no reducen la resistencia de PAT a la mitad pues su influencia mutua precisaría mayor distancia entre ellos, mínimo dos veces la longitud del electrodo (Dufo, 2004).

Por otro lado, dado que un limitante de significativa importancia en la resistencia experimentada en una PAT es el contacto entre electrodo y terreno, también se opta por la mejora de la conductividad entre ambos. Existen casos en los que la actuación elegida para disminuir la resistencia de la puesta a tierra existente consiste en humedecer copiosamente el terreno que rodea al electrodo, en otros casos se utilizan sales vertiéndolas alrededor del electrodo. Ambas aportan un buen resultado, ahora bien, la primera puede tener el inconveniente de una reducida durabilidad y la segunda puede acarrear un deterioro del electrodo, similar al provocado por el agua de mar.

Al día de hoy se opta por la denominada "activación", acción que consiste en conseguir la generación de iones en el terreno próximo al electrodo que

faciliten la conductividad. Para ello se utilizan activadores comerciales como los de la firma Comex (Comex, 2016), los cuales, se vierten alrededor del electrodo en una cantidad adecuada facultando la conductividad entre electrodo y terreno y dilatando la durabilidad del efecto debido a sus cualidades adherentes.

Similar función pero de mayor efecto se encuentra utilizando grafito alrededor de la pica existente. Ahora bien, dado su coste más elevado, la tipología del terreno existente alrededor de la pica y la fiabilidad que pueda ofrecer la aplicación de un líquido activador, serán las razones que puedan animar a la utilización del grafito e incremento de la inversión o desestimar dicha opción. Un error muy habitual que hacen los usuarios para reducir el precio de la inversión con el grafito se trata de mezclarlo con tierra, pues esta mezcla que inicialmente ofrece una reducción de la cantidad de grafito utilizado, al mismo tiempo y en mayor proporción, reduce la activación ofrecida por el grafito utilizado, lo que llega a presentar su utilización como inservible.

Tanto la mejora interna de la vivienda como la PAT conllevan un gasto que es difícil de cuantificar dadas la variabilidad de su estado y particularidades de la edificación. Ahora bien, el ciclo de vida de la actuación es muy amplio, 25-30 años, partiendo de las revisiones

propuestas por las comunidades en las instalaciones, pero, además, en el caso de los elementos comunes, se cuenta con la reducción de la cuantía al tratarse de una inversión comunitaria y en el caso de la PAT precisando de una leve inversión para su activación y mantenimiento. La activación de una pica, una vez conocida la edificación, puede precisar la necesidad de una garrafa de activador⁶ (168,14 euros) más la mano de obra precisa (1-2 horas de instalador) alrededor de una vez cada 5 años.

Por último, hay que destacar que el no cumplimiento de la normativa de las instalaciones puede ser motivo para descargar las responsabilidades en caso de daños ocasionados, cuestión que todavía deja al usuario más desprotegido frente los riesgos que puedan acontecer.

Conclusiones

Una vez descrita la relevancia de la rehabilitación en España y las perspectivas del coste de la energía eléctrica para un futuro, se ha presentado una metodología referida a las actuaciones eléctricas que “objetivamente” facilita un mecanismo para la selección de las actuaciones más rentables para el usuario, metodología extrapolable a otras fuentes energéticas del tipo gas, agua, etc.

Se destaca una necesidad recíproca entre la eficiencia energética y la seguridad de las instalaciones, pues si bien la eficiencia reduce el consumo energético disminuyendo el exceso de amperaje soportado por las instalaciones eléctricas, la renovación de las instalaciones eléctricas aporta seguridad a los nuevos equipamientos que se instalen en las actuaciones de eficiencia. Encontramos un ejemplo en la toma de tierra de la instalación fotovoltaica de autoconsumo. Ahora bien, puesto que la seguridad eléctrica se presenta como la actuación que mayor ahorro material y humano puede presentar, la renovación de las instalaciones eléctricas se presenta como una medida prioritaria de actuación o parte adicional que considerar en las actuaciones de eficiencia energética.

Esta seguridad se fomenta contratando a los instaladores y profesionales autorizados para desarrollar las comprobaciones e instalaciones necesarias, cuya dificultad ha quedado patente con la puesta a tierra de las edificaciones.

Según el Reglamento Electrotécnico en Baja Tensión de 2020, la responsabilidad del mantenimiento de dicha instalación es del propio usuario, por lo cual, cabe destacar que, aunque los organismos oficiales no lo exijan, las revisiones periódicas y actuaciones necesarias deben ser interés propio del consumidor, quien, además, figura como el máximo perjudicado.

Conclusiones similares se podrían obtener en la seguridad de las instalaciones de gas u otros combustibles en la rehabilitación.

Agradecimientos

Se agradece el amable trato, asesoramiento y colaboración ofrecidos para este artículo por Javier Garfella, técnico especialista en tomas de tierra de la empresa Comex, Comercializaciones Exclusivas SL.

Notas

- Una edificación de consumo de energía “casi nulo” representa un edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto y un requerimiento de energía muy bajo. Y esta energía requerida es cubierta en gran parte por sistemas de generación de fuentes renovables propios o del entorno próximo.
- Impuesto deducible para una actividad empresarial, sociedad o autónomo, no para un particular.
- PPS (Purchasing Power Standards) es un indicador que permite realizar comparativas del esfuerzo económico para adquirir un bien, entre consumidores de distintos países miembros de la Unión Europea.
- El déficit de tarifa representa un saldo negativo de capital entre los costes asociados a la energía y los ingresos adquiridos en su venta.
- Por estacionalidad entendemos las variaciones en la resistencia de tierra de una instalación como consecuencia de las variaciones del tiempo (lluvia, viento, insolación y cambios de temperatura).
- La empresa Comex ofrece dos envases de 25 kg de activador Ion Forte más un protector contra la corrosión, referencia TT1060, para aumentar la conductividad del terreno y atenuando el factor de estacionalidad y la corrosión, con un coste de 168,14 euros + IVA.

Bibliografía

- Balbás García F.J., Aranda Sierra J., Lombillo Vozmediano I. and Villegas Cabredo L., (2015). Relevancia de la eficiencia energética y propuesta de análisis comparativo: caso práctico en luminaria *DYNA Energía y Sostenibilidad* 4(1): 1-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/ES7489>
- Balbás García F.J. (2016). Perspectivas y posibles escenarios de las renovables en el sistema eléctrico español. *Técnica industrial* 313:70-76.
- CNMC, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (Septiembre, 2016). *Nota informativa sobre el estado actual de la deuda del sistema eléctrico, expediente INF/DE/017/16*.
- CNMC, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, C/ Alcalá, no 47, 28014 Madrid, (España). Disponible en Web: <http://www.cnmc.es/> (Consultado el 18 de septiembre de 2016)

Comex, Comercializaciones Exclusivas S.L. (Septiembre 2016). P.I. Malpica, parcelas 32-39, nave 6, Zaragoza (España). Disponible en Web: <http://www.comex@tomasetierra.com> (Consultado el 30 septiembre de 2016)

Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE

Dufo López R. (2004). Cálculo de los sistemas de puesta a tierra en edificios. *Técnica industrial* 1:74-78.

Eurostat Home (Agosto 2016). European Commission, Tables, Graphs and Maps Interface (TGM). <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/> (Consultado 20/8/2016).

Fluke Ibérica S.L., (Septiembre 2016). Medida de la resistencia de la toma de tierra en edificios comerciales, residenciales y en plantas industriales. Polígono industrial de Alcobendas, C/Aragoneses, 9, Alcobendas, Madrid (España). Disponible en Web: <http://www.fluke.es> (Consultado el 19 septiembre de 2016).

Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible. Boletín Oficial del Estado de 5 de marzo de 2011, n° 55, p.p. 25033-25235.

Ministerio de Fomento (Septiembre, 2016). Dirección General de Programación Económica y Presupuestos Subdirección General de Estudios Económicos y Estadísticas. *Construcción de edificios, 2003-2007, 2007-2011, 2011-2015*. Ministerio de Fomento, 28071 Madrid (España). Disponible en Web: <https://www.fomento.gob.es/> (Consultado el 28 de septiembre de 2016).

PRIE Plataforma para la Revisión de Instalaciones Eléctricas (2006). Documento Técnico.

Real Decreto 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbana, 2013-2016. Boletín Oficial del Estado de 10 de abril de 2013, n° 86, p.p. 26623-26684.

Resolución de 13 de mayo de 2015, de la Directora General del Ente Vasco de la Energía por la que se procede a la publicación de la convocatoria de ayudas destinadas a inversiones en renovación de la instalación eléctrica en viviendas y comunidades de propietarios – Año 2015. Boletín Oficial del País Vasco de 22 de mayo de 2015, n° 94.

Toledano J. C., de las Casas J., and Bedoya C. (2009). Rehabilitación de las instalaciones eléctricas en los edificios destinados principalmente a viviendas. *Informes de la Construcción* 61.516: 67-82.

Francisco Javier Balbás García

balbasfj@unican.es

Ingeniero técnico industrial, especialidad de electricidad, máster oficial en Investigación en Ingeniería Industrial (módulo electro-energético). Profesor asociado del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación de la Universidad de Cantabria. Profesor del Máster en Tecnología de Instalaciones de la Edificación GTED-UC de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria. Técnico del Laboratorio de Ensayos No Destructivos aplicados al sector de la construcción (LABEND-UC). Investigador del Grupo I+D de Gestión y Tecnología de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC) en el sector de la eficiencia energética. Gerente en la empresa Anjaca (Ingeniería Industrial y de Laboratorio).

Development of a filament auto-detection system for fused deposition modelling 3D printers

Enrique Soriano Heras, Fernando Blaya Haro, José María de Agustín del Burgo y Manuel Enrique Islán Marcos

Desarrollo de un sistema de detección automática de filamentos en impresoras 3D de modelado por deposición fundida

ABSTRACT

The purpose of this paper is to present a development to avoid extrusion failures in fused deposition modelling (FDM) 3D printers by detecting that the filament is carried forward properly. The Weighted Objectives Method is one of the most common evaluation methods for comparing design concepts based on an overall value per design concept. Taking into account the obtained scores of each specification, the best choice for this work is the optical encoder. Once the sensor is chosen, it is necessary to design de part where it will be installed without interfering with the normal function of the machine. To do it, we employ photogrammetry scanning methodology. The developed system achieve perfectly detect the advance of the filament without affecting the normal operation of the machine. Also, the primary objective of the system is achieved, avoiding loss of material, energy and mechanical wear, keeping the premise of making a low cost product that does not significantly increase the cost of the machine. This development has made it possible to use the printer with remains coil filament, which were not spent because they were not sufficient to complete an impression and printing models in two colours with only one extruder. A system architecture to avoid extrusion failures has been developed and integrated into an FDM 3D printer.

Received: September 8, 2016

Accepted: October 2, 2016

Palabras clave

3D printers, rapid prototyping, fused deposition, extrusion failures, photogrammetry, manufacturing system.

RESUMEN

El propósito de este trabajo es presentar un desarrollo que permita evitar fallos de extrusión en impresoras 3D de modelado por deposición fundida (FDM), mediante la detección de un avance del filamento correcto. Diseño/metodología: El Método de Objetivos Ponderado es uno de los métodos de evaluación más comunes para la comparación de los conceptos de diseño, basado en un valor global por concepto del diseño. Teniendo en cuenta las puntuaciones obtenidas de cada especificación, la mejor opción para este trabajo es el codificador óptico. Una vez elegido el sensor, es necesario diseñar la estructura en la que se va a instalar, sin interferir con la función normal de la máquina. Para hacerlo, empleamos la metodología de digitalización por fotogrametría. Hallazgos: El sistema desarrollado logra detectar el avance del filamento sin afectar al funcionamiento normal de la máquina. Además, se consigue el objetivo principal del sistema, evitando la pérdida de material, energía y desgaste mecánico, manteniendo la premisa de hacer un producto de bajo coste que no aumenta significativamente el precio de la máquina. Implicaciones prácticas: Este desarrollo ha hecho posible el uso de la impresora con restos de filamentos, que se habían descartado previamente y la impresión en dos colores con un solo extrusor. Originalidad/valor: Un sistema para evitar fallos de extrusión que se ha desarrollado e integrado en una impresora FDM 3D.

Received: May 21, 2015

Accepted: July 23, 2015

Keywords

Impresoras 3D, prototipado rápido, deposición fundida, fallos de extrusión, fotogrametría, sistema de fabricación.

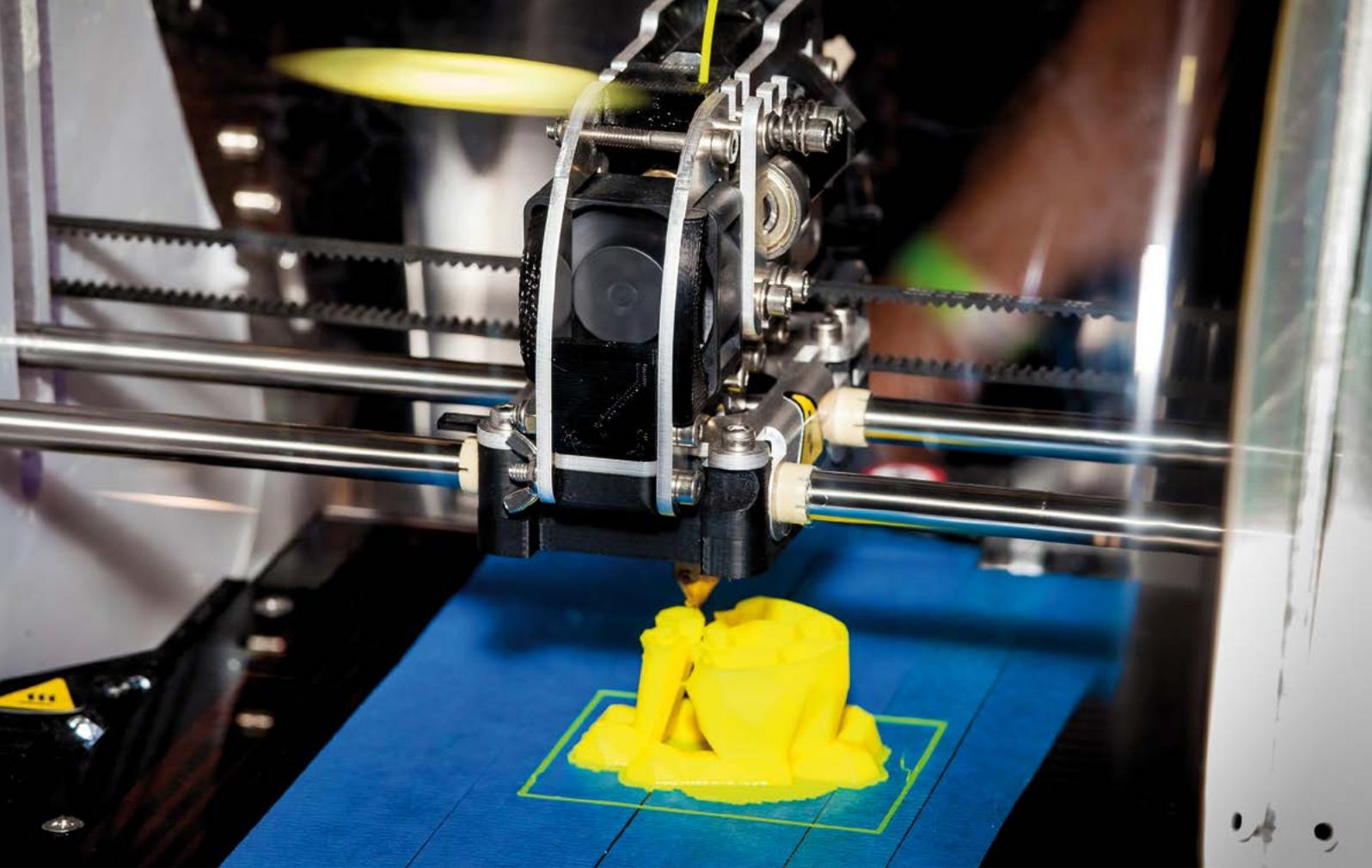


Foto: Shutterstock/ Alexander Tolstykh

Introduction

Nowadays, the use of 3D printers in homes and small businesses is growing outside of engineers and tinkerers,¹ so 3D printers must remain 100% reliable with near zero failed prints due to mechanical and electro-mechanical malfunctions. One of the most important leading causes of print failure is filament feeding mechanism. Some researches and engineers have optimized the grip force on 3D printer filament and even have developed novel feeding mechanisms without filament.^{2,3}

Extrusion failures in FDM 3D printers include those related to the extruder, hot end and filament. The main extrusion problem that occurs to FDM 3D printers arises when the filament does not move as it is desired, which produces jams in extruder or in extruder drive pulley. This problem may be due to damage, stress, dust and small debris in filament. Nevertheless, the most common problems spring from a wrong filament diameter, braking of the filament, or simply that the filament coil is over. In these cases, the printer keeps on printing but it does not deposit any material.^{4,5}

Although manufacturers and researches are constantly improving

polymers manufacturing process, including fiber spinning and injection molding, the product quality and production efficiency is influenced by multiple processing and material parameters, such as the nominal shear and shear history, process temperature or long chain branching, mechanisms that currently are not completely understood. The control and optimization of such operations contribute to get closer and closer to the nominal filament size but it still moves in fairly large tolerances.⁶⁻⁹ Moreover, the possibility of continuously checking the deposited filament, allows to reach a better quality of the printed parts.^{10,11}

In this paper, we present a development to detect the root of the extrusion failures (may be a knot coil, an extruder jamming or simply the filament coil ends). It is proposed trying to detect that the filament is carried forward properly. To reach this goal, it is initially thought of a mechanical switch that detects when the filament fails to move, but although it seems trivial to cases in which the filament breaks or runs out, it is more difficult to detect the correct advance. For this reason, we propose to use a rotation encoder driven by the movement of

the filament. The printer should consult repeatedly, while printing, that the encoder is rotating and therefore the filament is going forward. In the event that no progress is detected, the machine will stop and offer the option to download the filament, reload it and continue printing not having to discard the part.

Review of extruder-filament sensors used for current 3D printers

Mechanical sensor

Mechanical sensors have been widely implemented in 3D printers, the majority of them use a mechanical button to stay on while filament is detected could easily detect filament end or breakage to stop the printing. It is possible to find some detection systems using mechanical filament breakage sensors, but this kind of systems does not solve the main problem, which is a filament jam, as the state of the switch would not change.

Load cell sensor

As the extruder feeds the filament to the hot end, the extruder is effectively pushing against the filament causing the extruder to apply extra load on the

load cell. Load cells have strain gauges attached that change in electrical resistance when under different loads. This resistance change provides small voltage levels that can be amplified and then read by an analogue to digital converter.¹² Unfortunately, load cell sensor could make it difficult to calibrate without a suitable weighing platform and stand.¹³

Rotary encoder

A rotary encoder, also called a shaft encoder, is an electro-mechanical device that converts the angular position or motion of a shaft or axle to an analog or digital code.¹⁴ There are two main types: absolute and incremental ones. The output of absolute encoders indicates the current position of the shaft, making them angle transducers. The output of incremental encoders provides information about the motion of the shaft, which is typically further processed elsewhere into information such as speed, distance and position. Encoder may have mechanical problems due to the high accuracy that must be taken to fabricate them. Environmental pollution can be a source of interference in optical transmission. They are particularly sensitive to shock and vibration devices, and their operating temperature is limited by the presence of electronic components.

Mechanical encoder

Mechanical encoders have an axis that spins internally activating, thus, different pins depending on the direction of rotation and speed. Although this type of encoder firstly seems easy to use, the resistance of the rotation axis is considerable, and it is not desired to increase the resistance of the filament

feed because it could affect the proper operation of the extruder.

Optical encoder

The principle of operation of an optical encoder is based on the so-called photo couplers. These are small chips consisting of a diode as a photo emitter and a transistor which performs the tasks of photoreceptor (see Figure 1). This element is responsible for detecting the presence/absence of light through a concentric axis. It is manufactured with slots that allow the light to go through the disc to obtain the final measure.¹⁵

Filament auto-detection system development

Election of the sensor

The Weighted Objectives Method is one of the most common evaluation methods for comparing design concepts based on an overall value per design concept.¹⁶ The biggest disadvantage of using other methods like the Datum method or the Harris profile is that the scores per criterion cannot be aggregated into an overall score of the design alternative. This makes a direct comparison of the design alternatives difficult. The Weighted Objectives Method does exactly this: it allows the scores of all criteria to be summed up into an overall value per design alternative.

The Weighted Objective Method assigns scores to the degree to which a design alternative satisfies a criterion. However, the criteria used to evaluate the design alternatives might differ in their importance. For example, the cost price can be of less importance than appealing aesthetics. The Weighted Objectives Method involves assigning weights to the different cri-

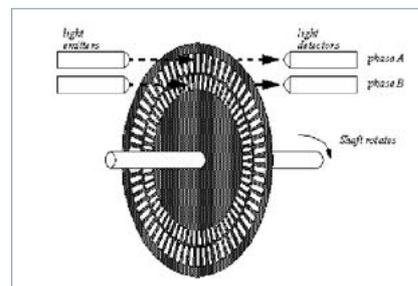


Figure 1. Optical encoder: Principle of operation.

teria. This allows the decision-maker to take into account the difference in importance between criteria.

The selected criteria and compared in Table 1 are the following:

- E1. Filament detection (yes-no)
- E2. Detecting the advance of the filament
- E3. Not interference with normal movement of the filament
- E4. Adaptability of the output signal
- E5. Price
- E6. Durability

Taking into account the scores (see Table 2), and as expected, the sensor that best meets the specifications is the optical encoder. In this work, an inexpensive bi-directional optical incremental encoder is used.

Hardware assembly

Assembly part design

Once the sensor is chosen, it is necessary to design the part where it will be installed. It must be taken into account that it cannot interfere with the normal function of the machine. To do it, we will employ photogrammetry scanning methodology since it will be possible to do it in a precise way.¹⁷ This method uses reverse engineering thus allowing to reduce the costs of the development.

Sensor	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Amount	Compensation	Weight	%
E1	X	0,0	0,0	1,0	0,5	0,5	1,5	2,5	0,167	16,67
E2	1,0	X	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	3,5	0,233	23,33
E3	1,0	0,5	X	1,0	0,5	1,0	3,0	4,0	0,267	26,67
E4	0,0	0,5	0,0	X	0,5	0,0	1,0	2,0	0,133	13,33
E5	0,5	0,5	0,5	0,0	X	0,5	1,5	2,5	0,167	16,67
E6	0,5	0,5	0,0	1,0	0,5	X	2,5	3,5	0,233	23,33
Total							9,5	14,5	0,967	96,67

Table 1. Evaluation of filament detection sensor specifications.

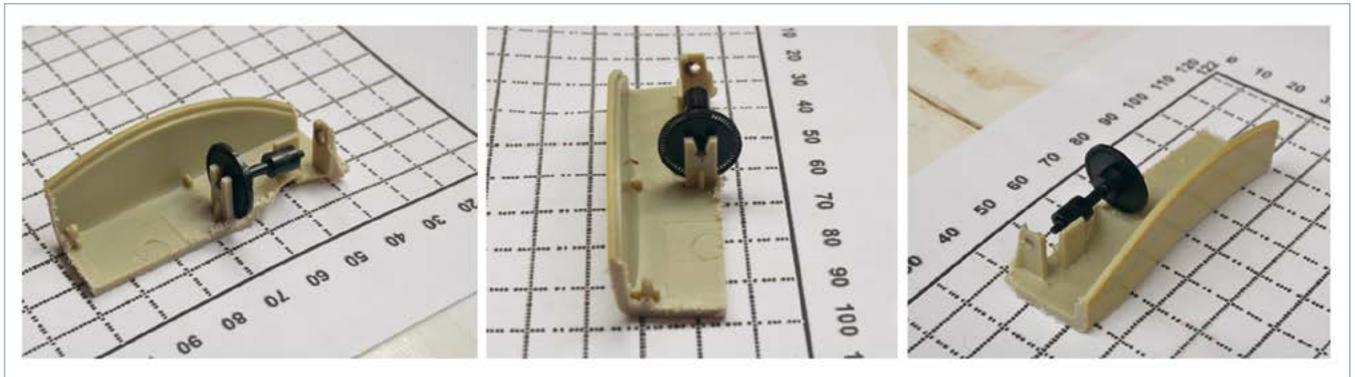


Figure 2. Photogrammetry images.



Figure 3. Orientated pictures.

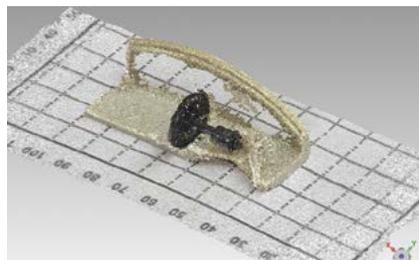


Figure 4. Points cloud of the object.

After taking numerous pictures of the object, they are processed using a computer software so that common points are identified on each image. A line of sight (or ray) can be constructed from the camera location to the point on the object. It is the intersection of these rays (triangulation) that/which determines the three-dimensional location of the point.

The result of the process is a digital tridimensional object which can be used as a model to design the rest of the parts. It is interesting to include graphic scales to get the correct dimensions of the digital model. Figure 2 shows a sample of a total of 74 images involved in the process.

The software locates the pictures and shapes a points cloud of the scanned object. The process is showed in Figure 3 and 4, where it is possible to see the pictures completely orientated and the formatted points cloud.

As it is possible to notice in Figure 4, there are some defective parts. This is due to the brightness of the object, so it is necessary to perform a repair of the digital model. Thus, a model as similar to the real as possible can be reached. To achieve this, first of all a filter of the points is performed to remove the noise eliminating points spaced of the set a specified size. After this, different holes are detected. In this case a total of 698 of holes which 670 are closed automatically since have a small size. The remaining 28 holes are manually closed to keep the original form. An automatic reparation of errors is carried out, and finally, we get the digital solid model. Figure 5 shows an image of the process and the final model.

Sensor 1	Mark	Satisfaction	Final mark
E1	16,67	100%	16,67
E2	23,33	0%	0,00
E3	26,67	100%	26,67
E4	13,33	100%	13,33
E5	16,67	100%	16,67
E6	23,33	75%	17,50
		Total	73,33

Sensor 2	Mark	Satisfaction	Final mark
E1	16,67	100%	16,67
E2	23,33	100%	23,33
E3	26,67	25%	6,67
E4	13,33	75%	10,00
E5	13,33	75%	10,00
E6	16,67	75%	12,50
		Total	79,17

Sensor 3	Mark	Satisfaction	Final mark
E1	16,67	100%	16,67
E2	23,33	100%	23,33
E3	26,67	100%	26,67
E4	13,33	75%	10,00
E5	13,33	75%	10,00
E6	16,67	50%	8,33
		Total	95,00

Table 2. Final marks.

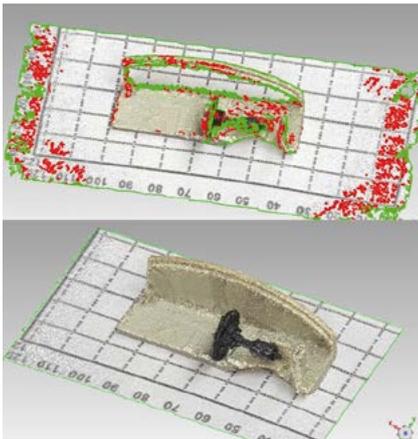


Figure 5. Digital model repair.

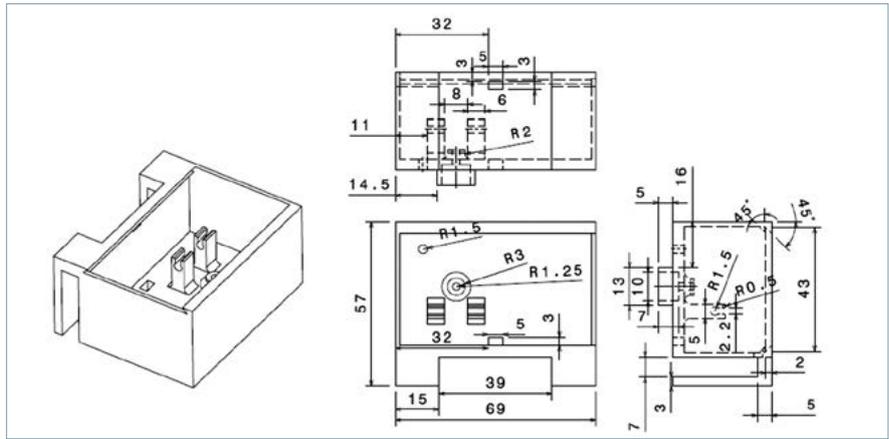


Figure 6. Assembly part dimensions.

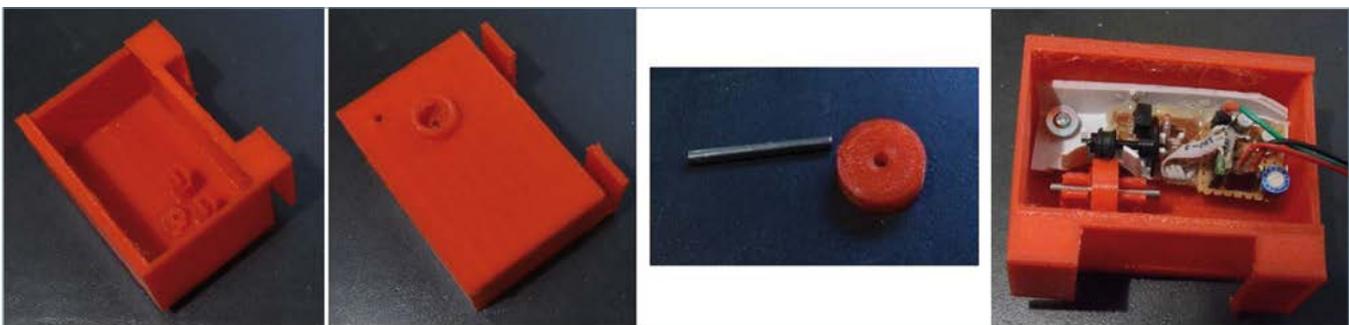


Figure 7. Electronic assembly.

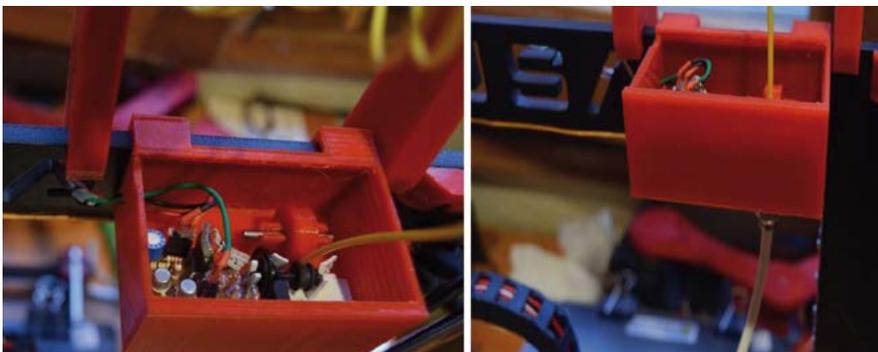


Figure 8. Installation of the system.

Once the three-dimensional solid model is obtained, it is exported to a 3D design program for modeling the part where it will be assembled. In this way, it is possible to avoid design errors to be made too many times to iterate to find the optimal model. In Figures 6 and 7 the dimensions of the modeled part and the real product made with a 3D printer are showed.

System assembly

The whole system is installed on the top of the printer, so that the filament goes through the sensor. The filament is leaded through a Teflon tube to the

hot-end, analogously to Bowden system.

After checking that the system does not interfere in the normal function of the machine, it is connected to the main electronic board of the printer (an Arduino Mega board). Figure 8 shows the system installed.

Firmware modifications

Once the system is installed, it is necessary to modify the firmware of the machine, so it is possible to get the sensor signal and act accordingly. Since the encoder works asynchronously, it is necessary to use program interrup-

tions to get the signal correctly. These interruptions will detect whether the filament is moving or is blocked. Moreover, it will be possible to calculate the speed at which the filament is advancing in order to be sure about the quantity of material deposited.

However, after repeated tests, it is observed that the interruptions take place very frequently, which interferes with the operation of the printer. That is why we finally choose for attending interruptions every 5 seconds, regardless when interruptions occurs the rest of the time. After several tests, it is proposed that after 10 seconds it will have produced at least one interrupt of the filament if it is proceeding correctly, and otherwise, 10 seconds without detecting an interruption should be sufficient to stop printing due to an error in filament advancing. A new pause menu is also implemented, since error filament was not previously available.

Once an error in advancing filament is detected, the printer activates the implemented pause mode because of filament error, from which it is possible to load and unload the actual filament to continue printing avoiding to lose the piece.



Figure 9. Sensor used.

Results and discussion

Filament defects

Although most of filament producers for 3D machines are constantly developing and improving their products, the manufacturing method has so far prevented achieving a filament with a constant diameter. This excess in diameter is sometimes too much for the machine, causing bad finishing models, jamming of the extruder, or even it could damage the extruder. To check the filament diameter of different producers, 03 meter samples were taken, every centimeter of filament using a sensor with a resolution of 0.01 mm.

The sensor used is shown in Figure 9, and in Figures 10 to 13 the variation of diameter (whose nominal value is 1.75 mm), in X and Y axis.

By analyzing these samples (see Table 3), it is possible to see that the diameter varies from 1.59 mm to 1.85 mm, with an average of 1.68 mm in one case, and from 1.67 mm to 1.8 mm, with an average of 1.75 mm in the other case. Both filaments may obstruct the printer extruder.

Any of these failures makes that after leaving the printer in operation the piece that was being created is lost and it is necessary to start again. In addition, by continuing printing without really extruded plastic, the machine consumes energy and produces an unnecessary wastage. Due to this reason, the operator must be aware of the machine as long as it is operating, ensuring that the plastic flows without any problem, which is especially difficult when the piece takes several hours to be produced. Moreover, the control of the length of material extruded specially at the perimeters gets an improvement of the surface finish.¹⁸

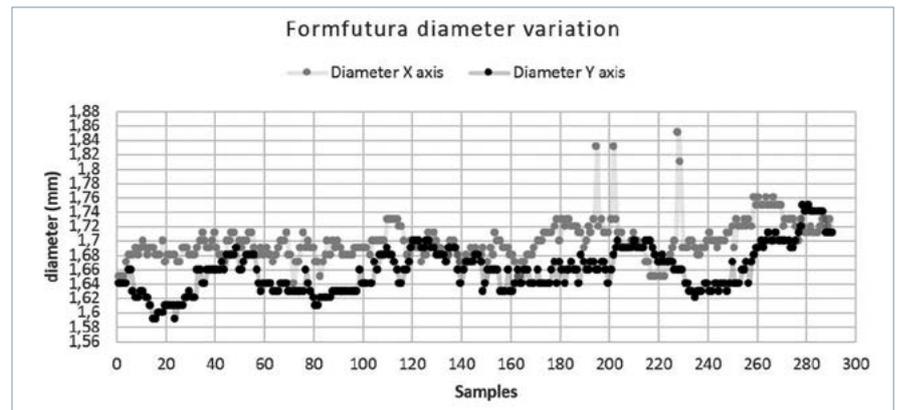


Figure 10. Filament samples: Formfutura.

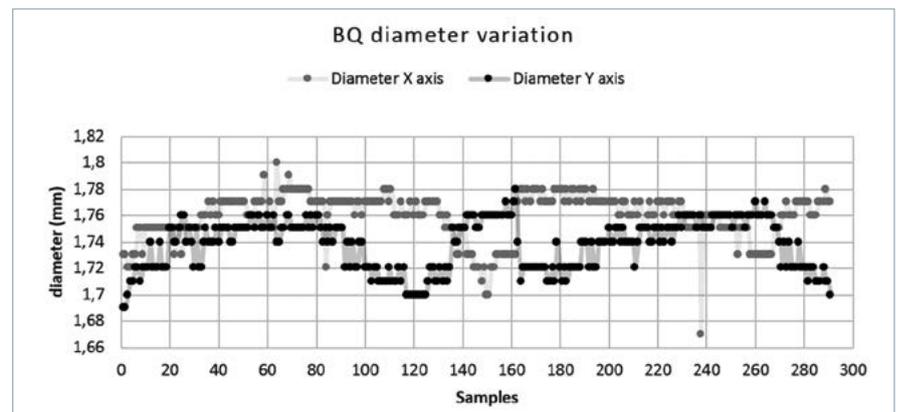


Figure 11. Filament samples: BQ.

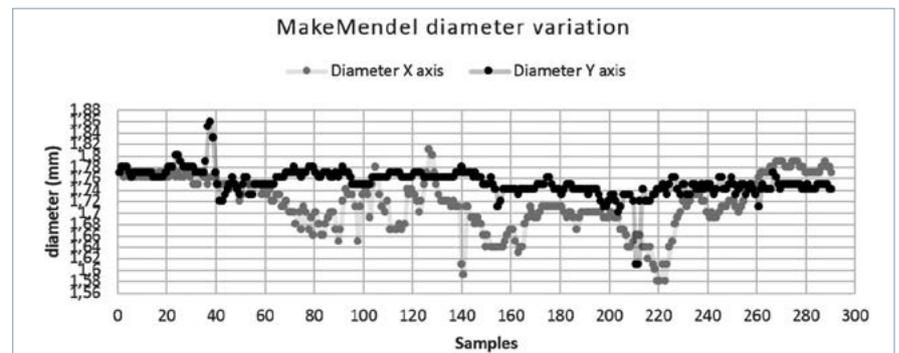


Figure 12. Filament samples: MakeMendel.

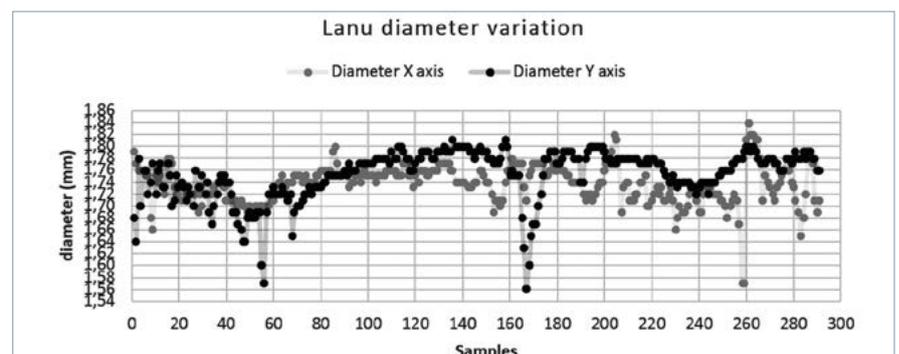


Figure 13. Filament samples: Lanu.

Brand	Maximum (mm)	minimum (mm)	mean (mm)
Formfutura	1,85	1,59	1,68
BQ	1,8	1,67	1,75
Lanu	1,84	1,56	1,75
MakeMendel	1,86	1,58	1,74

Table 3. Maximum, minimum and mean of diameters sampled.

Filament error. Push the button to change the filament.
Extract the filament when the motor stopes.
Insert the new filament and push the button.
When you see come out the filament, press the button to continue printing

Table 4. Error menu.

Evaluation of the implemented system

The installed system does not affect the print quality of the machine. It has been found that the time set for detecting advancing filament problems detects an error in time without producing false positives. In Table 4, the error is displayed on the printer.

In Figure 14 a piece that was printed by the filament is showed ended and continued after detecting another colour is displayed twice.

As it can be seen, the piece was completed without any problem and the adhesion of the three different filaments was correct.

Conclusions

The installed system achieved perfectly detects the advance of the filament without affecting the normal operation of the machine. The final frequency to check the advancing filament (every 5 seconds) allows to detect any problem with it, and there are no errors that can appear if the sensor is checked with a higher frequency. Although it had been raised as a possible option to detect the speed, with the sampling frequency set it is not possible to calculate it, but meets the initial objectives of troubleshooting in advancing filament.

This has made possible the use of the printer with remains coil filament, which were not spent because they were not sufficient to complete an impression. With this system, when the filament finishes, the printer enters into a standby state waiting for the user to introduce a new filament.

Therefore the primary objective of the system is achieved, avoiding loss of material, energy and mechanical wear, keeping the premise of making a low cost product that does not significantly increase the cost of the machine.

References

- Pearce, J. M., Blair, C. M., Laciak, K. J., Andrews, R., Nosrat, A. and Zelenika-Zovko, I. 3-D printing of open source appropriate technologies for self-directed sustainable development. *Journal of Sustainable Development*, 3(4) (2010), p17.
- Fiedler, M. Evaluating Tension and Tooth Geometry to Optimize Grip on 3D Printer Filament. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 2(2) (2015), 85-88.
- Volpato, N., Kretschek, D., Foggiatto, J. A., & da Silva Cruz, C. G. Experimental analysis of an extrusion system for additive manufacturing based on polymer pellets. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, (2015) 1-13.
- Bell, C. Common Problems and Solutions. In *Maintaining and Troubleshooting Your 3D Printer*. (2014) 481-487. Apress.
- Evans, B. *Practical 3D printers: The science and art of 3D printing*. (2012) Apress.
- Volpato, N., Kretschek, D., Foggiatto, J. A., & da Silva Cruz, C. G. Experimental analysis of an extrusion system for additive manufacturing based on polymer pellets. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, (2015) 1-13.
- Turner, B. N., and Gold, S. A. A review of melt extrusion additive manufacturing processes: II. Materials, dimensional accuracy, and surface roughness. *Rapid Prototyping Journal*, 21(3) (2015), 250-261.
- Turner, B. N., Strong, R., and Gold, S. A. A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process design and modeling. *Rapid Prototyping Journal*, 20(3) (2014), 192-204.
- Ratzsch, K. F., Kádár, R., Naue, I. F. and Wilhelm, M. A Combined NMR Relaxometry and Surface Instability Detection System for Polymer Melt Extrusion. *Macromolecular Materials and Engineering*, (2013) 298(10), 1124-1132.
- P. M. Pandey, N.V. Reddy, S.G. Dhande. Real time adaptive slicing for fused deposition modelling. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Volume 43, Issue 1, January 2003, Pages 61-71



Figure 14. Model produced with three different filaments.

- D. T. Pham, R.S Gault. A comparison of rapid prototyping technologies. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Volume 38, Issues 10-11, October 1998, Pages 1257-1287
- Heywood, M. (2013), "Airripper Extruder Filament Force Sensor - Design & 3D Print", available at <http://airripper.com/1473/airripper-extruder-filament-force-sensor-design-3d-print/> (accessed 2 May 2016).
- Heywood, M. (2013), "Electronic Kitchen Scales Teardown Versus Load Cells" available at <http://airripper.com/1397/electronic-kitchen-scales-teardown-versus-load-cells/> (accessed 2 May 2016).
- Zinniel, R. L., and Batchelder, J. S. (2000). U.S. Patent No. 6,085,957. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Nihommori, S., Sakagami, S., and Yaku, T. (2003). U.S. Patent No. 6,635,863. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Roozenburg, N. F., and Eekels, J. *Product design: fundamentals and methods (Vol. 2)* (1995). Chichester: Wiley.
- Egels, Y. and Kasser, M. *Digital photogrammetry*. CRC Press. (2003).
- Pulak M Pandey, N Venkata Reddy, Sanjay G Dhande. Improvement of surface finish by staircase machining in fused deposition modeling. *Journal of Materials Processing Technology* Volume 132, Issues 1-3, 10 January 2003, Pages 323-331.

Enrique Soriano Heras

Corresponding author
 enrique.soriano@upm.es
 Department of Mechanical Engineering, Chemical and Industrial Design. Technical University of Madrid (UPM). Ronda de Valencia, 3. 28012 Madrid, Spain.

Fernando Blaya Haro

Department of Mechanical Engineering, Chemical and Industrial Design. Technical University of Madrid (UPM).

José María de Agustín del Burgo

Department of Mechanical Engineering, Chemical and Industrial Design. Technical University of Madrid (UPM).

Manuel Enrique Islán Marcos

Department of Mechanical Engineering, Chemical and Industrial Design. Technical University of Madrid (UPM).

QUÉ NECESITAS?

Indicanos tus necesidades, y te ayudaremos a encontrar el mejor servicio indicado para ti.



Escoge tus necesidades

- Busco empleo
- Mejorar profesionalmente
- Avanzar en mi carrera
- Trabajar en el extranjero
- Orientación laboral
- Necesito promocionarme
- Acceder al mercado laboral
- Reorientar mi profesión

Descubre que servicios són los más indicados para ti

HERRAMIENTAS

Descubre los servicios que te ayudan a alcanzar tus objetivos



Pilot Primer Empleo

El equipo de RRHH del COGITI orienta a los colegiados a iniciar la búsqueda de empleo de una forma estructurada y eficiente, así como en la preparación de entrevistas, CV, cartas de presentación etc.



Bolsa de trabajo

ProEmpleo.es es el único portal sectorial que recogerá todas las ofertas de empleo para ingenieros existentes en el mercado laboral, tanto de ámbito nacional como internacional.



Coaching

Si quieres dar un impulso a tu carrera cuenta con el programa de coaching de transición, en el que expertos en RRHH te ayudarán a esclarecer metas y cómo alcanzarlas, gestión conflictos, términos laborales, etc.



BECAS ING

Si eres recién titulado y quieres acceder al mercado laboral obtén asistencia personal de nuestro equipo de RRHH sobre los programas de becas en instituciones y empresas nacionales e internacionales.



Acreditación DPC Ingenieros

Se trata de un sello de garantía avalado por el COGITI como órgano representativo de la Ingeniería Técnica Industrial Española que aporta una certificación de la formación y la experiencia a lo largo de la vida profesional.



Mentoring profesional

Un grupo de ingenieros de prestigio en el sector de la ingeniería podrán enseñarte, aconsejarte, guiarte y ayudarte en tu desarrollo personal y profesional como aprendiz o discípulo.

QUIENES SOMOS

El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial (COGITI) es una Corporación de derecho público, constituida por Decreto de 22 de junio de 1.956 (BOE de 22 julio).

CONTÁCTANOS

Avda. Pablo Iglesias 2, 2º
Madrid
T: 915541806-09 F:
915537566
Email: cogti@cogti.es

Investigaciones biotribológicas en acoplamientos característicos de las prótesis articulares: primeros resultados experimentales

Alessandro Ruggiero y Camilla D'Agostino

Biotribological investigations on distinctive couplings of joint prostheses: first experimental results

RESUMEN

En los últimos años se han creado diversos ámbitos en el campo de la ingeniería, como el de la ingeniería biomédica, que trata el estudio del apartado técnico de la medicina, como los equipos de monitorización de diversos parámetros o el diseño de las prótesis. En el presente trabajo queremos indagar en el comportamiento tribológico de materiales de última generación utilizados en la investigación biomédica, con referencia a las prótesis de rodilla (TKR) y su mecánica de desgaste. Se han analizado y discutido los primeros resultados de pruebas experimentales con el objetivo de hallar las características generales del material para poder ver si se podría mejorar su resistencia al desgaste.

Recibido: 4 de octubre de 2016

Aceptado: 20 de octubre de 2016

ABSTRACT

In recent years, several areas in engineering such as biomedical engineering were developed. In this field of engineering it is possible to collocate the study of the tribological behaviour of materials used in human joints, named "biotribology". In the present work the authors discuss some results of experimental investigations with the aim to give to the reader an overview of tribological characteristics of some coupled materials used for total knee replacement (TKR).

Received: October 4, 2016

Accepted: October 20, 2016

Palabras clave

Biotribología, biología, desgaste, biomateriales protésicos, prótesis de rodilla.

Keywords

Biotribology, biology, wear, prosthetic biomaterials, prostheses of knee.



Foto: MonstArr / Shutterstock

Introducción

El término tecnociencia indica, hoy en día, la frontera donde la ciencia y la tecnología están inextricablemente interconectadas. Entre las diversas ciencias la biología está evolucionando como un importante vínculo causal entre las leyes naturales y las tecnologías. La transferencia de conocimientos de la biología a la tecnología es un campo que tiene el potencial de impulsar grandes avances tecnológicos. El estudio y simulación de sistemas biológicos para ciertas tecnologías se conoce como biomimética^{1,2}. Entre las diversas cuestiones, la biomimética se ha convertido en habitual en el estudio de nuevos materiales para la macroescala, microescala y nanoescala. Encuentra aplicación en diversas áreas científicas que van desde la ingeniería estructural microelectrónica y nanoelectrónica de la bioingeniería y, más recientemente, en el campo de biotribología, que es la ciencia multidisciplinar que estudia los fenómenos de fricción, desgaste y la lubricación entre las superficies en contacto y en movimiento relativo en el interior del cuerpo humano.

Típicos ejemplos de la tribología aplicada a la biología son los que se muestran a continuación:

- Desgaste de las prótesis dentales.
- Tribología de las lentes de contacto y tribología ocular.
- Desgaste de las válvulas cardíacas artificiales.
- Fricción entre la piel y los tejidos, que reduce el confort de las zapatillas, calcetines y vestidos.
- Tribología a microniveles en el interior de las células, de los vasos y los capilares.
- Desgaste en el tejido muscular a causa del acumulo de plaquetas.
- Desgaste en el tejido óseo.
- Lubricación en las superficies del pericardio y de la pleura.
- Tribología de las articulaciones naturales y artificiales.

Con especial referencia al desgaste de las articulaciones humanas, la biotribología trata el estudio del consumo de las prótesis para conocer su vida útil y desarrollar los proyectos que pueden prolongar la duración de la misma. Esta ciencia está estrechamente relacionada con todos los aspectos de la tribología, que afectan a los sistemas biotribológicos.

Materiales para prótesis (biomaterial) deben interactuar con el tejido humano y los fluidos corporales para

mejorar o reemplazar las partes anatómicas de las articulaciones humanas. La investigación actual trata de mejorar las propiedades mecánicas de estos materiales para poder realizar dispositivos ortopédicos que, una vez implantados en el cuerpo humano, pueden durar a largo plazo sin desarrollar un daño debido al desgaste.

Este trabajo describe las técnicas experimentales utilizadas para estudiar el comportamiento tribológico de los materiales para prótesis de rodilla que representa una de las principales articulaciones sinoviales humanas del miembro inferior. También se presentan y discuten algunos resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica Aplicada de la Universidad de Salerno.

Conviene destacar que las implantaciones de prótesis de rodilla (TKR) son muy complejas en su diseño, precisamente se deben proyectar para resistir a las sollicitaciones mecánicas y a los excesivos ejercicios en la articulación en el día a día, y, sobre todo, tienen que resistir los efectos de la fatiga, a causa de la carga normal que se aplica con un número elevado de ciclos. Gracias a las grandes investigaciones se han desarrollado biomateriales más adaptados

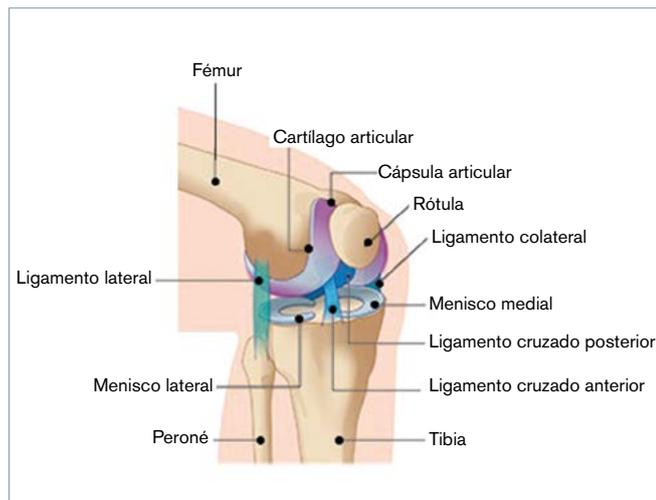


Figura 1: Anatomía de la rodilla.

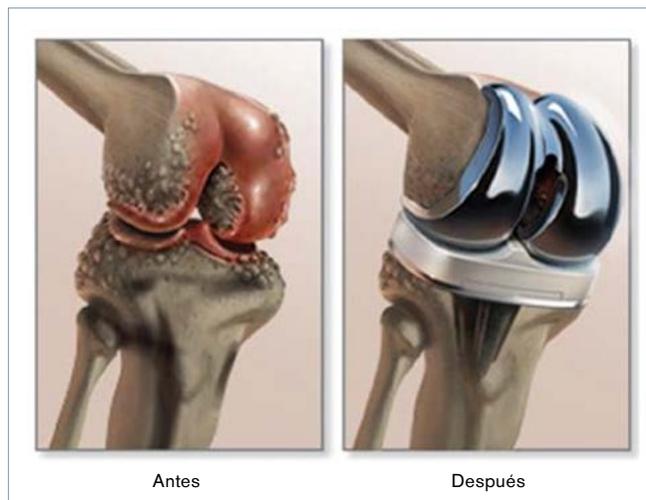


Figura 2. Prótesis articulares de rodilla.

al cuerpo y que están realizados por compuestos.

No existe un único diseño, la elección de los materiales que utilizar va en función de aquel diseño que mejor se adapta a las condiciones solicitadas, según la actividad física del paciente y la preferencia del médico quirúrgico.

La resistencia mecánica es fundamental en la proyección de los implantes ortopédicos de rodillas. Y los implantes protésicos tienen que ser suficientemente flexibles para consentir algunos de los estreses mecánicos aplicados en la rodilla, y descargados moderadamente encima de los huesos.

En el caso del diseño protésico, si la prótesis es demasiado rígida, el implante absorberá la mayor parte del estrés, protegiendo el hueso de las condiciones de cargas. Así se refuerza y se deja crecer el hueso. De hecho, el cuerpo humano pierde tejido óseo similar a la pérdida de masa muscular experimentada por las personas que levantan mucho peso en gimnasio durante un periodo largo de tiempo.

Debido a la funcionalidad de las articulaciones, en especial para las rodillas, los componentes femorales deben rozar con la superficie del inserto tibial, creando fricción. Por tanto, la resistencia al desgaste es importantísima, ya que, partículas minúsculas de material pueden incrustarse en la superficie y permanecer en el tejido muscular que envuelve el implante. Tales partículas pueden provocar movimientos asépticos, a causa de la pérdida de geometría o reacción inflamatoria con el tejido circundante.

Prótesis de rodilla

La rodilla, que es una de las articulaciones más importantes y más complejas en el cuerpo humano, se encuentra en el extremo inferior del muslo (fémur), la parte superior de la pierna (tibia) y la rótula (figura 1). Estos tres huesos están cubiertos por cartilago articular, que es una tela dura, lisa que permite el movimiento relativo de áreas de contacto.

Los meniscos están situados entre el fémur y la tibia con la función de absorber las tensiones del cuerpo a través de la tibia. Cuatro ligamentos principales unen el fémur a la tibia y proporcionan estabilidad. Los músculos largos del muslo dan fuerza a la rodilla. Las superficies restantes de la rodilla están cubiertas por la membrana sinovial que libera un líquido que lubrica el cartilago, reduciendo la fricción entre las partes en movimiento relativo. Esta articulación trabaja todo el día y por eso tenemos la necesidad de tenerla en un buen estado de salud. Si la rodilla no tiene un estado de salud bueno, esto puede causar molestias en nuestra vida cotidiana, al caminar o al correr. Se debe controlar la actividad deportiva, por ejemplo el correr causa daños de rebote en las rodillas y rebaja la consistencia del cartilago. De hecho, cuando este queda consumido los huesos entran en contacto directo o semi-indirecto y se desgastan mutuamente. El cartilago hace de amortiguador de los huesos que une para prevenir dicho efecto.

Cuando se consume casi totalmente, es la hora de cambiar la rodilla ori-

ginal por una prótesis (figura 2). Esta cirugía de reemplazo (*total knee replacement* – TKR) es hoy en día uno de los grandes avances en bioingeniería.

El consumo del cartilago se manifiesta a partir de los 50 años. Las cargas se van incrementando o restan iguales, según la variación de peso en el transcurso de la vida. El cartilago poco a poco se consume soportando la misma carga o más, pero con menos superficie de amortiguación. Debido a este consumo cuando se llega a un cierto punto inician los dolores. Con el consumo del cartilago se deja paso al hueso, que queda descubierto. El hueso se hipertrofia y se empieza a consumir, y esa es la fuente de dolor, porque la articulación no puede hacer su movimiento original y da lugar al desgaste del menisco. Llegados a este punto la única solución es la intervención ya explicada. Se debe introducir en el cuerpo dicha prótesis, que tiene que hacer la misma función que la rodilla original. La causa de la intervención se llama artrosis articular. Es una enfermedad crónica caracterizada por la degradación gradual del cartilago que provoca dolor y limita nuestra actividad física.

En la intervención se suprime el cartilago enfermo y los residuos de hueso del fémur y de la tibia y se reemplazan por dos componentes de metal (aleación de cobalto-cromo-molibdeno, generalmente). Entre estos dos componentes metálicos se coloca un inserto de polietileno que puede ser móvil o fijo para el componente tibial metálico. En algunos casos es necesario apli-

car un polietileno de implantes hasta la rótula. La prótesis total tipo actual (figura 3) consta, básicamente, de cuatro partes: una curva de placa metálica que se fija en la región distal del fémur, una placa de metal plana que se fija a la región proximal de la tibia, un polietileno (elemento espaciador) para mediar entre las dos placas y, por último, una rótula artificial de polietileno. Para fijar las placas de metal en las porciones óseas anteriores, hay dos estrategias diferentes: una implica el uso de un agente de la vinculación (rodilla cementada) mientras que la otra utiliza el proceso de regeneración de hueso (prótesis de rodilla no cementada).

Los materiales con que se producen hoy en día las rodillas son biocompatibles, no deben dar lugar a una reacción del sistema inmune e introducir propiedades mecánicas tales como para soportar la carga y la tensión ejercida por la parte superior del cuerpo humano. También deben ser capaces de mantener la forma del componente un largo tiempo sin desgaste.

Es importante distinguir los mecanismos fundamentales de desgaste (adhesión, abrasión y fatiga). Los cambios en el aspecto (características morfológicas) de la superficie de apoyo se conocen como el daño de desgaste y los modos de desgaste y se determinan viendo el funcionamiento en la prótesis. Uno o más mecanismos clásicos de desgaste pueden funcionar a la vez y producir un modo particular de desgaste, y una prótesis puede tener diversos modos particulares durante su duración in vivo. El tipo predominante de desgaste de una prótesis articular puede ser diverso, porque su funcionamiento varía en función de su proyección. También pueden verificarse diversos tipos de desgaste en un momento diverso durante la vida útil del implante. El daño de un implante es el resultado de todo los mecanismos de desgaste que han actuado sobre este de este durante su vida útil³.

Los modos de desgaste que actúan en una TKR son los siguientes:

- Modo 1: Resultado del desgaste a partir del movimiento que se proyecta porque se produce entre las superficies de contacto primarias, como el movimiento anatómico en la superficie de polietileno.

- Modo 2: El desgaste se refiere a la condición de la superficie de apoyo

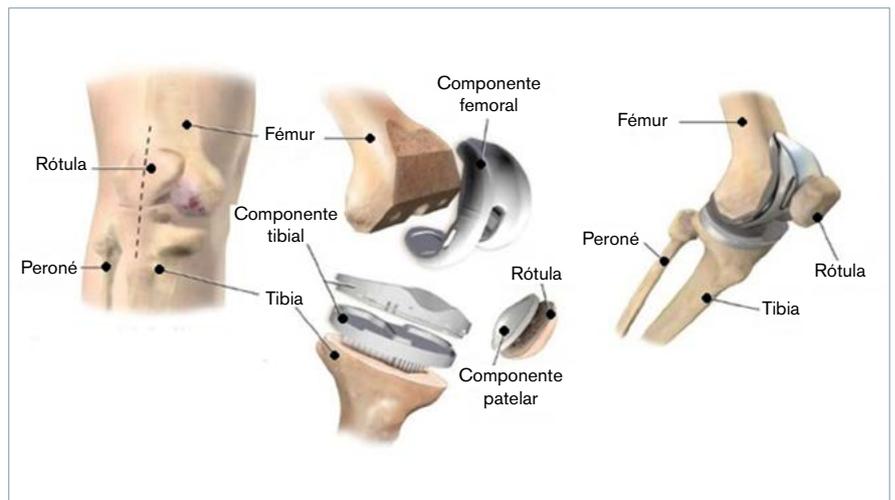


Figura 3. Componentes de la prótesis de rodilla.

primaria en polietileno con el inserto tibial que la aguanta. Un ejemplo es la cara inferior del inserto tibial que roza con el componente tibial, uno de metal y el otro de plástico.

- Modo 3: Se refiere al desgaste de la superficie primaria de apoyo con el componente femoral, como en el modo 1 pero con partículas contaminantes de un tercer cuerpo. De este modo, dichas partículas se desgastan directamente una o dos superficies de contacto primarias. Este modo de desgaste se conoce como desgaste a tres cuerpos o Three Bodies o usura abrasiva y causa cambios permanentes en las superficies de contacto primario de la prótesis.

- Modo 4: Se refiere a dos superficies secundarias (no principales) que rozan entre sí. Un ejemplo es el modo de desgaste que incluye la colisión del componente femoral con el borde del inserto tibial: movimiento de cara metal-cemento o hueso-cemento o un revestimiento porosos con una superficie metálica; movimiento entre la cara exterior del inserto tibial con el soporte metálico y el rozamiento entre un tornillo de sujeción con otra parte metálica. Las partículas producidas por este tipo de desgaste pueden causar un desgaste abrasivo y una infección de la zona.

El modo 1 de desgaste es necesario para el funcionamiento de la prótesis, mientras que los modos 2, 3 y 4 no son intencionados. Las condiciones operativas in vivo son variables y diversos tipos de desgaste se pueden verificar simultáneamente. La importancia clí-

nica y la interacción de los modos de desgaste los aclararemos con un ejemplo: una cadera o una prótesis de rodillas que están bien fijadas y funcionan bien tienen una baja tasa de desgaste superficial articular en el modo 1³.

La liberación gradual de partículas de polietileno en el tejido muscular puede provocar una baja velocidad de absorción de esfuerzos por parte del hueso, que puede aumentar el movimiento relativo entre el implante y el hueso adyacente. Tal movimiento relativo provoca que el modo 4, según del tipo de prótesis articular, pueda generar partículas de hueso, cemento o metal. Dichas partículas pueden influir en el modo 1 pasando a través del contacto directo provocando desgaste a tres cuerpos (modo 3). El componente femoral puede ser rayado de esta interacción. Además, en un modo independiente, las partículas duras pueden incorporarse en el polietileno y actuar como una fuente abrasiva en curso. La mayor rugosidad superficial de apoyo del componente femoral puede aumentar la velocidad de desgaste del polietileno en el modo 1, a causa del mayor desgaste abrasivo de dos cuerpos. Este desgaste del polietileno puede aumentar la tasa de producción de partículas de este material, que incrementa la tasa de absorción del hueso, con su consecuente movimiento relativo y posible fallo eventual del implante. En el transcurso del tiempo, la secuencia de eventos es variable. Desde el punto de vista práctico, un problema con la fijación puede traer problemas de desgaste y viceversa.

Implant Alloy	Trade name ASTM designation	Young's Modulus Gpa	Yeld Strength MPa	Ultimate Strength MPa	Fatigue Strength MPa	Hardness HV	Elongation at fracture %
Stainless Steel	Protusal S30	190	792	930	241-820	130-180	43-45
Co-Cr-Mo	Alivium	210-253	448-841	655-1277	207-950	300-400	4-14
	Vitallium W	210	448-1606	1896	586-1220	300-400	10-22
	HS25I	200-230	300-2000	800-2068	340-520	8-50	10-40
	TJA	200-230	960	1300	200-300	41	20
Ti	CSTi	110	485	760	300	120-200	14-18
	IsoTan	116	897-1034	965-1103	620-689	310	14-18
	Ti5A12.5Fe	100-110	780	860	300-725	310	7-13
	Ni45Ti	28-110	621-793	827-1172	<200	40-62	1-60

Tabla 3.1. Propiedades mecánicas de las aleaciones de los implantes¹³.

Materiales de reemplazo de rodilla

Muchas combinaciones de materiales se utilizan hoy en día para las prótesis, entre ellos las parejas más utilizadas son: metal-polietileno, metal-metal, cerámica-cerámica y cerámica-polietileno^{4,5}. Además, los materiales dentro de la artroplastia de rodilla son escogidos en función de la resistencia química y la biocompatibilidad. Según el modo de interacción del material con el cuerpo y las sustancias químicas en el interior, se puede producir corrosión y causar inflamación en el interior de la prótesis entre la junta y la mecánica del implante.

Aleaciones metálicas

Las aleaciones metálicas son los materiales más utilizados en los implantes ortopédicos. Mientras que algunos materiales puros tienen características excelentes para su uso como prótesis, los materiales compuestos se utilizan para producir nuevos elementos metálicos únicos que tienen un buen equilibrio de las características deseadas.

Aceros inoxidables, aleaciones de cromo-cobalto y las aleaciones de titanio son los materiales principales de las prótesis totales de rodilla. El acero inoxidable es una aleación muy fuerte con una baja composición de otros materiales como el cobalto-cromo que, a su vez, son muy duros, biocompatibles y resistentes a la corrosión y el molibdeno le da tenacidad. Las aleaciones de titanio son las más flexibles de todas las aleaciones utilizadas en la ortopedia,

con un peso más ligero que la mayor parte de las aleaciones ortopédicas, gracias a la variación del grado de aluminio y vanadio.

En la tabla 1 se muestran las propiedades mecánicas del acero inoxidable, las aleaciones cobalto-cromo y las aleaciones de titanio. El cobalto-cromo está considerado el material más elegido para los componentes femorales, y es el más rígido, el más fuerte y el más duro de cuanto lo puedan ser el acero inoxidable y el titanio. Estos materiales son utilizados para los componentes femorales y tibiales. Además, son los últimos materiales desarrollados por la tecnología actual⁶.

El plato tibial, en su funcionamiento no articular, no necesita las propiedades de dureza superficial para las medidas del elemento femoral. Por tanto, el plato tibial muchas veces se hace de alguna aleación metálica robusta indicada en la tabla anterior. Con el control de la biocompatibilidad, que es un factor característico en la elección de los materiales, se garantiza una buena aceptación por parte del cuerpo.

El titanio es muy biocompatible. Por eso, las aleaciones de titanio se utilizan muchísimo en la fabricación de los componentes tibiales. También son más flexibles que el acero y el cobalto-cromo. Permiten el estrés mecánico aplicado en la rodilla para que se transfiera eficazmente al hueso, favoreciendo así el crecimiento de este. Comparar las propiedades físicas y mecánicas del hueso permiten al material favorecer la generación ósea entre la tibia y

el implante protésico, sustituyendo la necesidad del cemento.

Revestimientos cerámicos

Los modos de fallo de las prótesis totales de rodilla (TKR) son la osteólisis y el movimiento aseptico causado por los derbis de polietileno. Con los factores principales se constituyen las entidades de desgaste:

- El nivel de la actividad física del paciente.
- El esfuerzo aplicado a la articulación.
- Las propiedades del material y las imperfecciones superficiales del implante.
- Las propiedades mecánicas de las cerámicas que hacen de ello una buena elección para los implantes de rodillas según el aumento de las prestaciones de los implantes y el rango de edad entre personas mayores y jóvenes. En particular los jóvenes son la generación más activa debido a su actividad física. De ahí que deba tener una cierta dureza, permeabilidad y biocompatibilidad. Estas propiedades favorecen la elección de las cerámicas como material para prótesis o, por lo menos, de recubrimiento de otros materiales no cerámicos.

Las cerámicas son extremadamente duras y cuanto mayor sea la dureza mayor será la resistencia al desgaste y al *scratch*. También son muy permeables al líquido polar y al líquido sinovial que se encuentra en la rodilla. El líquido se extiende sobre la superficie de la materia, obteniendo así una mayor lubricación de la superficie.

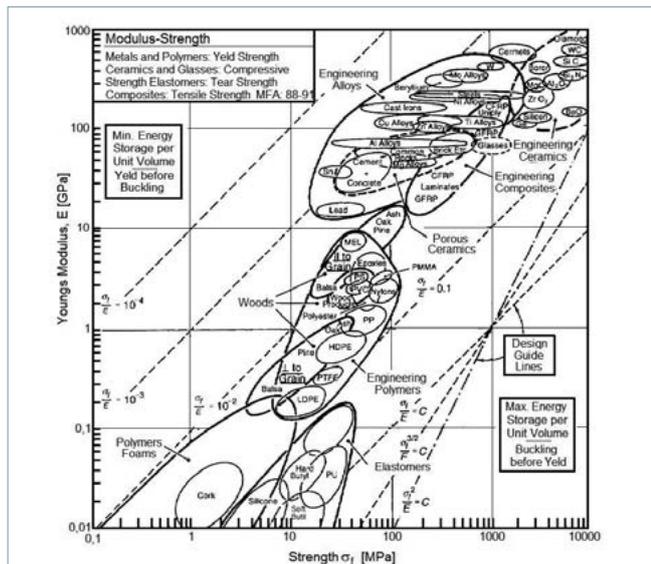


Figura 4. Diagrama Ashby para la selección de materiales⁷.

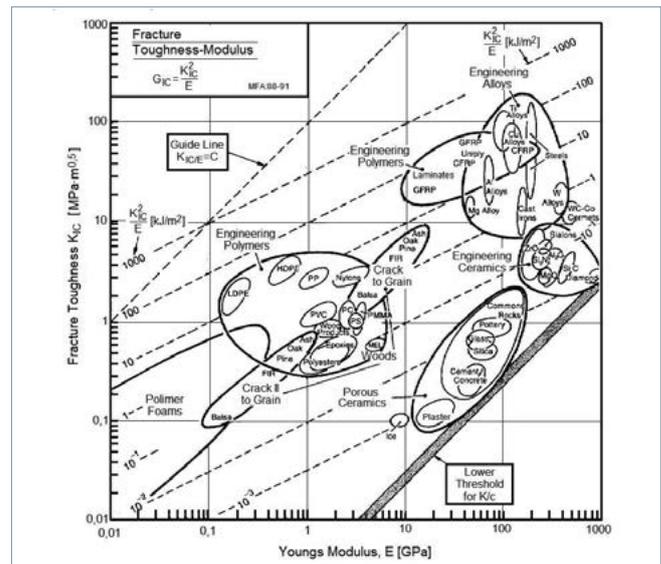


Figura 5. Tenacidad de fractura versus módulo de Young⁷.

Existen cerámicas en su estado oxidativo máximo que son químicamente estables. Al contrario, los metales liberan iones en el interior del cuerpo, que, en algunos casos, reaccionan químicamente con el tejido muscular y pueden acarrear infecciones y un control quirúrgico. Cerca del 10-15% de los americanos son sensibles al níquel (Ni), que muchas veces llevan dentro aleaciones de cromo-cobalto convencional. Los revestimientos de cerámica aportan un escudo a estos iones metálicos, haciendo que el material sea fiable a largo plazo⁸.

Alúmina (Al₂O₃)

El óxido de aluminio o alúmina es un material cerámico muy duro con un bajo coeficiente de fricción, que lo hace ideal para los revestimientos para prótesis articulares de rodillas. A causa del crecimiento del grano que resulta de su proceso de sinterización, la alúmina puede ser producida con algunas porosidades indeseadas. Sin embargo, los granos grandes en la microestructura del material, que determinan una debilidad y una mayor fractura, pueden ser en gran parte evitados insiriendo óxido de calcio (CaO) u óxido de magnesio (MgO) en el proceso de sinterización.

Su fuerte estructura cristalina se traduce también en su defecto indeseado en sus características, una baja resistencia a la propagación de las grietas. La alúmina presenta valores de resistencia a la fractura bajos,

muy inferiores a aquellos de las aleaciones metálicas utilizadas, o sea que el material no conseguirá deformarse ante una fuerza mayor.

El óxido de zirconio o zirconita es un material muy fuerte, con una resistencia a la fractura y a la flexión de valores de cerca dos veces más grande que la alúmina. Además, la investigación de la zirconita ha determinado que esa misma reduce el desgaste del polietileno entre 4 y 5 veces respecto al cobalto-cromo (Co-Cr). Muy inestable en la naturaleza, la zirconita necesita juntarse con otro material para estabilizarse y confirmar que la unión es segura en el interior del cuerpo. Los materiales cerámicos compuestos han sido desarrollados para combinar la estabilidad química y el bajo coeficiente de fricción de la alúmina con la resistencia mecánica y la resistencia a la fractura de la zirconita.

La alúmina y la zirconita están consideradas susceptibles a la rotura frágil respecto a las aleaciones metálicas convencionales. Por lo tanto, los estudios se han concentrado en la búsqueda de materiales avanzados que unan una estructura sólida con una cierta dureza superficial.

Zirconita (ZrO₂)

El óxido de zirconio o zirconita es un material muy fuerte, con una resistencia a la fractura y a la flexión de valores de cerca del doble que la alúmina. Además, la investigación de la zirconita ha determinado que redu-

ce el desgaste del polietileno entre 4 y 5 veces respecto al cobalto-cromo (Co-Cr). Muy inestable en la naturaleza, la zirconita necesita ser juntada con otro material para estabilizarse y confirmar que la unión es segura en el interior del cuerpo. Los materiales cerámicos compuestos han sido desarrollados para combinar la estabilidad química y el bajo coeficiente de fricción de la alúmina con la resistencia mecánica y la resistencia a la fractura de la zirconita.

Referenciando el diagrama de tenacidad de fractura versus módulo de Young, la alúmina y la zirconita están consideradas susceptibles de rotura frágil respecto a las aleaciones metálicas convencionales. Por lo tanto, los estudios se han concentrado en la búsqueda de materiales avanzados que unan una estructura sólida con una cierta dureza superficial.

Nitruro de Titanio (TiN)

El nitruro de titanio es un revestimiento cerámico muy duro, 2.000-2.500 HV, haciéndolo un material privilegiado para su utilización en los componentes articulares médicos. Con mayores propiedades de dureza con respecto a la alúmina, los revestimientos de TiN reducen notablemente la resistencia al desgaste de los materiales en aleaciones metálicas. El nitruro de titanio aporta también un acabado superficial liso a las aleaciones metálicas.

Respecto a un componente en aleación de cobalto-cromo no revestido,



Figura 6. Elementos de prótesis en UHMWPE.

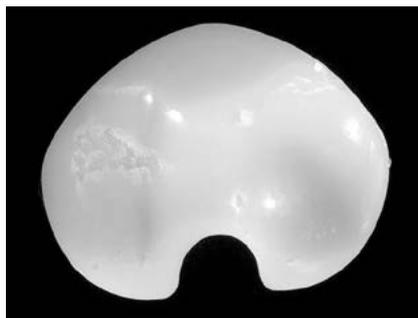


Figura 7. Comparación entre una pieza de UHMWPE usada y una nueva.

Property	GUR® 1050	25kGy	50kGy	100kGy	200kGy
Yield Stress [Mpa]	20±1,0	19±0,4	19,9±0,8	18,9±0,7	20,2±1,0
Modulus [Mpa]	495±56	433±14	412±50	386±23	266±30
J _{1c} [kJ/m ²]	2,1	23,8	76,2	90	80
J _{ss} [kJ/m ²]	116,9±0,1	101,2±0,1	98,5±0,2	87,6±0,1	79,3±1,9
True stress at break [Mpa]	315,5±31,5	284,8±18,0	237,6±12,3	185,7±7,5	126,0±14,0
True strain at break	1,82±0,01	1,74±0,03	1,59±0,01	1,50±0,02	1,37±0,06

Tabla 3.2. Parámetros físicos del UHMWPE en función de la radiación^{10,11}.

el nitruro de titanio le da una serie de ventajas. Este tipo de revestimiento reduce la tasa de desgaste en casi el 50%, mientras que también se reduce el coeficiente de fricción a cerca del 12%. Además, el TiN es muy biocompatible. Este fue el propósito para hallar este tipo de material. El diagrama de las figuras 4 y 5 es una guía práctica para la selección de materiales⁷.

Lad 2 Polímeros

El polietileno a altísimo peso molecular (UHMWPE) es un material convencional utilizado en insertos tibiales y componentes tibiales que sirve para amortiguar el menisco. Siendo sus propiedades valores de resistencia muy altos, el inserto tibial permite que el metal o componente femoral de cerámica se deslice uniformemente sobre su superficie, imitando el movimiento natural de la rodilla con la baja fricción del cartílago contra el menisco. El UHMWPE se utiliza también en componentes protésicos de rótula (figura 6).

El componente tibial convencional de hoy en día consiste en un elemento de metal (MB) con un soporte en polietileno, respecto a aquellos sin dicho

soporte en polietileno (AP) de 1970. Con diferencias significativas en la funcionalidad y las prestaciones de los dos modelos estudiados por Adalberth (2001), una proyección del inserto tibial en polietileno puede ayudar a economizar dichas prótesis y contribuir con el Sistema Nacional de Salud.

Con pocas elecciones clínicamente probadas, el polietileno es fundamentalmente bueno para la libre circulación y el funcionamiento práctico a disposición de los pacientes con problemas en las rodillas, limitando la posibilidad de crear uniones en la prótesis o sufrir la fusión permanente de la rodilla⁹.

Los problemas de desgaste y daño a fatiga del UHMWPE continúan limitando la longevidad de las sustituciones de rodillas. La TKR cuenta con una vida media de 20 años. Cerca del 25% de los controles de estas prótesis se deben al desgaste o al daño de la superficie tibial o del inserto, en los cuales la inserción de los derbis de material puede provocar un fallo en la prótesis.

El método de Hood sirve como referencia fundamental para determinar el modelo de daño de los componentes

de UHMWPE, entre los que se encuentran: *scratch* (90%), *pitting* (81%) y *burnishing* (75%), que son las formas más comunes de daño superficial. Las investigaciones también han determinado que la proyección de la prótesis y el peso del paciente tienen un efecto directo sobre la magnitud del desgaste, los mecanismos de fatiga aplicados en la generación de derbis que puedan provocar infecciones en el tejido muscular.

La osteólisis (exposición del hueso a las partículas de UHMWPE, cemento óseo o derbis metálicas) se considera una complicación importante en las TKR. Se han encontrado estos efectos en el 30% de los implantes protésicos de rodillas no cementados con respecto al 0-20% de los implantes cementados entre los primeros 5 años de la cirugía.

Los efectos de la osteólisis y el desgaste de los elementos de UHMWPE pueden evitarse en gran parte con el uso de UHMWPE altamente reticulado (UHMW *cross-linking*). La reticulación (*cross-linking* en inglés) del material con el uso de radiaciones gama a haz electrónico ha demostrado reducir el desgaste superficial hasta el 81%. Como resultado, esto tiene un efecto negativo sobre algunas propiedades mecánicas fundamentales del elemento en polietileno. Los valores a la propagación de grietas por fatiga, resistencia a la tracción, resistencia a la enervación y a la carga de rotura se reducen cuanto mayor es la reticulación. Por tanto, con la presencia de una fisura en el elemento no se propagará tan rápidamente en un elemento en UHMWPE *cross-linking* que en un elemento convencional.

La tabla 3.2 debajo muestra el efecto de la reticulación para distintos grados de dosis de radiación y sus propie-



Figura 8. Tribómetro Reciprocatory Friction Monitor (DUCOM).

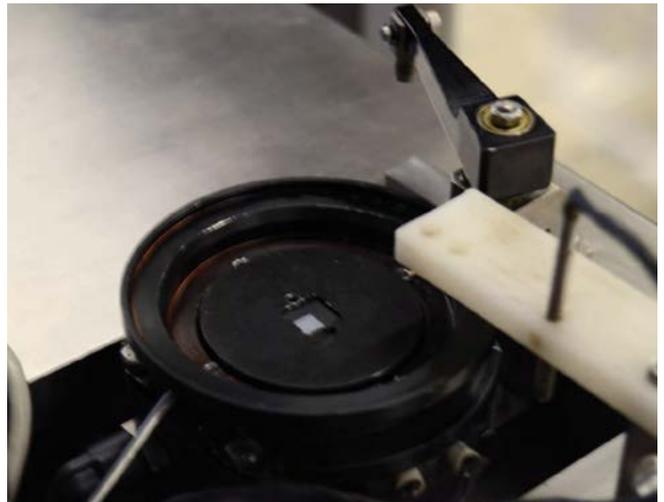


Figura 9. Detalle de zona de trabajo.

dades mecánicas asociadas^{10,11}. Como podemos observar, la resistencia a la fractura aumenta según la dosis de radiaciones que apliquemos a la pieza, mientras que la ductilidad y la rigidez disminuyen significativamente. En la intención de aumentar la resistencia al desgaste del UHMWPE, se tiene que comprender que ganamos en algunas cosas pero en otras no en gran medida. El uso de la reticulación hoy en día todavía es objeto de discusión y controversia; de ahí que se estén llevando a cabo muchas investigaciones.

Investigación experimental

Es importantísimo saber cómo funciona el desgaste dentro de una prótesis de rodilla para ver cómo puede afectar a la salud de todo aquello que lo rodea.

Las primeras pruebas se hacían con los tribómetros *pin-on-disc*. Pero estos tribómetros no daban resultados objetivos y en muchos casos se hacían sin lubricación, lo cual no estaba bien porque en la rodilla hay un lubricante natural llamado líquido sinovial que favorece el movimiento de la articulación. Ahora las pruebas se hacen en tribómetros especiales proyectados para este tipo de tarea.

En este capítulo haremos un pequeño estudio sobre las características tribológicas del UHMWPE haciendo una serie de pruebas en el Laboratorio di Meccanica Applicata alle Macchine del Dipartimento di Ingegneria Industriale de la Università di Salerno.

El objetivo es hallar las características generales del material

para poder ver si en un futuro se podría mejorar su resistencia al desgaste.

Queremos averiguar el desgaste y la fricción del polietileno con el acero y el titanio utilizado en las prótesis. Para poder hacer dicho estudio utilizaremos el tribómetro Reciprocatory Friction Monitor (DUCOM), que es de la clase *pin-on-slab* o *pin-on-flat* de movimiento recíproco (figura 8). Los datos son recogidos por el programa Win-ducom que nos facilita el fabricante del mismo tribómetro. Después de haber obtenido dichos datos, procederemos a analizarlos para poder comparar el emparejamiento con cada uno de los materiales.

Este equipo realiza pruebas con un movimiento alternativo o recíproco, es del tipo *pin-on-slab* o *pin-on-flat*, en el que como pin podemos poner una esfera o un pin propiamente dicho, que serán los causantes del desgaste. En la parte inferior se pone un disco o un cuadrado y es la parte fija del tribómetro donde se verá la línea de desgaste. Los datos se obtendrán gracias a un *software* que suministra el mismo fabricante de la máquina y que está dedicado solo a evaluar los parámetros fundamentales que se le introducen. El programa te devuelve las curvas de la fuerza de fricción y a partir de esta con la fuerza de cierre del sistema aplicada en el contacto calcula el coeficiente de fricción y hace la gráfica de su progresión.

Las principales características se pueden recoger en condiciones secas y de lubricación. Permite también estimar las características de desgaste en

todos los materiales. Este dispositivo está indicado también para realizar pruebas biotribológicas y permite el ensayo de materiales que se van a introducir en el cuerpo humano.

La máquina puede aplicar unas cargas de contacto desde un 1 N hasta 20 N. Puede operar con un gran rango de frecuencias desde 0,1 Hz hasta 35 Hz. Nos permite fijar una serie de parámetros, como la humedad, la temperatura y la carrera que queramos que haga encima del material que se prueba. Estos parámetros se controlan gracias a una serie de sensores insertados en el ambiente de trabajo. Una temperatura alta se obtiene gracias a una resistencia eléctrica que mantiene este parámetro donde deseamos. Los datos se recogen gracias a un termopar ubicado en la cámara. Podemos saber la temperatura de la cámara de trabajo, del lubricante y de la superficie fija durante el desarrollo del test.

La figura 9 muestra el detalle de zona de trabajo. Podemos ver el termopar insertado en la pieza de plástico y el brazo que aplica la carga en el ensayo.

La parte experimental de este trabajo está destinado a pruebas de desgaste y de fricción para el polietileno a altísima densidad (UHMWPE). Se escogieron esferas de dos materiales para hacer las pruebas con el polietileno. El primero fue el acero inoxidable AISI 420C (módulo de Young = 200 Gpa; módulo de Poisson = 0,28; dureza HRC = 28 ÷ 42) y el segundo fue el titanio TiAl6V4 (módulo de Young = 114 Gpa; módulo de Poisson = 0,34; dureza

za HRC > 52). El polietileno a altísima densidad es del tipo GUR 1050, que se utiliza muchísimo para los implantes corporales porque ya viene esterilizado con una cierta radicación que lo dota de unas determinadas propiedades. Se cortó de un inserto tibial en cuadrados de 5 x 5 x 5 milímetros. Como lubricante se ha utilizado un fármaco llamado Hyalgan®, cuya formulación contiene una gran cantidad de hialuronato sódico. Este se utiliza

para ayudar a regenerar el cartílago y es muy parecido en consistencia y en propiedades al líquido sinovial que tenemos en las rodillas.

Las pruebas que se han hecho han sido la mitad en seco y la otra mitad con lubricante. Las pruebas se hicieron en un rango de fuerzas de 10, 15 y 20 N y un rango de frecuencias de 5, 10 y 20. Las fuerzas no se han elegido porque sí, sino que se intentaba representar la presión de contacto, que es

entre unos 16 MPa y unos 31 MPa según el peso de la persona y el tipo de prótesis.

Resultados obtenidos y conclusiones

En los siguientes diagramas se muestran los valores de la tasa de desgaste y coeficiente de fricción en función de la carga aplicada con y sin lubricación. Para medir el desgaste se realizaron las mediciones de peso antes y después de

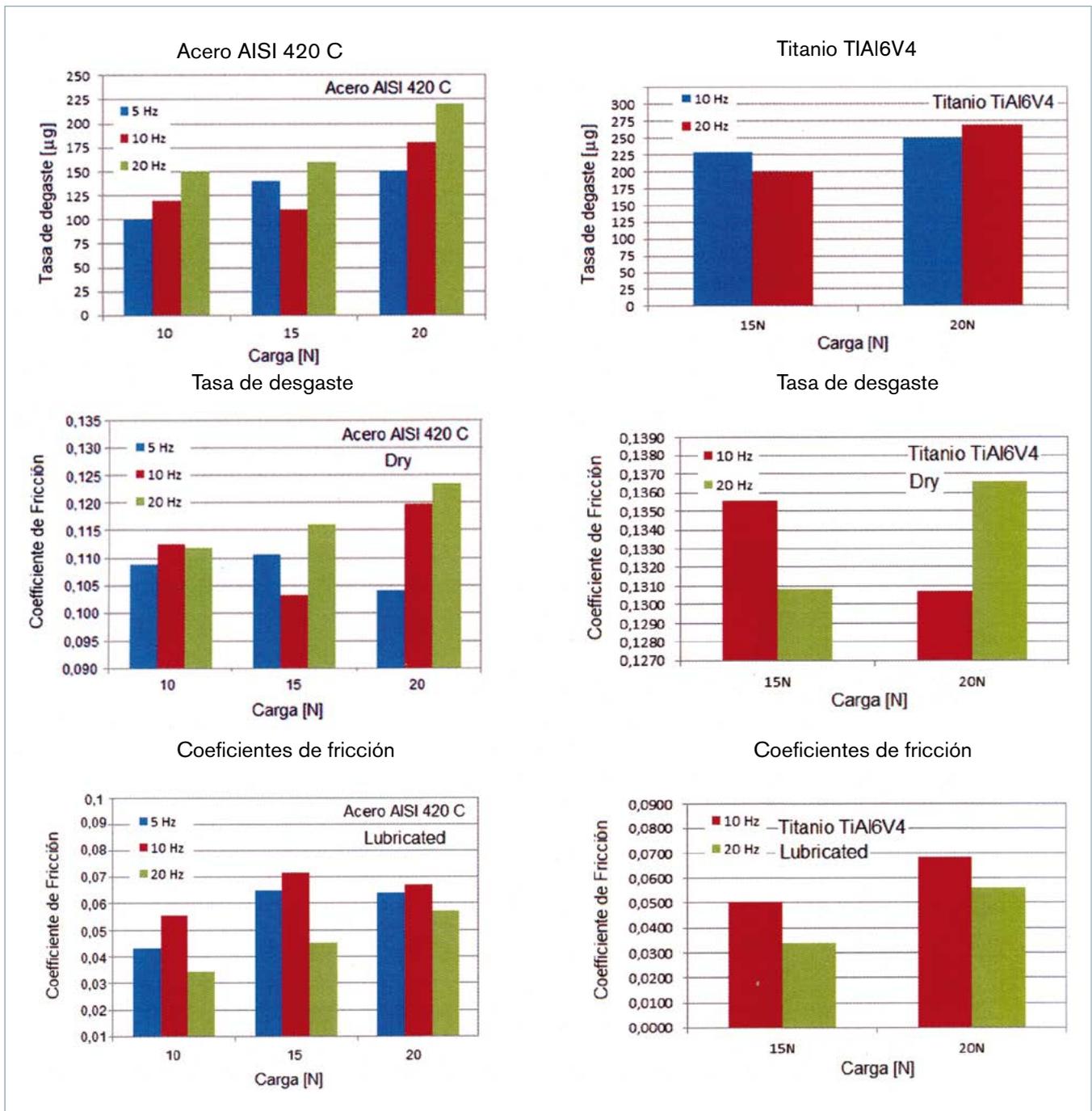


Figura 10. Podemos ver que las tasas de desgaste aumentan según se incrementan la carga y la frecuencia, menos una pequeña excepción en la carga 15 N a 10 Hz que resulta desgastarse un poco menos de la norma.

cada prueba con el fin de determinar cuánto material se eliminó durante el proceso que duraba la prueba.

Los valores no distan mucho unos de otros y se incrementa en unas décimas de micras su valor al cambiar de frecuencia. El aumento con la frecuencia se explica porque al intentar ir más rápido se tiene que superar una fuerza mayor para incrementar la velocidad.

Se puede apreciar en condiciones secas el aumento de coeficiente de fricción debido a la frecuencia. Esto se debe a que a más velocidad se debe hacer una fuerza superior para poder vencer la resistencia de la fricción. Tenemos una excepción, como comentamos en el apartado anterior, y es que a 15 N y 10 Hz nos sale un coeficiente de fricción más bajo. Esto se puede deber a que la esfera entra en un régimen de fluidodinámica, por lo cual va más rápido.

En la parte con lubricante podemos ver que aumenta de 5 a 10 Hz pero en 20 Hz baja. Esto se debe a la naturaleza del lubricante, el cual es muy denso pero con una gran velocidad se vuelve más líquido y permite un mejor deslizamiento de la esfera durante la prueba.

Hemos podido ver que en condiciones secas el acero ha marcado mejores valores tanto de tasa de desgaste como de coeficiente de fricción. Esto es bueno porque en vivo tenemos que reducir al mínimo la cantidad de derris, porque causan la gran mayoría de complicaciones a la hora de las infecciones y su posterior tratamiento. Con lubricante los coeficientes son muy parecidos y casi no hay diferencia. Esto quiere decir que los dos materiales tendrían un buen comportamiento dentro del cuerpo.

Podríamos decir que el UHMW es un material buenísimo porque cuesta mucho desgastarlo si no es metiéndole mucha carga y a muy largo plazo. Según otros estudios durante una vida de dos años la prótesis solo pierde 2 mg. Nosotros solo hemos conseguido desgastar una décima parte de esta, lo cual ya es bastante viendo otros resultados en otras lecturas.

Como conclusión pensamos que siempre hay que ir avanzando en esta materia. Hemos podido ver y comprobar que ya de por sí este material es muy bueno y no causa problemas, pero

nosotros, los ingenieros, tenemos que seguir investigando para hallar materiales que se comporten mejor que los que tenemos actualmente. El acero que hemos probado se parece al que se utiliza en las prótesis y ha marcado los mejores resultados, pero el acero tiene ciertos problemas de biocompatibilidad. Por lo tanto, debemos intentar conseguir estas mismas características en otros materiales que tengan una buena aceptación por parte del cuerpo humano, ya que lo llevaremos un periodo largo de tiempo. Nos gustaría acabar diciendo que ha sido un gran trabajo en el que hemos aprendido conceptos que desconocíamos totalmente y que en un futuro pueden llegar a sernos muy útiles para nuestro trabajo.

Agradecemos a Elías Pérez del Canto su actividad de medida y elaboración de datos durante el desarrollo de su Trabajo de Fin de Grado llevada a cabo en el Laboratorio de Mecánica Aplicada de la Universidad de Salerno (IT) dentro del marco del programa Erasmus+ para estudiantes.

Bibliografía

1. R. A. Singh and E. Sung Yoon: Biomimetics in Tribology - Recent Developments. Nano-Bio Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 130-650 (Received 20 August 2007).
2. P. Gruber et al. (eds.) Biomimetics - Materials, Structures and Processes, Biological and Medical Physics. Biomedical Engineering, DOI 10.1007/978-3-642-11934-7_3, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011.
3. T.P. Schmalzried and J.J. Callaghan: Current concepts review- Wear in total hip and knee replacements. *J. Bone, Jt Surg. Am.* 81 (1999).
4. Zimmer's Gender Solutions: The first knee designed specifically for women. On line source.
5. Zimmer's Gender Solutions: Materials used in orthopaedic implants. On line source.
6. J. J. Callaghan: The adult knee. 2 volumes. Edited by J. J. Callaghan et al. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. ISBN: 0-7817-3247-6.
7. M.F. Ashby: materials selection mechanical design. Second edition. Department of Engineering, Cambridge, University, England. Butterworth Heinemann, Oxford Auckland Boston Johannesburg Melbourne Newdelhi. ISBN 0 7506 4357 9 (2000).
8. Bioceramics and Alternative Bearings in Joint Arthroplasty. 12th BIOLOX® Symposium Seoul, Republic of Korea September 7 - 8, 2007 Proceeding. Editors: Jun-Dong Chang M.D, Karl Billau. ISBN: 978-3-7985-1782-0 (Print) 978-3-7985-1783-7.
9. S.M. Kurtz: UHMWPE Biomaterials Handbook: Elsevier Academic Press (3rd Edition-2015), William Andrew, ISBN 9780323354011 e Book ISBN :9780323354356.
10. Rice JR, Sorensen EP. Continuing crack-tip deformation and fracture for plane-strain crack

growth in elastic-plastic solids. *J Mech Phys Solids* 1978;26:163-86.

11. A. Gomoll, T. Wanich, A. Bellare: J-integral fracture toughness and tearing modulus measurement of radiation cross-linked UHMWPE. Orthopaedic Research Laboratory, Department of Orthopaedic Surgery, Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School.
12. A. Z. Szeri. Tribology: friction, lubrication, and wear. Published Washington: Hemisphere Pub. Corp. (1980). ISBN 0070626634 (McGraw-Hill).
13. J. Halling: Introduzione alla tribologia. Attrito, usura, lubrificazione - Tecniche Nuove (1981).
14. J.H. Dumbleton, Tribology of natural and artificial joints. Tribology Series 3. Elsevier Scientific Publishing Company. (1981).
15. D. Dowson, History of Tribology. Professional Engineering Publishing Limited, London. (1998).
16. F. Chavez Martinez: La tribología: Ciencia y tecnología para el mantenimiento. Editorial Limusa (2002), ISBN: 9789681853174.
17. B. Bhushan: Principles and applications of tribology. J. Wiley & Sons, INC. (2002). ISBN 978-0-471-15893-6.
18. W. Stachowiak, A.W. Batchelor: Experimental Methods in Tribology. Elsevier Science (2004). ISBN :9780444515896.
19. R. G. Bayer: Mechanical Wear Fundamentals and Testing. CRC Press (2004) Series: Mechanical Engineering ISBN 9780824746209.
20. Stachowiak, A.W. Batchelor: Engineering Tribology. Elsevier Butterworth-Heinemann -USA (2005). ISBN: 13978-0-7506-7836-0.
21. R.R. Seeley, T.D. Stephens and P. Tate: Anatomy & Physiology. (2006). Edizione italiana a cura di F. Amenta et alii.
22. G.E. Totten. Handbook of Lubrication and Tribology: Volume I (2006). Taylor & Francis Group, Boca Raton, London. New York. ISBN-10: 0-8493-2095-X.
23. R. Gohar and H. Rahnejat, Fundamentals of Tribology. Imperial College Press, Editor Tjan Kwang Wei. (2008).
24. A. Ruggiero and C. D'Agostino, Synovial Biobearings: where tribology meets biology. International Journal of Mechanical Engineering and Industrial Design - ISSN:2280-6407 (2015), 3(2): 8-14.
25. S. Affatato, A. Ruggiero M. Merola, Advanced biomaterials in hip joint arthroplasty. A review on polymer and ceramics composites as alternative bearings. (2015) Composites Part B: Engineering, 83, art. no. 3697, pp. 276-283. DOI: 10.1016/j.compositesb.2015.07.019.
26. A. Ruggiero and C. D'Agostino: On the Bio-Tribological Behavior of Lower Limb Synovial Joints. International Journal of Mechanical Engineering and Industrial Design - ISSN:2280-6407 (2016), 1(1): 1-12.
27. A. Ruggiero, R. D'Amato, E. Gómez, Experimental analysis of tribological behavior of UHMWPE against AISI420C and against TiAl6V4 alloy under dry and lubricated conditions. (2015) Tribology International, 92, pp. 154-161. DOI: 10.1016/j.triboint.2015.06.005.

Alessandro Ruggiero

ruggiero@unisa.it

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Salerno, Salerno, Italia.

Camilla D'Agostino

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Salerno, Salerno, Italia.

Sphinx como herramienta para documentar proyectos técnicos

Javier García Tobar

Sphinx as a tool for documenting technical projects

RESUMEN

La documentación es una tarea importante de un proyecto técnico que puede consumir bastante tiempo. Por esta razón, algunas veces se pasa por alto. Un sistema de documentación de éxito beneficiará a las organizaciones e individuos involucrados directamente. El presente artículo se centrará en resumir las principales características de Sphinx, una herramienta de código abierto creada para generar documentación de Python. La información se formateará adecuadamente en archivos estándar (HTML, PDF y ePub). Basado en esos resultados, este trabajo recomienda Sphinx para escribir eficientemente la documentación técnica de un proyecto. Esta herramienta cumple con los posibles requisitos que necesitará la documentación de un proyecto.

Recibido: 4 de octubre de 2016
Aceptado: 20 de octubre de 2016

ABSTRACT

Documentation is an important task of a technical project and can be quite time consuming. For this reason, it is sometimes overlooked. A successful documentation system will benefit the organizations and individuals directly involved. The present paper will focus on summarizing the main features of Sphinx, an open-source tool created to generate the Python documentation. Information will be nicely formatted to standard files (HTML, PDF and ePub). Based on those results, this study recommends the use of Sphinx to write efficiently the technical documentation of a project. This tool satisfies the possible requirements that project documentation will need.

Received: October 4, 2016
Accepted: October 20, 2016

Palabras clave

Documentación, proyecto, lenguaje de marcas, código abierto.

Keywords

Documentation, project, markup language, open-source.

```

({- extends "layout.html" })

({- block title })
  {{ document.title }}
({- endblock })

({ block css })
  {{ super() }}
  {{ document.css|safe }}
  <link rel="stylesheet" href="/static/websupport-custom.css" type="text/css">
({ endblock })

({- block script })
  {{ super() }}
  {{ document.script|safe }}
({- endblock })

({- block relbar })
  {{ document.relbar|safe }}
({- endblock })

({- block body })
  {{ document.body|safe }}
({- endblock })

({- block sidebar })
  {{ document.sidebar|safe }}
({- endblock })

```



SPHINX

Introducción

Hoy en día, cualquier tipo de proyecto técnico produce una gran cantidad de documentos y hasta que se generan otro tipo de entregables (patentes, programas informáticos, planos, etc.), se convierten en los únicos elementos generados. Esta información se consulta tanto a nivel directivo como entre los propios miembros del equipo del proyecto. Para resaltar la importancia que tienen los documentos dentro de una organización se plantean tres situaciones posibles (Rakos et al., 2005):

- En el caso de que un miembro del equipo abandone el proyecto en curso, este deberá ser reemplazado por otro miembro que deberá utilizar la documentación cedida por su predecesor como legado. Si no existe la documentación o esta es deficiente, la nueva incorporación va a necesitar de un tiempo de aprendizaje mayor para desempeñar la tarea encomendada.

- Si en el transcurso de un proyecto, cambia el equipo de una fase a otra. La documentación es la forma preferente de intercambio de información entre ambos equipos con independencia de que se acuerden otras formas complementarias de comunicación.

- En ocasiones, los proyectos se demoran en el tiempo o se suspenden por diversas causas, como puede ser la falta de financiación. Para poder reanudar un proyecto se requiere analizar la documentación generada hasta la fecha y comprobar el estado actual del proyecto. Si no hay documentación o esta es escasa, entonces podrían repetirse tareas ya realizadas con la consecuente pérdida de tiempo asociada.

Este artículo tiene su origen en una práctica habitual que se lleva a cabo en proyectos de desarrollo de *software* que consiste en la documentación del código fuente de un programa. A esta actividad se considera una buena práctica en programación (McConnell, 1993) y no siempre ha sido del agrado de los programadores, ya sea por falta de tiempo o por no disponer de una herramienta sencilla para hacerlo. En este campo es recomendable la documentación porque sirve al propio programador para recordar lo que escribió hace tiempo, ayuda a otros programadores a que modifiquen su código y favorece la puesta en común de información dentro de una organización. La documentación del *software* debería centrarse en transmitir información útil y con significado más que en in-

formación precisa y exacta (Forward y Lethbridge, 2002).

Para documentar el código fuente de un programa se utilizan herramientas informáticas. En este artículo se presenta la herramienta Sphinx¹ desde un punto de vista práctico y se propone su uso como sistema de documentación en proyectos técnicos, para lo cual se describen sus características principales y se identifican las necesidades que puedan surgir en este proceso de documentación.

Sphinx

Descripción

Sphinx es un *software* generador de documentación para convertir ficheros en lenguaje marcado *reStructuredText* (en adelante, ReST)² en páginas web HTML (incluyendo los archivos de ayuda de Windows) y en otros formatos como PDF o ePub. Por tanto, el usuario escribe las páginas en ReST, cuya sintaxis es sencilla pero al igual que ocurre en Python³ es sensible a la indentación. El logotipo de la herramienta se inspira en el símbolo egipcio del ojo de Horus, *Udyat*, en coherencia con el nombre del programa (figura 1).

George Brandl creó Sphinx en el año 2008 para documentar el lengua-



Figura 1. Logotipo de la herramienta Sphinx.

je de programación Python (Brandl, 2016). Como la herramienta tiene licencia BSD, se ha utilizado no solo para documentar código Python en proyectos de relevancia como *Scipy*⁴ (librería científica) y *Matplotlib*⁵ (librería para representar datos), sino también para documentar otros lenguajes e incluso con fines tan dispares como la publicación *online* de libros o, con las modificaciones oportunas, para escribir un blog personal. Para esta última aplicación, lo más conveniente es utilizar *Pelican*⁶, que es un generador de sitios web estáticos en Python con funciones propias de blogs.

La herramienta Sphinx se actualiza con periodicidad, y su versión estable más reciente es la 1.4.8 (1 de octubre de 2016). Hay otras herramientas similares disponibles en el mercado para documentar código como, por ejemplo, *Natural Docs*⁷ y *Doxygen*⁸. En la actualidad, la documentación técnica en línea se puede realizar mediante los lenguajes de marcas ligero más importantes que son ReST o, por el contrario, usando *Markdown*. Hay cierta controversia sobre qué lenguaje es mejor, pero en cualquier caso ambas sintaxis son similares y se usan ampliamente.

Instalación

Antes de proceder a la instalación de Sphinx, es necesario tener instalado en nuestra máquina el lenguaje de programación Python en cualquiera de sus dos ramas de desarrollo (2.x o 3.x). La instalación de Sphinx es similar tanto en el entorno Windows como en Linux, porque esta herramienta podrá instalarse de forma convencional mediante el comando pip de Python o a partir de la distribución Anaconda⁹.

La herramienta se ejecuta en línea de comandos mediante la sentencia sphinx-quickstart. Para crear un proyecto nuevo de documentación, el usuario administrador debe responder un cuestionario que aparece por pantalla y en el que indica el título del proyecto, su directorio raíz, qué módulos o extensiones específicas se



Figura 2. Página de documentación del proyecto OpenCV.

utilizarán, etc. Esta información se guarda dentro de un archivo de configuración denominado config.py que puede modificarse con posterioridad. Como resultado de la ejecución del comando anterior, se crean las carpetas Source y Build. El código fuente en sentido estricto se incluye dentro de la carpeta Source, que contiene el citado archivo de configuración y un documento maestro en formato ReST denominado index.rst. El documento maestro es la página de bienvenida o portada y muestra, entre otros elementos, el índice de contenidos que enlaza la página principal con otras páginas ReST. En el transcurso del proceso de documentación, el administrador o los usuarios colaboradores añadirán páginas ReST dentro de la carpeta Source. Por otra parte, en la carpeta Build se guardan las páginas en formato HTML, que se han generado a partir de los archivos ReST, y todos aquellos archivos que requieren para su correcta visualización como son: imágenes y documentos, hojas de estilo en cascada (CSS) y archivos javascript (JS).

Diseño

Sphinx tiene una gran variedad de plantillas (en inglés, *templates*) que permiten adaptar los contenidos a nuestras necesidades. Estas plantillas suelen estar diseñadas para que los contenidos se visualicen correctamente en dispositivos móviles. Por otra parte, también se puede crear una plantilla desde cero o, más sencillo, modificar una plantilla existente y cambiar su diseño o funcionalidades según nuestras necesidades. El proyecto OpenCV utiliza para su página de documentación la plantilla

por defecto de Sphinx (figura 2). En la mayoría de plantillas, el contenido se estructura en los bloques: cabecera, bloque lateral, bloque central y pie de página.

Para crear o modificar una plantilla se requieren conocimientos de CSS, HTML, JS y, en menor medida, algunas nociones de Python si se desea implementar alguna funcionalidad más compleja. En la mayoría de los casos, los cambios de diseño se limitarán a modificaciones dentro del archivo CSS, que determina básicamente las dimensiones de la página y de sus bloques de contenido así como otros aspectos gráficos (colores, imágenes y formato del texto). Para facilitar la maquetación de una plantilla puede emplearse los navegadores Mozilla Firefox o Chrome y el complemento CSS Viewer de Nicolas Huon u otro similar.

Contenidos

En este apartado se incluye un ejemplo de código que sigue la sintaxis típica de una página en formato ReST, que es la forma de añadir contenidos mediante Sphinx. En este código se introducen algunos elementos de uso frecuente como son los títulos, subtítulos, párrafos, comentarios, formateadores de texto (cursiva y negrita), tablas y listas.

El resultado de la transformación del anterior código a formato HTML y ePub se muestra en la figura 3a y 3b, respectivamente.

Como se observa, la sintaxis es legible en texto plano y, una vez creado el documento de salida (por ejemplo, HTML), los contenidos se visualizan correctamente según la jerarquía de

```

Esto es un título principal
=====
Aquí hay un párrafo.

.. Esto es un comentario

Título de sección
-----
Otro párrafo, pero dentro de la sección. Esta frase
es cursiva* y esta otra aparece en negrita**. A
continuación, se muestra una tabla de una fila y tres
columnas.

+-----+-----+-----+
| 1      | 2      | 3      |
+-----+-----+-----+

Las listas de elementos pueden mostrarse sin
enumerar.
* Item casa
* Item árbol
O por el contrario, enumerarse:
#. Item 1
#. Item 2

```

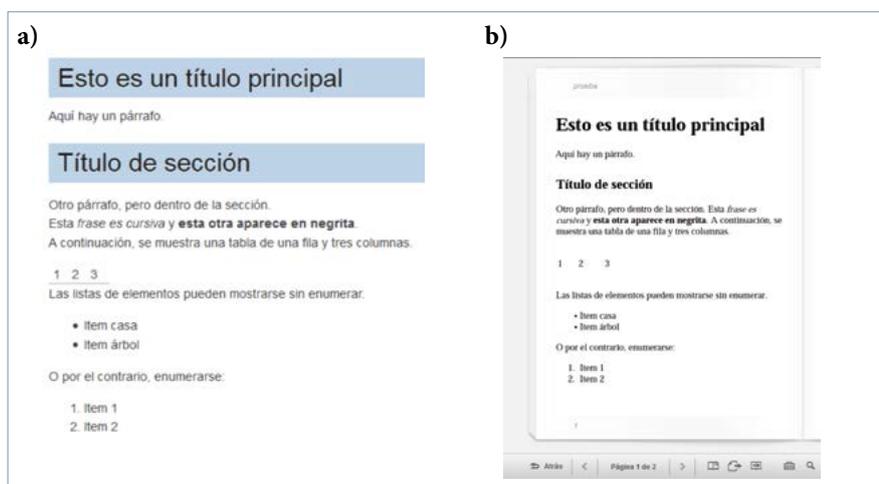


Figura 3. Transformación del código en lenguaje ReST a formato (a) HTML y (b) ePub.

```

html          to make standalone HTML files
dirhtml       to make HTML files named index.html in
              directories
singlehtml    to make a single large HTML file
pickle        to make pickle files
json          to make JSON files
htmlhelp      to make HTML files and a HTML help project
qthelp        to make HTML files and a qthelp project
applehelp     to make an Apple Help Book
devhelp       to make HTML files and a Devhelp project
epub          to make an epub
latex         to make LaTeX files, you can set PAPER=a4 or
              PAPER=letter

[...]
```

títulos, la enumeración de los listados y otros aspectos como el formato del texto. También es posible añadir estructuras de contenidos más complejas como son las tablas.

Con el comando `make` se puede crear a partir de un único código fuente distintos tipos de archivos. En la sección de ayuda de este comando se proporciona un listado con los tipos de archivos de salida que se pueden generar.

Para publicar los contenidos, es decir; para convertir los páginas ReST a HTML, se debe ejecutar el comando `make html`. En este paso de “compilación”, podrán mostrarse avisos que interrumpen el proceso y que suelen estar provocados por la utilización de una sintaxis no permitida en las páginas ReST. Con el desarrollo de los libros electrónicos y otros dispositivos portátiles de lectura (tabletas y *smartphones*), la tendencia actual es generar archivos PDF y especialmente en formato ePub, que son dos opciones disponibles dentro del programa.

Funcionalidades

Aunque se han adelantado algunas características del programa como son los tipos de archivos de salida (HTML, PDF y ePub), esta herramienta también permite utilizar LaTeX. Los documentos que se generan tienen un formato y estructura idónea para su consulta mediante dispositivos electrónicos porque, entre otras razones, en el contenido pueden añadirse referencias cruzadas (citas, glosarios de términos, etc.), enumeraciones automáticas para los títulos u otros elementos como figuras o tablas, fórmulas matemáticas (mediante la extensión `sphinx.ext.mathjax`) y código fuente de lenguajes de programación. Resulta interesante añadir código HTML directamente dentro de una página en formato ReST, lo cual añade más flexibilidad a la herramienta.

En cuanto a la organización de los contenidos, se encuentra el índice de contenidos, denominado *toctree*, que puede mostrarse comúnmente en la página principal (`index.rst`) y/o en su bloque lateral. Otro elemento fundamental en la navegación dentro de Sphinx es el menú horizontal de navegación que suele aparecer en la cabecera de la página y que se denomina *breadcrumb* (o en castellano, “miga de pan”). Este menú resulta de gran utilidad para que el lector sepa en todo momento dónde

se encuentra. Para recuperar la información, destaca el potente buscador interno de la herramienta y que facilita el acceso a la información de forma rápida y precisa.

Como se ha señalado, Sphinx se creó para documentar código fuente Python, por lo que dispone de la extensión específica `sphinx.ext.autodoc` para generar automáticamente la documentación del código Python a partir de sus comentarios (denominados `doctrings`). La herramienta es compatible con otros lenguajes de programación como C++ si se instala un módulo específico para ello.

Sphinx también permite extensiones y módulos para integrar en las páginas, entre otros servicios web, Google Maps, Google Analytics, vídeos de Youtube y presentaciones tipo *slideshare*.

Alojamiento web

Si consideramos que la información, tanto la interna como la externa, es un elemento clave y estratégico dentro de las organizaciones, la forma por la que se produce la documentación en formato electrónico y su acceso son factores esenciales. La documentación generada con Sphinx puede estar dirigida a un público interno o externo a la organización. En el primer caso, tan solo se debe reservar un directorio específico en la intranet para subir la documentación o simplemente habilitar una lista de correo. En el segundo caso, se necesita tener un alojamiento web o más conocido por *hosting* que permita acceder a la información desde el exterior de la organización.

La herramienta Sphinx se diferencia de otros sistemas de gestión de contenidos (CMS), como *WordPress*¹⁰ o *Drupal*¹¹ en que no requiere de una base de datos MySQL para almacenar la información o de PHP para su funcionamiento. Para que funcione Sphinx se precisa de un *hosting* con pocos requisitos, puesto que al servidor se suben exclusivamente páginas estáticas (HTML), archivos CSS y JS. El resultado es que se tiene una alta disponibilidad de las páginas, sin entrar en otros aspectos, como son la simplificación del mantenimiento y la mejora de la seguridad. Además, el alojamiento es considerablemente más económico e incluso, en su lugar, se puede optar por servicios gratuitos y de uso muy extendido como son las plataformas de desarrollo colaborativo *GitHub*¹² y

*Bitbucket*¹³. Para usar las plataformas de desarrollo como *hosting* se necesita configurar el dominio (en concreto, su DNS) y la cuenta de la plataforma para vincular el dominio a un directorio específico de la plataforma. Cada vez que se realice un *commit*, esto es, la actualización de la documentación mediante la aprobación de unos cambios que se consideran definitivos, las páginas podrán actualizarse de forma inmediata. Efectivamente, este tipo de plataformas y la herramienta Sphinx están diseñados para sacar su máximo provecho en trabajos de tipo colaborativo.

Discusión

En un proyecto técnico en cualquiera de sus fases de desarrollo se tienen documentos en distintos formatos (documentos de texto, hojas de cálculo, planos, imágenes, código fuente de programas, etc.). Para integrar esta documentación en un sistema de documentación Sphinx se puede convertir parte del contenido más importante a formato ReST o la opción más sencilla para aquellas documentos de cierta extensión, referenciar los documentos dentro de las páginas. Se debe utilizar la herramienta como un soporte para mostrar información útil y no caer en el error de mostrar una gran cantidad de información, que podría consultarse mejor en su formato convencional (por ejemplo, PDF).

Por otra parte, es posible incluir vídeos y presentaciones, que favorecen que los contenidos sean didácticos y atractivos para el usuario final. Podrán aprovecharse grabaciones o presentaciones realizadas por la organización en reuniones, congresos, etc. Estos formatos de información son idóneos para su visualización en dispositivos móviles como tabletas o *smartphones*, aprovechando que el diseño responde a estos medios.

Se podrán crear varios proyectos de documentación independientes según el tamaño y alcance del proyecto técnico, el equipo de trabajo y la fase del proyecto. Cada proyecto de documentación estará gestionado por un usuario administrador y/o por los usuarios colaboradores. Pese a tratarse de una herramienta de tipo colaborativa, Sphinx no permite gestionar permisos para grupos de usuarios como sí ocurre en las herramientas tipo *wiki* que distinguen entre distintos perfiles de usuario

(administrador, usuario colaborador y lector). Para resolver en parte esta circunstancia, el administrador puede optar por revisar los contenidos en cada puesta en común (o en terminología técnica, *commit*) antes de que los cambios se conviertan en definitivos.

Conclusiones

La herramienta Sphinx es flexible y potente debido al gran abanico de funcionalidades que presenta. Permite organizar la información y acceder a ella de forma eficaz, enfatizando el contenido frente al diseño, y escalable. A esto se suma que es una herramienta gratuita y con una gran comunidad de desarrollo detrás.

El futuro de Sphinx es prometedor porque está cada vez más presente en las organizaciones al satisfacer necesidades como la aplicación que se propone en este artículo. Parte del éxito se debe a que está programado en Python, que es un lenguaje de programación muy demandado en la actualidad, y a que es relativamente sencillo crear y administrar páginas web compatibles con dispositivos móviles y que se adapten al diseño corporativo de nuestra organización.

Bibliografía

- Brandl G (2016). "Sphinx Documentation Release 1.4.9". Disponible en: <https://media.readthedocs.org/pdf/sphinx/stable/sphinx.pdf>
- Forward A y Lethbridge TC (2002). "The relevance of software documentation, tools and technologies: a survey". In *Proceedings of the 2002 ACM symposium on Document engineering*, New York, USA, 26-33.
- McConnell S (1993). "Code Complete". Redmond, WA: Microsoft Press.
- Rakos J, Dhanraj K, Kennedy S, Fleck L y Jackson S (2005). "The Practical Guide to Project Management Documentation". John Wiley & Sons, Hoboken, USA.

Páginas web

(Enlaces consultados y en activo en octubre 2016).

- <http://www.sphinx-doc.org>
- <http://docutils.sourceforge.net/rst.html>
- <https://www.python.org/>
- <https://www.scipy.org/>
- <http://www.matplotlib.org/>
- <http://docs.getpelican.com/>
- <http://www.naturaldocs.org/>
- <http://www.stack.nl/~dimitri/doxygen/>
- <https://www.continuum.io/why-anaconda>
- <https://es.wordpress.org>
- <https://www.drupal.org>
- <https://github.com>
- <https://bitbucket.org>

Javier García Tobar

jgtobar@iies.es
Doctor ingeniero de minas.



ACREDITACIÓN DPC INGENIEROS

JUNIOR SENIOR ADVANCED EXPERTISE

Tu experiencia y formación tienen un valor

Tu experiencia y formación

tienen un valor

El Sistema de Acreditación DPC de Ingenieros, realizado y gestionado por el COGITI, implanta un procedimiento de acreditación del desarrollo profesional continuo (DPC) bajo 4 niveles, que documentalmente valida y acredita la competencia profesional, compuesta por formación y experiencia adquirida a lo largo de la vida profesional del Ingeniero en el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

La acreditación como ingeniero, en cualquiera de los niveles, aporta a los profesionales beneficios

intangibles, prestigio profesional, y beneficios tangibles, acceso a la bolsa de empleo de ingenieros acreditados, descuentos en formación, seguro profesional, etc.

La acreditación DPC de ingenieros es un título profesional, respaldado por la marca COGITI que transmite confianza y credibilidad a consumidores y empresas, y que aporta a aquél que lo ostente, prestigio, visibilidad profesional y el derecho a disfrutar de servicios exclusivos.

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO JUNIOR

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO SENIOR

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO ADVANCED

COGITI
ACREDITACIÓN DPC
INGENIERO EXPERTISE

Beneficios de la acreditación



Prestigio profesional

Sello de garantía avalado por el COGITI como órgano representativo de la Ingeniería Técnica Industrial Española que aporta una certificación de la formación y la experiencia a lo largo de la vida profesional.



Empleo

Da acceso a la "Bolsa de empleo de Ingenieros Acreditados" cuya función será la promoción de los perfiles de los ingenieros acreditados.
Acceso a grupos de redes sociales profesionales del COGITI.



Certificado curricular

Certificación y validación de la veracidad del curriculum vitae del colegiado acreditado en cualquiera de los niveles.



Descuentos en formación

Descuentos en las actividades formativas de la Plataforma on-line de formación del COGITI, existiendo además la posibilidad de descuentos adicionales en las acciones formativas impartidas por los Colegios.



Visibilidad profesional

Diploma acreditativo del nivel DPC, tarjeta acreditativa, incorporación en el Registro Profesional de Ingenieros Acreditados (RPIA), identificación pública de los ingenieros inscritos acreditados.



Movilidad UE

Válido en procesos de reconocimiento de cualificaciones para ingenieros que deseen desplazarse a trabajar a países UE.
Asesoramiento directo del COGITI en la preparación de los dosieres de reconocimiento de cualificaciones profesionales.



Condiciones especiales SRC

La Acreditación modulará las prestaciones y coberturas del seguro de Responsabilidad Civil, accediendo a condiciones específicas.



Acceso a Grado

El Sistema de Acreditación de ingenieros como instrumento para el reconocimiento de la experiencia profesional, y otros méritos por parte de las Universidades.

Empresas colaboradoras.

ARAMBARRI & GONZÁLEZ
EXECUTIVE SEARCH

MARSH

Michael Page
INTERNATIONAL

HAYS Recruiting experts
worldwide

NB: NORMAN
BROADBENT

Wolters Kluwer
España

marketyou
BETA

MAPFRE

catenon®
WORLDWIDE EXECUTIVE SEARCH

ferroser

Gehrlicher
Solar

ADARTIA

Análisis de tipos de correas metálicas conformadas en frío en cubiertas ligeras

Luis Miguel Serna Jara, José Antonio Flores Yepes, Joaquín Julián Pastor Pérez y Alexandra Baños Foss

Analysis of different types of cold formed metal belts in light roofs

RESUMEN

En el presente estudio se realiza el análisis de tres series de perfiles comerciales conformados en frío que se suelen emplear en la construcción de edificios industriales, en concreto para la sustentación de la cubierta de dichos edificios. Los tipos de correas de cubierta que se van a analizar son las series comerciales UF (UNE 36-572-80), CF (UNE 36-573-79) y ZP (UNE 36-576-79). La utilización de un tipo u otro dependerá del proyectista, pero en definitiva lo que se intentará es la disminución de costes, y esto viene dado por los kilos totales de acero.

Recibido: 28 de julio de 2015

Aceptado: 17 de octubre de 2015

ABSTRACT

In the present study the analysis of three sets of commercial cold formed profiles that are often used in the construction of industrial buildings, specifically for the support of the roof of such buildings is made. The types of purlins to be analyzed are the commercial UF series (UNE 36-572-80), CF (UNE 36-573-79) and ZP (UNE 36-576-79); the use of one type or another depends on the designer, but ultimately what you try is lowering costs, and this is given by the total kilos of steel.

Received: July 28, 2015

Accepted: October 17, 2015

Palabras clave

Cubiertas, correas metálicas, edificios industriales, edificación

Keywords

Roofs, metal belts, industrial buildings, edification



Foto: Jarous / Shutterstock.

Introducción

Este estudio trata de analizar las series de perfiles comerciales de acero conformados en frío para las correas de cubierta que se emplean en la construcción de naves industriales. Para ello seleccionaremos una cubierta de panel sándwich. Así, conoceremos la carga fija que actuará sobre dichas correas que sustentan la cubierta, considerando también las cargas variables según CTE en su documento básico de acciones de la edificación.

Objetivo

El objetivo de este estudio es realizar una comparación de los diferentes tipos de correas comerciales de acero conformado en frío que se usan en las cubiertas de las edificaciones industriales.

Diseño de las estructuras

El análisis lo realizaremos sobre una edificación industrial genérica de estructura metálica de 25 m de longitud, 20 m de luz, 8 m de altura de pilares, el 10% de pendiente y una separación de pórticos metálicos de 5 m.

Los huecos de fachada que definiremos para la nave dependerán de varios factores: diseño, uso para el cual

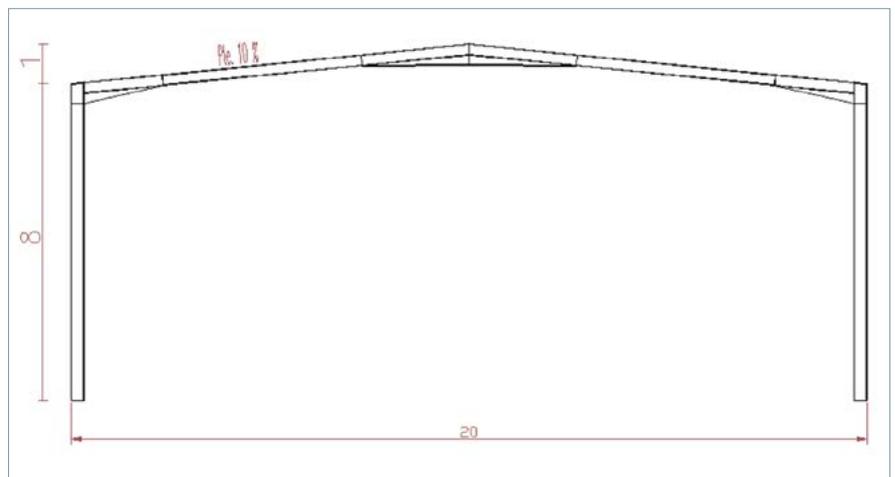


Figura 1. Pórtico tipo empleado en el estudio.

se proyecta, etc. Para este estudio definiremos varios huecos en las fachadas, con las características dimensionales de la tabla 1.

Cubierta

El primer paso es elegir el tipo de cubierta. Hay varios tipos de cubiertas comerciales, pero nosotros seleccionaremos un panel tipo sándwich, del fabricante Arcelormittal, cuyas especificaciones técnicas son las siguientes:

Condiciones de uso

Ondatherm 1150 es un panel de cubierta para pendientes mínimas del 5%. Fijación oculta mediante tapajuntas para facilitar el montaje y desmontaje. La chapa exterior es de 0,6 mm de espesor con el fin de mejorar la resistencia del panel a las acciones climáticas (viento y nieve), el solape y el amarre de los remates, debido a que mejora el atornillado y el tránsito durante la fase de instalación y posterior mantenimiento. La

Fachada	Hueco	Nº	Dimensiones (m)	Área
Frontal	Puerta acceso peatonal	1	1,00 x 2,10	2,10
	Puerta acceso vehículos	1	3,50 x 3,50	7,00
	Ventana	1	1,20 x 1,00	1,20
Lateral derecho	Ventana	2	1,20 x 1,00	2,40
Lateral izquierdo	Ventana	2	1,20 x 1,00	2,40
Posterior	Ventana	2	1,20 x 1,00	2,40

Tabla 1. Huecos de fachada.

Material base		Normativa
Espesor de acero	0,6 (ext.)/ 0,4 (int)	EN 10143
Tipo de protección	Galvanizado	EN 10346
	Galvanizado-prelacado	EN 10169
Clasificación fuego	B s2 d0 bajo pedido	EN 13501-1
Espesor panel	30/40/50/80 mm	
Prelacado	Matiz colorissime	

Tabla 2. Especificaciones panel *sándwich* de cubierta.

Datos técnicos			
Espesor nominal (mm)	Térmico (W/m ² K)	Masa (kg/m ²)	Volumen empaquetado (m ² /m ³)
30	0,68	10,0	22
40	0,53	10,5	18
50	0,43	11,0	15
80	0,27	12,5	10

Tabla 3. Espesores comerciales y pesos de panel *sándwich* de cubierta.

chapa interior es de 0,4 mm de espesor, con lo que mantenemos el mismo peso, incrementando su resistencia. Disponibilidad de traslúcidos en policarbonato (tipo Danpalón) y poliéster doble capa (tablas 2 y 3, y figuras 2 y 3).

Tipos de correas de cubierta sometidas a estudio

El análisis de las correas de cubierta o perfiles metálicos conformados en frío que vamos a estudiar son los tres más característicos que se suelen emplear en este tipo de construcciones.

Correas tipo UF. UNE 36-572-80

Las características geométricas y mecánicas de este tipo de perfil abierto

conformado en frío (figura 4) son las que se indican en la tabla 4.

Siendo:

A = Área de la sección recta.

M = Masa por metro.

I = Momento de inercia (referido al eje correspondiente de flexión).

W = Momento resistente (referido al eje correspondiente de flexión).

$i = \sqrt{I/A}$ = Radio de giro (referido al eje correspondiente de flexión).

d = Distancia del centro de gravedad a la cara exterior.

x_M = Distancia del centro de presión M al eje Y-Y.

IT = Módulo de torsión.

IA = Módulo de alabeo.

u = Perímetro (superficie por metro lineal).

Correas tipo CF. UNE 36-573-79

Las características geométricas y mecánicas de este tipo de perfil abierto conformado en frío (figura 5) están especificadas en la tabla 5.

Siendo:

A = Área de la sección recta.

M = Masa por metro.

I = Momento de inercia (referido al eje correspondiente de flexión).

W = Momento resistente (referido al eje correspondiente de flexión).

$i = \sqrt{I/A}$ = Radio de giro (referido al eje correspondiente de flexión).

Perfil	Dimensiones				A	M	u	d	x_M
	h	b	e	r	cm ²	kg/m	m ² /m	cm	cm
	mm	mm	mm	mm					
UF 60 x 120 x 4,0*	120	60	4,0	6,0	9,00	7,06	0,458	1,70	3,75
UF 60 x 120 x 5,0*	120	60	5,0	8,0	11,0	8,66	0,452	1,75	3,75
UF 60 x 120 x 6,0*	120	60	6,0	10,0	13,0	10,2	0,446	1,81	3,75
UF 70 x 140 x 4,0*	140	70	4,0	6,0	10,6	8,32	0,538	1,95	4,38
UF 70 x 140 x 5,0*	140	70	5,0	8,0	13,0	10,2	0,532	2,00	4,38
UF 70 x 140 x 6,0*	140	70	6,0	10,0	15,4	12,1	0,526	2,06	4,38
UF 80 x 160 x 7,0	160	80	7,0	12,0	20,5	16,1	0,599	2,36	5,01

Tabla 4. Perfil abierto normalizado UF.

Perfil	Dimensiones					A	M	u	d	x_M
	h	b	c	e	r	cm ²	kg/m	m ² /m	cm	cm
	mm	mm		mm	mm					
CF 160 x 2,5	160	60	20	2,5	2,5	7,58	5,95	0,612	1,86	4,54
CF 160 x 3,0	160	60	20	3,0	3,0	9,00	7,07	0,607	1,86	4,43
CF 180 x 2,0	180	60	20	2,0	2,5	6,52	5,12	0,656	1,75	4,40
CF 180 x 2,5	180	60	20	2,5	2,5	8,08	6,35	0,652	1,76	4,33
CF 180 x 3,0	180	60	20	3,0	3,0	9,60	7,54	0,647	1,75	4,22
CF 200 x 2,0	200	60	20	2,0	2,5	6,92	5,43	0,696	1,66	4,20
CF 200 x 2,5	200	60	20	2,5	2,5	8,58	6,74	0,692	1,66	4,13

Tabla 5. Perfil abierto normalizado CF.

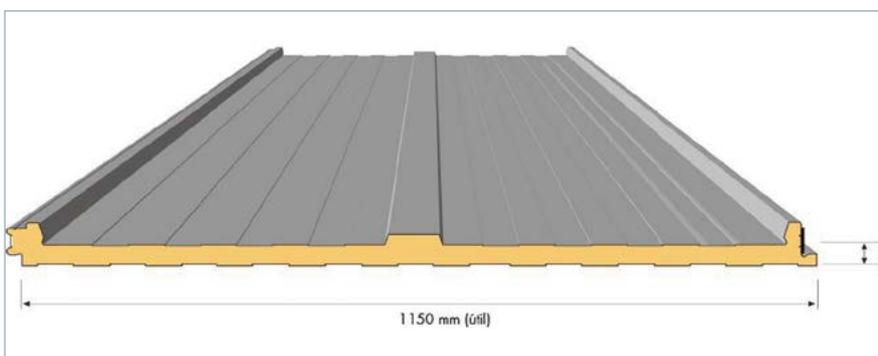


Figura 2. Panel sándwich.

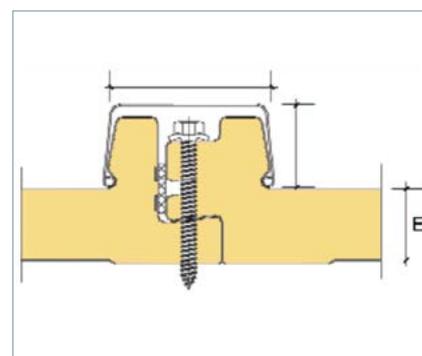


Figura 3. Detalle unión panel sándwich de cubierta.

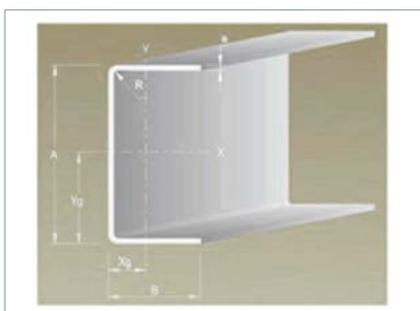


Figura 4. Perfil UF.

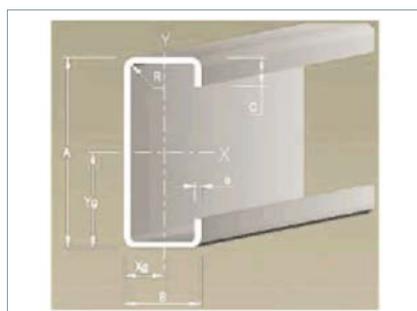


Figura 5. Perfil CF.

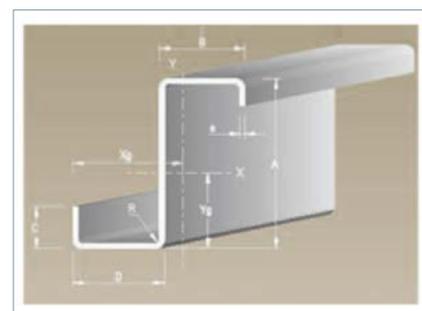


Figura 6. Perfil ZF.

Perfil	Dimensiones							A cm ²	M kg/m	u m ² /m	Distancia de ejes							tag α°	
	h mm	b1 mm	b2 mm	c1 mm	c2 mm	e mm	r mm				d1 cm	d2 cm	V1 cm	V2 cm	V3 cm	V4 cm	Z1 cm		Z2 cm
ZF 160 x 3,0	160	60	53	20	17	3,0	3,0	8,71	6,84	0,587	7,75	0,071	3,55	2,62	2,36	3,05	8,96	9,36	0,329
ZF 180 x 2,0	180	60	53	20	17	2,0	2,5	6,32	4,96	0,636	8,73	0,108	3,64	2,58	2,32	3,14	9,85	10,3	0,284
ZF 180 x 2,5	180	60	53	20	17	2,5	2,5	7,84	6,15	0,632	8,73	0,082	3,64	2,56	2,31	3,14	9,82	10,3	0,281
ZF 180 x 3,0	180	60	53	20	17	3,0	3,0	9,31	7,31	0,627	8,73	0,056	3,64	2,54	2,29	3,14	9,78	10,2	0,278
ZF 200 x 2,0	200	80	70	25	22	2,0	2,5	7,66	6,01	0,770	9,68	0,203	4,66	3,58	3,23	3,97	11,6	12,0	0,366
ZF 200 x 2,5	200	80	70	25	22	2,5	2,5	9,51	7,47	0,766	9,68	0,177	4,66	3,57	3,22	3,97	11,5	12,0	0,364
ZF 200 x 3,0	200	80	70	25	22	3,0	3,0	11,3	8,88	0,761	9,68	0,151	4,67	3,54	3,19	3,97	11,5	12,0	0,361
ZF 225 x 2,5	225	80	70	25	22	2,5	2,5	10,1	7,96	0,816	10,9	0,158	4,79	3,47	3,13	4,09	12,5	13,1	0,307
ZF 225 x 3,0	225	80	70	25	22	3,0	3,0	12,1	9,47	0,811	10,9	0,133	4,79	3,44	3,10	4,09	12,5	13,0	0,304
ZF 225 x 4,0	225	80	70	25	22	4,0	6,0	15,7	12,3	0,792	10,9	0,081	4,80	3,34	3,00	4,10	12,4	12,9	0,299

Tabla 6. Perfil abierto normalizado ZF.

d = Distancia del centro de gravedad a la cara exterior.

x_M = Distancia del centro de presión M al eje Y-Y.

IT = Módulo de torsión.

IA = Módulo de alabeo.

u = Perímetro (superficie por metro lineal).

Correas tipo ZF. UNE 36-576-79

Las características geométricas y mecánicas de este tipo de perfil abierto conformado en frío (figura 6) aparecen en la tabla 6.

Acciones y parámetros considerados en el cálculo

El panel *sándwich* para cubierta de espesor 40 mm (figura 2), para nuestro estudio, tiene una carga fija que actúa sobre las correas de cubierta y que vendrá dado por el peso propio de la cubierta, más el peso propio de tapajuntas de unión y tornillería (figura 2), más un porcentaje de seguridad (tabla 7).

Las acciones variables de carga que actúan sobre la cubierta serán las correspondientes a una localización de la nave en Murcia, zona eólica B y una altitud de 40 m sobre el nivel del mar.

'Software' utilizado para el cálculo

Para el cálculo de las correas metálicas de cubierta se ha empleado el generador de pórticos de CYPE, versión libre.

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 5,00 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0,14 kN/m²

- Sobrecarga: 0,40 kN/m².

Con cerramiento en laterales

Elementos de cubierta	Peso(Kp/m ²)
Panel sándwich	10,5
Tapajuntas y tornillería	1,5
Seguridad 10%	1,3
Total	13,3
Redondeamos a valor entero	14

Tabla 7. Carga fija sobre correas de cubierta.

Perfiles conformados	CTE
	Categoría de uso: G. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento
	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1.000 m
Perfiles laminados	CTE
	Categoría de uso: G. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento
	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1.000 m
Desplazamientos	Acciones características

Tabla 8. Normas y combinaciones para el cálculo.

- Peso del cerramiento: 0,00 kN/m²

Normas y combinaciones

Las normas y combinaciones de cálculo se indican en la tabla 8.

Datos de viento

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona eólica: B.

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal.

Periodo de servicio (años): 50.

Profundidad nave industrial: 25.00

Con huecos:

- Área izquierda: 2,40

- Altura izquierda: 1,70

- Área derecha: 2,40

- Altura derecha: 1,70

- Área frontal: 10,30

- Altura frontal: 1,60

- Área trasera: 2,40

- Altura trasera: 1,70

1 - V(0°) H1, viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior

2 - V(0°) H2, viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior.

Tipo acero	Acero	Lim. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Aceros conformados	S235	235	206

Tabla 9. Tipo de acero.

Tipo de correas	Tipo de perfil	Nº de correas	Separación (m)	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m²
UF	140 x 5	20	1,10	204,71	0,10
CF	180 x 3	20	1,10	150,76	0,07
ZF	200 x 2	22	1,00	132,24	0,06

Tabla 10. Resultados de cálculo.

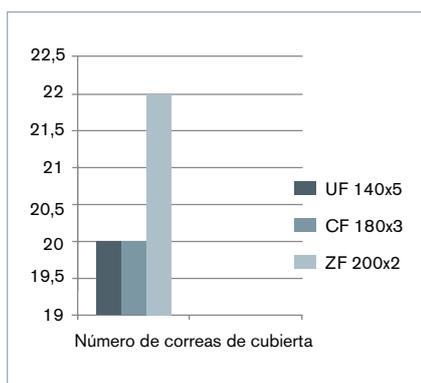


Figura 7. Número de correas de cubierta de los tipos analizados.

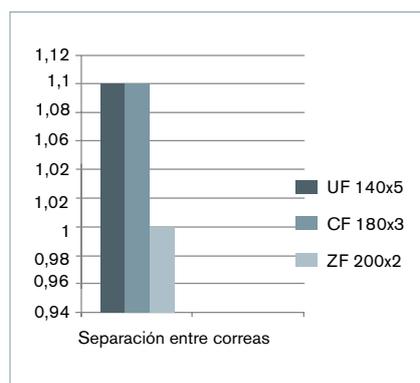


Figura 8. Separación de correas de cubierta (m).

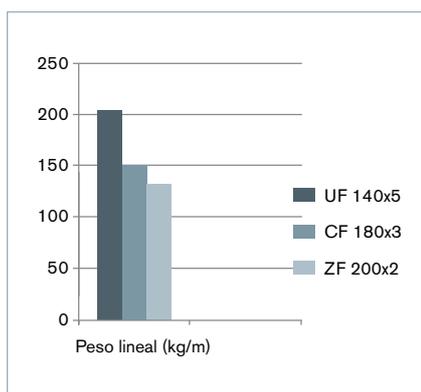


Figura 9. Peso lineal de correas de cubierta sobre el pòrtico (kg/m).

- 3 - V(0°) H3, viento a 0°, presión exterior tipo 2 con presión interior.
- 4 - V(0°) H4, viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior.
- 5 - V(90°) H1, viento a 90° con presión interior.

- 6 - V(90°) H2, viento a 90° con succión interior.
- 7 - V(180°) H1, viento a 180°, presión exterior tipo 1 con presión interior.
- 8 - V(180°) H2, viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior.
- 9 - V(180°) H3, viento a 180°, presión exterior tipo 2 con presión interior.
- 10 - V(180°) H4, viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior.
- 11 - V(270°) H1, viento a 270° con presión interior.
- 12 - V(270°) H2, viento a 270° con succión interior.

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España).
 Zona de clima invernal: 6 (Murcia).
 Altitud topográfica: 42,00 m.
 Cubierta sin resaltos.
 Exposición al viento: Normal.
 Hipótesis aplicadas:
 1 - Nieve: estado inicial, (H1-Libre

H1-Libre) (H1-Libre H1-Libre).
 2 - Nieve: redistribución 1, (H2-Libre H2-Libre) (H1-Libre H1-Libre).
 3 - Nieve: redistribución 2, (H1-Libre H1-Libre) (H2-Libre H2-Libre).

Aceros en perfiles

Los tipos de aceros figuran en la tabla 9.

Parámetros de cálculo de correa de cubierta

Límite flecha: L / 300.
 Número de vanos: Tres o más vanos.
 Tipo de fijación: Fijación rígida.

Resultados

Los resultados obtenidos en los cálculos de los tres tipos de correas analizadas se exponen en la tabla 10 y en las figuras 7, 8 y 9.

Conclusiones

Como se aprecia en los resultados obtenidos, las correas ZF tienen un menor peso lineal al actuar sobre el pòrtico (132,24 Kp/m), lo que conlleva un mayor ahorro económico, pese a que supone un mayor número de correas con respecto a los tipos UF y CF.

Bibliografía

- Código técnico de la Edificación. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/>
- Unión de Almacenistas de hierros de España. Disponible en: <http://www.uahe.es>
- Hierros Santander. Disponible en: <http://www.hierros-santander.com/>
- Perfiles Aragón. Disponible en: <http://www.perfiles-aragon.com/>
- Percosa. Disponible en: <http://percosa.com/>
- Constructalia. Disponible en: <http://www.construc-talia.com/>

Luis Miguel Serna Jara

luis_m_serna@hotmail.com
 Ingeniero en ejercicio libre. Graduado en ingeniería mecánica por la Universidad de León, ingeniero técnico industrial por la UNED, ingeniero técnico naval por la UPCT y máster en Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones Industriales por la UMH.

José Antonio Flores Yepes

ja.flores@umh.es
 Doctor ingeniero industrial. Departamento de Ingeniería, Universidad Miguel Hernández (Elche). Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Alicante.

Joaquín Julián Pastor Pérez

Doctor ingeniero agrónomo. Catedrático de proyectos de Escuela Universitaria. Departamento de Ingeniería. Universidad Miguel Hernández. Escuela Politécnica Superior de Orihuela

Alexandra Baños Foss

sandy.foss@mivisa.com
 Licenciada en Administración y Dirección de Empresas por UMU y Bachelor in Business in Europa por la Manchester Metropolitan University.

El índice local de la empresa, una herramienta de responsabilidad social corporativa para el consumidor

María Jesús Mirón Peña y Emilio José García Vílchez

Company's Local Index, a Corporate Social Responsibility tool for the consumer

RESUMEN

El índice local de la empresa es una idea propia e innovadora que mide el compromiso social y económico de una empresa con relación al territorio donde realiza sus operaciones. El método de cálculo ponderado configura el algoritmo en el que intervienen más de 30 parámetros y ratios que proporciona un índice cuantitativo en el marco de la responsabilidad social corporativa (RSC) y de desarrollo sostenible para que su uso por el consumidor contribuya a mantener y generar tejido empresarial de calidad arraigado en un territorio bajo un marco legal reconocido. Este índice local de la empresa proporciona a los clientes información para la toma de decisiones con respecto a la adquisición de bienes y servicios, sirve para tener referencias del compromiso de las empresas con el empleo y para evaluar, dar seguimiento y predecir tendencias de la situación del mismo. El cálculo y difusión del índice se encuadra en la acción social estratégica de la empresa para solucionar necesidades sociales a la vez que promover objetivos de negocio prioritarios, contribuyendo a: 1) mantener una estrecha relación con el cliente y garantizar su satisfacción; 2) extender el compromiso de responsabilidad social a proveedores y empresas subcontratadas; 3) implicarse con la comunidad y en el tejido social; 4) garantizar la transparencia con la comunidad inversora, y 5) asegurar la motivación y la implicación de los recursos humanos en la mejora continua de la empresa.

Recibido: 10 de agosto de 2015
Aceptado: 27 de octubre de 2015

Palabras clave

Responsabilidad social corporativa, empresas, territorio, sostenibilidad

ABSTRACT

The Company's Local Index is a proper and innovative idea measuring company's commitment to social and economic measures in relation to the territory where it carries out its operations. The weighted calculation method configures the algorithm in which there are more than thirty parameters and ratios involved that provide a quantitative index in the framework of Corporate Social Responsibility (CSR) in terms of social responsibility and sustainable development. Its use by the consumer contributes to maintain and generate business quality rooted in a territory under a recognized legal framework. This Company's Local Index provides clients with information for decision-making with respect to the acquisition of goods and services and it is useful to have references of the commitment of the companies with employment and to assess, follow up and predict trends in its situation. The calculation and dissemination of the index is located in the strategic social action of the company to help to solve social needs while promoting priority business goals, contributing: 1) to maintain a close relationship with the customer and to guarantee their satisfaction; 2) to extend the commitment to social responsibility to suppliers and subcontractors; 3) to get involved with the community and in the social fabric; 4) to ensure transparency with the investment community; and 5) to ensure the motivation and the involvement of human resources in the continuous improvement of the company.

Received: August 10, 2015
Accepted: October 27, 2015

Keywords

Corporate social responsibility, companies, territory, sustainability



Foto: Rawpixel/Shutterstock.

Introducción

Las organizaciones y en particular las empresas no son entes aislados; sus acciones tienen impactos, tanto positivos como negativos, que afectan a la sociedad local y al entorno en los que actúan, así como en el ámbito global, por los efectos que dicha actividad puede tener.

El auge de la responsabilidad social corporativa surge como respuesta a nuevos retos basados en la globalización, en patrones de desarrollo sostenibles junto con comportamientos empresariales responsables y al gran avance de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación. Hablar de responsabilidad social es hacerlo de moral y de ética a la hora de hacer negocios, de cómo las actividades desarrolladas de unos para obtener beneficios pueden favorecer a terceros.

En este contexto, las empresas comienzan a tomar conciencia de que tienen una responsabilidad que deben asumir, porque ser una empresa socialmente responsable es crear un modelo de conducta que pueda servir como referente y lograr un cambio en la actuación de otras muchas empresas del entorno¹.

Ahora y cada vez más, la innovación empresarial no se limita a los avan-

ces tecnológicos. Para la mejora de la competitividad y la sostenibilidad de las organizaciones es preciso integrar, además, en el ámbito de la gestión, las relaciones que la empresa tiene con todos sus grupos de interés, así como con el medio ambiente.

El interés por abordar el tema surge del compromiso con la gestión sostenible de los recursos humanos y materiales en el ámbito empresarial con el fin de lograr puestos de trabajo de calidad y salarios dignos en cualquier territorio.

La empresa debe dedicarse a lo suyo, a la búsqueda del lucro² con métodos sostenibles, económica y socialmente racionales, entendiendo lucro como ingreso, ganancia, beneficio o provecho que se consigue a partir de una determinada cosa o actividad.

Los intelectuales liberales aseguran que solo gracias al lucro es posible el desarrollo de una sociedad, ya que siempre que las empresas consigan ganancias, podrán continuar invirtiendo en ese emprendimiento o hacerlo en uno diferente. Agregan que la existencia de la industria moderna y los avances científicos y tecnológicos se la debemos a este factor imprescindible de la economía.

El papa Francisco, en su obra *La alegría del Evangelio*³, plantea con rotundidad que hoy tenemos que decir *no* a una economía de la exclusión y la inequidad, en la que se considera al ser humano en sí mismo como un bien de consumo, que se puede usar y después tirar. Casi sin advertirlo, nos volvemos incapaces de compadecernos ante los clamores de los otros como si fuera una responsabilidad ajena que no nos incumbe.

Mantiene que una de las causas de esta situación se encuentra en la relación que hemos establecido con el dinero, ya que aceptamos su predominio sobre nosotros y nuestras sociedades. Así, mientras las ganancias de unos pocos crecen exponencialmente, las de la mayoría se quedan cada vez más lejos del bienestar de esa minoría feliz. Este desequilibrio proviene de ideologías que defienden la autonomía absoluta de los mercados y la especulación financiera. El afán de poder y de tener no conoce límites. No, al dinero que gobierna en lugar de servir.

Su S. S. Francisco nos exhorta a la solidaridad desinteresada y a una vuelta de la economía y las finanzas a una ética en favor del ser humano.

“La vocación de un empresario es una noble tarea, siempre que se deje

interpelar por un sentido más amplio de la vida; esto le permite servir verdaderamente al bien común, con su esfuerzo por multiplicar y volver más accesibles para todos los bienes de este mundo. Ya no podemos confiar en las fuerzas ciegas y en la mano invisible de los mercados. El crecimiento en equidad exige algo más que el crecimiento económico, aunque lo supone, requiere decisiones, programas, mecanismos y procesos específicamente orientados a una mejor distribución del ingreso, a una creación de fuentes de trabajo, a una promoción integral de los pobres que supere el mero asistencialismo. La economía ya no puede recurrir a remedios que son un nuevo veneno como cuando se pretende aumentar la rentabilidad reduciendo el mercado laboral y creando así nuevos excluidos". Y desde esta óptica y en el campo amplio de los beneficios mutuos, se hace necesario poder cifrar la responsabilidad de la empresa, porque si se mide y se cuantifica se podrá gestionar mejor. Si constatamos que, además de existir responsabilidad, podemos conocer en qué medida y comparar, empezaremos a ser actores de un nuevo destino, en el que la empresa y los grupos de interés interactuarán para mayor beneficio de todos, porque lo que antes se decidía en los mercados nacionales, ahora se decide en el espacio difuso y abierto de los mercados internacionales, más difíciles, problemáticos y menos controlables.

Por todo ello, la RSC se convierte en un instrumento imprescindible para actualizar el papel de la empresa y poder hacer frente a los problemas económicos, sociales y ambientales, que traen consigo la globalización de los mercados.

El índice local de la empresa está sustentado en los indicadores de la RSE en los informes anuales de Naciones Unidas (2008)⁴. Este trabajo fue preparado por la UNCTAD y el grupo intergubernamental de Expertos en Normas Internacionales de Contabilidad y Presentación de Informes (ISAR) en el periodo comprendido entre 2004 y 2007 con el fin de armonizar las mejores prácticas en materia de presentación de informes empresariales para facilitar y promover contribuciones positivas de las empresas al desarrollo económico y social.

La propuesta que ocupa este trabajo pretende fundamentar el índice local de la empresa, de ahora en adelante ILODE, como una herramienta RSC que nos proporciona orientaciones claras y concretas sobre la sostenibilidad de las organizaciones y como un nuevo atributo que intervendrá positiva o negativamente en los criterios y actitudes del consumidor hacia los productos.

El concepto

La RSC tiene diversas acepciones, dependiendo de quién lo utilice, y no existe un consenso generalizado sobre su definición. La conceptualización más holística hace referencia a que una empresa es socialmente responsable cuando en su proceso de toma de decisiones valora los impactos de sus acciones en sus grupos de interés y en el medio ambiente e incorpora efectivamente sus intereses en sus procesos y resultados en un clima de transparencia. Asimismo, ejerce un especial respeto por las regulaciones y leyes internas del país donde opera y cuya sociedad define como válidas y legítimas, pero también respeta los acuerdos y tratados internacionales sobre tributación, prevención de la corrupción, respeto a los derechos humanos y derechos laborales y protección del medio ambiente y busca garantizar que cumplan estas regulaciones y principios los subcontratistas, socios comerciales, proveedores y cualquier otro con quien realice negocios.

Se entiende como grupo de interés (también conocidos por su nombre en inglés *stakeholders*⁵ todo aquel grupo o individuo que pueda afectar a las actividades de la empresa o verse afectado por ellas.

Desde el punto de vista del desarrollo de las poblaciones más desfavorecidas, la organización ONGAWA⁶ considera que la RSC tiene un importante potencial como instrumento para acercar la empresa a los problemas de los países del Sur, ya que permite reconocer a los afectados (positiva y negativamente) por la actividad empresarial en un determinado contexto y establecer un espacio de encuentro entre empresas y afectados. El diálogo de la empresa con sus grupos de interés contribuye a identificar posibilidades de mejora de las comunidades locales y, al mismo tiempo, puede ser una importante fuente de innovación para la

empresa, a lo cual autores como Porter y Kramer se refieren como "valor compartido"⁷.

¿Cuándo adquiere una empresa el grado de madurez suficiente tal que podemos decir que es verdaderamente responsable? Cuando respeta el derecho de las personas a conocer las consecuencias éticas, sociales y ecológicas de sus actividades, productos y servicios. Por lo tanto, la transparencia y el acceso a la información y la rendición de cuentas son elementos indispensables de la RSC.

El ILODE cuantifica entre el valor mínimo 0 y el valor máximo 100, el equilibrio que mantiene una organización con respecto a sus resultados globales y locales, valorando el importe neto de la cifra de negocios, los gastos en investigación y desarrollo, el número medio de empleados, sueldos, prestaciones y los vínculos con proveedores y suministradores locales.

Está pensado para que el consumidor conozca el compromiso que tienen las empresas con el desarrollo social y económico del territorio donde operan y puedan apoyar a aquellas organizaciones que posean un ILODE mayor.

Las empresas que preservan y acrecientan los beneficios de las comunidades de influencia, de los trabajadores y del medio ambiente con una práctica económica sostenible son socialmente responsables. Y esto debe ir acompañado de herramientas que lo midan y permitan realizar un seguimiento y verificación independientes.

Ya sabemos lo que debemos exigir a las empresas como trabajadores, consumidores y como sociedad y no nos sirven los discursos ni los principios que no estén avalados por hechos para sancionar positivamente a las organizaciones. Las conductas y las prácticas empresariales deben preservar el medio ambiente, favorecer a las comunidades donde se ubica la empresa y mantener puestos de trabajo, estables, de calidad y con salarios dignos en un marco de transparencia. El ILODE es un medio de información, un barómetro para estimar el compromiso local y una herramienta para realizar una evaluación estándar y objetiva de las empresas y sectores, favoreciendo las relaciones entre empresas locales y ayudando al consumidor en la toma de decisiones responsables.

Antecedentes y situación actual

A finales del siglo I a. C., en la Roma de Augusto, Cayo Clinio Mecenas⁸ cobró tanta fama como protector de las artes que su nombre pasó a designar tal función social, por lo que se puede reconocer en ello el inicio de la RSC.

El mecenazgo continuaría en la Alta Edad Media de la mano de la Iglesia y en la Baja, de las familias aristocráticas, de las instituciones políticas y sociales (Ayuntamientos, gremios, etc.) y de las monarquías autoritarias en formación.

El mecenazgo moderno apareció en el Renacimiento. Los artistas áulicos (arquitectos, pintores de corte, poetas) contarían con poderosos patrocinadores que convirtieron la protección de las artes en una actividad competitiva entre las ciudades italianas, el papado, las monarquías europeas, sus casas nobiliarias y algunos personajes que deseaban prestigiarse.

Ya a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, con la Revolución Industrial, surgen los ideales de gestión ética de la actividad empresarial defendidos por la responsabilidad social empresarial.

En Estados Unidos y muchos países de Europa surgieron grandes empresas y fortunas, cuyos propietarios motivados por diversos intereses, efectuaban donaciones a causas humanitarias y sociales, como fundación de universidades, aportes a la beneficencia pública o impulso de actividades artísticas, en lo que se denominó entonces *filantropía empresarial*.

El nacimiento de la sociedad industrial trajo consigo una nueva forma de organizar el trabajo que provocaba duras condiciones de vida a la nueva clase obrera⁹.

En un principio fue impensable que de las empresas surgiera cualquier intervención que favoreciera la mejora de sus trabajadores, y es en nuestros días cuando se les reconoce su papel de agente social abandonando así su posición de fuente de problemas y pasando a formar parte de la solución.

A partir de la II Guerra Mundial la creación de la Organización de Naciones Unidas (ONU), constituyó la plataforma desde la cual se impulsó una mayor y más clara conciencia social, comenzando con la Declaración Universal de Derecho Humanos en 1948. Es en esta época cuando se empieza a

hablar del concepto de responsabilidad social empresarial.

Las décadas de 1960 y 1970 sirven de asentamiento, reafirmación e impulso del concepto y de acciones concretas. Algunas políticas económicas de la década de 1980 actúan como freno en la evolución de la RSE, pero escándalos empresariales como el de la compañía estadounidense Enron en la década de 1990 hacen que se retomen con fuerza las iniciativas de responsabilidad empresarial.

En la actualidad, la ONU promueve iniciativas internacionales en materia de RSC. En particular, es destacable la creación de Pacto Mundial o Global Compact, lanzado en el año 2000. A través de la creación de redes de acción colectiva, el Pacto Mundial tiene como objetivo el fomento de actitudes responsables por parte de la empresa y promover así su implicación en las posibles soluciones a los principales retos mundiales. Para ello, se pide a las empresas que voluntariamente se adhieran al pacto, que incorporen en sus políticas de actuación un conjunto de valores fundamentales recogidos en 10 principios basados en los derechos humanos, las relaciones laborales, el medio ambiente y la lucha contra la corrupción.

La responsabilidad social, tal como se está planteando en el continente europeo desde que la Comisión de la UE lanzó su *Libro Verde* en el verano de 2001, está orientada a que todas las organizaciones, especialmente las pymes, por ser ellas el tejido empresarial mayoritario, incluidas las gubernamentales, lo incorporen en su forma de pensar y de hacer.

En España se puede hablar de un gran impulso en los últimos años. Actualmente, la Red Española del Pacto Mundial es la red local¹⁰ con mayor número de entidades firmantes. Existen importantes asociaciones de promoción de la RSC, varias universidades están implicadas en la investigación y el desarrollo de iniciativas, así como organizaciones no gubernamentales, etcétera.

El papel de las 'pymes'

Las pequeñas y medianas empresas (pymes) constituyen una parte esencial del tejido empresarial. Sin embargo, en la actualidad, la responsabilidad social parece concentrada en las grandes

empresas. No en vano, son estas las que disponen de los medios necesarios para crear unidades de RSC, realizar memorias de gestión, dar a conocer sus acciones responsables, etc. Para las pymes, este tipo de iniciativas acarrea un coste que en muchas ocasiones no pueden o no quieren asumir. Sin embargo, no puede decirse por ello que no tengan una política interna de responsabilidad.

La forma de actuar de muchas pymes, de manera natural, entronca con los enfoques y las prácticas promovidas desde la RSC, aunque no la tengan catalogada como tal y es obvio que para ser socialmente responsables no es necesario incorporar complejos sistemas de gestión de la RSC, pues las pymes tienen un enorme potencial para conseguir mejoras palpables en la sociedad.

Muchas pymes actúan como proveedoras para las grandes empresas o intervienen en algún punto de la cadena de valor de los productos y servicios que ofrecen. Las nuevas líneas de acción de la RSC están enfocadas a una gestión responsable de la cadena de suministro, lo cual supone que las grandes empresas demanden la aplicación de criterios de responsabilidad a sus proveedores y subcontratistas.

El ILODE de proveedores y subcontratistas proporciona información a la empresa final para que esta pueda elaborar su propio índice, que dará a conocer al consumidor final de sus bienes y servicios. Así, por tanto, existirán dos índices; el que se calcula para la empresa como proveedora de otra empresa y que es parcial y el de la empresa cuando pone en el mercado un bien o servicio destinado al usuario final, siendo este último índice el que se conocerá como ILODE.

Parámetros principales para el cálculo del índice local de la empresa

Importe neto de la cifra de negocios más gastos en investigación y desarrollo

El importe neto de la cifra de negocios o los ingresos ordinarios totales de una empresa permiten una evaluación aproximada de la importancia económica general que tiene la empresa para la economía en que opera.

La elección de este parámetro frente a otros como podrían ser el margen



Foto: Bleakstar/Shutterstock.

bruto, el beneficio antes de impuestos (BAI), beneficio después de impuestos (BDI), EBIT, o el EBITDA en los que intervienen los gastos de explotación se debe a que estos podrían en algunos casos distorsionar la realidad de algunos grupos empresariales que se prestan servicios, realizando una parte importante de sus operaciones con otras empresas del grupo para aprovechar las posibilidades de optimización fiscal que les brinda la ley.

El Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) elaboró el informe *Impacto de la I+D+i en el sector productivo español* (marzo 2009), en el que recoge en su resumen ejecutivo las siguientes cuestiones que ilustran y justifican la elección de este parámetro.

1. La inversión en I+D+i es un factor clave para entender la generación y acumulación de conocimiento y capital tecnológico en una economía.

2. Los principales trabajos empíricos dirigidos a analizar el impacto de la I+D+i desde una perspectiva microeconómica, reconocen la existencia de dos tipos de efectos. El primero de ellos se refiere al impacto que tiene el gasto en innovación de una empresa en su capacidad para generar innovaciones, lo que denominamos resultados tecnológicos. El segundo efecto vendría dado por las variaciones en los resultados económicos de la empresa atribuibles a su esfuerzo en innovación.

3. Se comprueba que existe una relación positiva muy evidente entre el

hecho de realizar gasto en I+D+i y la introducción de innovaciones en todos los sectores productivos.

4. Los resultados económicos son mejores para las empresas innovadoras.

5. Se demuestra la existencia de un efecto positivo del gasto en I+D+i sobre el empleo.

La probabilidad de obtener mejoras relacionadas con la ampliación de la gama de productos y con la mejora de la calidad se incrementa en el 14% cuando se realizó gasto en I+D+i el año anterior.

Personal total atendiendo al régimen de empleo y tipos de contrato

En los planos económico y social, una de las contribuciones positivas más importantes que una empresa puede aportar al territorio en el que opera es la creación de empleo.

Contratar y conservar a los mejores profesionales representa una ventaja para la empresa.

El tamaño del colectivo de trabajadores ayuda a comprender la magnitud de los impactos derivados de las cuestiones laborales. La comparativa dentro del grupo, muestra cómo las organizaciones estructuran sus recursos humanos para implementar su estrategia global.

También ayuda a comprender el modelo empresarial de la organización, y es indicativo de la estabilidad del empleo y el nivel de beneficios sociales que ofrece la organización. El tamaño del colectivo de trabajadores es

un factor estándar de normalización. El aumento o la disminución del número de empleos netos, es un elemento muy importante para valorar la contribución de la organización al desarrollo económico general y a la sostenibilidad del colectivo de trabajadores.

Sueldos y prestaciones del personal

Otra contribución económica positiva e importante que una empresa puede aportar a la comunidad en la que realiza sus actividades se deriva del pago de sueldos y otras prestaciones ofrecidas a los empleados. Por su efecto multiplicador, la nómina de los sueldos pagados por una empresa favorece la actividad económica y el desarrollo económico de la comunidad en la que viven los empleados. Este indicador debe reflejar el coste total del personal.

Los principios generales de la política retributiva deberían, por un lado, recompensar a los empleados con una oferta integral de elementos dinerarios y no dinerarios que reconociera y respetara la diversidad de sus necesidades y expectativas relacionadas con el entorno profesional, a la vez que sirviera como herramienta de comunicación de los fines organizativos y objetivos empresariales.

Por otro lado, deberían fomentar una cultura de compromiso con los objetivos del grupo, donde la aportación tanto personal como de equipo es fundamental, y evaluar sistemáticamente y con criterios homogéneos el desarrollo profesional, los resultados de la actuación y el grado de adaptación a las competencias en cada momento.

Por último, debería retribuir de manera equitativa y competitiva. Equitativa, por reconocer diferencias en función de las responsabilidades y criticidad del puesto o la valía de la persona para el Grupo. Competitiva, por aplicar un posicionamiento de mercado flexible y adaptado a las especificidades de los mercados locales para poder atraer y fidelizar a los mejores profesionales.

Garantizar la aplicación del conjunto de criterios de retribución y recompensa, único y transparente para todos significa asegurar una gestión objetiva.

Aprovisionamientos

El establecimiento de vínculos con proveedores y suministradores nacionales contribuye en gran medida a

aumento del valor añadido dentro del país y a la creación de empleo. La cifra de aprovisionamiento de bienes y/o servicios, en el país, es un indicador general de la intensidad de los vínculos de una empresa con la economía nacional.

Conclusión: las cuatro claves en el horizonte del índice local de la empresa

1. Las empresas como clientes o vendedoras y de manera voluntaria o a requerimiento podrán calcular anualmente su ILODE a través de una plataforma abierta que les proporcionará información comparativa del sector, las tendencias y las recomendaciones para su propia mejora, entre otras.

2. El ILODE será tenido en cuenta en la formulación de la estrategia competitiva de la empresa y servirá para establecer objetivos, programas de acción y asignación de recursos con un patrón de decisiones coherente, unificador e integrador en su RSC.

3. Como estrategia corporativa, las empresas que den a conocer su ILODE a sus grupos de interés asegurarán un éxito organizativo, ya que por su implicación con la comunidad y el tejido social aumentará la motivación y la implicación de los recursos humanos en la mejora continua de la empresa, en algunos casos, garantizarán la transparencia hacia la comunidad inversora y de manera más significativa mantendrán una estrecha relación con sus clientes en las búsquedas de su satisfacción.

4. El cliente final, el consumidor, recibirá el ILODE a través de la propia empresa o de las empresas distribuidoras como un atributo que podrá utilizar en la toma de decisiones para sancionar positivamente aquellos bienes o servicios que posean un ILODE más alto ya que reflejará un mayor compromiso social y económico con el propio territorio. Los valores del ILODE o su ausencia pueden determinar que el consumidor sea capaz de elegir entre unos productos u otros, contribuyendo así al desarrollo de una economía local responsable.

Notas

- 1 M^a Antonia Álvarez. Presidenta de la Asociación Empresa Mujer.
- 2 *Lucro* es un término controvertido del que muchos autores han escrito acerca de lo peyorativo del concepto. Santos López Pelegrín dijo que el lucro es siempre excesivo, mientras que la ganancia

es lícita al apoyarse en las leyes mercantiles. Asimismo, Roque Barcia dijo que este aparece cuando la utilidad se desvía del camino, se convierte en usurera, egoísta y hasta en muchos casos, cruel; entiende el lucro como un abuso o un delito contra la utilidad.

- 3 *Evangelii Gaudium. La alegría del Evangelio*. Páginas 53-63 y 187-191.
- 4 Orientaciones sobre los indicadores de la responsabilidad de las empresas en los informes anuales.
- 5 García Vilchez, E. J. (2010).
- 6 ONGAWA. RSC y PYMES. Guía de Responsabilidad Social Corporativa para PYMES.
- 7 Michael P y Kramer M publican en el Harvard Business Review de enero-febrero de 2011 el artículo *Creating Shared Value: How to reinvent capitalism and unleash a wave of innovation and growth*. Es destacado en la portada y tiene una extensión de 16 páginas.
- 8 Everitt A. *Augusto. El primer emperador*. Barcelona: Ariel, 2008.
- 9 Universidad Antonio de Nebrija. Cátedra Nebrija-Grupo Santander en Análisis de la Responsabilidad Social en la Empresa. Dirección del proyecto: Antonio Sáenz de Miera.
- 10 www.pactomundial.org

Bibliografía

- Archel, P., Lizarraga, F. (2001). "Algunos determinantes de la información medioambiental divulgada por las empresas españolas cotizadas". *Revista de Contabilidad*, 4(7): 131-132.
- BOE (2011). Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible del Gobierno de España.
- Cubero Marin, J.J., (2006, marzo-abril). "La gestión ética y la responsabilidad social en la ingeniería". Madrid: *Técnica Industrial*, 262: 26-30.
- De Miguel Corrales, M.L. (2011). "La Responsabilidad Social Empresarial en la Pequeña y Mediana Empresa". *Guía de Buenas Prácticas*. Avilés: A Contraviento C.B. España.
- Del Santo Padre Francisco. (2013). "Evangelii Gaudium. La Alegría del Evangelio". Madrid: San Pablo, España. ISBN 978-84-285-4381-1.
- Everitt, A. (2008). *Augusto: "El primer emperador"*. Barcelona: Ariel. ISBN 978-84-344-5247-3. España.
- Fontrudona, J. (1987). "El utilitarismo en la ética empresarial". *Cuadernos empresa y humanismo*. Volumen 12. Universidad de Navarra, Facultad de Filosofía y Letras. España.
- Fundación AVINA, Korin, M., (2011). "En busca de la sostenibilidad. El camino de la Responsabilidad Social Empresarial en América Latina y la contribución de la fundación AVINA". [Versión electrónica]. Buenos Aires: Fundación AVINA. Argentina.
- García Vilchez, E. J., Sánchez Bascónes, I. (2011). "Medida del desarrollo sostenible mediante indicadores e índices". *Técnica Industrial*, 295: 54-62.
- García Vilchez, E.J. (2010). "Desarrollo del modelo de sostenibilidad integrado (MSI) para la medida de la gestión sostenible de una industria de procesos: aplicación al sector de fabricación de neumáticos". Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid, España.
- González Babón, J., Gento Muncio, A., Olivella Nadal, J. (2013). "Modelo de indicadores de responsabilidad social empresarial para el sector de la logística y el transporte". Madrid: *Técnica Industrial*, 303: 22-32.
- Informe de la Comisión especial para el fomento de la transparencia y seguridad en los mercados y en sociedades cotizadas. (2003). Recuperado el 29 de diciembre de 2013 de <https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/CodigoGov/INFORMEFINAL.PDF>

- Llanos Melusán, E. (2012). "¿Falacia del lucro?" [Carta al Director]. *El Mercurio*, 29 de julio. Recuperado el 6 de octubre de 2014, de http://www.elmercurio.com/blogs/2012/07/29/5142/falacia_del_lucro.aspx
- Ministerio de Empleo y Seguridad Social del Gobierno de España. (2014). "Estrategia española de responsabilidad Social de las empresas 2014-2020". [Versión electrónica]. Recuperado el 3 de enero de 2015, de <http://observatoriorsc.org/estrategia-espanola-de-responsabilidad-social-de-las-empresas/>
- Montaner, C.A., (2000). "Liberalismo y neoliberalismo en una lección". [Versión electrónica]. Conferencia pronunciada en Miami el 14 septiembre. Seminario Instituto Jacques Maritain. Recuperado 10 junio de 2013 en <http://www.liberalismo.org/articulo/84/13/liberalismo/neoliberalismo/leccion/>
- Naciones Unidas. (2008). "Orientaciones sobre los Indicadores de la Responsabilidad de las Empresas en los Informes". [Versión electrónica]. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Nueva York y Ginebra: Naciones Unidas. ISBN 92-1-312346-1. Recuperado el 10 de octubre de 2013 de http://unctad.org/es/docs/iteteb20076_sp.pdf
- Navas, R., (2014). "Encuesta para valorar el compromiso social de los ingenieros de ICAI 2013". [Versión electrónica]. Recuperado el 7 de julio de 2014 de http://www.revista-anales.es/web/n_23/pdf/seccion_4.pdf
- Ogalla Segura, F. (2006). "La integración de la Responsabilidad Social en el sistema de gestión de la empresa". Madrid: Forética. ISBN: 84-609-9133-4. España.
- Porter, M.E., Kramer, M.R. (2011). "Creating Shared Value". *Harvard Business Review*, enero-febrero. Recuperado el 5 de enero 2014 de <https://hbr.org/2011/01/the-big-idea-creating-shared-value>
- Ricart Costa, J.E., Rodríguez Badal, M.A. (2005). "Código de gobierno para la Empresa sostenible". *Guía para su implantación*. IESE, ST-94. CBS. España.
- Sáenz de Miera, A. (2011). "La RSE: mirando al futuro sin olvidar el pasado". Madrid: Servicio de publicaciones de la Universidad Antonio de Nebrija. España. ISBN-13: 978-84-9355-87-X-X. Suarez, M. Borrella, I. Lemonche, P. Martínez, R. Mataix, C. Sánchez, E. (2011) "Guía de Responsabilidad Social Corporativa para Pymes". [Versión electrónica]. ONGAWA, Ingeniería para el desarrollo humano. www.ongawa.org recuperado el 25 octubre de 2013 de www.guiarscpymes.org

Maria Jesús Mirón Peña

mjmiron@yahoo.es
Ingeniero técnico industrial en química industrial. Grado en ingeniería en tecnologías industriales. Funcionaria del Gobierno de Cantabria, profesora y secretaria del IES la Granja, Cantabria.

Emilio José García Vilchez

emigarvil@gmail.com
Ingeniero técnico industrial en química industrial, ingeniero de organización industrial y doctor ingeniero industrial en tecnología de procesos y sistemas. Posgrado en ingeniería de la calidad, logística integral y máster en prevención de riesgos laborales.

Predimensionamiento de turbinas Kaplan y Pelton

Pablo Zapico Gutiérrez

Pre-dimensioning Kaplan and Pelton turbines

RESUMEN

Cuando un diseñador se enfrenta al problema de dimensionar una turbina ya sabe, aproximadamente, en función del salto y del caudal de equipamiento, el tipo de turbina que necesita. Sin embargo, no conoce las dimensiones de la misma. En este artículo se presenta cómo se calcula su predimensionamiento.

Recibido: 19 de octubre de 2015
Aceptado: 25 de noviembre de 2015

ABSTRACT

When a designer faces the problem of sizing a turbine they already know, approximately, the type of turbine they need depending on the jump and the flow of equipment. However, they do not know the dimensions. This article shows how to calculate pre-dimensioning.

Received: October 19, 2015
Accepted: November 25, 2015

Palabras clave

Turbinas hidroeléctricas, cálculos, caudal, energía eléctrica, centrales hidroeléctricas.

Keywords

Hydroelectric turbines, calculations, flow, electric power, power stations



Foto: Eder / Shutterstock

El término turbina, como tal, fue utilizado por primera vez por un ingeniero militar francés, Claude Burdin, en un análisis teórico sobre las ruedas hidráulicas que ponía el acento en la velocidad de rotación. Un alumno suyo de la Escuela de Minería de Saint Étienne, Benoit Founeyron, en 1834 diseñó y construyó ruedas hidráulicas que alcanzaban, inicialmente, velocidades de rotación de 60 revoluciones por segundo y que proporcionaban hasta 50 caballos.

Posteriormente, fueron evolucionando y en Estados Unidos se empezaron a construir, poco después, turbinas mucho más sencillas. El americano Francis construyó en 1849 una turbina centrípeta de buen rendimiento. Sus buenas condiciones de funcionamiento hicieron que su utilización se generalizara para la obtención de fuerza motriz. Era una versión mejorada y con distribuidor de las citadas en el párrafo anterior. En 1880, el también americano Lester Pelton inventó su máquina hidráulica basada en una rueda de cucharas, que también fue muy utilizada debido a su buen rendimiento y su capacidad de regulación a cargas parciales.

En 1890 se utilizó por primera vez una turbina para la producción de energía

eléctrica. A partir de entonces, se desarrollaron diversos tipos de turbinas de forma muy rápida y se mejoraron los diseños existentes.

Se tomó como fundamento la hélice, que inventó el sueco John Ericson en 1836 inicialmente para aplicarla en la propulsión de buques y una vez que se generalizó la utilización de las turbinas, para la generación de energía eléctrica. Se utilizaron las hélices de paso fijo en la construcción de turbinas para aprovechar saltos bajos, que presentaban muchas limitaciones. En 1915 el austriaco Victor Kaplan desarrolló, a partir de las turbinas hélice, una regulación de las palas del rodete que significó una revolución para la explotación de los saltos de poca altura.

Estos tres tipos fundamentales de turbinas, con ligeras modificaciones y modestos aumentos de rendimiento respecto a los originales de finales del s. XIX o primeros de s. XX, cubren, casi por completo, el abanico de saltos hidráulicos que se presentan en la naturaleza. Sin embargo, para los saltos de muy baja altura, era necesario otro tipo de máquina. Se probaron las turbinas Francis en cámara abierta, las mismas con doble tubo de aspiración, las turbinas hélice y las Kaplan.

Apliquemos lo comentado al cálculo de una turbina Kaplan. El primer problema que se encuentra el diseñador a la hora de dimensionar una turbina es que en función del salto y el caudal, ya sabe, más o menos, el tipo de turbina que necesita. Sin embargo no conoce las dimensiones de la misma.

El parámetro más común que se suele utilizar como base es el número específico de revoluciones N_s que se obtiene aplicando la fórmula (1).

$$N_s = \frac{n\sqrt{P}}{H^4} \quad (1)$$

Donde:

N_s = número específico de revoluciones (adimensional).

N = revoluciones de la turbina (rpm).

P = potencia de la turbina ($P=g*Q*H*\eta$) (kw).

H = altura del salto (m).

Q = caudal (m^3/s).

H = rendimiento (adimensional).

Como en dicha fórmula (1) hay dos incógnitas, N_s y N , para efectuar una aproximación, existen tablas en las que

Ns	Tipo de turbina	Altura del salto metros
Hasta 18	Pelton con un inyector	800 o más
De 18 a 25	» un inyector	de 800 a 400
De 26 a 35	» un inyector	de 400 a 100
De 26 a 35	» dos inyectores	de 800 a 400
De 36 a 50	» dos inyectores	de 400 a 100
De 51 a 72	» cuatro inyectores	de 400 a 100
De 55 a 70	Francis lentísima	de 400 a 200
De 70 a 120	Francis lenta	de 200 a 100
De 110 a 200	Francis media	de 100 a 50
De 200 a 300	Francis veloz	de 50 a 25
De 300 a 450	Francis ultravelocísima	de 25 a 15
De 400 a 500	Hélice velocísima	hasta 15
De 270 a 500	Kaplan lenta	de 50 a 15
De 500 a 800	Kaplan veloz	de 15 a 5
De 800 a 1100	Kaplan velocísima	5
Más de 1100	Bulbo	Menor de 5

Tabla 1. Tipos de turbina en función del número específico de revoluciones N_s .

se especifica el tipo de turbina más adecuado, en función del N_s . Varían ligeramente de un autor y/o fabricante a otro, pero poco (tabla 1).

Sin embargo, en este caso, vamos a basarnos en una aproximación al número específico de revoluciones en el que no intervenga la potencia de la turbina, que es el expresado en las ecuaciones (2) y (3).

$$N_s = \frac{2419}{H^{0,489}} \quad (2)$$

$$N_s = \frac{2375}{H^{0,486}} \quad (3)$$

Sustituyendo en la fórmula (1) tenemos el N_s de la turbina. Sin embargo, el valor de n que obtengamos estará fuera de los escalones normalizados que se indican en las tablas 2 y 3, de forma que la turbina gire a una velocidad tal que el generador pueda interconectarse a la red eléctrica. Otra posibilidad es utilizar un grupo multiplicador de velocidad. Sin embargo, es una posibilidad que se relega a los casos en que el generador sea de tales dimensiones y coste que se haga inviable económicamente, puesto que dicha multiplicadora, no deja de ser

otra pérdida de rendimiento adicional. Solamente se considera cuando el coste del grupo turbina-alternador supera el coste del sistema turbina-multiplicadora-alternador. El N_s definitivo no será el inicialmente previsto, sino un valor cercano que permita conjugar todos los valores comentados.

Una vez fijados N_s y N , se calculan los demás parámetros de la turbina de la manera que se indica a continuación.

Para ello, se parte de la expresión que relaciona el coeficiente de velocidad periférica k_u del rodete con el N_s (4).

$$k_u = 0,79 + \frac{N_s}{621} \quad (4)$$

El siguiente paso consiste en calcular el diámetro exterior del rodete D_M , pues es la medida fundamental que servirá para dimensionar el resto de los elementos de la turbina que se indexarán a dicho valor.

$$D_M = \frac{84,55k_u\sqrt{H}}{n} \quad (5)$$

Dicho valor también se puede tantear de forma aproximada aplicando (6).

$$D_M = \frac{\sqrt{Q}}{2,7} \quad (6)$$

A continuación se dan una serie de relaciones entre diversos parámetros de la turbina y el diámetro exterior del rodete. Una vez determinado D_M se procede a calcular el resto de las dimensiones de la turbina de la siguiente forma:

$$D_m = \left(0,25 + \frac{94,64}{N_s}\right) D_M \quad (7)$$

$$H_m = \frac{6,94D_M}{N_s^{0,403}} \quad (8)$$

$$H_1 = \left(0,38 + \frac{N_s}{19342}\right) D_M \quad (9)$$

$$v_1 = 3,17 + \frac{759,21}{N_s} \quad (10)$$

Con caracol de acero.

$$v_2 = 2,44 - \frac{N_s}{840} \quad (11)$$

Con caracol de hormigón.

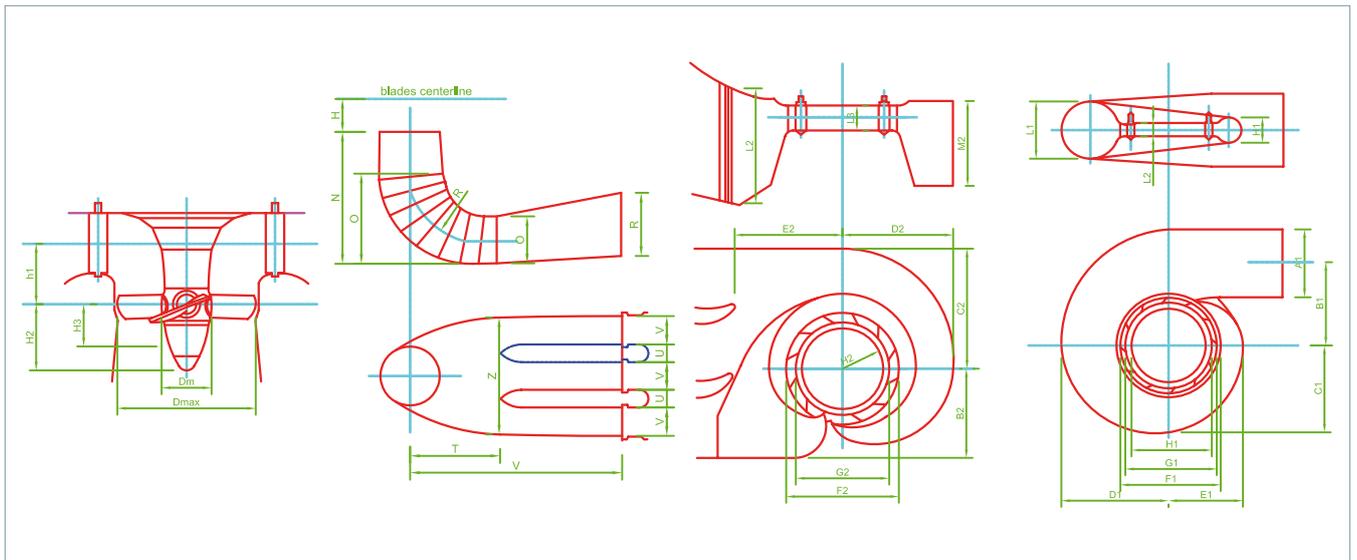


Figura 1. Dimensiones de la turbina Kaplan.

Dimensiones del caracol de acero.

- $A_1 = 0,4 N_s^{0,2} D_M$ (12)
- $B_1 = (1,26 + N_s/2638,5) D_M$ (13)
- $C_1 = (1,46 + N_s/3086,4) D_M$ (14)
- $D_1 = (1,59 + N_s/1742,2) D_M$ (15)
- $E_1 = (1,21 + N_s/3690) D_M$ (16)
- $F_1 = (1,45 + 72,17/N_s) D_M$ (17)
- $G_1 = (1,29 + 41,63/N_s) D_M$ (18)
- $H_1 = (1,13 + 31,86/N_s) D_M$ (19)
- $I_1 = (0,45 - 31,8/N_s) D_M$ (20)
- $L_1 = (0,74 + N_s/1.149,4) D_M$ (21)
- $M_1 = (D_M/(2,06 + N_s/833,3))$ (22)

Dimensiones del caracol de hormigón

- $B_2 = D_M/(0,76 + N_s/11.211)$ (23)
- $C_2 = D_M/(0,55 + N_s/67.568)$ (24)
- $D_2 = (1,58 - N_s/11.050) D_M$ (25)
- $E_2 = (1,48 - N_s/47.393) D_M$ (26)
- $F_2 = (1,62 - N_s/31.477) D_M$ (27)
- $G_2 = (1,36 + 7,79/N_s) D_M$ (28)
- $H_2 = (1,19 + 4,69/N_s) D_M$ (29)
- $I_2 = (0,44 - 21,47/N_s) D_M$ (30)
- $L_2 = (1,44 + 105,29/N_s) D_M$ (31)
- $M_2 = (1,03 + 136,28/N_s) D_M$ (32)

Dimensiones del tubo de aspiración.

- $H_t = (0,24 + N_s/12.788) D_M$ (33)
- $N = (2,0 - N_s/467.290) D_M$ (34)
- $O = (1,4 - N_s/59.880) D_M$ (35)
- $P = (1,26 - 16,35/N_s) D_M$ (36)
- $Q = (0,66 - 18,40/N_s) D_M$ (37)
- $R = (1,25 - N_s/12.531) D_M$ (38)
- $S = (4,26 + 201,21/N_s) D_M$ (39)
- $T = (1,2 + N_s/1.953) D_M$ (40)
- $Z = (2,58 + 102,66/N_s) D_M$ (41)

En la figura 1 se pueden ver las dimensiones calculadas en las fórmulas precedentes.

Cálculo de una turbina Kaplan

Para ilustrar un poco mejor el tema, se incluye a continuación un ejemplo resuelto. Los valores elegidos se resaltan en amarillo.

- Salto = 16,0 m
- Salto neto H = 4,0 m
- Revoluciones = 333 rpm
- Potencia P = 1.483,3 Kw
- Caudal Q = 12,0 m³/Ss
- rendimiento $\eta = 0,9$

$$N_r = 2,2 N$$

$$N_r = 2,8 N$$

- Velocidad de embalamiento N_r
- $N_r = 733$ rpm Eje vertical
- $N_r = 933$ rpm Eje horizontal

$$N_s = \frac{2419}{H^{0.489}}$$

- $N_s = 665,55$
- $N_s =$ número específico de revoluciones

Otro método:

$$N_s = \frac{2375}{H^{0.486}}$$

$$N_s = 658,64$$

Sustituyendo en la fórmula siguiente:

$$N_s = \frac{N \sqrt{P}}{H^{5/4}}$$

- N = 467,98
- N = revoluciones por minuto
- N = 500,0
- N = 428,6

Como el valor de N está fuera de los escalones normalizados de rpm, se busca el más cercano

- N = 375,0
- N = 333,3
- N = 300,0

Con lo que N_s será:
 $N_s = 711,1$
 (474,1 es el valor más cercano a 467,98 calculado)
 $N_s = 609,5$
 $N_s = 533,3$
 $N_s = 474,1$
 $N_s = 426,6$

Cálculo del rodete

$$k_u = 0.79 + \frac{N_s}{621}$$

- $k_u = 1,553$
- $k_u =$ coeficiente de velocidad periférica

$$D_M = \frac{84,55k_u \sqrt{H}}{N}$$

$$D_M = 0,983$$

$$D_M = \varnothing \text{ exterior del rodete}$$

Para hallar D_M de forma aproximada se aplica:

$$D_M = \frac{\sqrt{Q}}{2,7}$$

$$D_M = 1,283$$

$$D_m = \left(0,25 + \frac{94,64}{N_s} \right) D_M$$

$$D_m = 0,442$$

$$H_m = \frac{6,94D_M}{N_s^{0,403}}$$

$$H_m = 0,569$$

$$H_1 = \left(0,38 + \frac{N_s}{19342} \right) D_M$$

$$H = 0,398$$

$$v_1 = 3,17 + \frac{759,21}{N_s}$$

con caracol de acero

$$v_1 = 4,772$$

$$v_2 = 2,44 - \frac{N_s}{840}$$

con caracol de hormigón

$$v_2 = 1,876$$

Caracol de acero

(dimensiones)

$$A_1 = 1,348$$

$$B_1 = 1,415$$

$$C_1 = 1,586$$

$$D_1 = 1,830$$

$$E_1 = 1,316$$

$$F_1 = 1,575$$

$$G_1 = 1,354$$

$$H_1 = 1,177$$

$$I_1 = 0,376$$

$$L_1 = 1,133$$

$$M_1 = 0,374$$

Caracol de hormigón

(dimensiones)

$$B_2 = 1,225$$

$$C_2 = 1,764$$

$$D_2 = 1,511$$

$$E_2 = 1,445$$

$$F_2 = 1,577$$

$$G_2 = 1,353$$

$$H_2 = 1,179$$

$$I_2 = 0,388$$

$$L_2 = 1,634$$

$$M_2 = 1,295$$

Dimensiones del tubo de aspiración

$$H_t = 0,272$$

$$N_t = 1,965$$

$$O = 1,368$$

$$P = 1,204$$

$$Q = 0,611$$

$$R = 1,191$$

$$S = 4,604$$

$$T = 1,418$$

$$Z = 2,749$$

Hay que tener en cuenta que el dimensionado del tubo de aspiración en una turbina Kaplan es una labor delicada, pues se recupera una parte muy importante del salto en él. Se deberá de evitar, en lo posible, dimensionar las turbinas Kaplan con una velocidad de rotación N superior a lo que les corresponde. Ello obliga a disminuir la altura de aspiración o incluso a calar el plano del rodete por debajo del nivel del socaz, lo que encarece enormemente la obra civil, aunque disminuye ligeramente el tamaño y el precio de la turbina. No obstante, dicha turbina siempre funcionará forzada, dentro de unos parámetros de funcionamiento que no están dentro de su ámbito de actuación idóneo y tendrá una tendencia a la cavitación mucho mayor. El precio de la obra civil será mayor y no compensará la disminución de precio obtenida en la turbina.

Cálculo de una turbina Pelton

Apliquemos ahora lo comentado al cálculo de una turbina Pelton. En este caso, se aplica la misma fórmula (1) y la tabla 1, al igual que en las turbinas Kaplan. Sin embargo, al tratarse de una turbina de acción, se utilizan uno o varios chorros que inciden sobre la rueda de cucharas y de los que se desconoce su número y características.

El diámetro del chorro se tantea mediante la ecuación (42).

$$Q = 3,408d^2 \sqrt{H} \quad (42)$$

Donde:

d = diámetro del chorro en m.

Por fin N_s se obtiene de forma aproximada de la expresión (43).

$$N_s = 220 \frac{d}{D} \quad (43)$$

Y de la igualdad (44) se obtiene una aproximación del diámetro exterior de la rueda Pelton.

$$\frac{N}{\sqrt{H}} = \frac{39,774}{D} \quad (44)$$

Donde:

D = diámetro exterior de la rueda de cucharas Pelton en metros.

Sin embargo, no se ha determinado todavía el número de chorros. Para ello hay que calcular el número específico de revoluciones en función del número de chorros N_{sj} o velocidad específica resultante (45).

$$N_{sj} = \frac{85,49}{H^{0,243}} \quad (45)$$

El diámetro medio del rodete D_3 es igual al resultado de la ecuación (46); este valor tiene importancia porque en función de él se hallarán otros parámetros de la turbina.

$$D_3 = (1,028 + 0,0137 N_{sj}) D \quad (46)$$

Con este valor se puede tantear de nuevo el diámetro del chorro aplicando (47), lo que servirá de comprobación de seguridad del cálculo realizado en (42).

$$d = \frac{N_{sj} D}{250,74 - 1,796 N_{sj}} \quad (47)$$

El diámetro del chorro variará en función de la velocidad de giro de la turbina y el número de chorros j se puede tantear aplicando (48).

$$Q = D_3^2 F(H) j \quad (48)$$

Y $F(H) \approx 0,34 - 0,36$ (valor adimensional).

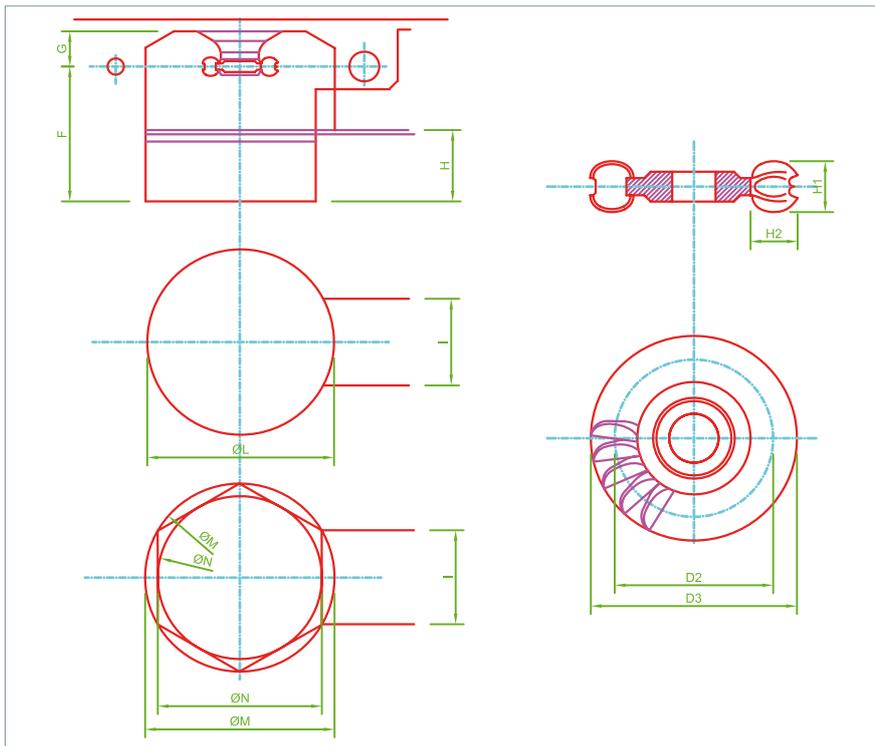


Figura 2. Dimensiones de la turbina Pelton.

En la primera aproximación, en función del diámetro del chorro, se obtiene el diámetro de la rueda. En algunos saltos, se obtienen, en este primer ensayo, diámetros de la rueda de cucharas imposibles, por demasiado pequeños. Por ello, hay que tantear aumentando el número de chorros; de esa forma aumenta el diámetro de la rueda. Hay que tener en cuenta que el número máximo de chorros es de seis y con rueda horizontal (de eje vertical).

Entre los valores de las tablas 2 y 3 tomaremos el más cercano al de n que hemos tanteado en la fórmula (1) y sustituiremos en la fórmula (43). De esta forma se obtiene el número específico de revoluciones y las revoluciones del eje de la turbina.

Las revoluciones de la turbina coincidirán exactamente con uno de los escalones enunciados, ya que en estas turbinas, por regla general, el generador va acoplado directamente al eje.

También se puede utilizar la fórmula (49) para tantear el número de chorros j .

$$D_3 = 0,6 \sqrt{\frac{Q}{j}} \quad (49)$$

Con todos estos datos se puede dar por completado el diseño preliminar

de la turbina. Las dimensiones de la carcasa serán:

$$L = 0,78 + 2,06D_3 \quad (50)$$

$$G = 2(0,196 + 0,376D_3) \quad (51)$$

$$F = 1,09 + 0,71L \quad (52)$$

$$H = 0,62 + 0,513L \quad (53)$$

$$I = 1,28 + 0,37L \quad (54)$$

Las dimensiones calculadas en las fórmulas anteriores, se pueden ver en la figura 2.

Dado que la resolución puede ser delicada, se incluye un ejemplo a continuación. Se resaltan en amarillo los campos elegidos en el cálculo

Salto $H = 252,00$ m
 Revoluciones = 500 rpm
 Potencia $P = 1.779,9$ Kw
 Caudal $Q = 0,80$ m³/s
 Rendimiento $\eta = 0,90$
 Chorros = 3
 Velocidad de embalamiento N_r

$$N_r = 1,9N$$

$$N_s = \frac{N\sqrt{P}}{H^{\frac{5}{4}}} \text{ m}$$

$$N_s = 126,06$$

$$N = 3.000 \text{ rpm}$$

$$N_s = 63,03$$

$$N = 1.500 \text{ rpm}$$

$$N_s = 42,02$$

$$N = 1.000 \text{ rpm}$$

$$N_s = 31,51$$

$$N = 750 \text{ rpm}$$

$$N_s = 21,01$$

$$N = 500 \text{ rpm}$$

N_s = Velocidad específica o n° específico de revoluciones

$$w = 0,98\sqrt{2gH}$$

$$W = 68,91$$

$$Q = 3,408d^2\sqrt{H}$$

$$N_s = 220 \frac{d}{D}$$

$D = 0,12$ m (diámetro del chorro)

$D = 0,21$ m para $N = 3.000$ rpm

$D = 0,42$ m para $N = 1.500$ rpm

$D = 0,64$ m para $N = 1.000$ rpm

$D = 0,85$ m para $N = 750$ rpm

$D = 1,27$ m para $N = 500$ rpm

D = Diámetro de la rueda

$$\frac{N}{\sqrt{H}} = \frac{39,774}{D}$$

$D = 0,21$ m para $N = 3.000$ rpm

$D = 0,42$ m para $N = 1.500$ rpm

$D = 0,63$ m para $N = 1.000$ rpm

$D = 0,84$ m para $N = 750$ rpm

$D = 1,26$ m para $N = 500$ rpm

$$D_2 = D\sqrt{2}$$

$D_2 = 0,30$ m para $N = 3.000$ rpm

$D_2 = 0,60$ m para $N = 1.500$ rpm

$D_2 = 0,89$ m para $N = 1.000$ rpm

$D_2 = 1,19$ m para $N = 750$ rpm

$D_2 = 1,79$ m para $N = 500$ rpm

$$D_3 = (1,028 + 0,0137N_s)D$$

D_2 = Diámetro medio del rodete en m

D_3 = Diámetro exterior del rodete en m

$$N_{sj} = \frac{85,49}{H^{0,243}}$$

$N_{sj} = 22,30$

N_{sj} = velocidad específica resultante

$D = 0,28$ m para $j = 1$

$D = 0,57$ m para $j = 2$

$D = 0,85$ m para $j = 3$

(Diámetro del chorro)

(Otro método)

$$d = \frac{N_{sj} D}{250,74 - 1,796 N_{sj}}$$

$D = 0,02$ m para $N = 3.000$ rpm

$D = 0,04$ m para $N = 1.500$ rpm

$D = 0,07$ m para $N = 1.000$ rpm

$D = 0,09$ m para $N = 750$ rpm

$D = 0,13$ m para $N = 500$ rpm

Como se puede ver, ambos métodos coinciden sensiblemente

$D_3 = 0,53$ m para $j = 1$

$D_3 = 0,75$ m para $j = 2$

$D_3 = 0,92$ m para $j = 3$

(Otro método)

$D_3 = 0,54$ m para $j = 1$

$D_3 = 0,76$ m para $j = 2$

$D_3 = 0,93$ m para $j = 3$

D_3 = Diámetro interior del rodete en m

En este caso, los valores también coinciden casi exactos

Dimensiones de la carcasa

$L = 1,89$ m para $j = 1$ (longitud)

$L = 2,34$ m para $j = 2$

$L = 2,69$ m para $j = 3$

$G = 0,80$ m para $j = 1$ (anchura)

$G = 0,96$ m para $j = 2$

$G = 1,09$ m para $j = 3$

$F = 3,00331$ m

$H = 2,00243$ m

$I = 2,27708$ m

Para determinar la velocidad de giro de la turbina hay que basarse en

una serie de valores discretos que van fijados por el número de pares de polos del generador y por la frecuencia de la red. El número de revoluciones n se mueve en una serie discreta de valores marcados por la frecuencia de la red y que son función de la misma, se pueden ver en las tablas 2 y 3.

Las revoluciones de la turbina coincidirán exactamente con uno de los escalones enunciados si el generador va acoplado directamente al eje, o no, si el generador se conecta a la turbina por medio de una multiplicadora. En el caso de las turbinas Kaplan, es más fácil hacer coincidir el valor de n porque los escalones de velocidad están muy cercanos unos de otros, al contrario que al principio de la tabla, que presenta espacios mucho mayores entre valores contiguos.

Con estos valores se puede realizar un diseño aproximado del edificio y de sus condicionantes como el tubo de aspiración, la altura, etc., pues no diferirán mucho de los valores reales de

Escalones normalizados de velocidad de sincronismo					
rpm a 50 hz	Nº pares de polos por fase	rpm	Nº pares de polos por fase	rpm	Nº pares de polos por fase
3.000,00	1	187,50	16	96,77	31
1.500,00	2	176,47	17	93,75	32
1.000,00	3	166,67	18	90,91	33
750,00	4	157,89	19	88,24	34
600,00	5	150,00	20	85,71	35
500,00	6	142,86	21	83,33	36
428,57	7	136,36	22	81,08	37
375,00	8	130,43	23	78,95	38
333,33	9	125,00	24	76,92	39
300,00	10	120,00	25	75,00	40
72,73	11	115,38	26	73,17	41
2250,00	12	111,11	27	71,43	42
230,77	13	107,14	28	69,77	43
214,29	14	103,45	29	68,18	44
200,00	15	100,00	30	66,67	45

Tabla 2. Velocidades normalizadas a 50 hz.

Escalones normalizados de velocidad de sincronismo					
rpm a 60 hz	Nº pares de polos por fase	rpm	Nº pares de polos por fase	rpm	Nº pares de polos por fase
3.600,00	1	225,00	16	116,13	31
1.800,00	2	211,76	17	112,50	32
1.200,00	3	200,00	18	109,09	33
900,00	4	189,47	19	105,88	34
720,00	5	180,00	20	102,86	35
600,00	6	171,43	21	100,00	36
514,29	7	163,64	22	97,30	37
450,00	8	156,52	23	94,74	38
400,00	9	150,00	24	92,31	39
360,00	10	144,00	25	90,00	40
327,27	11	138,46	26	87,80	41
300,00	12	133,33	27	85,71	42
276,92	13	128,57	28	83,72	43
257,14	14	124,14	29	81,82	44
240,00	15	120,00	30	80,00	45

Tabla 3. Velocidades normalizadas a 60 hz.

ejecución, pues se están rehabilitando saltos antiguos, donde todavía existen turbinas de principios del siglo XX. Como antiguamente muchas piezas se realizaban de fundición, hay que analizar por separado el rodete y el caracol, en el caso de la turbina Kaplan, pues en diversos casos, se utilizó una carcasa tipo, que estaba sobredimensionada para aprovechar un molde preexistente. En estos casos, si no se analizan por separado carcasa y rodete, el resultado es incongruente. Las pérdidas de la turbina serán inferiores a lo esperado para una turbina de su tamaño y, por lo tanto, su rendimiento será algo superior. Normalmente, el rodete habrá que sustituirlo, lo que permite la opción de recalcularlo y de mejorarlo ligeramente. Sin embargo, lo normal es que distribuidor y la carcasa se puedan

aprovechar, especialmente esta última. El inyector o inyectores se podrán aprovechar muy probablemente.

Bibliografía

Cuesta Diego, I.; Vallarino Cánovas del Castillo, e.; *Aprovechamientos hidroeléctricos*, Madrid, 2000.
 Grupo Formación Empresas Eléctricas, *Centrales hidroeléctricas II. Turbinas hidráulicas*, Madrid, 1994.
 Gutiérrez del Villar, M.V., Valverde Barrero, P., González García, F.J., López Aguado, C.J. y otros, *Energías renovables*, CADE, Valladolid, 1999.
 Jarabo Friedrich, F. y Elortegui Escartín, N., *Energías renovables*, Madrid, 2000.
 Layman's *guidebook on how to develop a small hydro site*, Comisión de las Comunidades Europeas, 1995.
 Larreategui, A.; Peñalva, I.; *Máquinas hidráulicas. ÁBACOS*, Curso 2010-2011, E.T.S.I., U.P.V., Bilbao, 2010.
 Manuales de energías renovables, *Minicentrales hidroeléctricas*, I.D.A.E., Madrid, 1996.
 Marchegiani, Ariel R.; Metodología de diseño preliminar para pequeñas turbinas de reacción, VII Encuentro

latinoamericano en pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, Lima, 1997.
 Mataix, C., *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*, Madrid, 1970.
 Moulán, PH. *Tratado de Mecánica Industrial*, Barcelona, 1924.
Pequeñas centrales hidráulicas, CDTI, Madrid, 1982.
Renewable Energy Yearbook, IDAE, Madrid, 1994.
Selecting Hydraulic Reaction Turbines, Bureau of Reclamation, A Water Resources Technical Publication, Engineering Monograph, Denver, 1976.
 Sintés Olives, F.F., Vidal Burdis, F. *La industria eléctrica en España*, Barcelona, 1933.
 Zapico Gutiérrez, P. *Predimensionamiento de turbinas Francis*, Energética XXI, Madrid, 2014.
 Zoppetti, G. *Centrales hidroeléctricas*, México D.F., 1982.

Pablo Zapico Gutiérrez

pablo.zapico@unileon.es
 Master oficial en energías renovables, ingeniero técnico industrial e ingeniero técnico de minas. Jefe de la sección de Industria y Energía de la Junta de Castilla y León, en León, y profesor asociado de la Universidad de León.

AIQBE, 30 años de desarrollo industrial en Huelva

La Asociación de Industrias Químicas, Básicas y Energéticas de Huelva (AIQBE), que concentra el 85% de los empleados industriales de la provincia, celebra sus primeros 30 años de trayectoria satisfecha por los logros alcanzados y preparada para asumir los nuevos retos de futuro

Rafael Eugenio Romero

La Asociación de Industrias Químicas, Básicas y Energéticas de Huelva (AIQBE) es una de las más importantes asociaciones industriales en España y agrupa a la mayoría de las grandes empresas y factorías industriales de la provincia de Huelva¹, aproximadamente al 85% de los empleados y el 95% de la facturación provincial de este tipo de industrias. Este año la asociación celebra sus primeros 30 años de trayectoria satisfecha por los logros alcanzados y preparada para asumir los nuevos retos de futuro. Hay que remontarse hasta 1959, año en el que Sevillana de Electricidad instala la central térmica Cristóbal Colón² en la Punta del Sebo de Huelva para encontrar el origen de lo que con el tiempo se ha convertido en el importante núcleo industrial que se asienta actualmente en los términos municipales de Huelva y Palos de la Frontera. Pero no fue hasta la aprobación de los planes de desarrollo de 1963, que designaban a Huelva, San Juan del Puerto y Palos de la Frontera como sede de un polo de desarrollo industrial cuando las industrias actualmente asociadas a AIQBE comenzaron a instalarse.

Introducción

La historia de AIQBE arranca con la formación en 1975 de la Asociación Sindical de Industrias para la Protección del Medio Ambiente (Asima) para estudiar, controlar y defender el medio ambiente.

Refino de petróleo y gas	8.034
Productos químicos básicos	1.497
Metales	1.820
Energía eléctrica	106
Fertilizantes	259
Pasta de papel	120
Total valor producción	11.836

Figura 1. Valor económico de la producción en millones de euros.

Posteriormente, en 1977, Asima pasa a convertirse en la Asociación Profesional de Empresarios para la Protección del Medio Ambiente (Aspema) coincidiendo con el Plan de Acciones Urgentes (PAU) de mejoras de las emisiones atmosféricas de las industrias de la Punta del Sebo, un plan con el que se consiguió reducir las emisiones de SO₂, el mayor problema atmosférico en ese momento.

En 1986, Aspema es absorbida por AEIQEA (Asociación de Empresarios de Industrias Químicas, Energéticas y Afines) ampliando sus líneas de actuación a otros ámbitos de carácter institucional, técnico y de comunicación y que se puede considerar el germen de lo que hoy es AIQBE.

Fue en aquella época cuando se puso en marcha el ambicioso Plan Corrector de Vertidos Líquidos, que

incluía importantes medidas correctoras como una fuerte apuesta de futuro desde las empresas y las Administraciones. Y fue en paralelo a este plan, cuando en 1988 la asociación AEIQEA pasó a denominarse Asociación de Industrias Químicas y Básicas de Huelva (AIQB).

En una última etapa, ya en 2012, como consecuencia de la relevancia de la producción energética entre los socios de AIQB, las siglas vuelven a modificarse para convertirse en la actual Asociación de Industrias Químicas, Básicas y Energéticas de Huelva (AIQBE).

Así, a lo largo de estos años se han ido sumando nuevas industrias y desapareciendo otras, como muestra de lo viva que está la asociación, sin que por ello hayamos perdido la esencia de nuestra razón de ser y de nuestros fi-

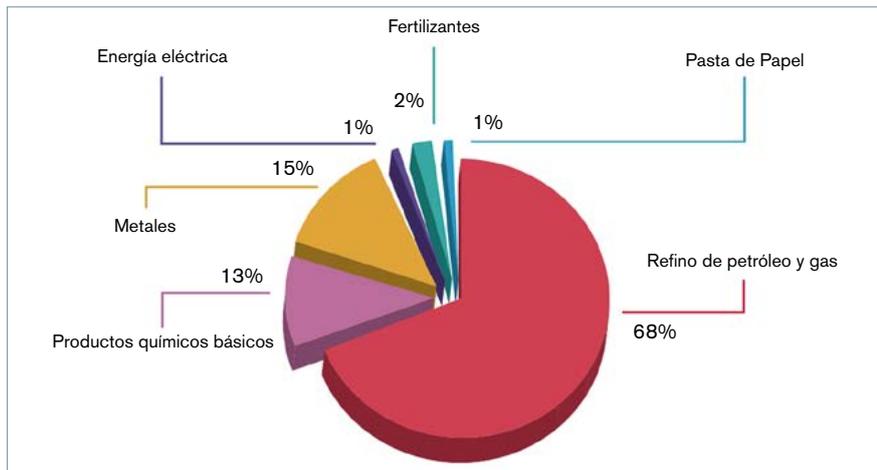


Figura 2. Distribución de la producción por sectores en 2014.

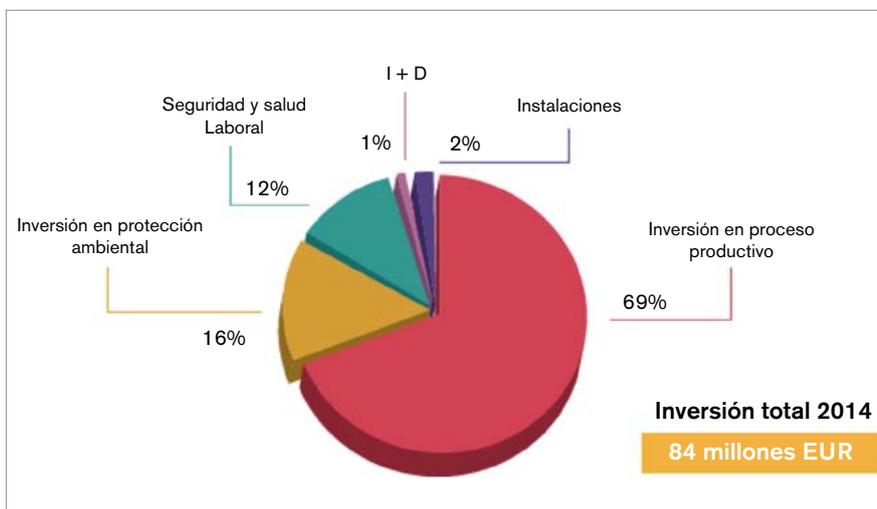


Figura 3. Montante y destino de las inversiones.

nes, aunque los hayamos adaptado a las necesidades surgidas en cada momento.

Objetivos

En este sentido, AIQBE trabaja con dos grandes objetivos. Por un lado, conectar entre sí las empresas asociadas y establecer relaciones con las Administraciones y la sociedad. Y, por otro, promover la mejora continua (*benchmarking*) en la operativa de nuestro día a día, tanto en los aspectos medioambientales, como en el mantenimiento y eficiencia energética de cada una de las plantas, sin olvidar todos los aspectos relacionados con la prevención de riesgos laborales y salud, RR HH, comunicación, etc.

Para desarrollar el primero de los objetivos, AIQBE se ha convertido en un interlocutor solvente. Así la asociación participa intensamente en activi-

dades vinculadas a la comunicación, educación y formación, entre otras, y actúa de enlace entre las empresas asociadas y las Administraciones, tanto a escala europea y nacional, como autonómica, provincial y municipal. Esta labor institucional se extiende a otros colectivos de los que también forma parte, como la Federación Onubense de Empresarios (FOE), la Confederación de Empresarios de Andalucía (CEA) y la Federación de Industrias Químicas Españolas (Feique).

Asimismo, AIQBE es patrono de la Fundación Andaluza Beturia para la Investigación en Salud (FABIS) y de otros organismos al servicio de la sociedad onubense (Consejos de medio ambiente y sociales). Contamos con representación en el Consejo de Administración de la Autoridad Portuaria de Huelva y estamos fuertemente

vinculados a la Universidad de Huelva, donde patrocinamos la cátedra AIQBE, para promover la investigación, el desarrollo tecnológico, la innovación y la difusión de resultados científicos, y participamos en su consejo social.

En cuanto a la mejora continua, el segundo de los objetivos, desde AIQBE mantenemos una actividad permanente de formación y actualización a través de cursos y jornadas técnicas promovidas desde las distintas comisiones y grupos de trabajo de la asociación, el verdadero motor para detectar los problemas y necesidades del sector, intercambiar conocimientos y experiencias comunes, etc. Esta transferencia de conocimiento ha derivado en que, a día de hoy, las plantas asociadas a AIQBE tengan los niveles más bajos de accidentabilidad existentes y, como revelan las mediciones reales, los niveles más bajos de emisión de estas industrias en Europa, muy por debajo de los límites exigidos.

AIQBE, un sector estratégico para la economía

A falta de recabar los datos agregados de 2015 veremos los de 2014. Las empresas de AIQBE facturaron 11.836 millones de euros (figura 1). La distribución sectorial de la producción estuvo encabezada por el refino de petróleo y gas, que representó el 68% del total. La metalurgia del cobre aportó el 15%; los productos químicos básicos, el 13%; los fertilizantes, el 2%, y la energía eléctrica y la pasta de papel, el 1%, respectivamente, (figura 2).

Las inversiones realizadas en 2014 por las empresas asociadas fueron de 84 millones de euros. Se dedicó casi el 70% a la mejora de los procesos productivos, así como a la protección ambiental (16%) y a la seguridad y salud laboral (12%), lo que refleja el gran compromiso y la apuesta por la calidad en estas industrias (figura 3).

También debo recordar los efectos multiplicadores de la actividad productiva de AIQBE en el conjunto de la economía provincial. En 2014, el valor añadido bruto fue de 1.504 millones de euros y el número de empleados, 9.368 en total (figura 4).

Los asociados de AIQBE fueron, por otra parte, contribuyentes significativos de las Administraciones públicas, a las que aportaron un total de 27 millones de euros. De ellos, el 43%

correspondió al impuesto de bienes inmuebles; el 24% al de actividades económicas; el 14% al canon de ocupación de terrenos, y el 12% fueron otros impuestos y tasas de los Ayuntamientos de Huelva y Palos de la Frontera.

A todo ello hay que añadir que en 2014 no se incoaron expedientes administrativos a las empresas de AIQBE por temas de seguridad laboral y nuestras empresas cuentan con planes de igualdad y están acogidas a los máximos estándares de certificación y códigos éticos existentes en cada uno de sus sectores.

Por último, la aplicación de las mejores tecnologías disponibles y la continua inversión en el área medioambiental (figura 5) a lo largo de estos años ha sido y es una constante en las empresas asociadas, lo que ha contribuido a una paulatina reducción de su impacto ambiental.

Retos de futuro

Es mucho lo conseguido hasta la fecha, pero 30 años de actividad es tiempo suficiente para realizar un balance y asumir los nuevos retos que tenemos por delante para seguir contribuyendo al desarrollo industrial de nuestra provincia.

En este sentido, aprovechamos el 30 aniversario de la asociación para renovar nuestro compromiso por reforzar la comunicación³ y colaboración entre AIQBE, las Administraciones y los ciudadanos y sus asociaciones, y por seguir mejorando la operatividad de nuestras plantas de la mano de la innovación tecnológica.

Pero tenemos otros objetivos ambiciosos por los que también vamos a seguir trabajando, como atraer nuevas inversiones a nuestra provincia y contribuir así a la creación de riqueza y al incremento del empleo industrial que

se merece Huelva. En este empleo de calidad, el de las empresas de AIQBE, el 95% del personal es indefinido y cuenta con un nivel salarial superior al de otros sectores, con un gran impacto en la economía local.

Desde la asociación estamos convencidos de que Huelva es un lugar privilegiado para la instalación de industrias de todo tipo, como muestra la permanencia de la industria pesada en la zona desde hace más de 50 años.

La zona cuenta con una climatología muy adecuada y con el agua necesaria para evitar la construcción

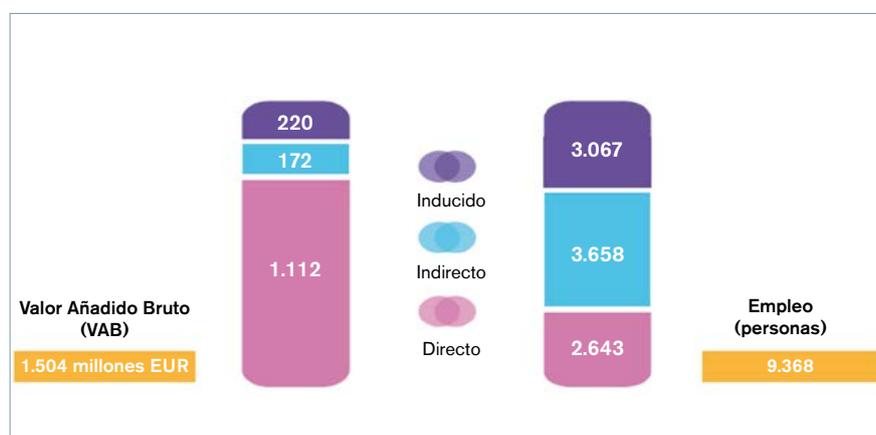


Figura 4. Valor añadido bruto y empleo.

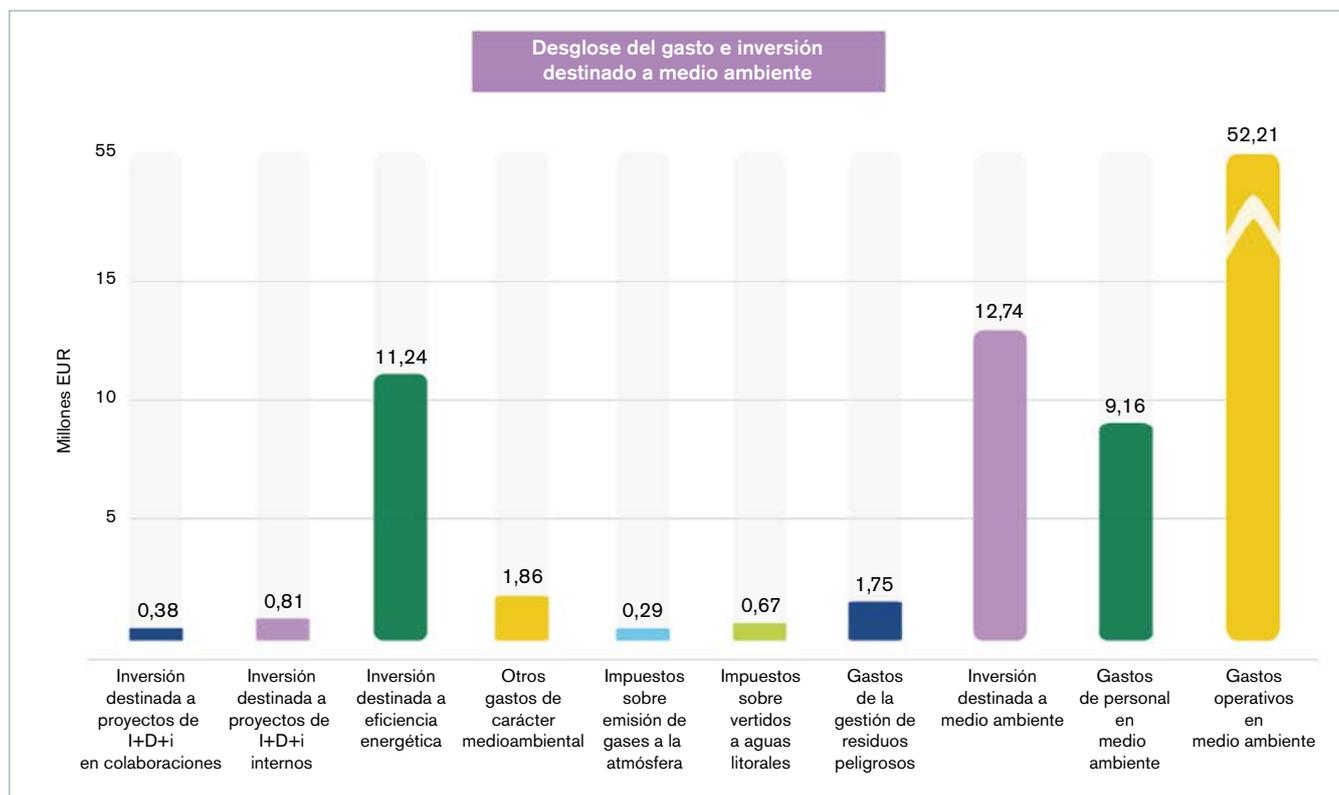


Figura 5. Gasto e inversión medioambiental.



Figura 6. Logo del Día de la Industria de Huelva.

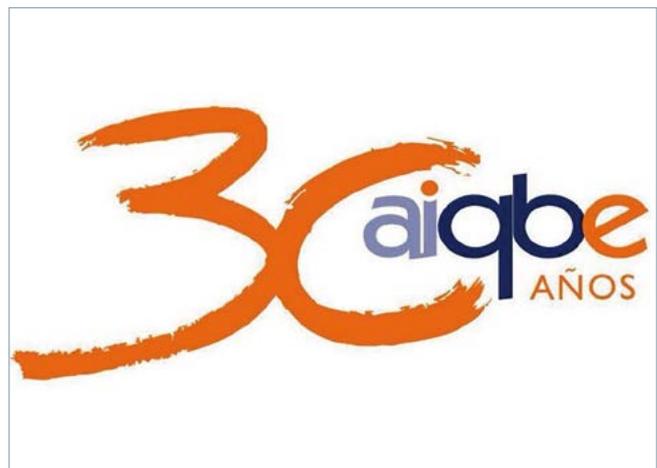


Figura 7. Logo del 30 aniversario.



Figura 8. Logo de la asociación.

de embalses nuevos ante la llegada de futuros proyectos industriales. Hay materias primas procedentes de las industrias ya instaladas, terrenos disponibles y un puerto con vocación industrial y gran disponibilidad de servicios. El abastecimiento energético está garantizado con la existencia de varios ciclos combinados y plantas de biomasa. En el entorno se asientan empresas de servicios especializados y suministros industriales. Asimismo, Huelva cuenta con una universidad y centros de formación profesional (también en Palos de la Frontera) con una oferta formativa específica para preparar a los futuros profesionales de la industria.

Nuestra situación estratégica en el sur de Europa frente a los Canales de Panamá y el mercado americano, en el paso al Mediterráneo y Canal de Suez, y en el paso desde el norte de Europa al Cabo de Buena Esperanza (Sudá-

frica y océanos Índico y Pacífico) nos favorece. Y contamos con redes de comunicación por autopista y ferrocarril y la disponibilidad de dos aeropuertos internacionales a 100 kilómetros de distancia a este y oeste.

Por tanto, se tiene todo a favor para atraer nuevos proyectos y poder albergar grandes expectativas de futuro. La industria química (junto al agroalimentario) será el sector que más crecerá en los próximos años, sobre todo debido al aumento de la población, y necesitará buscar lugares apropiados para su instalación. ¿Por qué no en Huelva?

Ha llegado la hora de que Huelva vuelva a recibir inversiones industriales de peso y desde AIQBE vamos a luchar por ello, caminando por la senda de la industrialización iniciada por la Administración para mejorar el nivel de vida y la calidad del empleo de las futuras generaciones.

Notas

- 1 Actualmente componen AIQBE las siguientes empresas con plantas en Huelva y Palos de la Frontera: Air Liquide, Atlantic Copper, Algy Química, BioOils, CEPESA Química, CEPESA Refinería La Rábida, CLH, Electroquímica Onubense, Enagas, ENCE, ENDESA Generación, Fertilberia Huelva, Fertilberia Palos, Gas Natural Fenosa y REPSOL.
- 2 Tres grupos que han sido actualmente sustituidos por un ciclo combinado.
- 3 Recuperación del día de la Industria (figura 6), remodelación de la web www.aiqbe.es y creación del Twitter @AiQbe30 y un logo propio del aniversario (figura 7) entre otras decisiones.

Bibliografía

- AIQBE (1989). *Libro Blanco de la Industria Química y Básica en Huelva*. (Inédito)
- Miró Chavarría J (Inédito). *El Polo de Desarrollo de Huelva (Impresiones personales)*
- www.aiqbe.es (consultado el 10 de enero de 2016)

Rafael Eugenio Romero

Gerente de AIQBE y miembro del COITI Huelva

Sustitución eficiente de gas natural por biomasa

Tras dos años de funcionamiento, la caldera de biomasa de 3,48 MW encargada de producir 5.000 kg/hora de vapor saturado a 8/12 bares en sustitución del gas natural consigue su propósito de ahorrar euros y emisiones en la fábrica de aperitivos salados de Liven SA, en Berga, Barcelona

Marc Saló

Garantizar 8.000 horas de operación

Para garantizar un servicio continuo de vapor de proceso a la fábrica 24 horas al día, todos los días del año, el diseño de la instalación debía asegurar sin compromiso el suministro de biocombustible al silo y prácticamente 8.000 h/año de trabajo sin incidentes, con el mínimo coste de mantenimiento.

Toda la instalación se ha diseñado teniendo esta premisa fundamental en mente. El equipo es una caldera UNICONFORT, modelo Global, que Imartec seleccionó, entre otros aspectos, por su capacidad para operar las 8.000 h/año que requiere Liven SA, y el menor tiempo de mantenimiento, y por tanto, coste en comparación con tecnologías similares.

Alimentación sin atascos

El fondo del silo está dividido en tres bastidores accionados por tres pistones hidráulicos que mueven la astilla hacia el canal de entrada al hogar de la caldera. Todo el movimiento de material (astilla y cenizas) sigue una lógica técnica y se realiza mediante transportadores de cadena o *redlers* en lugar de tornillos sin fin para evitar atascos y paradas indeseadas. El sistema es hasta tres veces más caro, pero garantiza el funcionamiento sin incidentes; es una de las claves del proyecto.

Los pistones están gobernados por sensores de movimiento que detectan la carga de astilla que se eleva hasta la

entrada a la caldera. Una guillotina hidráulica aísla el *redler* de alimentación y, por tanto, el silo, del retorno de llama cuando la astilla entra en el hogar empujada por un pistón horizontal que dosifica de forma exacta la demanda de caldera en cada momento.

El coste energético ha descendido de 38 €/MWh con gas natural a unos 17 €/MWh, gracias a la sustitución por biomasa

Previo al ingreso en el hogar, dos cuchillas de acero bonificado se encargan de triturar cualquier material de tamaño excesivo.

Caldera de alto rendimiento

La caldera Uniconfort puede entregar hasta 5.000 kg/h de vapor saturado a 170 °C y 8/12 bar de presión de ejercicio. La caldera cuenta con tres pisos en los que tienen lugar las diferentes fases de producción de energía.

La cámara de combustión, en el piso bajo, está integrada por una parrilla móvil escalonada con tres zonas de combustión accionadas de forma independiente por pistones hidráulicos: presecado, combustión y recogida de cenizas. Aunque la biomasa es reducida antes de entrar, la parrilla acepta biomasa de hasta 25 cm de longitud.

En su interior se alcanzan temperaturas de hasta 800 °C.

El hogar está recubierto en su interior por una triple pared de material refractario, lo que posibilita trabajar con astilla húmeda, con hasta el 45%, sin que la potencia nominal varíe, garantizando un rendimiento del 87%. Esta garantía amplía el rango de biomasa accesibles, abaratando los costes en combustible de manera sustancial.

En la cámara de poscombustión, recubierta por una pared simple de refractario, los humos permanecen durante tres segundos contribuyendo de manera crucial a reducir los compuestos NOx contenidos en los gases de escape.

En la zona superior de la caldera se dispone el intercambiador de calor donde los humos ceden su energía a un depósito de agua para generar el vapor de trabajo y reducen su temperatura a 180 °C antes de salir a la atmósfera, valor que demuestra el elevado rendimiento de la instalación.

A lo largo del equipo hay cuatro pases de humos: uno en cada una de las cámaras de combustión y poscombustión y dos en la zona de producción de vapor.

El agua que entra en contacto con el intercambiador ya está a 90 °C, puesto que proviene de la mezcla de agua de red con el retorno de condensados una vez aprovechada su energía en el proceso industrial. Estos condensados se acumulan en un depósito, contro-



Trabajos de construcción de la caldera.

lado por sensores que garantizan que siempre haya disponibilidad para la mezcla.

Cenizas

La combustión de biomasa en la caldera genera el 3% de cenizas sobre el material de partida, alrededor de 180 toneladas al año. Existen tres puntos de recogida a lo largo del proceso, que conducen la ceniza hasta un piso móvil; de este a un *redler* de salida hasta un depósito exterior con ruedas, que va rellenando un contenedor destinado a un gestor de residuos externo.

Asegurar el volumen de gases en el intercambio

Los sensores de nivel de la caldera modifican de forma automática las variables de combustión en función de la humedad de la biomasa para asegurar en todo momento la carga de humo necesaria para el intercambio. Si la astilla llega seca, la mezcla de la cámara de combustión se empobrece mediante la recirculación de un cuarto de humos, antes de que salgan por la chimenea.

Los humos, una vez realizado el intercambio de energía, entran al multiciclón, donde se decantan las partículas antes de que el ventilador genere el tiro en la chimenea. En la zona de tiro existe una bifurcación con compuerta

Datos económicos

Facturación Livein: 70 millones de euros en 2015.

Producción de aperitivos salados: 51-56.000 T/año.

Plantilla: 269 trabajadores.

Inversión en la nueva caldera: 595.000 euros.

Amortización: 3,5 años.

Precio del combustible: 0,017 €/kWh.

Emissiones evitadas: 3.400 tCO₂/año.

Datos técnicos

Ingeniería: Imartec Energía SL.

Caldera: Uniconfort, modelo Global G 300 de 3,48 MW (5.000 kg/hora de vapor).

Suministrador principal: PFP SL.

Necesidades: 2.500 kg/h de vapor de proceso y 2.500 kg/h de agua sobrecalentada a 120 °C para un proceso interno de cocción.

Entrega de vapor: en la salida del vapor de caldera existe un contador que permite controlar de forma instantánea el consumo de vapor y el rendimiento de la caldera.

de mariposa que puede obligar a parte de los humos a retornar a la caldera para empobrecer la mezcla de aire de combustión.

En caso de que la astilla llegue muy húmeda es necesario un aporte extra de aire precalentado, que se consigue aprovechando el aire que circula entre la pared de refractario y la chapa exterior de 12 mm. De esta manera, se logra que la caldera se autorregule de forma automática, sin necesidad de un operario que cambie los parámetros en el PLC de control.

Seguridad y limpieza

La caldera dispone de una PED de 72 horas, por lo que sus sistemas de seguridad están doblados.

Todos los componentes y conductos en contacto con humos y agua están fabricados en acero inoxidable; las piezas que componen la parrilla móvil, que se refrigera por agua, llevan aleación de níquel para evitar la formación de klinker o escorias que reducen su vida útil.

La limpieza de los intercambiadores se lleva a cabo mediante 24 sopladores de aire comprimido a 9 bares, controlados por electroválvula y colocados a ambos lados del intercambiador, sin alterar el flujo natural de los gases.

Marc Saló es socio fundador de Imartec Energía, SL, empresa que ha diseñado y realizado la instalación de una de las calderas de vapor más grandes de Cataluña.

La industria 4.0 y la nueva automoción, temas de debate del desayuno temático de la Fundación en Matelec Industry

La Fundación Técnica Industrial, en el marco de sus desayunos temáticos, organizó el pasado 27 de octubre en la Feria Matelec Industry (Feria de Madrid-IFE-MA), una jornada en la que se trataron dos temas de gran actualidad como son la *industria 4.0* y la *nueva automoción*, que contó con destacados ponentes expertos en la materia. También se llevó a cabo la presentación de los números 313 y 314 de la revista *Técnica Industrial*, cuyos temas centrales son los de este desayuno temático de la fundación.

La jornada comenzó con la inauguración del desayuno temático a cargo del presidente de la Fundación Técnica Industrial y del Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti), José Antonio Galdón, que estuvo acompañado por Santiago Quiroga, director de Expansión Internacional de Ifema, y Santiago Díez, director del Área Comercial de Matelec.

Santiago Quiroga agradeció a la fundación, en nombre de Ifema, que hubiera escogido este espacio como sede para realizar el encuentro. Por su parte, Santiago Díez subrayó que este año es la primera vez que se pone en marcha Matelec Industry, con muy buenos resultados.

A continuación, el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, ofreció una ponencia con el título *Hacia la ingeniería 4.0*, en la que señaló: “cuando hablamos de industria 4.0, de automoción y de innovación, nuestro principal reto es ser ingeniero 4.0, es decir, ser los ingenieros que realmente necesita la industria y nuestra sociedad”. En este sentido, explicó que la principal función del Consejo General y los colegios profesionales es el servicio a la sociedad, que se hace siempre a través del trabajo, en este caso, de los ingenieros. “Por ello, nos preocupamos de que estos profesionales sean siempre los más preparados, los más cualificados y los que aporten la máxima garantía y profesionalidad a la sociedad”. De este modo, explicó la evolución de las ingenierías, desde antes del Plan Bolonia hasta el momento actual. Antes del Espacio Europeo de Educación Superior, las titula-



De izquierda a derecha, Arturo Pérez, Francisco Aparicio, Juan Ignacio Larraz, y Fernando Palacín, en la mesa sobre la nueva automoción.

ciones estaban totalmente identificadas con la profesión de ingeniero técnico industrial; sin embargo, ahora no sucede así, ya que las nuevas titulaciones de grado tienen que cumplir con la denominada Orden CIN 351/2009, para dar acceso a la profesión regulada.

Primera mesa: industria 4.0

La jornada continuó con la presentación de los servicios de la Mutualidad Mupiti (www.mupiti.es), a cargo de su presidente, José Carlos Pardo García, y tras un breve descanso dio comienzo la primera mesa del desayuno temático *Industria 4.0*, que estuvo moderada por Juan José Cruz García, decano del Colegio de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de Guadalajara.

Todos los ponentes coincidieron al destacar que el potencial de la transformación digital de las empresas productivas es inmenso, en un panorama que cada vez más requiere una mano de obra más cualificada y que abandona el trabajo manual por el *software*, con funciones de simulación productiva y control de la eficiencia. La industria 4.0 empleará los nuevos recursos tecnológicos para reducir costes y conseguir mejorar tanto los tiempos de producción como la eficacia y la eficiencia en toda la cadena de valor.

Miguel Garcés Moreno, *Robots Product Marketing Manager* de la empresa de automatización Omron Ibérica, habló durante su ponencia titulada *La robótica industrial en la industria 4.0*, acerca

del funcionamiento de las denominadas “máquinas integradas, inteligentes y conectadas”, y destacó que la seguridad es lo primero. El primer pilar de esta industria 4.0, por lo tanto, es la automatización integrada: integración del control, de la seguridad, de la visualización, de la información y de la robótica. “Al estar todo integrado, la red es la misma, y esto hace que parezca que el tiempo pasa más rápido, ya que simplemente con pulsar un botón se hace un cambio de producto y la robótica empezaría a hacer otros tipos de trabajo”, explicó.

La segunda ponencia corrió a cargo de Nuria Amescua Zufiurre, responsable de área Digital Factory de Lantek Sheet Metal Solutions, quien explicó los objetivos de su departamento (*software* de digitalización) e incidió en que lo que se pretende es que las máquinas ayuden a los profesionales en el desarrollo de su trabajo, pero nunca que los sustituyan. “Nuestra intención es que el *software* ayude a las personas a ser mejor empleados, más productivos y más precisos”, indicó.

Por su parte, Antonio Mas Vicent, responsable de negocio de Mas Ingenieros, habló sobre *La implantación práctica real en las industrias*. De este modo, se remontó a los orígenes de la industria 4.0 y destacó que desde la década de 1970 se ha venido hablando de *Digital Factory*, *Smart Factory* y *Digital Manufacturing*, entre otros términos, muchos de los cuales no han acabado de cuajar. Sin embargo, el momento clave fue cuando Alemania, para seguir



Miguel Garcés, en la tribuna, y sentados, de izquierda a derecha, Daniel González, Antonio Mas, Juan José Cruz y Nuria Amescoa, en la mesa sobre industria 4.0.

siendo pionera en Europa en el ámbito industrial, en el año 2011, decide impulsar un programa de investigación sobre computadoras en la industria, y se crea el concepto de *industria 4.0*, que se anunció en la feria de Hannover de ese año. Por su parte, Daniel González, ingeniero de la firma Kenkyo Valencia, señaló que la integración es básica para ganar en competitividad, y para ello “tenemos que tener claro el resultado que queremos obtener y la selección de los datos”.

Segunda mesa: nueva automoción

La segunda mesa, que tuvo como tema central *La nueva automoción*, estuvo moderada por Juan Ignacio Larraz Plo, vicepresidente de la Fundación Técnica Industrial y del Cogiti. El primer ponente en intervenir fue Arturo Pérez de Lucía, director gerente de la Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico (AEDIVE), quien señaló: “Nos encontramos ante una tecnología disruptiva, con muchos cambios, y está previsto que el vehículo eléctrico cubra en el año 2020 más del 99% de las necesidades de movilidad de los españoles, cuando en la actualidad es del 87%. Este proceso ya no tiene marcha atrás y se ha internacionalizado”.

El segundo en intervenir fue Francisco Aparicio Izquierdo, presidente de la Asociación Española de Profesionales de Automoción (ASEPA), que comenzó su ponencia titulada *Novedades en la automoción de hoy* hablando sobre la evolución de los sistemas de propulsión de los vehículos y el camino iniciado en la actualidad hacia los vehículos autónomos, que todavía son extremadamente caros, pero que poco a poco bajarán

sus precios, con el paulatino abaratamiento de las nuevas tecnologías. También habrá que tener muy en cuenta lo que se ha denominado “la ética en los sistemas de conducción automática, ante las situaciones de emergencia, ya que los vehículos automáticos no saben gestionar el caos, por ejemplo, y habrá que programarlos para definir su actuación en determinadas circunstancias”.

Por su parte, Fernando Palacín Arizón, director gerente de la Fundación para el Desarrollo de Nuevas Tecnologías de Hidrógeno (e ingeniero técnico industrial colegiado en Aragón), fue el encargado de cerrar este segundo bloque, y se centró especialmente en las oportunidades de la economía del hidrógeno en la movilidad sostenible. “Hay que descarbonizar el sector del automóvil”, aseguró, y destacó que en el momento actual estamos en una transición hacia el uso del gas natural. Sin embargo, el hidrógeno se considera un combustible ideal, dado que no emite gases de efecto invernadero durante la combustión.

Asimismo, explicó el ciclo del hidrógeno, que se obtiene a partir del agua (proceso de electrólisis) y su funcionamiento en la automoción a través de una pila combustible incorporada a un vehículo eléctrico y un depósito de hidrógeno. Gracias a dicha pila de combustible, se obtiene energía eléctrica para hacer funcionar el motor eléctrico que moverá las ruedas.

El Colegio de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de Zaragoza es uno de los 70 patronos con los que cuenta la fundación, con sede en Huesca, y que cuenta con una hidrogenera. Más información: cogiti.es

Castilla y León corrige el error con los graduados excluidos en las oposiciones

Varios graduados en ingeniería de la rama industrial formalizaron su inscripción en la convocatoria de proceso selectivo para el cuerpo denominado “superior” de ingenieros industriales de la Administración de Castilla y León (BOCyL de 22 de junio) y fueron excluidos de la lista provisional por el motivo 07, que identifica la carencia de titulación adecuada.

Al ser conscientes de la discriminación injustificada de la que estaban siendo objeto, fueron respaldados y asesorados por los colegios profesionales donde ambos están colegiados, y siguiendo las tesis jurídicas defendidas por el Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti), presentaron las alegaciones pertinentes a la Administración competente. Finalmente, el error que se había cometido al excluir a los citados graduados de la lista provisional de admitidos ha sido subsanado, y ya figuran en la lista definitiva como admitidos. Así consta en la resolución de 18 de octubre de 2016, de la Secretaría General de la Consejería de Economía y Hacienda, por la que se aprueba la relación definitiva de admitidos y excluidos del proceso selectivo para ingreso libre en el cuerpo de ingenieros superiores (industriales) de la Administración de la Comunidad de Castilla y León.

Tras conocer la subsanación del error cometido por la Junta de Castilla y León, el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, se ha mostrado satisfecho por haber ayudado a evitar una discriminación en toda regla y ha asegurado: “desde el Consejo General y los colegios seguiremos trabajando para que de una vez por todas se acaben las marginaciones que, en función de la titulación, se están realizando en las Administraciones públicas, y realmente se escoja a los profesionales mejor preparados de entre los que dispongan la titulación académica necesaria, que según nuestra legislación y la europea, es la de graduado”. Más información: cogiti.es

Jornadas de información y difusión de la mediación para la resolución de conflictos organizadas por Cogitiar

En el transcurso de las jornadas, celebradas a lo largo de noviembre en Zaragoza, Huesca y Teruel, el Colegio de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón difundió, en colaboración con CEOE Aragón y CEOE Zaragoza, las ventajas de esta herramienta, que ayuda a reducir el número de procesos judiciales.

La mediación, una forma de resolver conflictos entre dos o más partes con la ayuda de una tercera persona imparcial, es una herramienta de utilización creciente entre ciudadanos y empresas. Su eficacia como alternativa a la resolución judicial está demostrada; de ahí que el Departamento de Presidencia del Gobierno de Aragón promueva su difusión de la mano de los colegios profesionales, que cuentan con el personal especializado y los conocimientos técnicos para llevar a cabo estas tareas de apoyo a la actividad de la mediación en la comunidad autónoma, y de asesoramiento a la Administración competente en la coordinación de medidas tendientes a desjudicializar los conflictos.

Enmarcada en el convenio de colaboración suscrito por el Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la rama Industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón (Cogitiar) con el Gobierno de Aragón para la realización de actividades de fomento y divulgación de la mediación, el pasado 21 de noviembre se celebró la jornada *Impulso de la media-*



Jornada sobre mediación en la sede de la CEOE, en Zaragoza, el pasado 21 de noviembre.

ción mercantil en la empresa aragonesa, organizada en colaboración con CEOE Aragón y CEOE Zaragoza.

La sesión fue clausurada por la directora general de Justicia e Interior del Gobierno de Aragón, María Ángeles Júlvez, y contó también con la participación del presidente de CEOE Aragón, Fernando Callizo; el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón; el decano del Cogitiar y vicepresidente del Cogiti, Juan Ignacio Larraz; el magistrado de la sala 12 de la Audiencia Provincial de Barcelona y fundador de la sección española del Grupo

Europeos de Magistrados por la Mediación, Pascual Ortuño, y la magistrada y jefa de la Sección de Estudios e Informes de Mediación del Consejo General del Poder Judicial, Ana Carrascosa.

La jornada, centrada en el impulso de la mediación civil en Aragón, permitió acercar a las empresas presentes todos los detalles de este sistema, regulado por ley, en el que las partes acuerdan libremente que un tercero resuelva definitivamente sus posibles diferencias de interpretación, ejecución y resolución de acuerdos y contratos.

Presentación de la nueva guía de mediación del CGPJ

El Consejo General del Poder Judicial (CGPJ) presentó el 7 de noviembre la nueva guía de mediación intrajudicial para mejorar el acceso a la justicia. El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, asistió como invitado por la tarea que realiza la In.Me.In.

Los vocales del CGPJ Álvaro Cuesta, Rafael Mozo y Concepción Sáez presentaron la nueva guía para la mediación intrajudicial, en la que se recoge y actualizada la regulación legal de esta materia, tanto nacional como internacional, y se detallan los protocolos de mediación en los ámbitos civil, familiar, penal, laboral y contencioso administrativo.

En el acto intervinieron asimismo el profesor de la Universidad de Comillas, Julián Ríos Martín, coautor de la primera guía de mediación intrajudicial penal; la letrada de Mediación del CGPJ, Ana María Carrascosa, y los distintos coordinadores de los grupos de expertos.

Esta guía pretende crear unas prác-

ticas homogéneas y de calidad, y por ello está dirigida a todos los profesionales involucrados en la mediación, tanto miembros de la Administración de Justicia, como mediadores y otros profesionales relacionados con ella. El dossier se ha dividido en cinco ámbitos jurisdiccionales: civil, familia, penal, contencioso-administrativo y laboral.

La nueva guía, actualizada tras los cambios legislativos operados y las experiencias vividas en juzgados y tribunales, constata cómo la mediación intrajudicial, al ser un método informal, participativo, fácilmente accesible y rápido, permite remover los obstáculos de acceso a la justicia, derivados de los problemas de

eficiencia de los órganos judiciales.

En la guía se recuerda que la mediación intrajudicial no es una alternativa al proceso, sino que se inserta en el mismo, y se despliega bajo control judicial, con respeto pleno a las normas sustantivas, así como al sistema de garantías procesales en todos los órdenes jurisdiccionales.

Los vocales del CGPJ, al presentar esta guía que evidencia la definitiva e incuestionable presencia de la mediación en juzgados y tribunales, han reiterado finalmente el firme compromiso del CGPJ por la mejora del servicio a los ciudadanos y del funcionamiento de la Administración de Justicia.

Más información: cogiti.es

El sector de la energía apuesta por una estrategia energética consensuada y estable en el tiempo

Profesionales, agentes del sector energético y representantes políticos han intercambiado ideas y propuestas que puedan servir para una estrategia energética consensuada y estable en el tiempo, en el marco de la jornada Un mercado único de la energía, clave para impulsar el sector industrial europeo, organizada por la UAIITIE y el Ministerio de Asuntos Exteriores.

La jornada, celebrada en la Real Academia de Ingeniería el pasado 23 de septiembre, estaba especialmente enfocada a tratar el denominado "paquete energético de verano de la Comisión", aprobado en julio de 2015, donde se presentaron varias propuestas de cara a ofrecer un nuevo acuerdo para los consumidores de energía, como rediseñar el mercado eléctrico europeo y actualizar el etiquetado de eficiencia energética.

El presidente de UAIITIE-Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, que inauguró el evento, destacó: "el sector energético tiene que tener una base, un equilibrio, entre tres pilares: garantía y calidad en el suministro, que sea limpio y bajo en emisiones, y que sea económico; y nosotros, además, desde nuestra organización queremos añadir un pilar nuevo: el autoabastecimiento". En España tenemos una dependencia energética superior al 70%, mientras que la media en Europa ronda el 50%. El objetivo es conseguir un equilibrio entre estos cuatro pilares. Además, incidíó en que la política energética tiene que plantearse a largo plazo, con una estrategia clara y definida que dé estabilidad a toda la sociedad que depende de ella. "Por ello, desde nuestras instituciones reivindicamos que haya un gran pacto de todas las fuerzas políticas para cumplir los objetivos energéticos marcados y definidos por la Unión Europea", afirmó.

La primera mesa redonda, que estuvo moderada por Fernando Blaya Haro, doctor por la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, versaba acerca de la *Visión sobre la estrategia de la Unión de la Energía y su contribución al crecimiento de Europa*. La primera ponencia estuvo a cargo de Paloma López Bermejo, eurodiputada y miembro de la Comisión de Industria, Investigación y Energía del Grupo Confederado de la Izquierda Unitaria Europea/Izquierda Verde Nórdica, quien destacó "el serio problema de dependencia energética que tenemos en la actualidad". Por su parte, Enrique Veloso Lozano, diputado y portavoz del Grupo



El presidente de Cogiti y UAIITIE, José Antonio Galdón, presenta la jornada, celebrada el 23 de septiembre en la Real Academia de Ingeniería.

Ciudadanos en la Asamblea de Madrid, puso el énfasis en el aspecto novedoso de que los consumidores pasen a ser también productores de energía.

César Ramos Esteban, portavoz de Fomento del Grupo Socialista en el Congreso de los Diputados y portavoz adjunto de Industria, señaló que lo prioritario es caminar hacia la reindustrialización, y para ello es necesario ver hacia dónde va el mercado energético. El siguiente en intervenir fue Arturo Pascual Madina, portavoz de Energía e Industria del Grupo Parlamentario Popular en el Senado, quien indicó que el futuro de la política energética está en lograr un equilibrio entre varios puntos fundamentales: compromisos medioambientales, precio de la factura energética y seguridad de suministro.

A continuación, se dio paso a la ponencia del director de Regulación de Energía de ENAGAS, Francisco de la Flor García, titulada *La interconexión gasista y las políticas energéticas de la Unión Europea*. En concreto, habló de las directivas y reglamentos de los denominados "paquetes energéticos".

Eficiencia energética

La segunda parte de la jornada tenía como tema central la eficiencia energética, y comenzó con la ponencia *La eficiencia energética como contribución a la moderación de la demanda*, del presidente de la Asociación de Empresas de Eficiencia Energética A3e, Rodrigo Morrell Fernández, quien destacó que la des-

carbonización es el principal objetivo hacia el que deben caminar las políticas en materia energética, así como las medidas que ya están en marcha para contribuir a la reducción de la demanda energética.

La segunda mesa redonda, bajo el título *La eficiencia energética de edificios y del transporte. Una dimensión crítica de la Unión de la Energía para consumidores y empresas*, estuvo moderada por Fernando Doncel Blázquez, director de Proyectos Internacionales de Europa+i. El primer ponente en intervenir fue Rafael Barrera Morcillo, director de la Asociación Nacional de Productores de Energía Fotovoltaica (ANPIER), que señaló que este tipo de energía en España es muy competitiva, y rinde más que en otros países europeos. José Manuel Pardo Vegezzi, director técnico de la Asociación del Transporte Internacional por Carretera (Astic), indicó que el 80% del transporte de mercancías en España se realiza por carretera, con todo lo que conlleva para el consumo de combustible de origen fósil. Por su parte, Juan Luis Plá de la Rosa, vicepresidente de la Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico (AEDIVE), destacó que la movilidad eléctrica es más eficiente que con cualquier otro tipo de energía.

Por último, intervino el secretario general de la Asociación Ibérica de Gas Natural para la Movilidad (Gasnam), Manuel Lage Marco, quien habló sobre la movilidad de los vehículos con gas natural licuado. Más Información: cogiti.es.

EDUCACIÓN

El Foro Profesional de la Ingeniería de la rama industrial impulsará las vocaciones tecnológicas

El Foro Profesional de la Ingeniería de la rama industrial, en el que están representados los colegios profesionales a través del Cogiti, las escuelas universitarias y los alumnos, ha acordado trabajar conjuntamente para impulsar y fomentar las vocaciones relacionadas con la ingeniería entre los estudiantes de enseñanzas medias.

Este nuevo acuerdo del Foro Profesional, que se reúne periódicamente para tratar sobre los principales asuntos que afectan a los estudios encaminados a la profesión de ingeniero técnico industrial, está motivado por el déficit actual de ingenieros en el mercado laboral, agravado por el fuerte descenso de vocaciones tecnológicas para hacer frente a dicha carencia. Mientras que la solicitud de ingenieros por parte de las empresas va en aumento, el número de alumnos en las escuelas técnicas decrece cada año.

De seguir en la situación actual, España tendrá que importar ingenieros en 10-15 años, debido a la escasez de estos perfiles técnicos, hoy por hoy, para atender las necesidades del mercado laboral. Informes recientes sobre este asunto apuntan a que la demanda de los estudios de ingeniería ha caído el 23,3% en la última década. Además, en España, el 50% de las ofertas de empleo son del sector tecnológico.

El Foro Profesional subraya la necesidad de que el problema se aborde de manera coordinada desde todas las par-



A la reunión del Foro Profesional asistieron José Antonio Galdón, Juan José Domínguez y Francisco Javier de Lara, acompañados por la decana del Colegio de Sevilla, Ana Mª Jáuregui.

tes implicadas, como centros de enseñanzas medias, universidades, empresas y Administraciones, para evitar esta caída de vocaciones técnicas. Más aún cuando las previsiones futuras indican que los empleos de tipo técnico pueden duplicarse en los próximos años, y todo apunta a que se necesitarán muchos más ingenieros de los que se gradúan cada año.

Todo ello se trató en una reciente reunión del Foro Profesional a la que asistieron el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz; el presidente de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería Técnica Industrial, Juan José Domínguez Jiménez, y el presidente de la AERRAAITI, Francisco Javier de Lara García-Brioles.

Acercamiento del Colegio de Sevilla a los alumnos de grado



La Escuela Politécnica Superior de Sevilla acogió el pasado 26 de octubre una "Jornada de acercamiento del Colegio a los alumnos de grado en ingeniería de la rama industrial", organizada en colaboración con el Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Sevilla, y donde el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, ofreció su ponencia Hacia la ingeniería 4.0. Más información: cogiti.es.

Conferencia de Galdón en la Universidad de Lleida



La conferencia, organizada por el Col·legi d'Enginyers Graduats i d'Enginyers Tècnics Industrials de Lleida, en colaboración con la Escola Politécnica Superior de la Universidad de Lleida, el pasado 20 de octubre, permitió a los alumnos ponerse al día sobre el mercado laboral y las herramientas que los colegios les ofrecen para el desarrollo de sus carreras profesionales. Más información: cogiti.es

EDUCACIÓN

El Cogiti participa en el LVII Congreso de la AERRAITI

La Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón de la Universidad de Oviedo acogió del 9 al 11 de noviembre el LVII Congreso de la Asociación Estatal de representantes de Alumnos de Ingenierías de Ámbito Industrial (AERRAITI), que contó una vez más con la participación de José Antonio Galdón, presidente del Cogiti, con su ponencia titulada *Hacia la ingeniería 4.0*.

Unos 60 estudiantes de 28 escuelas politécnicas de toda España se dieron cita en Gijón, durante tres días, para celebrar el LVII Congreso de la AERRAITI, en un encuentro donde también se llevó a cabo su tradicional asamblea. El objetivo de este congreso es “la puesta en común” del trabajo desarrollado a lo largo del año, además de establecer las líneas que seguir en el futuro; así como buscar ayudas a la formación de los alumnos a través de entidades externas y universidades.

Como es habitual, el presidente del Cogiti fue invitado a participar en el LVII Congreso, el pasado 10 de noviembre, y en esta ocasión, lo hizo con una ponencia titulada *Hacia la ingeniería 4.0*, en la que habló sobre la evolución de las ingenierías, desde antes del Plan Bolonia hasta la actualidad. En este sentido, explicó que antes del Espacio Europeo de Educación Superior, las titulaciones estaban totalmente identificadas con la profesión de ingeniero técnico industrial; sin embargo, ahora no sucede así, ya que las nuevas titulaciones de grado tienen que



José Antonio Galdón, presidente del Cogiti, pronuncia su conferencia *Hacia la ingeniería 4.0*, ante los alumnos asistentes al Congreso de la AERRAITI, en Gijón.

cumplir con la Orden CIN 351/2009, para dar acceso a la profesión regulada. Asimismo, recordó que en ningún país del mundo existen dos profesiones de ingeniero como en España (ingeniero e ingeniero técnico), y lo que marca las diferencias es la exigencia de una habilitación profesional, con tres modelos diferentes que dan acceso a la profesión de ingeniero, dependiendo del país del que se trate. De este modo, hizo hincapié en las barreras y limitaciones que conllevan

las actuales atribuciones profesionales, que también tienen que evolucionar.

“La industria 4.0 necesita ingenieros 4.0, y es imprescindible nuestro impulso para la evolución hacia esa nueva ingeniería. Es necesario abandonar esos dos niveles de ingeniería, así como el acceso a la profesión exclusivamente a través del título académico, y que no se limiten nuestras atribuciones en función de las diferentes ramas de la ingeniería”, señaló. Más información: cogiti.es

Plataforma de innovación participativa de la UAITIE

El Colegio de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales del Principado de Asturias acogió, el pasado 9 de noviembre, la presentación de Engineidea.es. Se trataba de la primera presentación de esta herramienta de innovación diseñada desde la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE) para pymes.

La herramienta Engineidea.es es la primera plataforma de innovación participativa que permite a las empresas industriales o instituciones presentar retos asociados a la innovación, a los que la comunidad, en línea de ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería de la rama industrial de España, plantea propuestas, ideas y soluciones creativas, motivados por incentivos económicos o laborales.



Presentación de la herramienta *engineidea.es* en el Salón de Actos del COITIPA.

El presidente de Cogiti-UAITIE, José Antonio Galdón, en referencia a Engineidea, señaló que uno de los elementos que se ha tenido en cuenta para elegir este lugar como primer escenario para la presentación de la herramienta ha sido su enclave industrial. Asimismo, destacó que la innovación puede estar al alcance de todos y recordó el lema al que se ha referido en numerosas ocasiones: “un ingeniero en cada pyme industrial”.

Por su parte, Gerardo Arroyo Herranz, director de la Oficina Europea Cogiti y UAITIE y coordinador de este proyecto, presentó la herramienta, satisfecho de que se haga ante futuros emprendedores, como son los estudiantes de ingeniería. “Esta herramienta es útil para ambas partes, ya que las empresas podrán solucionar sus problemas y los ingenieros tendrán otros beneficios”, destacó. Más información: cogiti.es

Mesa redonda sobre la situación de las titulaciones técnicas en el congreso de innovación educativa

La mesa redonda, que tuvo lugar el pasado 22 de septiembre en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz, estuvo moderada por el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, y contó con la participación del secretario general de Universidades, Jorge Sainz González, entre otros destacados ponentes.



De izquierda a derecha, Domingo Villero, José Antonio Galdón, Jorge Sainz, Juan José Domínguez y Francisco Javier de Lara.

La Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz ha sido este año la organizadora de la 24ª edición del Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XXIV CUIEET), impulsado por la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería Técnica Industrial y celebrado entre el 21 y el 23 de septiembre. El CUIEET fue creado para mejorar la formación en las ingenierías de la rama industrial. Cerca de 150 personas de 25 universidades españolas asistieron al congreso.

Como viene siendo habitual en los últimos años, el Cogiti volvió a organizar una mesa redonda, el 22 de septiembre, que estuvo moderada por el presidente de la institución, José Antonio Galdón Ruiz, bajo el título *La situación de los títulos tras la implantación (del Plan Bolonia)*. En ella participaron el secretario general

de Universidades del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Jorge Sainz González; el presidente de la Conferencia de Directores de las Escuelas de Ingeniería Técnica Industrial, Juan José Domínguez Jiménez; el presidente de la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de Ámbito Industrial (AERAAITI), Francisco Javier de Lara, y el presidente del Consejo Andaluz de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales, Domingo Villero Carro.

Ordenamiento de los títulos y sus denominaciones

El ordenamiento de los títulos en el sistema universitario español, la planificación y concreción de sus denominaciones, créditos y atribuciones profesionales junto con sus salidas profesionales, el

futuro de los másteres y la actualización de los títulos anteriores a Bolonia fueron algunos de los temas debatidos en esta sesión.

El presidente del Cogiti planteó diversas cuestiones generales, y cada uno de los ponentes de la mesa aportó su visión sobre ellas. Entre los temas que se trataron se encuentra la situación de las titulaciones en ingeniería de la rama industrial en España, como el hecho de que en la actualidad haya más de 100 títulos de grado en ingeniería del ámbito industrial sin atribuciones profesionales, o las nuevas titulaciones que incorporan el nombre de ingeniería junto con otras ramas del conocimiento (sin atribuciones); las universidades que solicitan realizar el máster integrado en contra de la sentencia del Tribunal Supremo; las soluciones que se pueden dar a los titulados pre-Bolonia para actualizar sus títulos; la utilidad de los niveles MECES y EQF; la calidad de las universidades españolas; la falta de vocaciones para estudiar ingenierías y las medidas que se podrían adoptar; el acceso de los graduados a todas las plazas del Grupo A1 de la función pública; el acceso a la profesión de ingeniero en España, y las propuestas para mejorar la empleabilidad de los ingenieros, entre otras cuestiones.

Cogiti y Aenor acercan las normas a los ingenieros

La Asociación Española de Normalización y Certificación (Aenor) ha entregado al Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti) un DVD recopilatorio de reglamentos técnicos y sus normas UNE asociadas, de interés para este colectivo profesional.

La iniciativa de editar estos DVD partió del Cogiti, que indicó a Aenor los reglamentos técnicos que quería incluir, para que la asociación, a su vez, incorporase las normas UNE asociadas a los mismos y que suman un total de 4.988.

A través de los colegios, los DVD se harán llegar tanto a los colegiados que previamente los habían solicitado. De este modo, los profesionales dispondrán, en un único producto, de la



José Antonio Galdón, presidente del Cogiti, recibe el DVD recopilatorio de manos de Avelino Brito, director general de Aenor.

recopilación de todas las normas UNE citadas en los reglamentos que aplican en la profesión. Además, dispondrán de una actualización del contenido, a través de Aenor, hasta el 31 de marzo de 2017.

El director general de Aenor, Avelino Brito, entregó personalmente el DVD recopilatorio al presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, el 14 de noviembre, en la sede de Aenor.

La 60ª Feria Internacional de Muestras de Asturias volvió a acoger el foro de la Ingeniería Técnica Industrial

El pasado 11 de agosto daba comienzo una nueva edición de los tradicionales 'Encuentros con los ingenieros técnicos industriales', que el Colegio del Principado de Asturias organiza cada año en el marco de la FIDMA, con el fin de potenciar y prestigiar la figura de estos profesionales en la sociedad.



Decanos y representantes de los colegios de graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales, acompañados por el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón.

Gijón volvió a convertirse del 11 al 13 de agosto en el principal foro de la ingeniería técnica industrial de España, con interesantes ponencias y actividades, bajo el lema *Para que Asturias tenga el futuro siempre presente*, y contribuir de manera decisiva a su desarrollo tecnológico, industrial, económico, laboral y social.

Cerca de 100 personas de los distintos colegios de España asistieron a los encuentros, a las que el decano de COITIPA, Enrique Pérez, agradeció su presencia y decidido apoyo. Este agradecimiento se hizo extensivo a las empresas que participaron en el pabellón, donde el colegio asturiano contó, como es habi-

tual, con un stand. El acto de bienvenida contó también con la presencia de Francisco Blanco Ángel, consejero de Empleo, Industria y Turismo del Principado de Asturias, que dio paso a las diferentes conferencias impartidas durante las jornadas técnicas en las que se abordaron temas de gran actualidad.

El sábado 13 de agosto, aprovechando la presencia de los decanos de los colegios de graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales de España, que respaldaron un año más con su presencia esta entrañable cita en Gijón, se celebró, en la sede de la Cámara de Comercio, la tradicional reunión del Consejo General, coordinada por el presidente, José Antonio Galdón Ruiz, con la que se puso el punto final a la edición de este año.



NOVEDAD

Modalidad: **E-Learning**

Duración: **120h**

■ Curso pionero en tratar la **nueva figura del Controller Digital**.

■ Te acerca a la **estrategia de transformación digital de tu compañía y al ecosistema digital**.

■ Acceso al examen de Nivel III de la **Certificación Chartered Controller Analyst (CCA Certificate®)** en la especialización de Entorno digital.

Formación

Especialista en Control de Gestión y Transformación Digital (Controller Digital)

→ El **PRIMER CURSO** que trata la **transformación digital desde el punto de vista del control de gestión**, en colaboración con el **Global Chartered Controller Institute – GCCCI**.

→ Un **complemento perfecto para la formación de todas las empresas que se enfrentan a la transformación digital**. Desarrollate como un profesional diferencial y vital en tu organización.

1 MÓDULO **Control de Gestión y Estrategia Digital**

2 MÓDULO **Análisis del Negocio Digital**

3 MÓDULO **Gestión, Eficiencia y Riesgos en la Era Digital**

4 MÓDULO **Tecnología y Operativa digital**

699 49 77 51 | aduran@wke.es

← **Infórmate ahora**

La vivienda integral o ecológica

La vivienda ecológica es la que integra los recursos y mejoras contrastados y que asumirá todo lo que perfeccione el hábitat humano, con el abandono de técnicas ineficaces e insalubres

Miguel Ángel San José Sacristán

Una tarde de primavera, Juan José dejó el coche en una arboleda aladaña al puente de la carretera SO-320 sobre el río Lobos y siguió una senda que bordeaba el cauce, aguas arriba.

El Sol estaba aún bastante alto y algunos buitres dibujaban en el azul espirales altísimas, mientras otros se posaban en los roquedos que bordeaban el profundo valle.

Según caminaba, sorteando las irregularidades del camino, iba embelesado en las sensaciones que le inundaban: el canto de las aves, el multicolor despliegue de abundantes flores y su perfume, la belleza de los nenúfares sobre la tersa superficie irisada del agua, a la vez que una idea persistía en su mente, que le impelía a palpar, de vez en cuando, la brújula que llevaba en uno de sus bolsillos.

Tras media hora de trayecto descubrió un amplio espacio bordeado de farallones calcáreos, y sobre la ladera de un promontorio, su meta: La ermita templaria de San Bartolomé.

Tres olmas se alzaban delante de la ermita. Le vino a la memoria Lug, el *politécnico* dios de los celtas de esta tierra, aquel que se hacía acompañar por el lobo, que daba nombre al entorno, y fue patronímico de tantos hombres del contorno durante siglos. La sagrada *olma* que acogiera en su torno el consejo de los ancianos, y alrededor de la cual, danzaba el pueblo las noches de plenilunio, se elevaba como hito previo a la meta.

Aquella tarde Juanjo, colmado de dicha, creyó verificar su idea sobre las *corrientes telúricas*, (de *tellus* = tierra), cuando tras moverse en torno a la ermita pudo comprobar que la brújula "se volvía loca", y trastocaba su normal dirección, junto a una de las jambas de la puerta.

Por fin, estaba convencido de haber visto personalmente los efectos de aquello que algunos pueblos celtas llamaban *wouvre*, y los chinos denominaban *venas de dragón*, que recorrían la superficie de la tierra creando puntos cargados positiva o negativamente, y cuya primera noticia le había llegado a

través de *El arte de proyectar en arquitectura*, de Ernst Neufert, que describía las *mallas de Hartmann*.

Al día siguiente, de regreso a su puesto de trabajo en una oficina técnica de Madrid, repasaba el fichero en el que había ido clasificando edificios según unos criterios personales, comenzando por *viviendas con defectos constructivos*, a partir de las exigencias técnicas y administrativas de la edificación tal como se especificaban en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, con sus correspondientes modificaciones.

"El sobrecoste que supone la construcción holística se puede asumir perfectamente rebajando el grado de especulación"

"Se puede alegar que la ecológica es una utopía. Por supuesto, existen muchas antiguas utopías, que no son sino realidades"

Durante los últimos minutos se había dedicado al estudio de la NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Los edificios así clasificados, según la OMS, había leído, reúnen una serie de características comunes:

Casi siempre tienen un sistema de ventilación forzada común a todo el edificio, con recirculación parcial del aire, tomas de aire en lugares inadecuados, usan intercambiadores de calor que transfieren los contaminantes desde el aire de retorno al de entrada, las superficies interiores a menudo están re-

cubiertas con material textil y, al estar pensados para el ahorro energético, mantienen la temperatura deseada con un ambiente homogéneo y hermético.

A Juanjo, su interés por el tema de la vivienda le venía de lejos, pues recordaba perfectamente las clases de Técnicas de Hogar, en las Enseñanzas Técnico-Profesionales de bachillerato, en las que aprendió las condiciones de la vivienda higiénica, que recordaba que debía reunir unos requisitos especificados por los Principios de Higiene de la Organización Mundial de la Salud, de 1990.

Además de servir de cobijo contra los elementos y ámbito para su vida familiar, la vivienda debe protegerle contra los riesgos del entorno físico y social que puedan afectar a su salud. Con tal objeto, lo ideal sería que la vivienda promoviera la salud física y mental, además de promover un desarrollo social enriquecedor. Por todo lo cual, los parámetros mínimos marcados serían según tales orientaciones:

1. Protección contra las enfermedades transmisibles; 1.1. Abastecimiento de agua salubre; 1.2. Eliminación higiénica de excretas; 1.3. Eliminación de desechos sólidos; 1.4. Desagües eficaces; 1.5. Servicios higiénicos personales y domésticos; 1.6. Facilidad para la preparación higiénica de los alimentos; 1.7. Salvaguardias estructurales contra la transmisión de enfermedades; 2. Protección contra los traumatismos, las intoxicaciones y las enfermedades crónicas; 2.1. Medios para manipular el ajuar doméstico; 2.2. Medios de aireación y renovación del aire interior; 2.3. Seguridad química; 3. Reducción al mínimo de los factores de estrés psicológicos y sociales, y 4. Facilitar las relaciones con el entorno.

En este momento Juan José tiene en su fichero, además de las mencionadas, otras etiquetas que indican:

El edificio saludable: está concebido en función de la salud de las personas, del entorno y del planeta, considerando los materiales constructivos, la forma



Foto: Chesky / Shutterstock.

del edificio, paramentos, iluminación, orientación, ventilación, influencias del paisaje y el entorno social... Todo en función de la salud, con unos criterios terapéuticos como origen y meta de toda construcción.

El edificio ecológico: se programa, proyecta, realiza, utiliza, demuele y se recicla, como edificio sostenible para el hombre y para el medio ambiente, bajo las siguientes consideraciones: a) Valorar el impacto ambiental; b) Proyectar la obra de acuerdo con el clima local; c) Ahorrar energía; d) Usar fuentes de energía renovables; e) Minimizar el impacto hídrico y de carbono; f) Construcción de gran calidad; g) Soslayar los riesgos para la salud; h) Utilizar, a ser posible, materias primas locales, cuyo insumo energético sea mínimo; i) Usar materiales reciclables y gestionar ecológica de los desechos; j) Aplicar pinturas y recubrimientos ecológicos, que eviten una humedad relativa inadecuada o produzcan contaminación electrostática.

El último apartado del fichero de Juan José lo ha titulado *Vivienda integral o ecológica* (de *ecos = casa*, y *holos = total*), es decir, la vivienda, o el edificio en general, que integra los recursos y mejoras contrastados y que asumirá todo lo que perfeccione el hábitat humano, con el abandono de técnicas ineficaces o insalubres.

Además, se deberían considerar otros elementos, normalmente olvidados:

1. Construcción sismorresistente, en todo caso, pero reforzando las medidas de seguridad progresivamente, en función de la sismicidad de la zona.
2. Estudio de influencias de corrientes eléctricas y radiaciones, y las medidas de eliminación.
3. Estudio geobiológico o de Feng Shui, para amortiguar, o incluso anular los efectos de los lugares negativos que haya en el terreno, según las líneas de Hartmann, Curry, Peyré, etc., y además, localizar la situación y trayectoria de las posibles corrientes

subterráneas de agua, que suelen reforzar aquellos efectos.

Se argüirá que una construcción holística es económicamente poco rentable, a lo que se debe oponer que, hasta ahora se ha dado un exceso de especulación en la construcción y que tal hecho ha sido tremendamente oneroso para la economía de la mayoría de los ciudadanos. El sobrecoste que supone la construcción holística se puede asumir perfectamente rebajando el grado de especulación. Los resultados redundarían en salud y seguridad, menor gasto sanitario y una perspectiva con menos catástrofes.

Evidentemente, se podrá alegar que la ecológica es una utopía. Por supuesto, existen muchas antiguas utopías, que ya no son sino realidades. Las utopías de hoy están en un horizonte que mañana alguien alcanzará.

Miguel Ángel San José Sacristán es colegiado e interventor del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Valladolid.

La falta de control de gestión digital puede incrementar drásticamente la vulnerabilidad de las organizaciones

Jorge Pamiés

Es común afirmar que vivimos en la era digital. Pero, ¿qué significa esto para los profesionales del control de gestión? ¿Qué efectos tendrá esta revolución para el trabajo diario del *controller* (controlador), su capacidad para tomar decisiones y para la planificación estratégica de la organización?

La transformación digital está redefiniendo los modelos de control de gestión y afectando a todas las áreas de la organización. En este nuevo entorno, el controlador es y será una figura clave en el éxito de las organizaciones en la era digital. Esta nueva era no es solo tecnología; es mucho más. Es pensar y gestionar de forma diferente.

Almacenar y compartir información entre empresas y organizaciones nunca ha sido tan sencillo y barato. Su irrupción en el mercado ha dado lugar a la creación de muchas nuevas oportunidades de negocio, pero también, hay que aceptarlo, ha cambiado y sigue cambiando la forma de hacer negocios a un ritmo cada vez más rápido.

Del mismo modo, las métricas de rendimiento y eficiencia tradicionales ya no capturan el valor generado por los activos intangibles y las organizaciones, y el control de gestión necesita nuevos procedimientos, técnicas y habilidades para poder medir y controlar los elementos impulsores de valor. Por ello, el controlador digital se está convirtiendo en un profesional diferencial y vital en las organizaciones, aportando valor tanto en la obtención de resultados como en la transformación digital.

Más que nunca esto también afecta al trabajo de los controladores y les enfrenta a nuevos retos. ¿Cómo será el nuevo escenario en el que se desenvuelva? ¿Cómo pueden los controladores de forma proactiva iniciar y gestionar el cambio?

La era digital y la transformación digital han redefinido los modelos de control de gestión. La digitalización de los negocios afecta a todas las áreas de la organización, desde operaciones, hasta *marketing*, finanzas y estrategia. En este nuevo entorno el controlador, mediante su visión global y transversal del nego-

cio, es y será una figura clave en el éxito de las organizaciones en la era digital. Esta nueva era no es solo tecnología, es mucho más, es pensar y gestionar de forma diferente.

La importancia del control de gestión

Tal como sostiene el *Estudio la radiografía del controller* en la empresa española 2016, presentado por el Global Chartered Controller Institute (GCCCI) junto con KPMG y Microsoft, y en colaboración con Partners e ICADE Asociación, “en la actualidad, el 41% de las empresas no cuentan con un departamento exclusivamente de control de gestión, aunque con el tiempo va ganando peso por su importancia a la hora de la toma de decisiones. Por ello, es una función con gran recorrido en las empresas españolas en la medida en que se constituyan como el *business partner* de las organizaciones y sean capaces de analizar el pasado, gestionar el presente y mejorar el futuro”.

El estudio también considera que el controlador dentro de la organización tiene un gran impacto, no solo por su credibilidad y confianza (...), sino también porque es quien tiene capacidad de representar a la empresa en las situaciones más críticas y guía hacia el cumplimiento de metas concretas y efectivas”. La valoración de los encuestados y las conclusiones del informe confirman así “la importancia que cobra el departamento de control de gestión en una empresa”.

La evolución de la figura del controlador en los últimos años ha estado marcada por su desvinculación del área financiera-administrativa para involucrarse más en el área de gestión y operativa, concluye el estudio, abriendo la puerta así a que la figura del control de gestión se amplíe a otros espacios de la organización y aporte sus conocimientos en nuevas áreas de trabajo, entre ellas la del entorno digital, un movimiento que pasó de ser una moda hace ya tiempo y que se ha convertido en un desafío permanente para las empresas.

La transformación digital

“En cualquier organización, independientemente de su tamaño y actividad, el con-

trolador ha pasado a considerarse una pieza clave para impulsar el alineamiento entre las áreas organizativas, tanto de soporte como de negocio, así como el principal responsable de anticipar y facilitar la toma de decisiones a la dirección. En paralelo, la tecnología se ha convertido en un activo competitivo y crítico para las organizaciones, pasando a ser una prioridad estratégica. La transformación digital, de la que todos hablamos constantemente, no es más que una señal inequívoca de lo anterior”, explica Benigno Prieto, director de Función Financiera en KPMG en España y uno de los autores del estudio.

De igual forma, continúa, “cada empresa debe abordar cambios tecnológicos, siempre en función de su nivel de madurez y considerando que la tecnología no puede ser un fin en sí mismo, sino una palanca adicional para mejorar su competitividad”. Sobre todo, teniendo en cuenta que la era digital es una realidad vigente y un desafío presente y futuro para las organizaciones. Y más aún cuando los profesionales actuales todavía reconocen que se sienten “poco cómodos” con la tecnología, salvo en áreas concretas como el *reporting*, utilizando gran parte de su tiempo en este tipo de tareas.

Unai Alejandre, *senior finance controller* de Microsoft España, manifiesta en el estudio presentado que la contrapartida “es el escaso margen que queda para convertir tales datos en información y utilizarla para influir y tener mayor impacto en la toma de decisiones. Desde aquí apostamos por un uso intensivo de las últimas herramientas que proporciona la tecnología para minimizar el tiempo dedicado a las tareas de *reporting* (y de *planning* y *forecasting*). Las aplicaciones de *business intelligence* simplifican el proceso de extracción de datos y su visualización, lo que permite al controlador volcarse en el análisis y la búsqueda de soluciones que ofrecer a los directores encargados de dicha toma de decisiones”

Jorge Pamiés es director del Programa Ejecutivo en Control de Gestión Estrategia en Innovación de Wolters Kluwer y experto en control de gestión nos ayuda a analizar los cambios que la revolución digital generará en las empresas y los desafíos que estas deberán enfrentar si no se preparan adecuadamente.

Jorge Pamiés

Director del Programa Ejecutivo en Control de Gestión Estrategia en Innovación de Wolters Kluwer

“El 75% de las empresas serán digitales en 2020”

Hablamos con Jorge Pamiés, uno de los directores del programa Especialista en Control de Gestión y Transformación Digital (*Controller Digital*) de Wolters Kluwer en colaboración con Chartered Controller Analyst (CCA) Digital Controller y Global Chartered Controller Institute (GCC) y PDD por The Wharton School, University of Pennsylvania, MBA y BA (Hons), para conocer de primera mano las ventajas, desafíos y posibilidades que tienen los profesionales del control de gestión digital.

¿Cómo podríamos definir el perfil de un *controller digital*?

La revolución digital y el entorno digital han cambiado considerablemente la forma de gestionar y analizar los modelos de negocios. Vivimos en la era del "darwinismo digital", un momento en que la tecnología, las organizaciones y la sociedad están evolucionando más rápido que la capacidad que tenemos de adaptarnos y responder. Como dijo Charles Darwin en *El origen de las especies* (1859): "No es la especie más fuerte la que sobrevive ni la más inteligente, sino la que mejor se adapta a los cambios".

La transformación digital y la digitalización de las organizaciones es transversal a todas las áreas de la organización, desde operaciones, hasta *marketing*, finanzas, estrategia, etc. El *controller*, mediante su visión global y transversal del negocio, es y será una figura clave en el éxito de las organizaciones en la era digital. La falta de control de gestión digital puede incrementar drásticamente la vulnerabilidad de las organizaciones ante las disrupciones digitales, mermando la cuenta de resultados.

El *controller* será un nexo de toda la organización, entre el mundo digital y el físico, ayudando a la transformación digital y asegurando la cuenta de resultados dentro de este proceso.

¿Cuáles son las funciones principales que tendrá que desempeñar un *controller digital*?

En un entorno tan dinámico y cambiante



Jorge Pamiés

como el digital, la necesidad de contar con controladores que sepan ajustarse al entorno, anticiparse y aprovechar esos cambios se vuelve vital, pues es en ellos en quienes descansa buena parte del futuro de las empresas y del negocio. Convertirse en un controlador digital fuera de serie es uno de los grandes retos de aquellos que buscan guiar a sus compañías hacia los desafíos el siglo XXI y salir airoso en el proceso.

“La tecnología, las organizaciones y la sociedad evolucionan más rápido que la capacidad que tenemos de adaptarnos”

El controlador digital, además de las funciones y competencias tradicionales de finanzas, operaciones, costes, producción, etc., deberá tener conocimientos de estrategias disruptivas, gestión

de proyectos digitales, finanzas y costes digitales y, sobre todo, tendrá que estar enfocado en temas de Big Data, Internet de las cosas, gestión del cambio, *marketing digital*, indicadores digitales, *business intelligence*, agilidad, simplicidad, transformación digital y pensamiento híbrido, es decir, tendrá que buscar el equilibrio entre el pensamiento analítico y el intuitivo.

¿En qué áreas podría influir su acción dentro de una empresa?

Puede y podría en toda la cadena de valor, desde producción hasta digital, pasando por financiero, distribución, logística..., ya que tiene una visión transversal y global de la organización.

¿Cuál es la proyección profesional de este perfil en los próximos 10 años?

La proyección del controlador en general es muy buena; es una de las profesiones con mayor demanda desde 2007 y con este nuevo escenario digital será incluso mejor. Creo que vienen años muy buenos para el perfil del controlador y, sobre todo, para el controlador digital. El futuro es digital y la adecuada gestión en este ámbito será en gran parte responsabilidad del controlador digital. Cualquier organización que quiera convertirse en un referente en este ecosistema tendrá que incorporar a un experto en control de gestión.

¿Por qué es crucial conocer y estar al día en la era digital?

Según la consultora Gartner, en 2020 el 75% de las empresas serán digitales o estarán en proceso de transformación digital. Sin embargo, solo el 30% de esos esfuerzos tendrán éxito. Además, según un informe presentado por Cisco y el IMD de Suiza, el 40% de las empresas de hoy en día perderán su cuota de mercado en los próximos cinco años debido a la disrupción digital. Por ello debemos poner expertos en las organizaciones que sean capaces de anticiparse a esos cambios, y el controlador es y será uno de ellos, sin lugar a duda.

Portátiles solidarios

Labdoo, una red social colaborativa y sin ánimo de lucro de origen español, ha entregado más de 8.500 ordenadores portátiles en desuso a 200.000 estudiantes de 750 escuelas de todo el mundo



Niños en una escuela de Zambia con portátiles entregados por la red social española Labdoo. Foto: Labdoo.

Joan Carles Ambrojo

Cada año, compramos millones de nuevos ordenadores portátiles, tabletas y otros equipos. Reemplazan aparatos que tan solo llevan 3-4 años de vida activa y que aún tienen cuerda para rato. Es la irrefrenable obsolescencia tecnológica, una práctica que genera 40 millones de toneladas de basura electrónica, a un ritmo de crecimiento de 800 ordenadores portátiles desechados cada segundo. Su reverso oscuro es la pobre o nula escolarización de millones de niños en países en desarrollo.

Mientras estudiaba en California, el ingeniero de telecomunicaciones Jordi Ros-Giralt se apuntó como voluntario al grupo de Ingenieros Sin Fronteras con la idea de recoger ordenadores portátiles, sanearlos, llevarlos e instalarlos y enseñar su funcionamiento en una escuela al sur de Antigua, en Guatemala. Regresa del viaje "con más preguntas que respuestas, cómo hacer que eso creciera de manera orgánica y tener un impacto mayor".

Esta semilla dio como fruto Labdoo, una red social colaborativa y sin ánimo de lucro de origen español que ya ha entregado más de 8.500 ordenadores

portátiles en desuso a 200.000 estudiantes de 750 escuelas de todo el mundo, tras sanearlos y equiparlos con *software* educativo, para luego ser trasladados por voluntarios, al aprovechar que viajan a un lugar determinado que coincide la demanda escolar. El coste medioambiental y económico es prácticamente cero.

"La obsolescencia tecnológica genera 40 millones de toneladas de basura electrónica, unos 800 ordenadores portátiles desechados cada segundo"

Los participantes se unen para donar, reparar, almacenar y enviar los portátiles, popularmente denominados *dootronics*, a las escuelas que los necesitan. *Dootronic* es cualquier aparato que cumpla dos condiciones: transportable de forma sostenible al destino asignado y que se pueda utilizar de forma educativa, tras

cargarle aplicaciones educativas. "De momento, trabajamos mucho con *laptops*, y cada vez más con tabletas, instalando contenidos de libros electrónicos que los niños puedan leer", añade Ros-Giralt. En los lugares sin acceso temporal a la Red cargan los ordenadores con aplicaciones educativas *offline*, como Wikipedia, *ebooks*, aplicaciones de matemáticas, geografía e historia.

Red abierta a cualquiera

Labdoo es una red abierta a cualquiera. El proceso está explicado en la plataforma. Cuando alguien se registra, encuentra una serie de instrucciones y manuales que explican los pasos que seguir. El programario es libre y se puede descargar de Internet. Labdoo también organiza talleres educativos. "Una vez han aprendido, se convierten en embajadores, y cuando se gradúan los niños explican a los otros niños cómo hacerlo. Es el concepto de cadena humana colaborativa, se pasan los mensajes de unos a otros para poder ir creciendo orgánicamente", sostiene Ros-Giralt. "Con este modelo, los estudiantes aprenden el proceso tecnológico



Escolares de Tailandia con ordenadores portátiles de Labdoo. Foto: Labdoo.

de saneamiento, reparación e instalación informática, pero también conceptos de sostenibilidad y solidaridad”, añade.

Es el caso de Alejandro (Alex) Rodríguez, de 15 años. Desde hace poco, vive con su familia en San Francisco. Hace un par de años, antes del traslado, fundó un *hub* Labdoo en la escuela Balder de Las Rozas, en Madrid. Alex es un entusiasta de las matemáticas, la ciencia y la tecnología desde que tenía 10 años. “Disfruto con los ordenadores y el *software*, construyendo y programando robots”, dice. La influencia de sus padres y el hecho de que sus abuelos tuvieron que dejar la escuela a los 12 años para ayudar económicamente a la familia mentalizaron a Alex de que la educación lo es todo, “un derecho fundamental”. Decidió poner en práctica su objetivo solidario y participó en un concurso de emprendimiento social joven de la Fundación Balder para la construcción de escuelas en países en desarrollo. Lo ganó con su proyecto del *hub* Labdoo.

A los cinco meses, este joven consiguió llevar unos portátiles a México. Pero, tras reenfoque el proyecto, su centro convirtió el *hub* en actividad extra curricular, que alcanza escuelas de Togo.

“¿Qué consejo dar a los chicos que se plantean crear un *Labdoo Hub* en sus escuelas?”, se pregunta Alex. Lo resume en saber qué hacer en cada momento, estar preparado para dedicar tiempo y esfuerzo, establecer estrategias para obtener recursos, aplicar dotes de persuasión para captar nuevos voluntarios y mucha, mucha planificación.

“Los participantes se unen para donar, reparar, almacenar y enviar los portátiles, popularmente denominados *dootronics*, a las escuelas de medio mundo que los necesitan”

Existen otros voluntarios que se reúnen para compartir experiencias, otros aumentan la base de conocimientos y, los más atrevidos, crean un *hub* en el que dinamizar las donaciones. “El reto ha sido la persistencia, no tirar la toalla”, asegura el

fundador. Sobre todo, porque es una red diseñada para que las actividades “sean lo más distribuidas, orgánicas y sostenibles, y todas las tareas sean fáciles de hacer”.

Viajeros voluntarios

¿Cómo llevar tantos equipos a cualquier rincón a coste casi cero? La red dispone de un sistema inteligente que permite calcular las mejores rutas para asignar los portátiles, según donde se encuentren y a los viajeros voluntarios que tengan un hueco en el equipaje para llevar alguna unidad. Los portátiles recogidos por Labdoo son todos identificados con una etiqueta única compuesta por un número de 9 dígitos y un código QR, que representa una dirección de Internet, que permite seguirlos en todo momento. “El etiquetado del portátil permite al donante comprobar la evolución del aparato y el uso que se le da en la escuela de destino”, explica Ros-Giralt. Los equipos llevan incorporado un programa que avisa cuando dejan de funcionar, para que otro viajero voluntario lo recoja y lo transporte a un centro de reciclaje y no se convierta en basura electrónica.

Tras el etiquetado, el usuario puede sanear y cargar el material educativo por sí mismo, con ayuda de un manual editado por la organización, o llevarlo al *hub* más cercano, donde se encargarán de ello. Una vez introducido en el inventario, el portátil aguarda a la demanda de una escuela participante. La red identifica a un viajero voluntario que tenga una ruta coincidente y le asigna el o los equipos. Labdoo y su enfoque para llevar la educación alrededor del mundo ha sido reconocido por la Unesco como “una contribución valiosa y sostenible para el desarrollo del aprendizaje y la educación a países extranjeros”.

La tibetana Jampa Latso, 34 años, creció recolectando estiércol de yak, pastoreando el ganado y criando caballos en un tranquilo poblado. Tuvo una infancia feliz y quería estudiar, pero ser niña en una sociedad conservadora aunque solidaria es un pesado estigma. Raramente acuden a la escuela. Con tenacidad y el apoyo de sus padres se ha convertido en la primera persona de su comunidad en graduarse

en la universidad. Y ahora cursa un máster en liderazgo y cambio social. “En los últimos años he participado en proyectos para beneficiar a las familias y chicas de mi comunidad y del Tíbet rural, dice Latso. Desde proveer paneles solares a la introducción de programas de alfabetización en escuelas de primaria. Y ahora lleva los *laptops* rescatados por Labdoo. Estas tecnologías “permiten mejorar su educación y disfrutar también con ellas”, añade.

Ordenadores para los refugiados

La red Labdoo también llega a los refugiados. En Europa del Este, Suiza y Alemania están muy activos atendiendo inmigrantes y han establecido plataformas que se preocupan de los ellos. La figura del ordenador es una pieza importante porque les permite comunicarse con los familiares que han dejado en sus países y, a la vez, les permite integrarse socialmente en los países [de acogida], para aprender el idioma, a nivel educativo, etc. Por ejemplo, la ONG suiza Active Asyl organiza en el país alpino cursos de capa-

citación tecnológica con equipos en desuso reacondicionados. “Los refugiados tienen mucho tiempo mientras esperan la decisión de si se les permite quedar”, explicaba en una entrevista Simon Marti, el fundador de esta organización. Llegan con *smartphone*, pero apenas alguno ha usado un portátil. El objetivo es potenciar las capacidades de los refugiados y sus familias y facilitar su integración mediante la tecnología, también conectados desde sus domicilios. Algunos refugiados acaban convertidos en instructores de otros compañeros.

Labdoo en cifras

- 8.502 dispositivos etiquetados.**
- 847 en tránsito.**
- 5.630 entregados.**
- 174 hubs.**
- 744 escuelas.**
- 205.226 estudiantes.**
- 116 países.**



Niños de una escuela de Meanchey (Camboya), donde Labdoo ha entregado ordenadores portátiles con programas educativos. Foto: Labdoo.

Device tag www.labdoo.org ID: 000005434		Power adap. tag www.labdoo.org ID: 000005434		Batt. comp. tag www.labdoo.org ID: 000005434		Battery watt-hours: 44Wh
---	---	--	---	--	---	---

Etiqueta de Labdoo.



Imágenes de diferentes escuelas en las que la red social de origen español Labdoo ha entregado ordenadores en desuso una vez reparados y revisados, en los que se han instalado libros electrónicos y programas educativos. **1** Nepal. **2** Tibet. **3** Kenia. **4** Etiopía. **5** Marruecos.

La información y el lado oscuro

Hubo un tiempo en el que la información eran una serie de noticias, sucesos o cotilleos varios y los canales para obtenerlos eran los medios de comunicación que, de forma convencional, eran radios, televisiones y periódicos. Todo parecía controlado. Pero esta vieja historia de la información cambió cuando se acuñó un nuevo término: el *byte*. Así que en 1948 dimos por inaugurada una nueva era que llamamos de la información. El periodista, biógrafo y ensayista James Gleick en su libro *La información* indagó en esta realidad y su historia. “La diferencia entre los seres humanos y los animales es que nosotros amamos la información, nos gusta, tenemos un apetito casi tan primario de ella como del alimento, del sexo, del sueño. Evidentemente, hay una enorme distancia entre la sabiduría y el mero cotilleo, pero sinceramente creo que a todos nos gusta un poco de las dos. Twitter, que parece la plataforma social más tonta que existe y que solo nos permite usar 140 caracteres (una cantidad de la que muchos dudan de que se pueda contar algo que valga la pena) puede parecer ridícula, pero todos vamos gravitando hacia ella como imantados, incluido yo mismo. Esto nos habla de que cualquier bocado de información, por pequeño y trivial que parezca, siempre es nutritivo”, afirmaba Gleick en la promoción de su libro en Madrid.

“LAS BARRERAS TRANSNACIONALES TRADICIONALES A LA DELINCUENCIA SE HAN DEMOLIDO EN EL MUNDO VIRTUAL”

Ahora, desde un jovencito tuitero al más experto de los comunicadores junto con millones de personas están sumergidas en un gran océano de información y, sobre todo, desde que en Internet se hizo la luz. Desde entonces los *bytes* no han dejado de multiplicarse, tanto que “para comprender Internet, sin saber a ciencia cierta de qué hablamos o realmente qué hacemos y qué nos hacen en el mundo virtual, una analogía interesante es considerar la Red como un *bicho*; un *bicho* en plena y constante evolución desde que vio la luz en la caverna digital allá por la década de 1960, un bicho que se ramifica y diversifica sus funciones a tal velocidad y con mutaciones tan extrañas en lugares tan diversos de la geografía virtual, mental, física, espiritual, etc., en fin, la que queramos imaginar o mezclar, que no hay forma, por más esfuerzo que le dediquemos al asunto, ni siquiera de perfilar sus diferentes y potenciales desarrollos”, afirma el periodista y especialista en redes Luis Ángel Fernández Hermana.

Marc Goodman, consultor y especialista en la evolución de Internet, en su libro *Los delitos del futuro* expone los posibles riesgos de una red que no controlamos y en la que confiamos en exceso. “Tenemos muchas cosas que celebrar en el mundo tecnológico actual. Si bien las ventajas del mundo en línea están bien documentadas y suelen ser destacadas por quienes trabajan en el sector de las tecnologías, toda esta interconectividad también tiene un lado oscuro. Los tendidos eléctricos, el control del tráfico aéreo, los sistemas de envío de camiones de bomberos e incluso los ascensores de nuestros lugares de trabajo dependen



SWEVILY / SHUTTERSTOCK

esencialmente de la informática. Cada día conectamos más parte de nuestras vidas cotidianas a la red de información global sin detenernos a pensar qué implicaciones tiene ello. Pero, ¿qué sucedería si todas las instalaciones tecnológicas de la sociedad moderna, es decir, las herramientas fundacionales de las cuales dependemos por completo, desaparecieran? ¿Cuál es el plan B de la humanidad? No existe”, advierte Goodman.

“El *bicho* cambia él mismo sin cesar, no solo de forma y fondo; supera barreras y muros (¿criptografía? Un pase por aquí, otro por allá y hay que inventar algo nuevo para sujetarle. Lo interesante es que hacemos cosas con el *bicho* como si supiéramos de qué va la cosa, como si bastara con habitarlo para entenderlo y domarlo. Hoy día, podemos ser idiotas por conveniencia, pero no necesariamente descuidados. Sabemos que cada segundo que respiramos generamos miles de millones de ristas de numeritos, queramos o no. Somos eso, hasta ahí hemos llegado y hay gente preocupada en capturar y trabajar esas ristas aparentemente aburridas. Insisto, la famosa frase “Y yo a qué le voy a temer si no he hecho nada”, reflexiona y nos hace reflexionar Fernández Hermana.

Si bien las fronteras físicas continúan teniendo un papel relevante, tales divisiones son mucho menos claras en el mundo virtual. Los bits y *bytes* fluyen libremente de un país a otro sin someterse a controles fronterizos, controles de inmigración o declaraciones de aduanas que lentifiquen su tránsito. Las barreras transnacionales tradicionales a la delincuencia que debían superar las generaciones anteriores de ladrones, mafiosos y convictos se han demolido en el mundo virtual y han permitido que individuos desagradables entren y salgan a su antojo de cualquier sitio web que les plazca. En los últimos días hemos tenido un ejemplo claro de este suceso. Los cajeros bancarios de varias ciudades europeas comenzaron a dar dinero gracias a las artes delincuentes de un *hacker*. ¿A quién corresponde la jurisdicción de este delito?

Goodman nos recuerda en su libro que con el tiempo “los piratas informáticos se han vuelto más ambiciosos y más malvados. De repente, cualquiera es vulnerable. Internet ha perdido su inocencia. Nuestro mundo interconectado se está volviendo cada vez más peligroso”. Por tanto, no nos queda más remedio que buscar el posible plan B.

ESCUELA DE FOMENTO INDUSTRIAL E.F.I.

Presentación

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

Fines y objetivos

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

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

¿Qué ofrecemos?

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

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

FUNDACIÓN TÉCNICA INDUSTRIAL

Avda. Pablo Iglesias 2, 2º - 28003 Madrid

☎ 91 554 18 06 - 💻 91 553 75 66

✉ fundacion@fundaciontindustrial.es

Cursos de la E.F.I.

Desarrollo directivo: Bloque 1º

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

Desarrollo directivo: Bloque 2º

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

Área de ingeniería forense

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

Área de liderazgo y competitividad

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

Área de gestión empresarial

- Growth engine (Curso 60 h.)

Para conocer las fechas de impartición, contacta con tu Colegio