



Implicaciones de Kyoto.
La planificación de la producción
y las emisiones de CO₂

**Creatividad e
Innovación**

**La Mejora Continua en
las Organizaciones.**
Análisis de su Implantación

**Compuestos
Nanoarcilla-Epoxi:**
Efecto de los ciclos térmicos
en su permeabilidad y
propiedades

Fundiciones:
Comportamiento frente
al desgaste por
abrasión



Precio por ejemplar. 13 €

Sistemas completos para biomasa

Descarga, almacenamiento, transporte y dosificación



Otros productos y servicios:

- Dosificadoras de banda y placas
- Caudalímetros de impacto
- Básculas de cinta
- Sistemas de expedición de graneles
- Sistemas de carga de Big-bag
- Básculas de camiones y FFCC
- Sistemas de transporte y cribado
- Monitores de vibraciones
- Ingeniería básica y de detalle
- Asistencia técnica

SCHENCK PROCESS IBÉRICA, S.A.
San Severo 30. Barajas Park
28042 Madrid
Telf. 91 746 19 80 / 81
Fax 91 329 60 10
<http://www.schenck.es>

La Revista DYNA, fundada en 1926, es el Órgano Oficial de Ciencia y Tecnología de la **Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España (FAIIE)**. De carácter científico-técnico y con edición controlada por la OJD, es el medio más indicado para la comunicación de los Ingenieros Industriales Superiores y de cuantos vean en ella el medio de expresión de sus ideas y experiencia.

Sus números monográficos se aplican a los temas más vinculados a la Energía, Medio Ambiente, Desarrollo Sostenible, Automatización, etc.

DYNA edita nueve números al año: febrero, marzo, abril, mayo, junio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

En el número de diciembre de cada año se publican los índices acumulativos por materias y autores de los artículos publicados en el año.

<http://www.revistadyna.com>

dyna@revistadyna.com

CONSEJO DE ADMINISTRACION Y ASESOR

Presidente de Honor: Luis Manuel Tomás Balibrea (FAIIE - Madrid)

Presidente: Néstor Goicoechea Gandiaga (Asociación de Bizkaia - Bilbao)

Vicepresidente: Pedro Fanego Valle (Asociación de Asturias y León - Oviedo)

Secretario-no consejero: Carlos López de Letona Ozaita (Asociación de Bizkaia - Bilbao)

Vocales:

Emilio Gómez-Villalba Ballesteros (Asociación de Andalucía Oriental - Granada), **Germán Ayora López** (Asociación de Andalucía Occidental - Sevilla), **Javier A. Rodríguez Zunzarren** (Asociación de la Comunidad Valenciana - Valencia), **Juan Torres i Carol** (Asociación de Catalunya - Barcelona), **Miguel Ángel Martínez Lucio** (Asociación de Madrid - Madrid), **José María Rutz-Tapiador Trallero** (Asociación Aragón - Zaragoza), **Manuel Lara Coira** (Asociación de Galicia - Santiago), **Pedro Hernandez Cruz** (Asociación de Cantabria - Santander), **Pedro Jimenez Mompean** (Asociación de la Región de Murcia - Murcia)

CONSEJO DE REDACCION

Presidente: Luciano Azpiazu Canivell (Iberdrola - Bilbao)

Vicepresidente: Leopoldo Espitia Carreño (Asociación de Asturias y León - Oviedo)

Secretario: Carlos López de Letona (Asociación de Bizkaia - Bilbao)

Vocales:

Agustín Irujaga Elorza (Asociación de Bizkaia - Bilbao), **Alfonso Panadero Martínez** (Asociación de Albacete - Albacete), **Alfonso Parra Gómez** (Asociación de Bizkaia - Bilbao), **Antonio Adsuar Benavides** (Conselleria de Industria Comercio e Innovación - Valencia), **Antonio María Sanmartí Aulet** (Asociación de Baleares - Palma de Mallorca), **Antonio Montes Fajardo** (Asociación de Cantabria - Santander), **Armando Bilbao Sagarduy** (Escuela Técnica Superior de Ingeniería - Bilbao), **Blas Hermoso Alameda** (Universidad Pública de Navarra - Pamplona), **Carmelo Mendivil Arieta** (Asociación de Bizkaia - Bilbao), **Emilio Olías Ruiz** (Universidad Carlos III - Madrid), **Enrique García Ruiz de Galarreta** (Asociación de Alava - Vitoria), **Fernando Guijarro Merelles** (Universidad de Extremadura - Cáceres), **Fernando López Rodríguez** (Agencia Extremeña de la Energía - Cáceres), **Ferrán Puerta Sales** (Asociación de Catalunya - Barcelona), **Francisco Javier Hurtado Mirón** (Foro XXI Soluciones de Ingeniería SL - Murcia), **Gabriel Egoña Uranga** (Talleres Egoña - Rentería), **Ignacio Fernández de Aguirre Guantes** (Instituto de Fundición Tabira - Durango), **Javier Barrondo Apodaca** (Iberdrola - Bilbao), **Jesús María Cantera Sojo** (Secot - Bilbao), **Juan L. Serarols Font** (Asociación de Catalunya - Barcelona), **Jose Antonio Aguado Sanchez** (ETSII Málaga - Málaga), **Jose F. Martinez-Canales Murcia** (Asociación Comunidad Valenciana - Valencia), **Jose Manuel Palomar Carnicero** (EPS Jaén - Jaén), **Josu Sagastagoitia Monasterio** (Asociación de Bizkaia - Bilbao), **Juan Eugenio Lambooy Ruiz** (Asociación de Madrid - Madrid), **Leandro Ardanza Goitia** (Asociación de Bizkaia - Bilbao), **Luis Manuel Pan Sanchez-Blanco** (Asociación de la Región de Murcia - Murcia), **Manuel Lara Coira** (Escuela Politécnica Superior de Ferrol - Ferrol), **Manuel María Uruñeja Cuadrado** (Asociación León - León), **Miguel Muñoz Veiga** (Diputación Provincial de Valencia - Valencia), **Néstor Goicoechea Gandiaga** (Revista Kobie - Bilbao), **Nicolás Gaminde Alix** (Asociación Bizkaia - Bilbao), **Pablo T. León López** (Endesa - Madrid)

Dirección: José María Hernández Álava

UNIVERSIDADES Y ESCUELAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL COLABORADORAS

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao, Escuela Politécnica Superior de Ferrol, Escola Técnica Superior de Enxeñeiros Industriais de Vigo, Escuela Politécnica de la Universidad Carlos III de Madrid, Escuela Politécnica Superior de Gijón, Escuela Superior de Ingenieros de San Sebastián (Tecnun), Escuela Técnica Superior de Cartagena, Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa, Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Mondragón, EPS Escola Politécnica Superior de Girona.

ORGANIZACIONES COLABORADORAS

CEIT-IK4, Euskaliti, Ithobe, Tecnalia

ORGANIZACIONES AMIGAS DE DYNA

Iberdrola y Mutua

© 2009. Publicaciones DYNA S.L.

No está permitida la reproducción o representación íntegra o parcial de las páginas publicadas en la Revista sin la autorización escrita de Publicaciones DYNA SL. Únicamente se autorizan las reproducciones estrictamente reservadas al uso privado del copista y que no estén destinadas a una utilización colectiva. Las opiniones y datos consignados en cada artículo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

ENTIDAD EDITORA: Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España

ADMINISTRACIÓN, DIRECCIÓN, DISTRIBUCIÓN, EDICIÓN, PEDIDOS, PUBLICIDAD Y SUSCRIPCIONES:

Publicaciones DYNA S.L.,

Alameda de Mazarredo, 69 - 48009 BILBAO.

Tel. +34 944 237566 - Fax +34 944 234461

email: dyna@revistadyna.com

Instrucciones detalladas para los autores en la web: www.revistadyna.com

AGENTES COMERCIALES:

Barcelona: Joaquín Quintero. Avenida Cornellà, 13-15, planta 14ª - 3 • 08950 Esplugas.

Tel. +34 93 3722402 • Fax +34 934 732887

Bilbao: INGEN Ingenieria y Desarrollo, S. L. L. C/Amesti, 12 - 2ª Izq. • 48991 Getxo. Bizkaia.

Tel. +34 944 911021.

Madrid: Labayru & Anciones, S.L. C/Andorra, 69. Local. • 28043 Madrid

Tel. +34 913 886642 - 6492 • Fax. +34 913 886518

CORRESPONSALES Y ASESORES EXTERNOS:

Alemania: Amaya Echevarría

Argentina: Roberto Angel Urriaza

Perú: Juan G. Barrientos Díaz (Revista EIC)

IMPRESOR: Rotok Industria Gráfica S.COOP.

Pol. Ind. Txirrita Maleo, Pab. 11 - 20100 Rentería (Gipuzkoa) -

Tel.: +34 943 344 614. e-mail: rotok@mccgraphics.com

Formato: 21 x 29,7 cm (A4)

D.L. BI-6-1958

ISSN 0012-7361

ISSN electrónico 1989-1490

SICI: 0012-7361(20090301)84:2<1.0.TX;2-1

CODEN: DYNAU

Tirada de este número: 16.910 ejemplares

Ejemplares vendidos: 16.772

Suscripciones: 14.153



OFICINA DE JUSTIFICACIÓN DE LA DIFUSIÓN S.A.

Miembro de:

- Council of Science Editors
- Asociación Española de Periodismo Científico
- Asociación Iberoamericana de Periodistas Especializados y Técnicos

Suscripción anual Institucional

(Estos precios no incluyen el 4% de IVA)

España	103,00 €
Número suelto	12,50 €
Extranjero	162,00 €
Número para extranjero	19,00 €

Suscripción anual Personal.....a consultar

Los ejemplares se envían por correo ordinario y su precio incluye los gastos de envío.

Forma de pago: Contado previo al envío de la revista

Medio de pago preferente: Domiciliación.

Para suscripciones, pedidos, reclamaciones, renovaciones, cancelaciones o cambios de domicilio enviar un correo electrónico a dyna@revistadyna.com indicando el motivo del mensaje, la identificación de la persona o entidad, NIF o CIF, dirección postal, teléfono y correo electrónico.

Existe un [formulario de suscripción](#) en nuestra página web:

<http://www.revistadyna.com>

Tarifas publicitarias

(Estos precios no incluyen el 16% de IVA)

Revista Impresa	Izda.	Dcha.
Página a color	1.380 €	1.580 €
1/2 página a color (Horizontal o vertical)	900 €	1.035 €
1/4 página a color (Horizontal o vertical)	570 €	655 €
Encartes.....	a consultar	
Interior Portada	1.535 €	
Interior Contraportada	1.410 €	
Contraportada	1.680 €	

Tirada 2007 justificada por OJD: 17.300

Revista digital (<http://www.revistadyna.com>)

Banner de 140x60 pixels (mínimo 7 días)50 €/día

Páginas visitadas al mes: 150.000

Nuestro formato impreso es A4 a todo color (21 x 29,7 cm)

El material digital original será por cuenta del anunciante. Los anuncios con indicación del lugar de colocación tendrán un aumento del 25%.

Incluida en/Indexed in

ACADEMIC SEARCH COMPLETE (Ebsco Publishing)

<http://www.ebscohost.com>

COMPLUDOC (Universidad Complutense de Madrid)

<http://europa.sim.ucm.es/compludoc>

DIALNET (Universidad de La Rioja)

<http://dialnet.unirioja.es>

GEOREF (American Geological Institute)

<http://www.agiweb.org>

ICYT (Centro Superior de Investigaciones Científicas)

<http://www.csic.es>

INSPEC (The Institution of Engineering & Technology)

<http://www.theiet.org>

LATINDEX (Sistema Regional de Información en línea para Iberoamérica)

<http://www.latindex.org>

PASCAL (Centre National de la Recherche Scientifique)

<http://www.inist.fr>

RECYT (Fundación Española de la Ciencia y Tecnología)

<http://recyt.fecyt.es>

SCIENCE CITATION INDEX EXPANDED (Thomson-Reuters)

<http://www.thomsonscientific.com>

SUMARIS (Biblioteques Universitaries de Catalunya)

<http://sumaris.cbuc.es>

SUMMAREV (Universidad de Sevilla)

<http://bib.us.es/summarev>

TECHNOLOGY RESEARCH DATABASE (ProQuest)

<http://www.proquest.com>

ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY (Grupo Elsevier)

<http://ulrichsweb.com>

BOLETIN DE SUSCRIPCIÓN:

*Nombre y 2 apellidos Empresa

* NIF / CIF *Dirección de envío suscripción

*CP *Población *Provincia

*Teléfono Móvil Fax

E-mail Web

Fecha Fecha Firma y Sello

FORMA DE PAGO SELECCIONADA:

☐ Transferencia ☐ Cheque nominativo ☐ Domiciliación bancaria

Ruego a Uds. que con cargo a cta./libreta:

--	--	--	--

Entidad

--	--	--	--

Agencia

--	--

D.C.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Oficina

Domicilio Sucursal Cod.Postal Población Titular

Atiendan hasta nuevo aviso los recibos que presente Publicaciones DYNA SL.

Remitir este boletín de suscripción o sus datos por:

CORREO POSTAL:

Publicaciones DYNA SL
Alda. Mazarredo 69 – 3º
48009-Bilbao

CORREO ELECTRÓNICO:

dyna@revistadyna.com

FAX:

94 423 44 61

PÁGINA WEB:

<http://www.revistadyna.com>

Donde existe un formulario de suscripción

Los campos señalados con un * son obligatorios, y por tanto necesarios para atender su petición.

En cumplimiento de lo establecido en la LOPD 15/1999, le informamos y en este sentido usted consiente, que los datos personales, que nos facilite, sean tratados y queden incorporados en los ficheros de PUBLICACIONES DYNA SL, para el envío periódico de la revista Dyna, sus datos no serán objeto de cesión alguna. En el caso de que no dé su consentimiento para el tratamiento de sus datos, será imposible prestar correctamente los servicios solicitados. Usted además consiente, el envío (incluso por medios electrónicos), de comunicaciones comerciales y publicitarias, por parte de PUBLICACIONES DYNA SL, se compromete a mantener actualizados los mismos. y podrá ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, dirigiéndose a PUBLICACIONES DYNA SL, C/Alameda de Mazarredo, 69, 48009 Bilbao.

- ☐ No autorizo el envío por medios electrónicos de información comercial, por parte de PUBLICACIONES DYNA SL
☐ No deseo que mis datos sean empleados con finalidades publicitarias por parte de PUBLICACIONES DYNA SL



94 DYNA hace 80 años

96 Noticias Breves

98 Sociedad e Ingeniería Industrial

99 Noticias

112

Entrevista a Juan Tomas Hernani

171

Desarrollo Sostenible
Sustainable development

176

Arqueología Industrial
Industrial archaeology

115



LA COMISIÓN NACIONAL DE LA COMPETENCIA Y LOS COLEGIOS PROFESIONALES

ANTONIO ADSUAR BENAVIDES (C.O.I.I.ALICANTE)

117

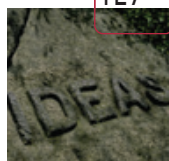


LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y LAS EMISIONES DE CO₂. IMPLICACIONES DEL PROTOCOLO DE KIOTO

THE INDUSTRIAL PRODUCTION PLANNING AND CO₂ EMISSIONS. KYOTO PROTOCOL CONSEQUENCES

ANA GESSA PERERA • INMACULADA RABADÁN MARTÍN

127



CREATIVIDAD E INNOVACION: NUEVAS IDEAS - VIEJOS PRINCIPIOS

CREATIVITY AND INNOVATION: NEW IDEAS, OLD PRINCIPLES

MIGUEL UGALDE ALBÍSTEGUI • VALENTÍN ZURBANO BOLINAGA

133



LA MEJORA CONTINUA EN LAS ORGANIZACIONES. ANALISIS DE SU IMPLANTACION EN 30 EMPRESAS

CONTINUOUS IMPROVEMENT IN ORGANIZATIONS. ANALYSIS OF ITS IMPLEMENTATION IN 30 COMPANIES

MARI CARMEN JACA GARCÍA • JAVIER SANTOS GARCÍA

141



PROGRAMACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS: IMPLANTACIÓN EN INGENIERÍA GRÁFICA

PROGRAMMING BASED IN COMPETENCES: IMPLEMENTATION IN GRAPHIC ENGINEERING

FERNANDO FADON SALAZAR • JOSE ENRIQUE CERON HOYOS • ESTHER VALLEJO LOBOTE

151

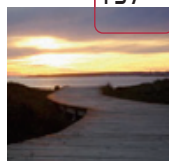


EFFECTO DE CICLOS TÉRMICOS EN LA PERMEABILIDAD Y PROPIEDADES TÉRMICAS DE COMPUESTOS NANOARCILLA-EPOXI

EFFECTS OF THERMAL CYCLING ON PERMEABILITY AND THERMAL PROPERTIES OF NANOCCLAY-EPOXY COMPOSITES

SALVADOR NAYA FERNÁNDEZ • SOFIA MARTINEZ VILARIÑO • RAMÓN ARTIAGA DÍAZ

157



PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN AL TRANSPORTE DE SÓLIDOS A GRANEL POR VÍA MARÍTIMA

MAIN FACTORS THAT AFFECT THE DRY BULK SHIPPING MARKET

JOSE M. MESA FERNÁNDEZ • JOSÉ VALERIANO ÁLVAREZ CABAL • FRANCISCO JAVIER DE COS JUEZ

165



COMPORTAMIENTO FRENTE AL DESGASTE POR ABRASION DE CUATRO TIPOS DE FUNDICIONES

ABRASION WEAR BEHAVIOUR OF FOUR TYPES OF CAST IRONS

• ANGEL VARELA LAFUENTE • ANA ISABEL GARCÍA DIEZ • VICTOR BLÁZQUEZ MARTÍNEZ • CAROLINA CAMBA FABAL • SONIA ZARAGOZA FERNÁNDEZ • JOSE LUIS MIER BUENHOMBRE • JORGE LÓPEZ BECEIRO

LOS SABIOS Y LA ENTROPÍA

Con motivo de un artículo de **Planck**, traducido en DYNA los meses de noviembre y diciembre de 1927, se hace una exposición exhaustiva de los diferentes puntos de vista que los científicos más destacados de la época tenían sobre este controvertido concepto. Afirma el autor como punto de partida que *“el segundo principio de termodinámica, no solamente no convence, sino que repugna al espíritu, y el principio de aumento de la entropía, que es una de las formas que, indebidamente se usan para expresarlo, resulta aun mucho más atravesado, desde el momento que es muy difícil penetrar en el concepto de la entropía”*, pero añade *“sin embargo, ...lo que se saca de la enseñanza es la grandeza del principio de aumento de la entropía y su absoluta generalidad”*.

Y como prueba de la disparidad de criterios sobre el significado y consecuencias del tema, se analizan las opiniones publicadas en el libro de 1925, “Turbinas a vapor y a gas” del profesor **Stodola**, y la polémica suscitada en la revista *L'Electricien* entre varios sabios de la época, como **Planck**, **Poincaré**, etc.

J.R. de ZUBIRÍA

ESTADO ACTUAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO EN ESPAÑA

Como segunda parte, continuación de la primera, publicada en diciembre de 1928, bajo el subtítulo de “Control Térmico en las Fábricas Siderúrgicas Españolas”, se inicia la exposición señalando que *“importa cada vez más a las Sociedades siderúrgicas españolas, atender cuidadosamente al estudio de la producción, distribución y rendimiento del calor en sus fábricas”*.

Se añade también que la diversidad de aparatos de medición existentes *“ha hecho posible expresar en cifras la producción y consumo de gases, estudiar los rendimientos de hornos y combustiones, regular las proporciones de aire comburente, etc.”*.

Para mostrarlo claramente, se resume la información dada en una memoria de **Hugo Bansen** presentada a la *World Power-Conference*, sobre la obtención del mejor rendimiento de equipos siderúrgicos, así como del estudio sobre “Economía de combustible en la industria del acero”, traducido en DYNA de abril y mayo de 1927.

El extenso trabajo incluye informaciones y propuestas de *“muchos trabajos notables relativos a los progresos recientes en la fabricación del cok, métodos de calefacción de los hornos y utilización del gas sobrante de destilación”*, terminando con un análisis global del horno alto e instalaciones anexas al mismo.

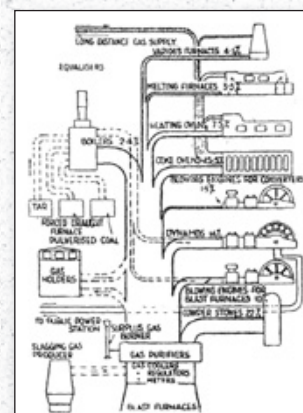


Fig. 1 — Esquema de la distribución de gas a varios departamentos de una fábrica productora de lingote básico y especial

PEDRO BERROYA

LIGERO COMENTARIO A LOS ARTÍCULOS DE D. JOAQUÍN ADÁN “LOS PECADOS DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA”

Aunque no se indica el lugar de publicación de los mencionados artículos, parece que habían correspondido a una apasionada defensa suscitada por haberse culpado a la industria de exagerado proteccionismo. *“Ciertamente, la industria española”, proclama, “pese a su raquitismo y sus faltas, ha sido injustamente calumniada. La nación empleó sus ya menguadas energías en disputas y contiendas sangrientas de partidos y en conservar los últimos jirones de su antiguo poderío durante los años del siglo XIX, en que inició la industria mundial su marcha acelerada”*.

Defiende también que *“comenzaron a producirse las ventajas derivadas del despertar industrial español, cuando lo inició y provocó la intromisión del capital y la técnica extranjera en nuestro país”*. Y concluye que, a pesar de apoyar la mayor parte de los corolarios del artículo glosado, añadiría que:

“El arancel, convenientemente regulado, es un bien para España y en general para todos los españoles” y que *“El dinero invertido en negocios industriales no obtiene las más de las veces el premio merecido”*. Sin embargo, mantiene una fuerte crítica señalando el escaso esfuerzo que la industria española realiza para perfeccionarse.

CH. ASMARBE

ENERGÍA PARA SALIR DE LA CRISIS

Energía y especialmente energía renovable. El desarrollo de proyectos de energías renovables es una de las actividades que con más fuerza está impulsando la inversión y una de las prioritarias en la creación de empleo hoy en día. Por ese motivo está en el punto de vista de los políticos como fuente de creación de riqueza, a la vez que contribuye a la lucha contra el cambio climático. Los ingenieros industriales hemos hecho posible que esto sea así y no podemos perder la oportunidad, que esta situación nos brinda, para demostrar a la sociedad cómo nuestro trabajo ayuda muy directamente a salir de la crisis actual.

Las nuevas tecnologías para aprovechamiento de los recursos naturales renovables, como la energía eólica o la energía solar fotovoltaica, han animado las inversiones de los últimos años en nuestro país, al amparo de una legislación (RD 436/2004 y RD 661/2007) que primaba la producción de energía eléctrica de origen renovable y establecía un marco retributivo estable durante 25 años, haciendo muy atractivas las inversiones en este campo.

En este sentido hay que destacar el elevado ritmo de crecimiento alcanzado por la energía fotovoltaica durante el año 2008, debido al conocimiento que los inversores tenían respecto al nuevo cambio legislativo que reduciría las primas. El RD 1578/2008 ha supuesto un frenazo al crecimiento fotovoltaico en campo, pero aún mantiene el atractivo, tanto para esos proyectos en cubierta de edificios como para los nuevos en energía eólica, a pesar de haber visto reducida su prima. Incluso considerando los problemas de integración de estas tecnologías en la red eléctrica, también siguen manteniendo el interés de los inversores.

La nueva reglamentación ha tenido que sopesar dos objetivos contrapuestos: por un lado el de promover la generación de energía eléctrica de origen renovable y por otro el no incrementar excesivamente el precio del kilowatio, ya que la prima a las renovables sale de las facturas de los consumidores de energía eléctrica.

Pero las energías renovables siguen proporcionando escenarios para su desarrollo. Los proyectos de generación eléctrica en plantas de energía termosolar están experimentando un importante incremento, eso sí, más moderado que el de la fotovoltaica al requerir mayores inversiones que ésta. La tecnología termosolar ve aumentada su rentabilidad con los nuevos sistemas de almacenamiento térmico, que junto con un porcentaje de energía de origen no solar, permite que estas plantas puedan ser gestionables. La investigación y desarrollo de sistemas de almacenamiento térmico ha hecho esta tecnología más rentable.

Otras tecnologías de aprovechamiento de los recursos renovables, como la Biomasa, la energía Maremotriz o la energía Geotérmica, por citar las más conocidas, están esperando su oportunidad. Y esta oportunidad, si analizamos lo ocurrido con las energías renovables que ya han despegado, no llegará previsiblemente ni porque se realice un esfuerzo en I+D que permita diseños más rentables de las instalaciones, ni porque el mercado del petróleo se dispare de nuevo y haga rentable el uso de estas energías. El verdadero impulso a las renovables parte del previsible nuevo marco normativo que prime estas tecnologías de modo que garantice la rentabilidad de la inversión. En este sentido, bastaría sugerir una posibilidad de que la nueva reglamentación para las plantas de Biomasa garantizaría una prima sustanciosa, para se comenzase a invertir en cultivos energéticos como el chopo o la paulonia y viésemos como nuevas plantaciones florecen por doquier preparadas para alimentar a las futuras plantas de biomasa.

Pero para que estas nuevas tecnologías puedan ponerse en marcha, no solo debe tenerse en cuenta una prima atractiva, sería preciso impulsar cambios en la legislación relativa a las ayudas a la I+D+i, para que las futuras instalaciones incorporasen tecnologías más eficientes. Se deben superar los problemas asociados a nuestro sistema de investigación, alejado de las necesidades de la empresa y de la sociedad, un sistema que prima al investigador por su capacidad para publicar y patentar, pero que no prima el grado en que estas investigaciones cubren las necesidades de mejora de la competitividad de las empresas. En definitiva necesitamos también que junto con los incentivos a las energías renovables se establezcan también incentivos a la investigación en su tecnología, de forma que hagan a las instalaciones más rentables y no precisen primas excesivas para su implantación.

► NANOTECNOLOGÍA PARA EL HORMIGÓN

El cemento es el material más utilizado del planeta y su fabricación aporta alrededor del 5% del CO₂ emitido. A pesar de su madurez, continúa siendo objeto de investigaciones avanzadas, tanto para reducir sus emisiones (1 tonelada de cemento genera casi 1 tonelada de ese gas), como para mejorar las características de los hormigones que permitan disminuir las cantidades empleadas para una misma resistencia.

La Escuela Politécnica Federal de Lausana (Suiza) en su Laboratorio de Materiales de Construcción, lleva a cabo ensayos en ambos sentidos, conscientes de que tanto por sus cualidades como por su costo, no tiene alternativa posible. Para el primer objetivo de generar menos CO₂, se orientan a los estudios con cenizas volantes de centrales de carbón, la ya clásica escoria de hornos altos o la posible aplicación de arcillas activadas.

Para la mejora de características, la búsqueda se basa en las micro o nanofibras de acero o de polímeros con las que es posible conseguir hormigones hasta diez veces más resistentes e incluso flexibles, permitiendo estructuras sumamente finas. Las nanopartículas de dióxido de titanio, además, han mostrado la propiedad de descomponer los efectos de la polución ambiental, obteniendo características autolimpiantes. NANOCEM

(www.nanocem.org) es un consorcio europeo con más de 30 socios industriales y académicos para impulsar proyectos con esos objetivos. El costo es el último obstáculo a superar para la industrialización de estos avances.

► NUEVO LÍQUIDO REFRIGERANTE.

La Society of Automotive Engineers (SAE) ha evaluado favorablemente un nuevo líquido refrigerante, hidrofluorolefina (HFO), codesarrollado por la empresa DuPont. La evaluación confirma que este líquido es seguro para su uso en sistemas de aire acondicionado de vehículos automóviles y que presenta significativas ventajas medioambientales frente a las diferentes alternativas consideradas.

Simplemente por el hecho de reducir el consumo de energía derivado de la generación de aire frío en los vehículos, DuPont estima que con su empleo, podrán economizarse el año 2017, cerca de 2,2 millones de toneladas de combustible. Se apunta a esa fecha, pues aunque su introducción se iniciará de inmediato, no será hasta 2011 cuando la directiva de la Unión Europea requiera su empleo en todos los vehículos nuevos. Para más información sobre este producto puede acudir al sitio <http://smartautoac.com>.

► LA CAUSA DE LOS "DEDOS DE GRAVEDAD".

Cuando un reducido caudal de agua se derrama verticalmente por el cristal de una ventana no lo hace siguiendo un frente horizontal y regular, sino que forma a modo de diferentes rutas, "dedos de gravedad". Este fenómeno, ahora denominado "flujo de películas delgadas", aunque explicable por la tensión superficial, no era bien conocido por los científicos y menos determinado por algún tipo de expresión matemática. Y eso que se podía originar en muy diferentes condiciones, tanto de líquido a

derramarse como de superficies o suelos por donde fluir. Investigadores del Massachusetts Institute of Technology (MIT) en su Departamento de Ingeniería Civil y Medioambiental, han encontrado la solución matemática para este problema científico, publicada en la revista Physical Review Letters (<http://prl.aps.org>). No se trata de un ejercicio solamente teórico, pues se hizo estudiando el mecanismo de desplazamiento por el agua del petróleo contenido en yacimientos profundos para incrementar su extracción. La penetración del agua en suelos homogéneos y secos, muestran repetidamente la presencia de corrientes preferenciales. Es claro que en el flujo de agua, ésta se acumula en el extremo de los "dedos" hasta que rompe la tensión y continúa su descenso. La expresión matemática describe esta tensión y considera la oposición por parte de la desarrollada a microescala a causa de los poros existentes en la superficie sólida o entre las partículas del suelo.

► REFRIGERACIÓN UTILIZANDO LOS CANALES DE LONDRES.

Las oficinas centrales de GlaxoSmithKline que están situadas a la orilla de uno de los múltiples canales que cruzan Londres, utilizará el agua de dicho canal como refrigerante para los cambiadores de calor de su sistema de aire acondicionado. De esa forma piensa ahorrar una energía anual equivalente a la emisión de 920 toneladas de CO₂. Se han definido más de 1.000 grandes edificios de oficinas a lo largo de los ríos o canales británicos, sin contar universidades, centros

comerciales u hoteles que podrían utilizar sus aguas para proyectos de este tipo. Los cálculos realizados muestran que es admisible el ligero calentamiento que presentarán las aguas devueltas al canal. Los ingresos que el ente público British Waterways obtenga por estas concesiones será aplicado en el mantenimiento de la red nacional de canales.

► TRANSFORMADOR DE MUY ALTA TENSION.

ABB ha probado con éxito un nuevo tipo de transformador de muy alta tensión para corriente continua (UHVDC) de 6.400 megawattios a 800 kilovoltios para la red estatal eléctrica china (State Grid Corporation of China).

Este transformador, junto con sus equipos complementarios para transformar y convertir la corriente alterna en continua y viceversa, se utilizarán en China para reducir las pérdidas en el transporte y el número de líneas necesarias cuando las áreas de consumo se encuentran muy lejos de los centros de producción energética.

En este caso, la línea aportará electricidad desde las centrales hidráulicas de Xiangjiaba en el oeste del país a la zona de Shanghai, como para dar servicio a unos 31 millones de personas.

► EL ÓXIDO DE ZINC COMO SEMICONDUCTOR.

Entre las muchas aplicaciones del óxido de zinc, desde aditivo alimentario hasta protector solar, una de ellas, largamente investigada, ha sido la de utilizarlo como semiconductor, dada la amplia capacidad

productora existente de ese material y su costo asequible. La operación más importante en la fabricación de equipos con semiconductores es el “dopado”, inserción de unos átomos determinados en la película del cristal, que liberen un electrón (dopado n) o absorban un electrón (dopado p). Esto, que es habitual en los semiconductores convencionales, como el silicio o el germanio, era muy difícil con el óxido de zinc, especialmente con el dopado p, lo que hacía imposible preparar con él transistores o díodos emisores de luz (LED). Científicos de la Universidad del Ruhr en Bochum (Alemania) han encontrado la causa de estos problemas, identificándola no por imperfecciones en la capa cristalina del óxido de zinc, sino por la presencia de átomos de hidrógeno que perturban la operación de dopado. Según esta teoría, disponer de un material de alta pureza, elaborado en un ambiente libre de hidrógeno, sería el factor primordial para el éxito.

► LA INNOVACIÓN EN ESPAÑA.

PROIINO Europe, organismo del Directorio de Empresas e Industria de la UE, emite el European Innovation Scoreboard (EIS) 2008, que refleja la evolución, situación y tendencia de la innovación europea, aunque con mayoría de datos de 2006 y 2007. Se analizan los 27 miembros actuales utilizando una tabla de 29 indicadores agrupados en tres conceptos: Facilitadores (9), Acciones Efectivas (11) y Logros (9).

España se sitúa en el puesto 16º, dentro del grupo de

“innovadores moderados”, en una clasificación general liderada por Suecia, Finlandia y Alemania. Le corresponde una calificación como país de “crecimiento lento” de la innovación, aunque los efectos económicos hayan sido positivos.

Como lastre negativo que se desprende del análisis de los distintos componentes de la evaluación, se aprecia que, a pesar de un aceptable soporte financiero público, los recursos humanos o los innovadores son reducidos y la inversión de las empresas resulta escasa.

Para una completa información puede consultarse en www.proinno-europe.eu.

► GUÍA DE CRITERIOS PARA MANTENIMIENTO.

La Unión de Ingenieros Alemanes (Verein Deutscher Ingenieure) ha publicado su Guía VDI 2891, “Criterios relevantes de mantenimiento para la compra de máquinas” en edición bilingüe alemán-inglés. Las máquinas actuales deben ser diseñadas para usos duros, prolongados y fiables, por lo que los gastos de mantenimiento preventivo, de inspección y de reparación, a lo largo de su vida útil deben ser tenidos en cuenta junto con los de adquisición.

Esta Guía estaba en borrador desde 2005, y se espera que ayude a fabricantes y usuarios, aun desde la fase de planificación, a discutir con transparencia y a calcular con precisión los costos efectivos de la vida de las máquinas.

Sociedad e Ingeniería Industrial

Consejo de Colegios y Federación de Asociaciones de Ingeniería Industrial de España

► EL TRIBUNAL DE LUXEMBURGO CONSIDERA ILEGAL VALERSE DEL RECONOCIMIENTO DE TÍTULOS PARA ELUDIR REQUISITOS DE ACCESO A UNA PROFESIÓN REGULADA

Fuente: Gabinete de Prensa Unión Profesional

El Tribunal de Luxemburgo considera ilegal valerse del reconocimiento de títulos para eludir requisitos de acceso a una profesión regulada. El Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TUE) ha dictaminado que es ilegal que una persona evite el examen de acceso (u otros requisitos exigidos para ejercer una profesión regulada en el país donde cursó sus estudios) apelando al reconocimiento de títulos entre los Estados miembros de la UE.

La sentencia del TUE hace referencia al caso particular de un ciudadano italiano que posee un título académico de ingeniero mecánico, expedido en Italia, y que obtuvo la homologación de este título en España. La credencial de homologación le sirvió para colegiarse en el Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Cataluña y así poder ejercer la profesión regulada de ingeniero técnico industrial, en la especialidad de mecánica. Este ciudadano, al no haber ejercido fuera de las fronteras italianas y dado que tampoco había realizado ningún examen del sistema educativo español, no puede considerarse ingeniero técnico industrial dentro de las fronteras italianas, sobre todo si, además, pretende eludir el examen de Estado establecido por las leyes del país. Así lo ha considerado el Colegio de Ingenieros de Italia, que ha sido el que ha llevado el caso al TUE.

La sentencia le da la razón al Colegio. Que el ciudadano en cuestión pretendiera ejercer con el título homologado en España de ingeniero, eludiendo de paso el examen de Estado previsto por la normativa italiana, ha sido considerado ilegal por el Tribunal de Luxemburgo.

► ENTREVISTA ENTRE LOS INGENIEROS INDUSTRIALES DE ESPAÑA Y EL PRESIDENTE DE LA JUNTA DE EXTREMADURA

El pasado 11 de Febrero tuvo lugar en el *Palacio Conventual Santiaguista*, sede de la Presidencia del Gobierno de la *Junta de Extremadura*, una entrevista de su Presidente -**Guillermo Fernández Vara**- con el Presidente de la *Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España* y el Decano del *Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Extremadura*.

Un simple dato evidencia el interés de los temas tratados: el encuentro, que tenía una duración inicialmente establecida de 30 minutos, acabó prolongándose durante cerca de hora y media.

Tras comenzar, como es obligado, comentando la situación económica que se vive en el momento actual en nuestro país y las posibles vías para minimizarla, el Presidente **Fernández Vara** se congratuló de que, finalmente, se hubiera llegado a una situación satisfactoria para la ingeniería superior española en el denominado *Proceso de Bolonia*. Tras agradecerle las gestiones que, en su condición de político con peso en el contexto nacional hubiera realizado para ello,

Tomás Balibrea manifestó que, mientras representantes de otros colectivos extremeños andan manifestado por los medios de comunicación que “Extremadura no necesita superingenieros”, la realidad industrial de Extremadura le lleva a pensar que allí lo que se precisan son ingenieros multidisciplinares con una sólida formación. Una opinión que fue compartida por Fernández Vara.

Los representantes de la ingeniería industrial española trasladaron al Presidente de Extremadura la problemática derivada de la Directiva de Servicios. Fernández Vara comentó que la supervivencia de los Colegios pasa por su adaptación a la realidad de nuestros días, aportando valor añadido para el colectivo y la sociedad. Puso como ejemplo que, a pesar de que desde su Gobierno acabaron con la colegiación obligatoria de los médicos que prestan servicio en la Administración, el resultado ha sido que los profesionales no se han dado de baja. Tras reiterar en la necesidad de los colegios de abrirse y proyectarse a la sociedad, el Decano de Extremadura aprovechó para expresarle al Presidente que, tanto el Colegio como la Asociación de Extremadura, están dispuestas a colaborar en el desarrollo de Extremadura en todos los ámbitos posibles y, como ejemplo, citó el concurso de vehículos solares, organizado por el Colegio y dirigido a estudiantes de secundaria, que ha tenido un gran éxito de participación: 100 coches presentados por más de 1000 niños; uno de cuyos vehículos fue entregado como obsequio al Presidente, quien pidió ser invitado a la entrega de premios.

El Presidente de la Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España expuso al Presidente de Extremadura la experiencia de *INFOTEC* (www.tvn.es/infotec/infotec.php), el informativo de tv de difusión tecnológica que, desde el año 2001 viene emitiéndose en Murcia, y el actual proyecto de la ingeniería industrial española de producir un informativo similar, de ámbito nacional, con el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación y las Comunidades Autónomas, a ser difundido a través de las nuevas cadenas en TDT. Un proyecto que centró la atención del Presidente de Extremadura quien, no sólo se comprometió a apoyarlo a nivel nacional, sino también a promoverlo en Extremadura, siguiendo el modelo de INFOTEC, de la mano de la Asociación de Ingenieros Industriales de Extremadura.

La entrevista finalizó con el obsequio al Presidente Fernández Vara de un Ingeniero Industrial, vestido con el uniforme, realizado en plomo. Un regalo que el Presidente agradeció y dijo que añadiría a la colección que tiene en su casa de figuras de plomo.

Tras ello, Mirat y Tomás se encontraron con la sorpresa de ser conducidos a la Sala de Prensa de la Junta de Extremadura, donde se encontraron con un elevado número de medios de comunicación congregados interesados en conocer los detalles de la entrevista con el Presidente de Extremadura. El audio de dicha comparecencia puede ser escuchado en <http://www.juntaaldia.es/noticias/detalle.aspx?id=10901>

AENOR

www.aenor.es ■ 902 102 201 ■ comercial@enor.es

nueva publicación

Un sistema de gestión ambiental permite el control de las actividades que pueden tener un impacto negativo sobre el medio ambiente, el cumplimiento con requisitos legales ambientales, así como la mejora continua del desempeño ambiental.

Este manual incluye las normas ISO 14001 e ISO 14004 relativas al sistema de gestión ambiental, así como otras normas UNE complementarias para desarrollar con éxito la implantación del sistema.

18 normas UNE que establecen requisitos sobre la implantación del sistema, la auditoría, el etiquetado ecológico, el análisis del ciclo de vida, la evaluación del comportamiento ambiental, los costes o la integración de los sistemas de gestión.

Además, contiene la Norma **UNE 150008:2008 "Análisis y evaluación del riesgo ambiental"** citada en el Real Decreto 2090/2008, como uno de los métodos que deben aplicarse para analizar y evaluar el riesgo ambiental.

2008 • 616 páginas • 67,60 €
ISBN: 978-84-8143-521-4

Buscar, encontrar y comprar...
SUS LIBROS EN UN CLICK

5% de descuento
www.aenor.es

Gestión ambiental

2.ª edición

Normas UNE

AENOR

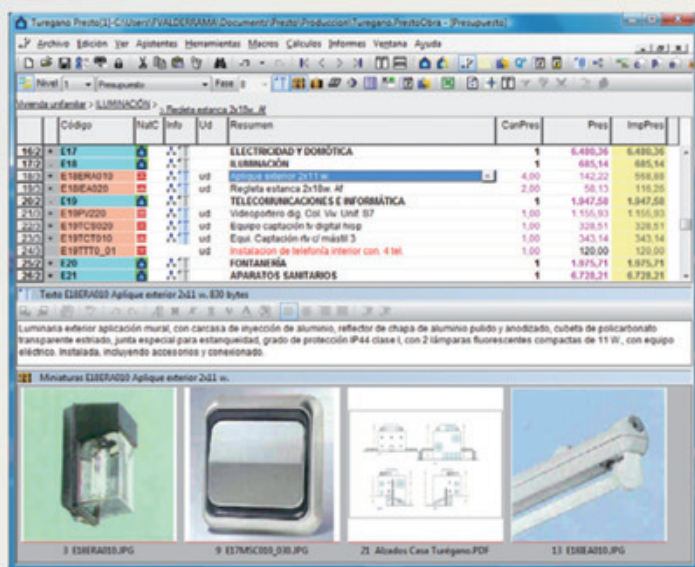
AENOREdiciones

GESTIÓN AMBIENTAL

Todas las normas UNE que le
ayudarán a demostrar su
compromiso con el medio ambiente

AENOREdiciones

Presto: Más allá de las mediciones y los presupuestos



Código	Núm	Info	Unid	Resumen	CanPres	Pres	ImpPres
162	E17			ELECTRICIDAD Y DOMÓTICA	1	6.480,36	6.480,36
172	E18			ILUMINACIÓN	1	685,14	685,14
182	E18ERA010		ud	Regleta estancia 2x15w-40	4,00	142,22	568,88
192	E18ERA020		ud	Regleta estancia 2x15w-40	2,00	58,13	116,26
202	E19			TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICA	1	1.947,58	1.947,58
212	E19PV020		ud	Videoportero dig. Col. Vix. Unit. S7	1,00	1.155,93	1.155,93
222	E19TC0020		ud	Equipo captación tv digital hosp	1,00	328,51	328,51
232	E19TC010		ud	Equi. Captación tv síncrono 3	1,00	343,14	343,14
242	E19TT01_01		ud	Instalación de telefonía exterior con 4 ml.	1,00	120,00	120,00
252	E20			FONTERÍA	1	1.975,71	1.975,71
262	E21			APARATOS SANITARIOS	1	6.728,21	6.728,21

3 E18ERA010.JPG 9 E18ERA020.JPG 21 Alredes Casa Turquesa.PDF 13 E18ERA010.JPG

Integración de
presupuestos, textos y
documentación
gráfica

Cuadro de precios COIIC para instalaciones industriales

Obra civil: instalaciones eléctricas y telefonía
Obra civil: instalaciones hidráulicas y climatización
Generación eléctrica
Redes baja tensión y alumbrado
Electricidad: redes distribución interior
Iluminación
Instalaciones de media y alta tensión
Instalación contraincendios
Detección, análisis y control de CO
Instalaciones de fontanería
Red horizontal de saneamiento
Calefacción A.C.S.
Climatización: aire acondicionado y ventilación
Bombas y grupos presión
Instalaciones de gases comprimidos
Instalaciones de G.L.P.
Instalaciones de combustible
Instalaciones riego y jardinería
Instalaciones para piscinas
Instalaciones de frío industrial
Instalaciones audiovisuales
Seguridad y control de accesos
Instalaciones especiales
Instalaciones de hostelería y restauración
Seguridad e higiene
Análisis, pruebas y ensayos de instalaciones

- 1 Estudios previos de costes y honorarios
- 2 Acceso a catálogos de productos para la construcción
- 3 Intercambio de presupuestos
- 4 Medición de planos de AutoCAD
- 5 Importes por actividades, certificaciones y fases del presupuesto
- 6 Completa colección de actas y documentos de proyecto y obra
- 7 Fotos y archivos asociados al presupuesto, a fechas y a responsables
- 8 Combinación de tiempos y costes en el diagrama de barras
- 9 Seguimiento económico de la ejecución
- 10 Integración con seguridad y salud, control de calidad y gestión ambiental



Presupuestos, mediciones, tiempos
Seguridad y salud, calidad
Seguimiento, compras, costes

Para obtener más información
Manuel Silvela 15 5º - 28010-Madrid
presto@presto.es · www.presto.es
[34] 914 483 800



Computación evolutiva y algoritmos basados en las hormigas para la Inteligencia Artificial

Fuente: Universidad Carlos III

La *Inteligencia Artificial* (IA) vive una segunda juventud, según lo visto en un seminario internacional sobre el tema celebrado en la **Universidad Carlos III** de Madrid, donde han presentado nuevas técnicas de computación evolutiva, algoritmos basados en hormigas para el manejo de robots o posibles aplicaciones de la IA a la economía, los juegos y la fusión de datos.

El campo de la *Inteligencia Artificial* ha cambiado mucho desde los años setenta, cuando se aspiraba a encontrar el “solucionador general de problemas”, un algoritmo, programa o sistema que permitiera resolver de forma autónoma cualquier problema. “A día de hoy se piensa que no existe y que lo que tenemos es un conjunto de algoritmos y sistemas que en su conjunto denominamos técnicas de *Inteligencia Artificial*”, explica el profesor **José Manuel Molina**, organizador del Segundo Seminario Internacional sobre Nuevas Cuestiones en Inteligencia Artificial promovido por los cuatro grupos de Inteligencia Artificial del departamento de Informática, celebrado del 2 al 6 de febrero en la **Universidad Carlos III de Madrid** (UC3M).

Entre Darwin y hormigas inteligentes

Allí han presentado sus trabajos algunos expertos internacionales en la materia, que cada vez encuentra relaciones y aplicaciones más sorprendentes. La *Teoría de la Evolución* de **Charles Darwin**, por ejemplo, podría aplicarse a la resolución de problemas con ordenadores. En eso trabaja el investigador del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del **Instituto Politécnico Nacional** (Méjico), **Carlos**

Coello, un especialista en técnicas de optimización multiobjetivo de procesos complejos en ingeniería mediante técnicas genéticas. Otro invitado al seminario, **Silvano Cincotti**, de la **Universidad de Genova** (Italia) explicó cómo se pueden aplicar estas técnicas a la economía actual y fundamentalmente cómo modelar la realidad utilizando agentes inteligentes.

La presencia de la naturaleza en la *Inteligencia Artificial* no acaba en la denominada computación evolutiva. Otro científico de la **Universidad Libre de Bruselas** (Bélgica) que impartió un seminario en esta reunión, **Marco Dorigo**, presentó el algoritmo de optimización basado en colonias de hormigas que inventó, que consiste en una técnica probabilística para resolver determinados problemas de computación. Este algoritmo, que puede utilizarse para manejar pequeños grupos de robots, forma parte de la *Swarm Intelligence* (inteligencia basada en enjambres), famosa a raíz del libro *Presa* del recientemente fallecido **Michael Crichton**. Esta especialidad busca el desarrollo de comportamientos complejos a partir de la interacción de un conjunto de agentes que tienen unas reglas de actuación muy sencillas. La unión hace la fuerza.

La conclusión más importante que se ha podido extraer del seminario celebrado en la UC3M es que la *Inteligencia Artificial* es un área que no tiene un único objetivo, si no que ha incorporado muchas técnicas diferentes para conseguir dotar de cierta inteligencia algunas soluciones. “La técnica es una función del problema y así hay técnicas para que las máquinas puedan aprender de la experiencia, que identifiquen a las



personas, que interpreten el entorno, que razonen las acciones más prometedoras, etc”, explica **Molina**, que dirige el grupo de investigación de *Inteligencia Artificial Aplicada* de la UC3M. El mayor reto, explica, es que las máquinas sean capaces de realizar tareas que no estén preprogramadas, para que puedan elaborar una estrategia que va más allá de lo pensado en un principio.

El mayor problema al que se enfrentan los científicos en esta área es la necesidad de sistematizar toda la investigación que se está llevando a cabo en *Inteligencia Artificial* en todo el mundo para poder unificar las diferentes técnicas que se desarrollan. “La idea es buscar una integración y sinergias que permitan ver ese conjunto de técnicas como un todo”, explica el profesor **Molina**, aunque aclara que la percepción que se tiene sobre este tema a nivel social es bastante diferente porque se espera mucho de la IA, tal vez por lo que se ve en las películas de ciencia ficción. “La gente ya espera ver a R2D2 por la calle y todavía queda mucho para eso”, concluye.

La primera planta del mundo que aprovecha residuos cítricos utiliza tecnología valenciana

Producirá bioetanol y alimento animal

Fuente: Universidad Politécnica de Valencia

Se ha presentado, en el marco de la jornada “Innovación en gestión de subproductos cítricos”, un novedoso proyecto empresarial en el que participa el Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IIAD) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

Una empresa de reciente creación construirá próximamente en la población de Silla (Valencia) una planta industrial que reutiliza cáscaras de naranjas para obtener nuevos productos como el bioetanol. La Universidad Politécnica de Valencia, a través del IIAD, ha desarrollado la tecnología necesaria para poner en marcha este proyecto pionero en el mundo.

En una planta de zumos cítricos, por cada tonelada de naranja, la mitad se convierte en zumo y el restante 50% es subproducto o residuo (corteza, semillas y pulpa). Actualmente, se utiliza parte como alimento de ganado pero su rápida fermentación lo convierte en un problema medioambiental. En cualquier caso, debido a su elevado contenido en humedad, el transporte de los residuos resulta muy costoso, además de suponer un problema logístico.

Como explicó el director del Instituto, Pedro Fito, hasta hace unos años en otras partes del mundo se vendía a fábricas que secaban los residuos para fabricar piensos y de esa manera se podían tratar sin el problema de los olores. Sin embargo, esas soluciones de hace 20 años ya no son rentables por el aumento del precio del combustible y de la energía eléctrica.

En un claro ejemplo de transferencia de conocimiento, la Politécnica ha traba-

jado para el desarrollo de un proyecto de aprovechamiento de dichos residuos con la empresa fabricante de los equipos Fomesa y Citrotecno, que construirá la planta industrial. “Convertir un problema en una oportunidad de negocio al transformar el subproducto en materia prima”, es el objetivo del programa que se puede adaptar a los excedentes de otras industrias agroalimentarias en el futuro.

Con esta nueva tecnología el proceso de revalorización de residuos es sostenible y rentable al gastar menos energía y no tener efluentes. Del proceso se obtienen varios productos: “pellets” deshidratados (pienso para animales); aceites esenciales (D-limoneno); bioetanol y, además, se recupera la mayor parte del agua contenida en los residuos, parte potable y parte apta para el riego.

El biocombustible que generará la planta de Silla es de la llamada “segunda generación” porque no tiene los problemas asociados a los primeros biocombustibles que aparecieron. Al no emplear alimentos como materia prima sino residuos, su producción no influye en el abastecimiento de productos de primera necesidad, como en el caso del maíz, ni tampoco en los precios. Tampoco produce grandes emisiones de CO₂, únicamente devuelve a la atmósfera el CO₂ que la fruta ha captado durante su crecimiento, destacó Pedro Fito.

Otra característica atractiva desde el punto de vista económico es la flexibilidad de la planta. El proceso industrial está diseñado de tal manera que permite decidir en cada momento cuánto etanol y cuánto pienso se produce, dependiendo de los precios del mercado.

Un grupo de accionistas valencianos del sector agroganadero puso en marcha



*Algunos de los ponentes que participaron en la jornada que se celebró en la Ciudad Politécnica de la Innovación.
Autor: IIAD.*

la sociedad Citrotecno a principios de año y se prevé que la planta empiece a funcionar en 2010. Según la empresa, tendrá capacidad de obtener anualmente 18.000 toneladas de pulpa de cítricos deshidratada; 3.500.000 litros de bioetanol; 200.000 kg de D-limoneno y 80.000 metros cúbicos de agua purificada.

Mediante un convenio de colaboración suscrito con la UPV, los investigadores del Instituto seguirán desarrollando mejoras en la tecnología aplicada. Nuevas investigaciones en este campo incluyen la aplicación a otros subproductos agroalimentarios y la identificación de micro componentes valiosos en los residuos. Buscar una tecnología de separación más eficiente y disminuir el gasto energético son otros de los objetivos que se plantea desde el IIAD.

Europa reducirá un 20% sus emisiones de dióxido de carbono

Fuente: SINC

Más de 350 ciudades de toda Europa se han comprometido mediante la firma del 'Pacto entre Alcaldes' a superar el objetivo energético fijado por la Unión Europea de reducir en un 20 % las emisiones de CO₂ de aquí a 2020. Gracias a esta iniciativa de la Comisión y el Comité de las Regiones, los representantes de más de 60 millones de ciudadanos van a trabajar para cambiar nuestro medio ambiente y utilizar la energía de forma más sensata.

"La mayor parte de la energía que se produce en Europa se consume en las zonas urbanas. La batalla contra el cambio climático tendrá que celebrarse y ganarse en las ciudades" ha afirmado el Comisario Europeo de Energía, Andris Pielbalgs. El compromiso

contraído por los Alcaldes de toda Europa con la firma del Pacto entre Alcaldes transmite "un mensaje de esperanza, en particular en estos tiempos tan difíciles en los que nos encontramos", ha añadido Pielbalgs.

Luc Van den Brande, Presidente del Comité de las Regiones, declaró con motivo de la ceremonia que "el pacto entre Alcaldes constituye una excelente iniciativa que seguirá desarrollándose en colaboración con el Comité de las Regiones. Los ambiciosos objetivos europeos en materia de reducción de los gases de efecto invernadero sólo podrán alcanzarse si las autoridades locales y regionales europeas cooperan aunando esfuerzos".

Este Pacto no está destinado exclusivamente a las grandes ciudades; sino que se circunscribe a las ciudades más pequeñas y, en general, a aquellas



Foto: Ian Britton.

regiones que firmen el Pacto y suscriban este compromiso medioambiental. El Comité de las Regiones está analizando también la idea de crear una red de ciudades y regiones signatarias del Pacto para ayudarlas a compartir ideas, mejores prácticas y experiencias.

Para hacerlo coincidir con la ceremonia y para que funcione como portal de la red y estructura de apoyo tanto de las ciudades como de los ciudadanos participantes, también se ha inaugurado hoy el nuevo sitio web del Pacto entre Alcaldes.

La ofrece noticias y fotos de las actividades del Pacto, así como información sobre las ciudades participantes.

EQUIPOS ELECTRÓNICOS PARA LÁMPARAS DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

SOH50 - SOH70 - SOH100 - SOH150 - SOH250



Especificaciones del Producto:

PARAMETROS	CONDICIONES	MÍN.	NOMINAL	MAX.	UNIDAD
Potencia de Lámpara	25° C, Entrada Nominal	-	150	-	W
Potencia de Entrada	25° C, Entrada Nominal	-	163	-	W
Tensión Nominal	25° C	220	230	240	V
AC Rango de Voltaje de Entrada	25° C	198	-	264	V
Tolerancia en materia de Seguridad					
AC Rango de Voltaje de Entrada	25° C	160	-	270	V
Tolerancia Funcionamiento					
Frecuencia de Entrada	25° C	-	50-60	-	Hz
Corriente Entrada	25° C, Entrada Nominal	-	0,72	-	A
Factor de Potencia	25° C, Entrada Nominal	0,93	0,98	1	-
Frecuencia de Trabajo	25° C, Entrada Nominal	-	120	-	Hz
Voltaje de Ignición	25° C, Entrada Nominal	-	2,50	4,00	KV
Resistencia Tensión	1500V; 1 min.	-	5	-	mA
Rango T°	Entrada Nominal	-15	-	+50	°C
Máx. T° Tc	Entrada Nominal; Condiciones Normales	-	-	+80	°C
Promedio Vida útil	a 40° C ambiental	50.000	-	-	HORAS
% Fallos ref. 1.000 h. funcionamiento	a 40° C ambiental	-	-	0,20%	-
Protección fin de la vida de la lámpara					Si
Desconexión Automática en caso de fallo de Lámpara					Si
Protección térmica					Si

"La regulación en un primer nivel implica ahorros energéticos aproximadamente entre un 18% - 20% en comparación con equipos magnéticos -en breve, se dispondrá de un programa para incorporar al equipo que hará posible la regulación en un segundo nivel y tercer nivel permitiendo ahorros energéticos del 50%, facilitando al instalador la opción de programar en base a las necesidades a cubrir-. A su vez, queremos también subrayar que el flujo luminoso de la lámpara se mantiene al 100% hasta las últimas 50 horas de vida de la lámpara, momento en el que disminuye hasta un 10% -en la actualidad el flujo luminoso puede disminuir hasta un 50% en base al equipo instalado-, y detallar que los equipos electrónicos que les presentamos duplican las horas de vida de la lámpara con el consiguiente ahorro tanto en la adquisición de lámparas como en mantenimiento".

AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

RAT

LIGHT SYSTEMS, S.L.

OTROS PRODUCTOS ELECTRÓNICOS:

TRANSFORMADORES ELECTRÓNICOS • BALASTOS ELECTRÓNICOS NO REGULABLES

BALASTOS ELECTRÓNICOS REGULABLES (1-10V)

BALASTOS ELECTRÓNICOS - TENSIÓN UNIVERSAL 100 ~ 277 V AC

BALASTOS ELECTRÓNICOS HID PARA LÁMPARAS DE HALOGENUROS METÁLICOS

EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA • LED DRIVER ELECTRÓNICO

EQUIPOS CONTROL RGB • CONTROL RGB PARA FLUORESCENCIA

ARRANCADORES DE SUPERPOSICIÓN

ARRANCADOR ELECTRÓNICO PARA LÁMPARAS DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

- Gran ahorro energético.
- Lámparas recomendadas: Lámparas Sodio Alta Presión - SON
- Control y vigilancia de la potencia de la lámpara para un óptimo flujo luminoso.
- Encendido con precaldeo.
- Distancia máxima del balasto a la lámpara: 80 cm.
- Desconexión por sobretensión.
- Desconexión automática en el caso de lámpara defectuosa o falta de lámpara.
- Control óptico de funciones: led- parpadea en rojo si hay problemas con lámpara o arranque.
- Grado de protección: IP 20 en bornes. Resto de componentes electrónicos encapsulados o recubiertos con resina epoxi - alto poder aislante eléctrico y electrónico -
- Incremento de la vida de la lámpara hasta un 50%
- ENEC KEMA certificado EN 61347-1:2001, EN 61347-2:12:2005
- Aplicaciones: Alumbrado público, naves industriales, estacionamientos, grandes áreas, fachadas, parques, depósitos industriales, aeropuertos, etc.

RAT
LIGHT SYSTEMS, S.L.

Pol. Ind. de Trobajo del Camino - C/. Las Vargas - parcela 70 - 24010 TROBAJO DEL CAMINO (León)
Telf. +34 987 800 037 - Fax +34 987 800 736 • E-mail: pedidos@ratsl.com - www.ratsl.com

Diseñan un nuevo sistema robotizado para el desguace y descontaminación de vehículos

Fuente: Universidad Politécnica de Valencia



El Instituto de Automática e Informática Industrial (ai2) de la Universidad Politécnica de Valencia está trabajando junto con el Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen (AIDO) y la Unidad de Sistemas Industriales de Fatronik en un nuevo sistema robotizado e inteligente para la descontaminación de los vehículos y su reciclado. Cuentan ya con dos prototipos, uno a escala de laboratorio y otro industrial.

Prototipo de laboratorio

Según apuntan los investigadores del ai2, actualmente se recicla más del 95% del vehículo, salvo elementos altamente contaminantes como pueden ser las baterías, los catalizadores, etc. que son tratados por empresas especializadas. El resto del vehículo se reutiliza, bien en forma de piezas de segunda mano o bien enviando la chatarra a una fundición.

Así, el prototipo de laboratorio con el que cuenta el ai2 es extremadamente potente y flexible. Está dotado con avanzada tecnología de visión artificial y unas capacidades sensoriales de altas prestaciones. Junto al prototipo industrial, permite realizar operaciones automáticas de desensamblado del vehículo, separando sus diferentes componentes (ruedas, baterías...) y extraer líquidos contaminantes, como carburantes, aceites, etc.

Según apunta Antonio Sánchez, investigador del Instituto ai2, la automatización de este proceso conllevará un importante beneficio social y medioambiental. “La automatización permitirá reutilizar más materia prima

básica, tanto metales, como vidrios, etc., e incluso más componentes que siguen funcionando en un vehículo que ha llegado al final de su vida útil en otros vehículos”, señala Sánchez.

Sensores de fuerza y de visión

El prototipo de laboratorio del ai2 incorpora sensores de fuerza, instalados en las muñecas de los brazos robotizados – entre la herramienta y el brazo- para realizar operaciones de desatornillado, corte con tijeras de cable y corte con sierra. La unidad de control del brazo es la que gestiona los movimientos del brazo e incorpora un nuevo sistema en tiempo real que permite implementar un control de fuerza.

Asimismo, los sensores de visión permiten generar mapas 3D del vehículo. “Se trata de una tecnología punta que captura información tridimensional de la escena. Permite hacer un chequeo de cómo está el vehículo en ese momento para ver qué operaciones de desensamblaje son necesarias hacer”, apunta Antonio Sánchez.

TECNALIA ENERGÍA presenta en el IDAE un libro mostrando las capacidades de las microrredes

Fuente: Tecnalia

TECNALIA-Energía presentó el pasado 29 de enero, el libro “La microrred, una alternativa de futuro para un suministro energético integral” en el salón de actos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), en Madrid.

TECNALIA-Corporación Tecnológica integrada por Azti, ESI, Fatronik, Inasmet, Labein, Neiker y Robotiker- presentó en el salón de actos del IDAE el libro “La

microrred, una alternativa de futuro para un suministro energético integral”. El acto estuvo presidido por Enrique Jiménez, director general del IDAE y Luis Pedrosa, director de la unidad de Energía de TECNALIA.

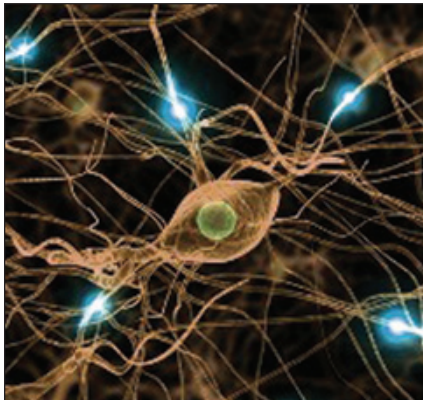
El contenido del libro muestra el resultado de los distintos estudios y experiencias de los investigadores de la Unidad de Energía de TECNALIA, líder en el área de investigación de microrredes y su aplicación a entornos urbanos, así como de la gestión de la demanda.

En el acto se presentaron los beneficios de las microrredes, consideradas una

alternativa complementaria a la configuración actual de las redes eléctricas e instalaciones térmicas. Esta estructura supone una potente forma de reorganizar las redes actuales para un suministro integral de energía, caracterizándose por impulsar la mejora de la eficiencia energética y la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero. Asimismo, las microrredes facilitan la conexión y gestión inteligente de las distintas fuentes de energía, y además, acercándolas a los puntos de consumo, se colabora en la disminución de las pérdidas eléctricas.

El ejercicio mental altera la bioquímica cerebral

Fuente: CORDIS



Una nueva investigación realizada en Suecia desvela que el ejercicio activo del cerebro provoca cambios demostrables en la cantidad de receptores de dopamina. El estudio, sobre el cual se ha publicado un artículo en la revista *Science*, es el primero que demuestra cómo influye la actividad mental en la bioquímica cerebral humana. Los descubrimientos tienen implicaciones para el tratamiento de patologías como el *ictus* y la *encefalomielitis miálgica*, que dañan la memoria a corto plazo.

La memoria a corto plazo o memoria de trabajo es la capacidad de retener información durante cortos periodos de tiempo, por ejemplo en los procesos de resolución de problemas. La dopamina es una molécula mensajera que desempeña una función primordial en este tipo de memoria. La función de la dopamina como neurotransmisor es transportar mensajes desde una célula

nerviosa a otra. Los fallos en el sistema de la dopamina pueden dañar la memoria a corto plazo, daños que se asocian con una serie de disfunciones psiquiátricas y neurológicas, además de con el proceso de envejecimiento natural. Este nuevo trabajo de investigación lo ha dirigido el profesor **Torkel Klingberg** del *Instituto Karolinska* (Suecia). Él y su equipo de investigadores habían demostrado con anterioridad que ejercitar de forma intensiva el cerebro puede mejorar la memoria a corto plazo en cuestión de semanas. El profesor **Klingberg** y sus colegas emplearon escáner de tomografía por emisión de positrones (PET) para medir posibles cambios en la cantidad de receptores de dopamina del cerebro de los sujetos sometidos a examen. Durante un periodo de cinco semanas, los participantes en el estudio llevaron a cabo tareas en las que se ejercitaban la memoria a corto plazo hasta los límites de su capacidad. Los voluntarios llevaron a cabo las tareas durante tan sólo media hora al día. La memoria a corto plazo de todos los participantes mejoró de forma significativa durante el transcurso del experimento. Además, el escáner de PET desveló que el ejercicio intensivo del cerebro provocó cambios evidentes en la cantidad de receptores de dopamina de la corteza cerebral. Los investigadores indican que sus descubrimientos ponen de manifiesto la relación que existe entre el comportamiento y la bioquímica

cerebral. «La bioquímica cerebral es la base de nuestra actividad mental, pero ésta y los procesos intelectuales también pueden influir en la bioquímica», comentó el profesor **Torkel**. «Este hecho no había sido demostrado hasta ahora y plantea una miríada de cuestiones interesantísimas.» Una de las dudas que queda por resolver es la naturaleza de los mecanismos que permiten al cerebro alterar la cantidad de receptores de dopamina en respuesta al ejercicio mental. «Los cambios en el número de receptores de dopamina de una persona no nos dan la clave para desentrañar el porqué de la mala memoria», aclaró el profesor **Lars Farde** del *Instituto Karolinska* y Astra Zeneca. «También hemos de preguntarnos si las diferencias podrían deberse a una falta de ejercicio de la memoria o por otros factores ambientales.» Entretanto, los investigadores se muestran optimistas ante la posibilidad de que sus descubrimientos contribuyan a la creación de nuevos tratamientos para personas con problemas en la memoria a corto plazo causados por males como el trastorno por *déficit de atención con hiperactividad* (TDAH), el *ictus* o la *encefalomielitis miálgica*. El profesor **Farde** indicó que «quizá logremos descubrir tratamientos nuevos y más efectivos que combinen el uso de medicación y el ejercicio cognitivo, en cuyo caso nos adentraríamos en un terreno realmente interesante».

SORTEO

SORTEOS DE PROGRAMAS DE AVANQUEST

Resultado del concurso convocado en el número de Diciembre de 2008

Concurso *Parallels Workstation 2.2*

Dña. Azucena Vega Criach

Colegio Oficial de I.I. de Cantabria

D. Enrique Cabrera Crespo

Colegio Oficial de I.I. de Andalucía Occidental

D. Javier Mielgo Carbajo

Colegio Oficial de I.I. de Burgos y Palencia

El LHC volverá a funcionar en otoño

Fuente: SINC

Los haces de partículas volverán a circular por el *Gran Colisionador de Hadrones* (LHC) a finales de septiembre de 2009, y las primeras colisiones se producirán durante el mes de octubre, según ha informado hoy la dirección del *Laboratorio Europeo de Física de Partículas* (CERN) en un comunicado. El calendario de operaciones previsto para este año refleja las recomendaciones realizadas por los técnicos del LHC, que se reunieron la semana pasada en **Chamonix** (Francia) para tratar de este asunto.

Una vez que empiecen sus operaciones en septiembre, el LHC funcionará hasta el otoño de 2009. Los responsables del proyecto prevén que con los experimentos que se realicen se obtendrán datos suficientes para realizar los primeros análisis físicos, y que los resultados preliminares se presentarán durante 2010. Ese mismo año los expertos contemplan la posibilidad de realizar colisiones de iones de plomo.

El nuevo calendario supone un retraso de seis semanas con respecto a las previsiones anteriores, que preveían que el LHC estaría “frío” a principios de julio.

La causa de este retraso se debe a varios factores, como la aplicación de un nuevo

sistema de protección mejorado para las uniones entre los imanes, la instalación de nuevas válvulas de escape de presión para reducir los daños colaterales -en el caso de que volviera a repetirse un incidente-, la implementación de medidas de seguridad más estrictas, o la programación de las limitaciones asociadas con la transferencia y el almacenamiento de helio.

El sistema de protección mejorado mide la resistencia eléctrica en los empalmes realizados en los cables y es mucho más sensible que el sistema que existía el 19 de septiembre.

Seguridad: un sistema de escape en dos fases

El nuevo sistema de escape de la presión ha sido diseñado en dos fases. La primera involucra la instalación de válvulas de escape en los “puertos de vacío” en todo el anillo, lo que según los cálculos realizados por los técnicos reduciría los daños colaterales si se produjera un incidente similar al del 19 de septiembre.

La segunda fase implica la adición de válvulas de escape adicional a todos los imanes bipolares, que también garantizarían daños colaterales menores (a las interconexiones y al “súper-aislante”) en el



Reparaciones en el imán dañado del LHC.
Foto: CERN.

peor de los casos para la vida del LHC.

La dirección del CERN ha decidido instalar en 2009 varias válvulas de escape adicionales en cuatro de los ocho sectores del LHC, mientras se realizan las reparaciones del sector dañado el pasado mes de septiembre y las obras de consolidación previstas. Los otros cuatro sectores se equiparán con dipolos durante 2010.

Las fechas “ajustadas y realistas” del nuevo calendario de operaciones del LHC reflejan las recomendaciones planteadas por varios especialistas, que se reunieron en la localidad francesa de **Chamonix** durante la pasada semana para tratar este tema.

Los expertos consideran que se podrá garantizar que esta enorme máquina empiece a suministrar datos físicos a finales de 2009, y que opere desde el próximo invierno hasta el otoño de 2010 con una energía de 5 TeV por haz, lo que les permitiría disponer de un volumen de información suficiente para producir pronto nuevos resultados para la Física.

Aprovechamiento del calor acumulado en el asfalto

Muchas veces nos empeñamos en buscar difíciles soluciones cuando, en realidad, la respuesta podría encontrarse bajo nuestros pies.

Fuente: Infotec

Este es el caso de un nuevo aprovechamiento energético, proveniente del asfalto de nuestras calles y carreteras, que se encuentra ahora en fase inicial de estudio.

El pavimento que recubre nuestras calles y carreteras recibe, durante el día, gran cantidad de radiación del sol. Un material que resulta de sobra conocido que es capaz de alcanzar elevadas temperaturas. Pues bien, se trataría de aprovechando ese calor almacenado en el material, empleándolo como recurso energético.

Científicos del *Instituto Politécnico de Worcester*, en Inglaterra, han descubierto

que el poder calorífico del asfalto puede ser aumentado muy significativamente añadiéndole componentes de alta conductividad, como la cuarcita.

La energía calorífica acumulada en el asfalto sería recogida, a través de unos intercambiadores de calor, ubicados a pocos centímetros de la superficie, pudiendo ser empleada para la climatización de edificios o bien en procesos industriales.

Pero es que, además, al evacuar el calor del pavimento, conseguiríamos eliminar parte de ese efecto de bochorno de las “islas de calor” que afecta a nuestras

ciudades, principalmente en las épocas estivales, reduciendo la temperatura ambiental y mejorando la confortabilidad.

Un sistema que, además, presenta la ventaja añadida de no presentar impacto visual alguno ya que los sistemas de captación energética, a diferencia de otros, van ubicados bajo el propio pavimento.

Ésta no es la primera vez que se habla del asfalto como fuente de energía. La empresa *Solar Roadways* ha anunciado también su intención de producir electricidad a partir del firme de las autopistas.

IPHOBAC revoluciona el mundo inalámbrico

Fuente: CORDIS



La comunicación inalámbrica de alta frecuencia está en auge y un equipo de investigadores financiados con fondos comunitarios está conjugando tecnologías ópticas y de radio para desarrollar funciones integradas y componentes fotónicos de onda milimétrica. El proyecto IPHOBAC (*Funciones fotónicas integradas de onda milimétrica para conectividad de banda ancha*) está financiado con 5,7 millones de euros mediante el Sexto Programa Marco (6PM). El consorcio de este proyecto compuesto por once socios está desarrollando los componentes necesarios para establecer conexiones inalámbricas en las bandas de frecuencias extremadamente altas (EHF) que se encuentran entre los 30GHz y los 300GHz. Los socios de IPHOBAC proceden de Alemania, España, Francia, Eslovenia, Suecia y Reino Unido y proceden de los ámbitos de

la investigación, la universidad y la industria. De acuerdo con los investigadores, los componentes contribuirán a que las conexiones a 60GHz se conviertan en una herramienta económica y sólida para quienes no tienen acceso a infraestructuras de ADSL.

Desde que arrancara el proyecto, el consorcio ha producido un transmisor capaz de producir una señal continua en el ancho de banda de las EHF. El transmisor también puede utilizarse en comunicaciones de datos y aplicaciones de radar. Los investigadores ya han llevado a cabo experimentos de campo y han demostrado que con 60GHz se puede proporcionar una conectividad fiable a 10 gigabits por segundo (Gbps) entre dos puntos distanciados entre sí un kilómetro y bajo una lluvia de 25 milímetros a la hora. IPHOBAC se ha propuesto una serie de objetivos, entre ellos el desarrollo de fuentes fotónicas compactas y avanzadas que incluyen «fotomezcladores» (*photomixers*) de banda ultra-ancha y de alta potencia basados en fuentes de UTC (fotodiodo unipolar) y TW (onda progresiva) para su integración en antenas, el diseño de transmisores de banda ultra-ancha basados en un enfoque modulador de electro-absorción de onda progresiva (hasta 110GHz), así como la implementación de estructuras de módem de vector fotónico empleando los componentes desarrollados en el proyecto y la demostración de la posibilidad de transmitir

una señal inalámbrica a 10Gbps en condiciones de laboratorio. Cabe reseñar que no existen tecnologías de radio u ópticas por sí mismas que puedan hacer funcionar las fuentes compactas, las cuales se emplearán en sistemas de radio por fibra óptica de velocidades de Gbps, aplicaciones para instrumental y antenas controladas. El logro de estos objetivos contribuirá a desarrollar plenamente las funciones integradas y los componentes fotónicos de onda milimétrica para ponerlos a disposición de la industria. Las funciones establecidas por IPHOBAC favorecerán una serie de aplicaciones como las comunicaciones de banda ancha, los radares, la seguridad y la instrumental. Otra labor importante de IPHOBAC consiste en la organización del «Seminario europeo sobre soluciones fotónicas para redes internas, inalámbricas y de acceso», que tendrá lugar entre los días 18 y 20 de mayo de 2009 en **Duisburgo** (Alemania) y donde participan otros ocho proyectos financiados con fondos comunitarios. El seminario se centrará en las tecnologías fotónicas, la provisión de accesos y las redes internas, según informaron los investigadores. Los temas cubiertos incluirán los adelantos en el hardware optoelectrónico para aplicaciones fotónicas inalámbricas y la convergencia de las tecnologías inalámbricas y FTTx.

MOTOR OMNIVORO

Fuente: Infotec



Motor Omnivoro

Fuente: Argonne National Laboratory

Hasta el momento los motores de nuestros automóviles, o funcionaban con gasolina, o con gasoil.

Todos conocemos a algún despistado conductor que ha sufrido las consecuencias derivadas de haber repostado gasolina, en lugar de gasoil; o viceversa.

Para evitar estas situaciones, Ingenieros del *Laboratorio Nacional* de **Argonne**, en Chicago, han desarrollado un prototipo de motor capaz de utilizar cualquier alcohol de origen orgánico -etanol, butanol, gasolina o gasoil- o biocombustible.

En la actualidad, los ingenieros diseñan los motores ajustando sus parámetros de funcionamiento para que la inyección e ignición del tipo de combustible empleado en ese motor se realice en el momento más óptimo.

Pero este nuevo prototipo, que ha sido bautizado con el nombre de “motor omnívoro”, utiliza un conjunto de sensores que se encargan de determinar las propiedades químicas y de ionización del carburante, o mezcla, utilizado, al tiempo que monitorizan los parámetros de la combustión que tiene lugar en el interior del motor.

Si estos sensores determinan que el motor no está funcionando con la eficiencia máxima, el sistema de control se encarga de actuar, de manera automática, sobre los parámetros de inyección e ignición.

Todo un complejo sistema que tiene por objetivo final adaptar el motor al tipo de combustible presente en cada momento en el depósito, optimizando su conversión en energía mecánica de la manera más eficaz posible.

Ya se puede predecir el impacto ambiental de la construcción de edificios

El estudio se publica en la revista 'Building and Environment'

Fuente: Universidad Politécnica de Cataluña



Bloques de pisos en L'Hospitalet de Llobregat.
Foto: SINC

Un equipo de investigadores de la *Universidad Politécnica de Cataluña* (UPC) ha desarrollado una metodología que permite evaluar con antelación los impactos ambientales que se producen durante la construcción de edificios. Antes de comenzar una obra, y sólo con los datos del proyecto, el nuevo método permite predecir hasta 37 impactos ambientales, una información que según sus creadores podría ayudar a mejorar la gestión ambiental en los procesos de edificación.

“Este modelo identifica de forma anticipada los impactos ambientales asociados a la ejecución de un determinado proyecto constructivo, con lo que ya desde las fases de estudio, planificación y preparación del proyecto se puede programar la incorporación de procedimientos de mejora ambiental o la aplicación de medidas preventivas”, explica a SINC una de las autoras del estudio, **Marta Gangolells**, del de la UPC. La técnica se puede aplicar tanto a la construcción de viviendas unifamiliares como a bloques de pisos.

Los investigadores comenzaron clasificando los aspectos ambientales en nueve categorías: emisiones atmosféricas, vertidos de agua, generación de residuos, afección al suelo, consumo de recursos, impactos locales, impactos asociados al transporte, efectos sobre la biodiversidad y situaciones de emergencia e incidencias. Esta división se basa en las recomendaciones del *Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría EMAS* (*Eco-Management and audit Scheme*), una legislación destinada a mejorar el comportamiento medioambiental de las organizaciones.

Para aumentar el nivel de precisión, los investigadores subdividieron esas categorías en impactos concretos. Por ejemplo, la categoría “emisiones atmosféricas” incluye dos impactos ambientales: generación de gases de efecto invernadero -emitidos por la maquinaria y los vehículos utilizados en la obra-, y emisión de compuestos orgánicos volátiles (VOC) y clorofluorocarbonos (CFC).

Nuevos indicadores medioambientales

El equipo ha identificado 37 impactos ambientales, según publican en la versión *on line* de la revista *Building and Environment* , y para cada uno de ellos han desarrollado un “indicador medioambiental de previsión”. Este parámetro, al estar basado en información contenida en los documentos de proyecto, permite evaluar los impactos de una forma objetiva.

Continuando con el ejemplo, los gases de efecto invernadero emitidos se pueden estimar analizando el volumen de material excavado por m² de

superficie construida y la existencia de maquinaria especial o generadores eléctricos en la obra. Por su parte, las emisiones de VOC y CFC se prevén con el porcentaje de pinturas sintéticas y barnices utilizados.

El estado de mediciones del proyecto también recoge otras informaciones prácticas, como la cantidad de lodo tixotrópico (semisólido) utilizada en la obra, que sirve como indicador del impacto ambiental “vertidos de aguas resultantes de la ejecución de cimentaciones y muros de contención”.

Para elaborar el estudio, financiado con fondos del Ministerio de Fomento, los investigadores han realizado un análisis estadístico de 55 obras residenciales de nueva construcción. Con ello, han establecido rangos vinculados a la magnitud de cada impacto ambiental (inexistente, poco significativa, ligeramente significativa y extremadamente significativa). Además han confirmado la validez del método al ponerlo a prueba en cuatros proyectos de construcción de obra nueva.

El coordinador del GRIC, **Miquel Casals**, concluye que estos resultados proporcionarán “un importante impulso a aquellas empresas constructoras que quieran adherirse a un sistema de gestión ambiental, ya sea bajo el paraguas de las normas ISO 14000 (de gestión ambiental para empresas) o del *Reglamento Comunitario EMAS*”.

Referencia bibliográfica:

- Gangolells, M., Casals, M., Gassó, S., Forcada, N., Roca, X., Fuertes, A. “A methodology for predicting the severity of environmental impacts related to the construction process of residential buildings”. *Building and Environment*.

AVANQUEST SOFTWARE: NETOP® PROCESS CONTROL EN EL MERCADO ESPAÑOL

La herramienta que optimiza los procesos de la implantación de las políticas TI en las empresas

Avanquest Software, desarrollador y editor líder de ventas mundial de soluciones personales y profesionales de software y representante en España de Danware, ha anunciado la inmediata disponibilidad en el mercado español de **NetOp Process Control**. Esta herramienta apoya y mejora la correcta implantación de las políticas TI de las empresas de forma proactiva y sin interferir en las ya existentes. **NetOp Process Control** se basa en la utilización de políticas dinámicas que protegen contra la ejecución de procesos no autorizados y los accesos a red de los mismos, por ejemplo programas de malware, virus, trojans y troyanos.

NetOp Process Control complementa las soluciones de seguridad existentes, siendo su objetivo que las empresas puedan implementar una gestión de su seguridad óptima basándose en sus políticas de TI.

Optimiza la protección de los procesos de la empresa

NetOp Process Control controla todos los procesos en un sistema Windows complementando a los programas de antivirus ya instalados, que como mucho controlan la comunicación hacia y desde Internet. Con **NetOp Process Control**, el usuario trabaja con una "lista autorizada" de programas que funcionan en cada ordenador individual. Si

NetOp Process Control detecta un programa que no está en dicha lista, el programa se cierra automáticamente protegiendo el PC de cualquier proceso no autorizado. Además, **NetOp Process Control** puede ser administrado centralmente en la empresa, lo que ahorra una cantidad importante de

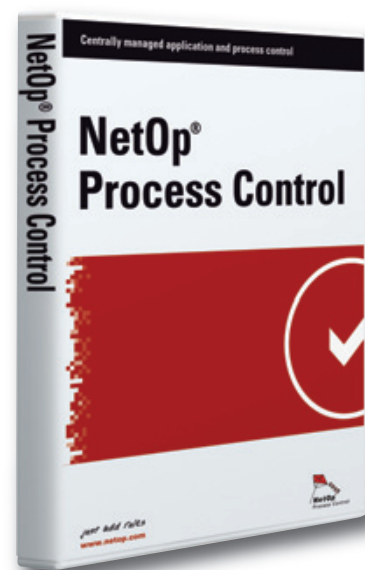
tiempo al departamento de TI de la misma.

Una vez instalado, el programa se ejecuta automáticamente. El hecho de que el programa está basado en reglas y políticas dinámicas, quiere decir que las políticas internas pueden ser adaptadas a cada PC individual o a grupos de PCs, asegurando que los administradores de redes tienen el pleno control de todos los procesos de TI.

NetOp Process Control complementa a la solución NetOp Netfilter y se integra sin fisuras con las premiadas soluciones de educación y control remoto de Danware, como NetOp School, NetOp Instruct, NetOp Remote Control, NetOp On Demand y NetOp Mobile.

Funciones y Ventajas

- **Control del proceso de producción** – permite tomar decisiones sobre los procesos en ejecución en el sistema definiendo reglas relevantes para cualquier aplicación.
- **Denegar la ejecución de procesos desconocidos:** NetOp protege el sistema contra amenazas desconocidas mediante la configuración de Process Control para impedir que procesos desconocidos se ejecuten y se comuniquen.
- **Bloqueo bi-direccional de puertos y protocolos:** sólo abre los puertos y protocolos requeridos en dirección entrante o saliente, o ambas, para reforzar la seguridad del cortafuego.
- **Administración flexible de derechos de usuario:** es fácil definir los derechos de usuarios y grupos gracias a la integración de Active Directory. La herramienta se adapta a la empresa, y no al revés.
- **Perfil del Sistema con reglas de detección automáticas de redes:** que



cambia automáticamente el modo en que Process Control está configurado cuando se está trabajando en una red diferente – incluso si dos o más redes usan el mismo rango de dirección IP. Se pueden configurar los perfiles para 1 o una serie de direcciones IP, para 1 o una serie de direcciones MAC, y para 1 o más dominios.

- **Siempre en funcionamiento:** Todos los algoritmos y filtros se implementan a nivel de driver del sistema (como un Driver NDIS). Por lo tanto, Process Control y el cortafuego siempre están conectados, proporcionando la máxima protección al usuario incluso si la aplicación Process Control misma no está ejecutándose.

- **Protección de ataques desde Internet:** los puertos que no se utilizan están cerrados y sólo se permite volver a los paquetes de información, que se hayan dejado salir de la red previamente, si la identificación de los paquetes no ha sido alterada.

- **Protección contra procesos modificados:** NetOp Process Control comprueba la integridad de la aplicación que trata de ejecutarse, o si ha sido modificada o actualizada, si ha sido modificada notifica los cambios realizados.

- **Comunicación encriptada:** la comunicación encriptada con NetOp Policy Server y las bases de datos de sistema locales proporciona seguridad contra códigos maliciosos que intenten

atacar la configuración de NetOp Process Control.

- **Dirección de Política de Seguridad:** NetOp Policy Server Console controla la configuración de programas, puertos, protocolos, redes seguras y redes prohibidas.

Precio y disponibilidad

El PVP Recomendado de NetOp Process Control en inglés para 5 equipos con Policy Server es de **242 € + IVA**.

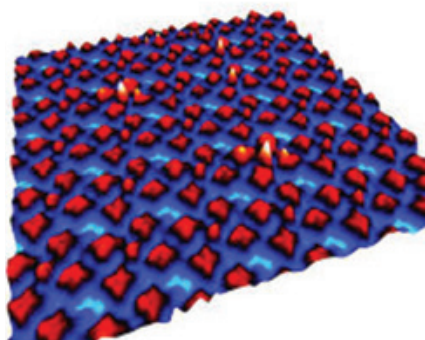
De este producto hay un programa de licencias por volumen. **NetOp Process Control** está ya disponible en el mercado español.

Para obtener más información sobre NetOp Process Control y otros productos que Avanquest Ibérica representa en España, los usuarios pueden visitar ya <http://www.avanquest.com/Espana>.

Desarrollan un nuevo material híbrido a escala nanométrica

La investigación se publica en el último número de Nature Materials

Fuente: CSIC



Estructura del nuevo material vista a través de STM (microscopio de efecto túnel). En rojo los átomos de hierro. La imagen aparecerá en la portada de marzo de Nature Materials.

Un equipo de investigación con participación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ha desarrollado un nuevo material compuesto de átomos de hierro y moléculas orgánicas. Este tipo de materiales, llamados híbridos, podrían llegar a usarse en la industria informática para la fabricación de discos duros, memorias RAM y sensores de ordenador más rápidos y

eficientes. La investigación se publica en el último número de *Nature Materials*.

“La cada vez mayor necesidad de dispositivos electrónicos y magnéticos de pequeño tamaño ha impulsado el desarrollo de nuevos materiales artificiales cuyas propiedades puedan ser medidas a escala sub-nanométrica”, explica **Pietro Gambardella**, del CIN2, el Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (centro mixto del CSIC y el Instituto Catalán de Nanotecnología en Barcelona). En los últimos veinte años ha habido grandes avances en el estudio del comportamiento magnético de láminas de metal a escala nanométrica para el desarrollo de sensores y memorias magnéticas.

“Más recientemente el interés se ha desplazado hacia los materiales híbridos”- continúa el investigador-. “La idea es que, al combinar alguna de la gran cantidad de moléculas existentes con las propiedades magnéticas de los metales, se descubrirán nuevos métodos para controlar el comportamiento electromagnético de objetos muy pequeños”, concluye **Gambardella**. Sin embargo, los investigadores que trabajan

en este ámbito se encuentran con dos problemas: disponer de modo ordenado millones de diminutas moléculas sobre un sustrato (base) adecuado y controlar cómo el contacto con una capa metálica altera las propiedades de estas moléculas.

En este caso, los investigadores han hallado que, al disponer átomos de hierro y ácido tereftálico (un tipo de molécula orgánica) sobre una base de cobre, éstos se organizan de manera espontánea dando lugar a una red en la que los átomos de hierro se disponen cada 15 nanómetros. “Este tipo de estructuras planas metálica-orgánica por capas no se forman de manera espontánea en la naturaleza”, explica **Gambardella**. Esto demuestra que el magnetismo de los átomos de hierro puede ser controlado y dirigido en función de las moléculas con las que se combine independientemente (o casi) del sustrato sobre el que se asienten.

Aunque en principio el trabajo no tiene aplicación directa, supone un avance básico para la comprensión y explotación del magnetismo en materiales híbridos que puede ser aplicado en el desarrollo de componentes informáticos.

Crean un motor híbrido que funciona con aire comprimido en lugar de con una batería

Es una tecnología mucho más barata que la incorporada a los coches híbridos actuales

Fuente: Tendencias21.net • Autor: Raúl Morales



Los coches híbridos, que combinan un motor de explosión con una batería, no terminan de triunfar comercialmente entre otras cosas debido a que, en comparación, son más caros. Ahora, un ingeniero del *Swiss Federal Institute of Technology* ha ideado un nuevo sistema híbrido que no necesita de la batería para ahorrar combustible, sino que almacena energía usando los pistones del motor para comprimir el aire y almacenar la energía. Según su creador, esta tecnología es hasta diez veces más barata que la híbrida gasolina-eléctrica actual. Asimismo, permite ahorrar hasta un 32% de combustible. Un modelo informático ya ha demostrado todos estos parámetros y se están probando en un motor de test.

Un nuevo tipo de motor híbrido ha sido desarrollado por ingenieros del *Swiss Federal Institute of Technology*, en **Zúrich**, Suiza. Esta tecnología puede ahorrar tanto combustible como los actuales coches híbridos gasolina-electricidad, pero a menor coste. Los coches híbridos convencionales, como el ya famoso *Prius* del fabricante japonés **Toyota**, se componen de un motor de explosión y de una batería eléctrica que recoge la energía del frenado que, de otra manera, se perdería en forma de calor. El problema de esta tecnología, como es bien sabido, es que el coste de esas baterías es muy elevado, lo que hace que, por el momento, que los

coches híbridos no terminen de ser competitivos en el mercado respecto a los de gasolina.

Según recoge un , el profesor de ingeniería mecánica **Lino Guzzella** está desarrollando un híbrido que no necesita una batería o un motor eléctrico. En su lugar, almacena energía usando los pistones del motor para comprimir el aire. Ese aire comprimido se usa después para hacer funcionar los pistones e impulsar el coche.

Según **Guzzella**, su sistema supondría sólo un 20% de coste extra a añadir al motor convencional, mientras que los componentes extra necesarios para un coche híbrido de los que ahora circulan por las carreteras del mundo llegan a ser de un 200%.

Su motor de aire comprimido tiene una gran ventaja: no requiere mucho equipamiento extra para ser usado con motores de gasolina existentes: sólo los controladores para una válvula de más para gestionar el aire comprimido y un tanque de aire. El motor hace el resto.

Por otro lado, las simulaciones de ordenador hechas hasta el momento sugieren que el consumo de gasolina usando este sistema se reduciría del orden de un 32%. Los experimentos iniciales han demostrado que el nuevo diseño puede llegar a ser construido.

Una idea con historia

La idea de usar aire comprimido en un coche híbrido no es nueva. El gran reto ha sido hacer el sistema lo suficientemente eficiente. Los taques de aire comprimido almacenan mucha menos energía que las baterías eléctricas, limitando mucho el ahorro energético. Este es uno de los grandes inconvenientes de un coche híbrido diseñado para funcionar sólo con aire comprimido.

La propuesta de este ingeniero aprovecha sistemas de control avanzados para controlar con más precisión el flujo

de aire, mejorando la eficiencia total. Para superar la limitada capacidad de almacenamiento a la que antes hacíamos referencia, el diseño no se basa tanto en captar la energía del frenado, sino que apuesta por otro modo de ahorrar energía: la energía neumática. Gracias a ella, mejora el funcionamiento de motores de gasolina más pequeños y eficientes.

Guzzella reemplaza un motor de gasolina de dos litros por otro pequeño de 750 mililitros. Éste usa aire comprimido para acelerar. El aire denso proporciona el oxígeno para quemar mayor cantidad de combustible, una técnica llamada supercompresión.

Un motor pequeño

Cerca del 80% de la eficiencia alcanzada por el sistema de **Guzzella** proviene del hecho de usar un motor tan pequeño. El resto se alcanza captando energía del frenado que se usa después para la aceleración. En pequeñas distancias, el coche se propulsa sólo con el aire comprimido, sin necesidad de quemar gasolina.

Este diseño también ahorra combustible ajustando la carga del motor para que queme sólo la gasolina necesaria, bien usando algunos de los pistones para comprimir aire o bien rebajando la carga usando algo de aire comprimido para dirigir esos mismos pistones. Finalmente, el aire comprimido puede ser usado para reiniciar el motor, haciendo que el sistema apague el motor por ejemplo siempre que el vehículo llegue a un stop, en lugar de dejarlo al ralentí.

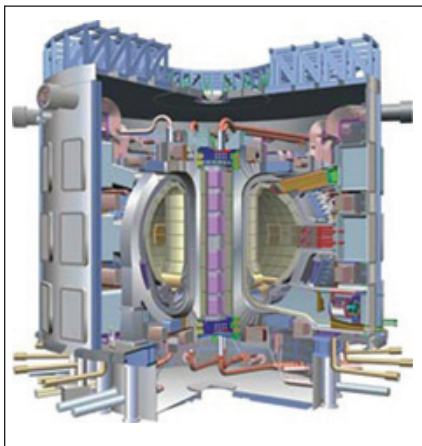
El nuevo concepto ya ha despertado el interés de algunas marcas o de algunos fabricantes de componentes. Algunas de las ideas ya han sido patentadas. **Guzzella** reconoce que no es un buen momento para mostrar esta tecnología, pero este ingeniero confía en que su investigación pueda llegar a buen puerto.

El cinturón del ITER

Fuente: Modificada Autor: Malen Ruiz de Elvira

Cuando se conoce el proyecto, es muy difícil no resultar impresionado por el ITER, el reactor experimental de fusión nuclear que se está construyendo en la Provenza francesa, aunque sea meramente por su magnitud y su escala. Con el muy ambicioso objetivo de conseguir una nueva fuente de energía barata y segura, el reactor, que ocupará el mismo volumen que el edificio del Empire State Building en Nueva York, plantea tantos desafíos para su construcción y operación que es el sueño de los ingenieros. Materiales, maquinaria, electrónica, automática, software, hardware..., casi todas las áreas tienen su papel clave en el proyecto, en el que participan siete socios (China, Japón, India, Corea del Sur, la Unión Europea, Estados Unidos y Rusia), cuyos habitantes suman aproximadamente la mitad de la humanidad.

ITER Fuente: www.iter.org



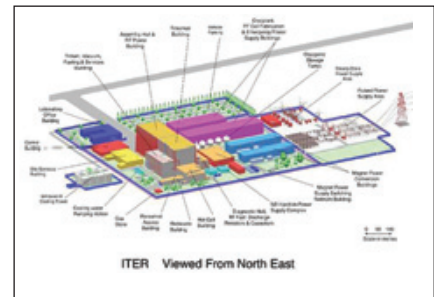
Por ahora no ha empezado la construcción propiamente dicha del ITER porque se está preparando el terreno y procediendo al movimiento de tierra necesario para convertir un paraje boscoso típicamente mediterráneo en una enorme instalación industrial. El terreno afectado por la construcción alcanza las 180 hectáreas, equivalente, explican didácticamente los documentos divulgativos del proyecto, a 57 campos de fútbol. El volumen de tierra

movido, además, llenaría la pirámide de Keops, en Egipto. Estos datos se pueden evaluar desde dos puntos de vista. Por un lado, de admiración ante el desarrollo tecnológico que permite hacer la obra, y por otro desde una postura crítica por el destrozo medioambiental, que aseguran haber minimizado en todo lo posible los responsables de las obras. Las ventajas de tener en su suelo un proyecto tan importante desde el punto de vista industrial hicieron que Francia se ofreciera sin reservas, medioambientales o de otro tipo, para albergarlo y que Europa celebrase de forma entusiasta el acuerdo, en noviembre de 2006, cuando tras años y años de discusiones y aplazamientos por fin se decidió la sede del reactor, a la que también optaba Japón. Como todo gran proyecto, una vez superada la fase de entusiasmo inicial, llega la de poner los pies en el suelo. Por su confianza en el ITER y en las ventajas que tener la sede en suelo europeo suponen para el desarrollo científico y tecnológico, Europa se ofreció a pagar el 45% del presupuesto de construcción del reactor durante los 10 años que se calculan. Cada uno de los seis socios restantes contribuye el 9%. Sin embargo, una vez que terminaron las celebraciones y se pusieron a trabajar los encargados de evaluar el coste de construcción, se vio que éste va a superar en mucho los 5.000 millones de euros previstos. Todavía no está totalmente acabado el diseño final y ya han surgido como setas los comités encargados de evaluar el coste con la menor incertidumbre posible, tanto en la Organización ITER propiamente dicha como en la parte europea. Aún no hay datos concretos del sobre-coste, pero sí hay preocupación en la Unión Europea sobre cómo convencer a los países miembros de que va a haber que poner más dinero, en un contexto de crisis económica feroz. El mensaje será previsiblemente el mismo de siempre: no se puede poner en peligro un proyecto de I+D de esta magnitud, entre otras cosas porque la I+D es más importante que nunca en tiempos de crisis.

Conscientes de que hay que seguir adelante mientras tanto, para avanzar lo más

posible y cumplir los plazos, el formidable equipo directivo del ITER está “empujando

Fuente: www.iter.org



de forma audaz”, como decía hace poco el director general adjunto principal, el alemán **Norbert Holtkamp**, curtido en la gestión de complejas instalaciones científicas: la última los aceleradores de la fuente de neutrones del Laboratorio Nacional **Oak Ridge** en Estados Unidos. Hay que cerrar cuanto antes los grandes contratos de suministro de piezas, de los que ya se han firmado 13, y conseguir que todas las organizaciones locales (una por cada socio) empiecen a funcionar de verdad. En Barcelona tiene su sede la agencia europea, que han llamado *Fusión para Energía* y que ya va a velocidad de crucero. Sus responsables creen que España tiene una gran oportunidad de aprovechar la presencia en su suelo de este organismo que canaliza la aportación europea al ITER, y en la *Comisión Europea* se extrañan de que las distintas Administraciones españolas no se muestren más activas en este tema. Las oportunidades para profesionales, laboratorios y empresas son grandes, recuerdan. Ante la tentación de obligar a que el ITER se apriete el cinturón demasiado, conviene recordar lo que ha pasado en el nuevo acelerador LHC del CERN en Ginebra. A los pocos días de ponerse en marcha en septiembre pasado, un grave accidente lo dejó fuera de combate y así estará hasta finales de este año. La causa, empalmes deficientes entre algunos tramos del cable superconductor. El problema se puede achacar con bastante seguridad a la escasez de dinero durante la construcción del acelerador que llevó a una excesiva subcontratación y la consiguiente falta de control de calidad. Una lección a no olvidar.

Juan Tomas Hernani Director de FECYT



Juan Tomás Hernani es Ingeniero Industrial por la *Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao*, Licenciado en Ciencias Empresariales y Master en Fabricación Avanzada por el *Instituto Tecnológico de Cranfield*. Ha desempeñado diversos puestos de relevancia en el mundo empresarial y público, como Director General del Área de Internacionalización en **Innobasque**, Director General de **Conservas Garavilla**, Consejero Delegado de **KEON-Azertia** y Director Técnico de **Robotiker**. Además ha sido consejero y promotor de una decena de proyectos empresariales. Actualmente es director de la **FECYT**.

¿Qué es FECYT y cual es su misión?

La misión de FECYT es atender al amplio espectro de la Investigación y la Ciencia, proporcionando un conjunto de servicios y apoyos que faciliten que la información relativa a la Innovación y la Ciencia tenga el máximo impacto.

Pensamos que es muy importante que todo el conjunto de actores de la información científica, se alineen para que la producción y la eficiencia del sistema de Ciencia estén apoyadas por un flujo en la información que sea óptimo.

En este momento la FECYT es una fundación que depende del Ministerio de Ciencia e Innovación, y por ello esta situada en el máximo rango de importancia que le puede dar el ministerio.

¿Cuándo se fundó FECYT?

Ahora tiene 6 años, se crea en el 2002, siendo muy recientes muchos de sus programas y de sus éxitos.

¿Cuáles son las áreas de FECYT?

FECYT tiene 3 áreas fundamentales:

1. Estudios, que es la más tradicional en la casa y la lleva el Observatorio de la Innovación y la Ciencia.
2. Gestión de la Información Científica Integrada, por la Agencia de la información científica.

3. Comunicación de Innovación y Ciencia, que realiza una labor de divulgación fundamentalmente hacia la sociedad.

¿Empezamos por el área de Estudios?

El Observatorio nace de un esfuerzo de la Fundación, por consolidar la información de más de 150 convocatorias de I+D+i, y le permite responder a preguntas como ¿Cuánto se ha gastado el Estado en subvenciones para Biotecnología?, ¿Cuánto ha invertido en energías renovables? ¿En Extremadura?... En definitiva, cualquier pregunta en relación a los planes nacionales de I+D+i.

A partir de la conferencia de presidentes de Comunidades Autónomas del año pasado, los presidentes adquieren el compromiso de incorporar los datos de investigación y desarrollo de las Comunidades. Se ha abordado un nuevo enfoque que resulta más práctico, consistente en pedir los datos en un formato definido. De esta forma queremos facilitar a las comunidades autónomas que lo deseen un Data Warehouse en el que puedan incorporar y explotar los datos de sus propias convocatorias.

Con este procedimiento obtenemos el dato de cuánto gastamos. El siguiente paso sería el poder valorar qué resultados obtenemos. Esta valoración es compleja porque

en general son ciclos largos, al terminar el trabajo todavía no ha habido publicación o patente,... y ya el sistema no le sigue la pista. Lo que pretendemos es sacar los datos vía estadística más que hacer un seguimiento proyecto a proyecto.

Finalmente la tercera y última etapa pierde un poco más la relación causa-efecto con lo que es estrictamente la inversión pública y trata de medir a través de *Eurostat* los indicadores de la Innovación. Con la comparación de estos indicadores con los del *European Innovation Scoreboard* (EIS), sabremos como estamos en porcentaje de empresas innovadoras, en servicios tecnológicos avanzados, ...

Todo esto, tiene que ser la bola de cristal que mida el avance final de todas las políticas y que nos esté midiendo un poco el por qué y para qué de nuestras actividades. Para el 2010 tenemos previsto incorporar a los 18 indicadores actuales, algunos indicadores más del Manual de Oslo que nos permita medir también temas de Innovación no tecnológica, social, ...



¿Qué me puede decir del 2º área: Gestión de la Información Científica Integrada?

Tiene 2 capítulos y el primero de ellos es el *input*. FECYT está proporcionando de manera gratuita a toda la Comunidad Científica un servicio electrónico de acceso a todos los *Abstract* (Resúmenes de artículos) que se publican en el mundo y a toda la bibliometría. Este servicio ha tenido un desarrollo espectacular y algo que tenía previsto arrancar con un millón de consultas, pasó en un año a 3 millones, cerrándose el año pasado con 7,2 millones. La centralización de este servicio ha supuesto un ahorro muy importante en su coste.

Con éste servicio, los científicos acceden a todo lo que, dentro de su especialidad, se ha escrito en el mundo. Dado que la investigación produce información y se origina a partir de más información, ésta retroalimentación permitirá hacer crecer la actividad *input /output* del sistema investigador.

A partir de aquí se podrá generar información de gestión del tipo siguiente:

¿Cuánto consulta la *Universidad del País Vasco* versus la *Universidad de Barcelona*? ¿Cuánto consultan los físicos versus los astrónomos?... Se trata de generar la conciencia de que es importantísimo estar “enganchado” al sistema científico internacional. Por otra parte, queremos incorporar a este proyecto los textos completos, es decir, no solamente el *abstract* y la bibliometría, sino el acceso centralizado a todas las revistas electrónicas de prestigio que se publiquen: *Elsevier*, *Nature*, ...

El segundo capítulo de ésta área es el de la producción. Tenemos que conseguir que nuestros científicos, tanto de manera directa (por la propia excelencia de la producción científica), como de manera indirecta (porque cada vez más revistas españolas sean reconocidas en Thomson) sean visibles en los circuitos internacionales. Es en éste último aspecto, donde revistas como DYNA, que ya han sido reconocidas internacionalmente por *Science Citation Index* y otros directorios importantes, prestan un apoyo reseñable a la labor de la Fundación.

La nueva ley de la Ciencia va a obligar a publicar a los científicos y a las Instituciones. Desde FECYT, lo que queremos desde el principio es facilitar que ese output esté a disposición de las publicaciones que cumplan un mínimo de calidad y rigor científico. Para ello hemos creado el sistema electrónico *Recyt*, que cumple con las normas estándares internacionales, que es lo que queremos promocionar.

La gente debe de ser consciente que las revistas deben de ser electrónicas. Ya no vale con tener la tesis fotocopiada en la librería, sino que su divulgación a través de las nuevas tecnologías es muy importante.

¿Qué actividades y objetivos comporta el área de Comunicación?

En esta tercera área, quizás por la que FECYT es más conocida; tenemos la plataforma Sinc que tiene 1,2 millones de páginas vistas por mes. Esta Web publica noticias de Ciencia y Tecnología y vamos a celebrar su primer aniversario en Febrero, al que por cierto os invitaremos. Se ha llegado a un acuerdo internacional con *Eurekalert* y *Galileo* para intercambiar información y traducir contenidos.

En esta área existen 2 redes importantes que son: la red de unidades de comunicación científica y los museos de ciencia y tecnología.

La red de unidades de comunicación científica la componen 70 oficinas donde va a haber un cambio de estrategia. Personalmente, creo que es una infraestructura estupenda, pero en lugar de hacer una explotación muy de modelo OTRI como se ha venido haciendo hasta ahora, tenemos que tratar de trabajar por objetivos. Es decir, todos aquellos que apuesten por la comunicación de la Ciencia y de la Innovación y que lo tengan como vocación

fundamental, les apoyaremos desde FECYT. La forma de hacerlo es, que cada uno presente su plan con una filosofía de creación de una casa común, con la suma de la información de todos. Todos estos contenidos estarán a la disposición del participante y así obtendrá una masa crítica mayor para elegir aquello que le interese. A partir de este momento, se pagará a cada uno en función de lo que contribuya a lo de todos (25 noticias al mes, o al año,...)

Existe una red de 24 Museos de perfiles muy distintos que van desde el *Planetario de Pamplona* hasta el *Museo de la Tecno Caixa* de Barcelona, que creo debemos hacer que funcione como red. Es decir, trabajar un poco más como el Guggenheim con mentalidad de eventos más que de colecciones.

También existe un proyecto reseñable para este año 2009, con la celebración del “Gran año europeo de la innovación y de la creatividad”, cuya organización estamos llevando junto con varios vectores a nivel de Comunidad Autónoma.

¿Qué le falta al sistema español de ciencia-tecnología para equipararse al de los países más avanzados del mundo?

Desde mi punto de vista, creo que el primer gran reto que tiene el sistema es la transferencia. En muchas ocasiones, el mundo de la investigación aplicada no debería pensar que puede desarrollar determinados conceptos sin haber sido capaz de expresarlos en términos de productos y servicios. Muchas veces falta definir en la memoria del proyecto que va a arrancar, los productos y servicios que va a generar.

Y del lado de la empresa, falta una conciencia que les permita dedicar recursos de muy alto nivel - en algunos casos de directivos -, y es necesario dejar de concebir la investigación como un aspecto lateral que a veces depende del director financiero. Debería de haber gente con capacidad estratégica, que dedique horas a las posibilidades que les da la investigación.

La ley por su parte, debe favorecer el movimiento de las personas. Es muy interesante que por ejemplo, un profesor que está en la escuela de ingenieros X pase a la empresa Y como director de ingeniería.

Otro aspecto a tener en cuenta son las infraestructuras de investigación. El sistema paga muchas horas de científicos y la cuota de infraestructuras debe de ser una parte muy importante que debe compartirse. Si la segmentación en equipos de investigación es preocupante, en infraestructuras la situación es peor.

¿Que representación tiene España entre las publicaciones científicas internacionales?

Los especialistas suelen dar el número de unas 2000 revistas españolas pertenecientes a instituciones científicas o académicas que se auto-consideran revistas científicas. De todas ellas, algo más de unas 130 están presentes en la

principal base de datos mundial de revistas científicas que es la *Web of Knowledge* (WoK) de la empresa **Thomson-Reuters**. Esta base de datos es la más utilizada para evaluar el prestigio científico a nivel mundial. En una base de datos europea de reciente creación (*Scopus*), de la empresa Elsevier, están presentes unas 170 revistas españolas.

La nueva ley de la Ciencia va a obligar a publicar a los científicos y a las Instituciones. Desde FECYT, lo que queremos desde el principio es facilitar que ese output esté a disposición de las publicaciones que cumplan un mínimo de calidad y rigor científico.

Por otro lado, al proceso de evaluación de calidad voluntario de FECYT se han presentado unas 200 revistas españolas y han superado el examen 35.

De todo ello, la visión que nosotros hemos destilado sobre las revistas científicas se podría resumir en los siguientes puntos:

- Su peso internacional es muy inferior al que corresponde a la ciencia española a nivel mundial.
- No queda una gran reserva de revistas que pueda incorporarse en los próximos años al nivel de excelencia mundial requerido, aunque con cierto esfuerzo y apoyo, quizás se puedan incrementar en unas 200 más aquellas que son reconocidas mundialmente por la propia comunidad científica.
- Al sistema le sobran el 75% de las revistas existentes, dado que ni tienen el nivel necesario ni lo van a tener, porque no hacen ningún esfuerzo por alcanzarlo.

Sabemos que estas revistas representan un gran esfuerzo a quienes las impulsan, dado que no obtienen ningún tipo de reconocimiento ni remuneración por ello, pero las instituciones que las cobijan deben ser conscientes de que los reducidos fondos dedicados y los esfuerzos depositados no tienen ni van a tener un resultado en un plazo razonable, en ese 75% de los casos.

¿Cuál es la evolución de las revistas españolas científicas y su valoración e influencia en el mundo?

En los últimos tres años, España ha doblado el número de revistas presentes en WoK. Por otra parte, en el último año ya tenemos algunos casos de revistas españolas que aparecen entre los niveles altos de influencia/impacto en su área científica, cuando el año pasado sólo había una.

Además, como le decía, con cierto apoyo, no es descartable que el nº de revistas de nivel mundial pueda volver a duplicarse en otros 3 ó 4 años. Por lo tanto la evolución es buena, incluso puede considerarse muy buena y, si se mantiene, puede llevarnos a una situación más cercana al puesto que nos corresponde en 5 años más; pero no debemos olvidar que partimos de una situación de origen muy deficitaria y todavía queda mucho trabajo por hacer.

¿Existe correlación entre el nivel tecnológico de un país y la influencia e importancia de sus publicaciones?

Esta es una pregunta de difícil respuesta, porque no conocemos estudios en esta línea. Hay casos como el de los USA en que su preeminencia científico-tecnológica tiene un reflejo claro en su posición en el ámbito de las publicaciones. Sin embargo, China puede parecer un contrapunto, dado que su creciente peso científico todavía no se ha hecho notar en el campo de las publicaciones. En otros casos, como el europeo, hay diferencias en función de ciertas características culturales de los países, que no forzosamente reflejan el nivel tecnológico. Por todo ello, yo diría que no parece haber una correlación clara, pero ya le digo que esta cuestión no ha sido objeto de estudios que nos permitan dar una respuesta concluyente a esta pregunta.

...revistas como DYNA, que ya han sido reconocidas internacionalmente por Science Citation Index y otros Directorios importantes, prestan un apoyo reseñable a la labor de la Fundación.

¿Cuáles son los puntos fuertes y débiles de las revistas técnico-científicas españolas?

Habría que destacar como punto fuerte el entusiasmo de los editores que sacan adelante el trabajo y esfuerzo con escasos recursos económicos y humanos. Sin embargo, entre las debilidades más evidentes yo citaría cuatro grandes bloques:

- La falta de profesionalidad: el hecho de que se trate de ejercicios de voluntarismo conlleva falta de continuidad en líneas editoriales, la dificultad incluso de mantener al día las bases de datos como el ISSN (equivalente del ISBN para libros) y con consecuencias tales como no publicar en las fechas que se anuncian o no conocer debidamente los elementos básicos del sistema de edición científica.
- Una gran laguna en su nivel de internacionalización: la ciencia de hoy es mundial, y siempre lo ha sido; sin embargo muchas revistas científicas españolas tienen una presencia de editores, asesores, revisores y autores internacionales que las limita al estadio de revistas españolas-españolas. Naturalmente, esta característica influye en la

propia presencia de nuestras revistas en la ciencia internacional, su impacto, que es, en general, muy bajo.

- Un defecto generalizado de endogamia: ya no solo a nivel internacional sino a nivel de quedarse encerradas para todo, editores, asesores, revisores y autores, en el marco de su institución o de su asociación o, incluso, de su departamento. Yo a esta característica más que debilidad la llamaría lacra.

Ausencia de mentalidad de los editores científicos de su revista como producto que necesita de marketing para obtener lectores y citas. Habitualmente, los editores tienen suficiente trabajo sacando el número a tiempo y no reparan en la necesidad de una labor de marketing que asegure la difusión y visibilidad de la revista. Es necesario, por ejemplo, asegurarse una visibilidad en Internet y en bases de datos de la especialidad. Si la revista no tiene lectores, la información que alberga queda enterrada irremisiblemente.

Con estos comentarios, me refiero a las 2000 revistas científicas que supuestamente existen en España, no sólo a ese 25 % que nosotros estimamos que puede salir a flote y tener una presencia relevante en su área científica a nivel mundial; aquellas que están trabajando para alcanzar niveles de prestigio internacional a veces incurren en alguno de estos defectos, pero nosotros les estamos ayudando para que los limen.

¿Qué aspectos hay que mejorar con especial importancia?

Nosotros hemos detectado dos elementos de gran impacto en el correcto desarrollo de esta área:

- Profesionalización: es necesario que se disponga de los medios humanos y materiales que aseguren la continuidad de los elementos básicos.
- Internacionalización: nadie que pretenda incorporar conocimiento al acervo científico de la humanidad puede pretender que “lo suyo” sólo es de interés para gentes de un área geográficamente limitada. Así que es imprescindible la incorporación de expertos de todo el mundo a los consejos de redacción y asesor, a la lista de revisores y a los autores que nos envían sus artículos.

¿Qué contenidos de DYNA potenciarían el desarrollo de la Innovación entre los Ingenieros Industriales?

Creo que los casos industriales son muy interesantes y también las buenas prácticas,... El tema del emprendizaje me parece fundamental y se debe favorecer la reputación del empresario innovador. Conozco personalmente un par de casos que admiro mucho: una persona que estaba trabajando en una empresa y ha tomado la decisión de salir de ella, conseguir capital, montar un prototipo,... es algo que debemos fomentar más. Tenemos demasiada mentalidad social de funcionarios y sin embargo debemos vivir en una sociedad emprendedora. Además el índice de emprendizaje en España está muy por debajo del existente en Europa. ■



La comisión nacional de la competencia y los colegios profesionales

Antonio Adsuar-Benavides
Presidente del Colegio de Ingenieros Industriales de
Alicante y miembro del Consejo General de Colegios

El Consejo de la Comisión Nacional de la Competencia (CNC) elaboró en septiembre pasado un Informe sobre las limitaciones a la libre competencia, presuntamente causadas por los Colegios Profesionales. El Informe cita el establecimiento de limitaciones debidas a determinadas exigencias para el ingreso en los Colegios y para el ejercicio de la profesión, propiciando su redacción la decisión del Gobierno de confeccionar una nueva Ley Reguladora de los Servicios Profesionales, de ámbito, pues, mucho más amplio que el colegial, en la cual tomará en consideración las recomendaciones de dicho Informe, las Comunicaciones de la Comisión Europea y los inminentes cambios en las titulaciones.

No debe cundir la alarma porque esta situación no es nueva, ya se actualizaron cuestiones colegiales relativas a la competencia tras los Informes de 1.992 y 1.995, del entonces Tribunal de Defensa de la Competencia (TDC), que provocaron reformas de la Ley 2/1974 de Colegios Profesionales.

El Informe plantea dudas sobre cuestiones generales, así acerca de la obligatoriedad de la colegiación y del visado, cita una serie de actuaciones, irregulares respecto a criterios de competencia de determinados Colegios, entre los cuales no nos encontramos los Ingenieros Industriales y finaliza con una serie de recomendaciones.

Pensamos que el Informe no debe ser visto como una amenaza seria para la supervivencia colegial. Por contra, representa una oportunidad inducida de reflexión y autoanálisis, de que actualicemos ciertas normas y/o estructuras. No ha de extrañar que periódicamente se deban introducir cambios, la evolución del entorno siempre acaba exigiéndolos. Lo que antes parecía correcto hoy puede deber

ser reconducido. La coyuntura es delicada solamente porque nos obliga a actuar ya, a ser críticos y consecuentes y a tener como norte de las mejoras, como no puede ser de otra manera y como ha sido siempre, el interés general y, por qué no, las conveniencias y necesidades de nuestros colegiados, en lo que no perjudique a sus clientes o empleadores.

Por ello estimamos que debe el conjunto de Colegios, de una vez por todas, convencer, dejar sentada para siempre la conveniencia general y la necesidad, para la mayor garantía de los servicios del sector de profesiones tituladas colegiadas, de la colegiación obligatoria y, en nuestro caso, del visado obligatorio.

Cita el Informe argumentos a favor y en contra de la colegiación obligatoria. La cual, por cierto, nuestros Colegios no aplican o no tienen medios de aplicar (el resultado es el mismo) a la mayoría de Ingenieros Industriales, a los que no hacen proyectos, a los que no ejercen el “libre ejercicio”. Sin embargo, la colegiación obligatoria es una clara garantía de interés general. En primer lugar, el Colegio responde de la titulación del profesional, piénsese que un particular no pide nunca el título a un proyectista, ni a un médico etc. Es pues, una gran protección contra el intrusismo. Podemos citar recientes casos de intrusismo ganados por los Colegios ante los Tribunales de lo Penal y, a nivel anecdótico, todos recordamos, al Sr. Roldán. El intrusismo existente crea un enorme riesgo para la seguridad del desprotegido cliente, pues tampoco la Administración en la presentación de Proyectos, Estudios, Memorias, Certificados etc., en general, se interesa excesivamente por la titulación del firmante, a lo sumo exige el visado. Y sobre todo, el Colegio vela por la honra colectiva de la profesión a través de la deontología profesional, exige el seguro de responsabilidad civil, procura la formación posgrado

Pensamos que el Informe no debe ser visto como una amenaza seria para la supervivencia colegial. Por contra, representa una oportunidad inducida de reflexión y autoanálisis, de que actualicemos ciertas normas y/o estructuras.

etc. Lo dicho y lo omitido corresponde a la categoría del interés general y (¿por qué no?) particular del colegiado. Alguien más preparado que quien suscribe podrá, sin duda, argumentar contundentemente que así es.

Se cuestiona también el visado obligatorio. Si se admite lo expuesto en el párrafo anterior carece de sentido el visado voluntario. Se pierden todas las garantías. Por ello, estimamos que colegiación obligatoria y visado obligatorio son dos partes de un mismo argumento: Dar garantías y calidad al cliente o empleador del titulado.

Precisamente, en nuestro caso, estamos permanentemente preocupados por incrementar el valor añadido que representa el visado para los trabajos de nuestros colegiados, como garantía del cumplimiento de todas las obligaciones legales y técnicas a que están sometidos. Debe considerarse que las nuevas Reglamentaciones apoyan esta idea, porque incluyen comprobaciones a realizar y certificar por el Colegio al visar los proyectos, atribuyéndole, pues, obligaciones y responsabilidades incompatibles con el visado voluntario. Tenemos como ejemplo reciente de esa tendencia, el nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE), en vigor desde 29-02-2008.

En el mismo sentido merece mención el espíritu de la Ley 2/2007 de Sociedades Profesionales, con la cual la Administración pretende dar una marca de prestigio y calidad a estas sociedades, a través de su registro colegial.

Las garantías que supone el visado deben justificar su coste, sin perjuicio de ajustar todos los valores que sea necesario, como continuamente hace la Comisión correspondiente, creada en el seno del Consejo General de Colegios de Ingenieros Industriales.

Debe reseñarse que ciertas actuaciones de ciertos Colegios, citadas en el Informe, merecen, desde luego, agrias críticas y, diría, nos desprestigian al colectivo de Colegios Profesionales, así: Exigir 6.000 € para poder colegiarse, crear Colegios sin titulaciones definidas para sus colegiados, conseguir parcelas de exclusividad a través de la legislación (recordada la LOE, las Infraestructuras de telecomunicaciones en los edificios etc.), trasladar el pago del visado al cliente, existencia aún de honorarios mínimos, barreras autonómicas entre colegiados, tribunales deontológicos corporativistas etc. Piénsese que los Colegios que no corresponden a una titulación determinada, han de crear normas más o menos arbitrarias para el ingreso

en ellos. La consecuencia es que quizás deberían constituirse en “asociaciones” y no en “colegios”, pues entonces, ante límites injustos a la libertad profesional, se podría crear otra asociación paralela, lo que no es factible para los Colegios. Lo cierto es que todos esos supuestos nos perjudican a los que actuamos ajustados al derecho y a la lógica.

Y lo menos sostenible del Informe entendemos es la idea recogida de que “*menos regulación es un estímulo para la generación de riqueza*” puesto que si eso fuera cierto, que, desde luego, lo dudamos, debería añadirse “... *a través del mayor número de estafas, intrusismos e indefensiones que se crean.*” Precisamente la excesiva libertad de mercado tienta a algunos a bajar la calidad junto al precio y a olvidarse de determinadas obligaciones y/o garantías legales, por lo que a más libertad más útil resultará el control colegial de los trabajos.

En fin, que nadie se alarme excesivamente por un Informe que, creemos, no va y no debe ir, ni puede ir, “contra” nosotros, ni “contra” todos los Colegios. Tan solo trabajemos y corrijamos lo que sabemos no es perfecto y convenzamos al Legislador de lo que no debe ser modificado, por ejemplo la colegiación obligatoria. Por otra parte, quedamos en espera de conocer las reacciones, apoyos e iniciativas de los Colegios de las demás Profesionales, que el Informe cifra en un total de 87, involucrados todos, de una manera u otra, en esta nueva situación.

Lo cierto es que todos esos supuestos nos perjudican a los que actuamos ajustados al derecho y a la lógica.

La planificación de la producción industrial y las emisiones de CO₂.

Implicaciones del Protocolo de Kyoto



The industrial production planning and CO₂ emissions. Kyoto Protocol consequences

• Ana Gessa-Perera
• Inmaculada Rabadán-Martín
• José Antonio Jurado-Martín

Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales
Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales
Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales

Universidad de Huelva
Universidad de Huelva
Universidad de Huelva

Recibido: 01/12/08 • Aceptado: 29/01/09

ABSTRACT

- The European Emissions Trading Scheme (EETS) is regulated by the Kyoto Protocol and involves some changes in the corporate management of the industrial companies affected by Directive 2003/87/EC. The EETS is forcing to change the industrial strategic and operational approaches. In this paper we analyze the companies' available alternative to plan their production. The CO₂ emissions are no longer regarded as a waste into another input in the production process. A linear programming model is used to compute a production programme to maximize corporate profits. Therefore, the model gets us important information on possible actions by the company in relation to the purchase or sale of emission allowances in the emissions market CO₂.
- This study compares the actual emissions from the production process, with the allowed emissions, determines the theoretical maximum value to pay for an emissions permit in addition and shows processes or products that are no longer competitive because of the limited CO₂ emissions. In this way the Kyoto Protocol is an opportunity to modernize the production system into a model of sustainable production and consumption.
- The proposed model have been applied to the cement industry.
- **Keywords:** Kyoto Protocol, Emissions Trading Market, CO₂ emissions, Production Planning, Linear Programming.

RESUMEN

El mercado europeo de emisiones de CO₂, regulado en el *Protocolo de Kioto*, implica cambios en la gestión de las empresas afectadas por la *Directiva 2003/87/CE* que lo regula, obligando a sus responsables a reformular sus planteamientos estratégicos y operativos.

En este trabajo analizamos algunas de las posibles alternativas que se les pueden plantear a las empresas a la hora de planificar su producción, donde las emisiones de CO₂ procedentes de sus instalaciones dejan de considerarse como un residuo para convertirse en un *input* más del proceso productivo. Para ello, utilizaremos un modelo de programación lineal con objeto de calcular un programa de producción que optimice los beneficios empresariales y nos ofrezca información relevante sobre las posibles actuaciones de la empresa en relación a la compra o venta de derechos de emisión en el mercado de emisiones de CO₂.

Este estudio compara las emisiones reales, procedentes de la producción en sus instalaciones, con las autorizadas y determina, entre otras cosas, de forma teórica, el valor máximo a pagar por un permiso de emisiones adicional, además

de permitir a las empresas detectar aquellos procesos o productos que dejan de ser competitivos tras la entrada en funcionamiento del mercado de derechos de emisión, al tener limitadas las emisiones de CO₂. De esta manera el Protocolo de Kioto constituye una oportunidad para modernizar el sistema productivo hacia un modelo sostenible de producción y consumo.

Para ilustrar el modelo propuesto se acompaña el análisis realizado con una aplicación a la industria del cemento.

Palabras clave: Protocolo de Kioto, mercado de derechos de emisión, emisiones CO₂, planificación de producción, programación lineal.

1. INTRODUCCIÓN

Hasta fechas recientes, la empresa había gozado de libertad en su forma de operar sin restricciones ni responsabilidades para el uso de los recursos naturales. Sin embargo, esa despreocupación general ha ido desapareciendo poco a poco, a medida que va aumentando la concienciación social del agotamiento de los recursos naturales y de la dificultad que entraña su recuperación y, por tanto, la mayor

presión social y legal ejercida sobre las empresas, materializada en nuevas políticas, planes de actuación y normativas a diferentes niveles.

En este sentido, cabe resaltar por su alcance y por sus futuras implicaciones, el compromiso de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que asumió la comunidad internacional al ratificar el *Protocolo de Kioto*, exactamente reducir, en el periodo 2008/12, las emisiones en un 5% respecto al nivel de 1990.

Con este propósito y con el fin de amortiguar el inevitable impacto económico que va a suponer el cumplimiento de sus obligaciones, la Unión Europea aprobó la *Directiva 2003/87/CE*, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de GEI en la Comunidad, que junto a los otros instrumentos de mercado previstos en el Protocolo de Kioto, basados en proyectos de inversión en tecnología limpia en países en vía de desarrollo (Desarrollo Limpio –MDL– y Aplicación Conjunta –MAC-¹), constituyen los llamados *mecanismos de flexibilidad* del Protocolo de Kioto.

La puesta en marcha de este mercado de derechos de emisión de CO₂ implica algunos cambios en la gestión de las empresas afectadas por la Directiva, siendo preciso pues tratar el impacto medioambiental de la actividad empresarial desde un enfoque diferente al que hasta ahora se venía haciendo. Así pues, las consecuencias de la puesta en marcha de este mercado han sido analizadas desde diferentes puntos de vista. Algunos trabajos analizan su impacto económico (Khanna, 2001; Bode, 2006; Egenhofer, 2007; Lund, 2007), así como la relación entre el mercado de derechos de emisión y los incentivos para las inversiones en tecnología (Gagelmann y Frondel, 2005; Schleich y Betz, 2005; Oberndorfer y Rennings, 2007). Otras investigaciones examinan la actitud estratégica de las empresas industriales hacia el comercio de derechos de emisión (Brewer, 2005; Gessa et al., 2007; Pinkse, 2007) y su impacto sobre la competitividad de la industria europea (Hidalgo et al., 2005; Demailly y Quirion, 2006; Smale et al., 2006).

Sin embargo, como el mercado es de reciente aplicación y las reacciones de las empresas se encuentran aún en proceso, es necesario seguir investigando en este área para conciliar los objetivos económicos y ambientales con las decisiones operativas y estratégicas de las empresas.

En este trabajo analizamos las implicaciones en el área productiva de la empresa, al considerar a ésta como una de las más implicadas en el proceso de integración medioambiental de la empresa, teniendo en cuenta que se trata de un área con competencias sobre las principales oportunidades de reducción del impacto ambiental.

Tras repasar brevemente en el siguiente apartado el funcionamiento del mercado de emisiones, pasamos a analizar en la sección 3 las implicaciones que el mismo tiene sobre la planificación de la producción de las instalaciones industriales incluidas en el ámbito de aplicación de la *Directiva 2003/87/CE*,

y, por ende, en sus resultados. Para nuestro análisis usamos un modelo de programación lineal, añadiendo la limitación de las emisiones de CO₂ al resto de restricciones de la empresa (tales como el número de trabajadores, los recursos financieros, la capacidad productiva, etc.). El resultado obtenido puede interpretarse fácilmente y se utiliza, entre otras cosas, para calcular el precio que las instalaciones estarían dispuestas a pagar en el mercado de emisiones por las unidades adicionales de derechos de emisión (precio sombra o dual). A continuación se presenta un sencillo ejemplo para ilustrar la aplicabilidad del modelo, finalizando en la última sección del trabajo con una discusión de los resultados obtenidos.

2. EL MERCADO DE CO₂ Y LOS PLANES NACIONALES DE ASIGNACIÓN DE DERECHOS DE EMISIÓN

El comercio de emisiones permite a las partes implicadas intercambiar los derechos de emisión asignados para alcanzar sus respectivos compromisos. Se trata, por consiguiente, de un mercado donde podrán negociarse las distintas unidades reconocidas por el Protocolo de Kioto, tanto los derechos de emisión (unidad de cuenta del régimen comunitario) como los créditos procedentes de los mecanismos MDL y MAC (las Reducciones Certificadas de Emisiones y las Unidades de Reducción de Emisiones respectivamente).

El funcionamiento de dicho comercio se fundamenta en las diferencias entre los derechos de emisión asignados (derecho subjetivo a emitir una tonelada equivalente de CO₂, durante un periodo determinado) y las emisiones reales de las diferentes organizaciones. Si el número de derechos asignados a una instalación es inferior a sus emisiones reales, será sancionada económicamente, no estando exenta de presentar los derechos necesarios para cubrir sus emisiones. En el caso contrario de superar los derechos asignados a las cuotas emitidas reales, la empresa tiene un excedente de emisiones que podrá vender a otras organizaciones que se encuentren en una situación deficitaria o guardarlos excepcionalmente para su utilización dentro de los años incluidos en cada etapa.

De esta manera, se permite a las instalaciones emitir CO₂ por encima de la cuota que le ha sido asignada, siempre que encuentre a otra instalación que esté dispuesta a vender su cuota sobrante. Así, se garantiza el cumplimiento de los objetivos medioambientales, pues el resultado global es el mismo que si ambas empresas consumiesen exactamente sus cuotas asignadas.

La pieza central de este nuevo mercado la constituye los llamados *Planes Nacionales de Asignación (PNA)* que cada Estado Miembro deberá elaborar y publicar (una vez aprobado por la Comisión Europea), en los cuales se asignarán los derechos de emisión entre los distintos sectores industriales e instalaciones incluidas en el mercado², de acuerdo con los objetivos de emisión que tiene fijados.

¹ Permiten la obtención de certificados de reducción de emisiones invirtiendo en proyectos en países sin compromisos de reducción, típicamente en vías de desarrollo, o posibilitan reducir las emisiones invirtiendo en proyectos de países con compromiso de reducción y economías de transición, respectivamente.

² Inicialmente, este régimen de comercio de derechos de emisión se aplicará a las emisiones de CO₂ procedentes de instalaciones que desarrollan las actividades enmarcadas en la Directiva, que son: generación de electricidad, refino, producción y transformación de metales ferreos, cemento, cal, vidrio, cerámica, pasta de papel, papel y cartón, todos ellos responsables de un porcentaje estimado entre el 40 y 50% de las emisiones de CO₂ correspondientes al año 2001.

Tabla 1 — Emisiones autorizadas y verificadas 2005/07 y propuesta de emisiones 2008/12 (toneladas de CO₂ /año)

Fuente: CITL (2006, 2007 y 2008) y Comisión Europea (2008).

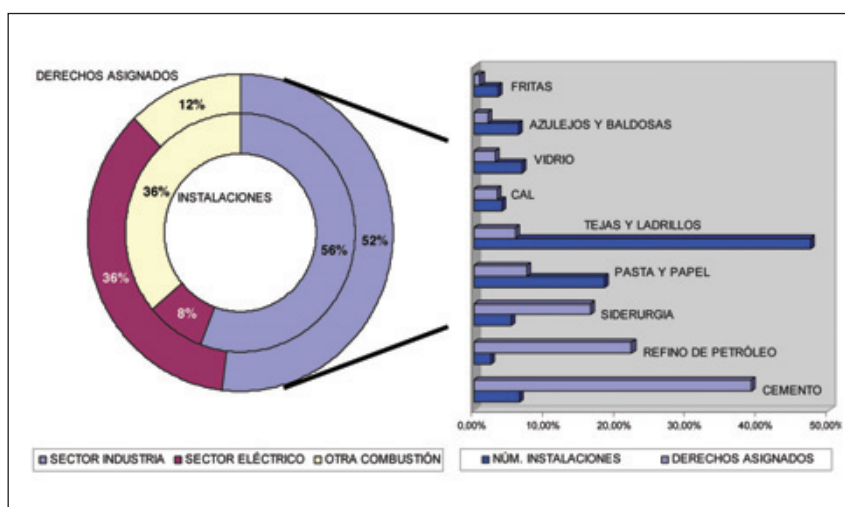
Estados miembros	2005/07			2008/12
	Emisiones verificadas ^a	Asignación de derechos	Número de instalaciones	Asignación de derechos
Alemania	1.440.011.432	498.390.019	1.851	453.070.175
Austria	97.506.837	32.900.512	203	30.729.906 ^b
Bélgica	162.933.891	62.114.734	309	58.507.703
Chipre	15.734.314	5.701.075	13	5.479.780
Dinamarca	90.082.676	33.499.530	382	24.500 ^b
Eslovaquia	75.291.846	30.489.902	169	30.912.261
Eslovenia	26.611.366	8.743.680	94	8.298.937
España	549.890.476	178.838.295	821	152.249.546 ^b
Estonia	40.061.039	18.953.000	43	12.717.058
Finlandia	120.262.466	45.499.284	590	37.557.889 ^b
Francia	384.877.666	154.909.186	1.089	132.800
Grecia	213.949.914	74.400.198	141	69.087.549
Holanda	236.927.138	88.942.336	208	85.813.458
Hungría	78.843.047	31.660.904	229	26.908.852
Irlanda	65.392.457	22.320.000	106	22.281.418 ^b
Italia	679.797.707	223.070.435	945	195.746.486
Letonia	8.644.387	4.560.191	89	3.283.303
Lituania	19.119.524	12.265.395	93	8.851.304
Luxemburgo	7.883.552	3.358.323	15	2.488.229 ^b
Malta	3.957.023	762.822	2	2.143.061
Polonia	622.384.223	237.838.568	817	208.515.395
Portugal	100.739.038	38.161.413	244	34.810.329
Reino Unido	750.254.791	224.831.370	678	245.621.900 ^b
Rep. Checa	253.914.360	97.267.991	396	86.835.264 ^b
Suecia	54.525.312	23.209.832	704	22.802.439
Total	6.099.596.482	2.152.688.994	10.231	1.804.869.542

^a Total del periodo 2005/07.^b PNAs aceptados por la Comisión Europea. El resto de PNAs no están aún ratificados por la Comisión Europea a 30 de junio de 2008.

El primer Plan aprobado regulaba, básicamente, los derechos de emisión de las empresas para el periodo 2005/07, estableciendo para dicho tiempo una estabilización de las emisiones globales (sólo bajarán un 0,2% respecto a 2002). El grueso de la reducción de los gases que contempla el *Protocolo de Kioto* se recoge en un segundo Plan, que delimita las emisiones para el periodo 2008/12, fecha en la que las emisiones no deberían sobrepasar en un 24% las del año 1990.

La Tabla 1 muestra, por una parte, el balance de la primera fase, comparando las emisiones asignadas con las verificadas y, por otro lado, la propuesta de las emisiones para el segundo periodo según el PNA de cada Estado miembro.

En lo que respecta a España, la fig. 1 recoge la distribución de las emisiones autorizadas de CO₂ por sectores implicados para el periodo 2008/12. Por un lado, se aprecia el gran peso que tiene el sector de la industria,

Figura 1. Distribución sectorial de emisiones de CO₂ en España.

Fuente: Comisión Europea (2008).

representando más del 50% del total, tanto en el número de instalaciones implicadas como en el total de derechos asignados. No obstante, debemos resaltar el gran volumen de

derechos asignados al sector eléctrico que, a diferencia del sector industrial, se reparte entre pocas instalaciones, mostrándose como el sector más contaminante. Por otra parte, centrándonos en el sector industrial, apreciamos igualmente un reparto desigual entre los sectores que lo conforman, destacando el sector del cemento como el más contaminante (36 instalaciones reciben más de 29 millones de derechos) frente al de tejas y ladrillos (266 instalaciones tienen asignado 4,5 millones de derechos). El resto de las instalaciones implicadas (36%) corresponde a las de otra combustión, con el 12% del total de las emisiones de CO₂ asignadas.

3. LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y LAS EMISIONES DE CO₂

La distribución de las emisiones de CO₂, descrita en el apartado anterior, condicionará en gran parte las estrategias o alternativas de actuación de las factorías para compatibilizar el cumplimiento del *Protocolo de Kioto* con el desarrollo de su actividad productiva, de manera que contribuya a maximizar sus beneficios.

De esta manera, a partir de enero de 2005 deja de considerarse ese contaminante como un residuo, que aparte del daño medioambiental que ocasiona, no tiene efectos directos sobre los resultados de las empresas, para convertirse en un *input* más del proceso productivo, pagando pues por ello una suma de dinero que le permita emitir a la atmósfera una cantidad determinada de CO₂, convirtiéndose así en una restricción más para su capacidad productiva.

Así pues, tras la aprobación de los PNA, las empresas implicadas, para determinar sus planes de producción, tendrán que tener en cuenta por un lado, las limitaciones de emisiones de CO₂ impuestas por el Protocolo de Kioto y por otro, las emisiones derivadas de la producción:

- **Las emisiones autorizadas (EA)**, se obtendrán a partir de las cantidades asignadas en el correspondiente PNA y de los permisos adquiridos, bien directamente en el mercado europeo de emisiones de CO₂ o a través de las otras medidas contempladas en la normativa reguladora del comercio de emisiones, siempre cumpliendo los límites vigentes de emisiones atmosféricas recogidos en las normativas aplicables a los procesos industriales implicados.

La asignación sectorial de permisos de CO₂, salvo en algunos casos³, está basada en las emisiones de las instalaciones durante el periodo 2000/02, procedentes de las mediciones directas y recogidas en el Inventario de Emisiones de GEI (1990/02), repartiéndose entre las instalaciones incluidas en el sector en función del peso que las emisiones que cada una hayan tenido sobre el total durante el periodo de referencia, garantizándose así la representatividad y la posibilidad de verificar la información de base.

- **Las emisiones reales (ER)** dependerán de la fabricación, siendo preciso determinar la cantidad de CO₂ emitido a la atmósfera por unidades fabricadas de los productos,

diferenciando los tipos de productos y las fuentes de contaminación, permitiendo así a los responsables de la producción de la empresa verificar la contribución de cada uno de los productos fabricados al total de CO₂ liberado a la atmósfera. Para el cómputo del total de las emisiones de CO₂ reales, a efectos de compararlas con las emisiones autorizadas, la empresa debe presentar un informe que ha de ser verificado por un organismo acreditado para este fin.

Una vez conocida las emisiones de CO₂ por cada unidad fabricada de los diferentes productos de la empresa y teniendo en cuenta las limitaciones de CO₂ entre las restricciones productivas, el paso siguiente será determinar el programa óptimo de producción que maximice el beneficio de la empresa, para lo que aplicamos la técnica de programación lineal⁴.

3.1. PLAN ÓPTIMO DE PRODUCCIÓN: APLICACIÓN DE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL

Para plantear algebraicamente el modelo de programación lineal, es preciso identificar las variables del modelo, las limitaciones que se imponen sobre dichas variables y la función objetivo que nos permita obtener una expresión matemática del objetivo que se pretende optimizar.

Las variables indican la decisión que se debe tomar, es decir, las cantidades a fabricar de cada producto para maximizar el beneficio. Así pues, X_j es la cantidad a fabricar del producto j .

Las limitaciones vendrán marcadas de un lado, por las cantidades necesarias de cada factor productivo limitado i para obtener una unidad de cada producto j (a_{ij}), y de otro, por las cantidades disponibles de cada factor productivo limitado (A_i). La entrada en vigor del Protocolo de Kioto ha hecho que sea preciso incorporar las limitaciones de emisiones de CO₂, de manera que será necesario conocer las cantidades emitidas a la atmósfera por cada unidad fabricada del producto j (a_{Cj}), así como las emisiones autorizadas de la empresa (EA).

La función objetivo, dado que pretendemos encontrar el plan de producción que maximice el beneficio de la empresa, estará compuesta por la suma de los beneficios alcanzados por la venta de los distintos productos de la empresa (beneficio unitario - C_j - por el número de unidades vendidas - X_j -).

Ante las limitaciones de emisiones impuestas por el Protocolo de Kioto las instalaciones pueden ver alterados los beneficios unitarios de sus productos ya que sobre ellos incidirán el efecto de las actuaciones de mejora de la empresa y el precio del derecho de emisión asignado.

De esta manera, el planteamiento del problema en términos de programación lineal quedaría como se ilustra en la fig. 2⁵.

3.2. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

La resolución de este problema de programación lineal ofrecerá, como resultado, las cantidades a fabricar de cada tipo

³ Como en las instalaciones de cogeneración y las emisiones de proceso, así como en aquellas instalaciones, que por circunstancias excepcionales (como pudiera ser una parada prolongada por su mantenimiento), disponen de datos históricos de sus emisiones que no cubren el periodo considerado.

⁴ Para un análisis más exhaustivo consultar, entre otras, Hillier y Lieberman (2001) o Ríos (1996).

⁵ Las restricciones incluidas en la programación lineal generada pueden ser desigualdades de signo contrario ($\geq$) al indicado en la fig. 2 o igualdades.

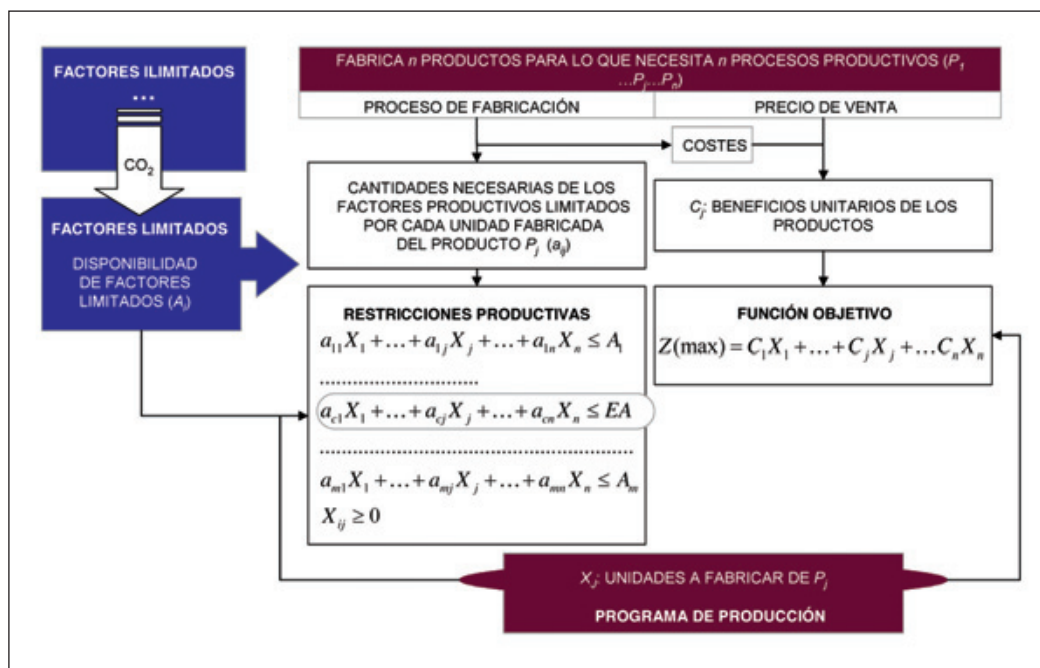


Figura 2. Planificación de la producción en términos de programación lineal.

de producto que elabora la empresa así como las cantidades sobrantes de los factores productivos limitados indicando, además, el precio máximo que estaría dispuesta a pagar la empresa por una unidad adicional de los recursos limitados (precio sombra, precio dual o coste de referencia). Así pues, en relación a la restricción de las emisiones de CO₂, nos podemos encontrar con dos casos (fig. 3): que las emisiones

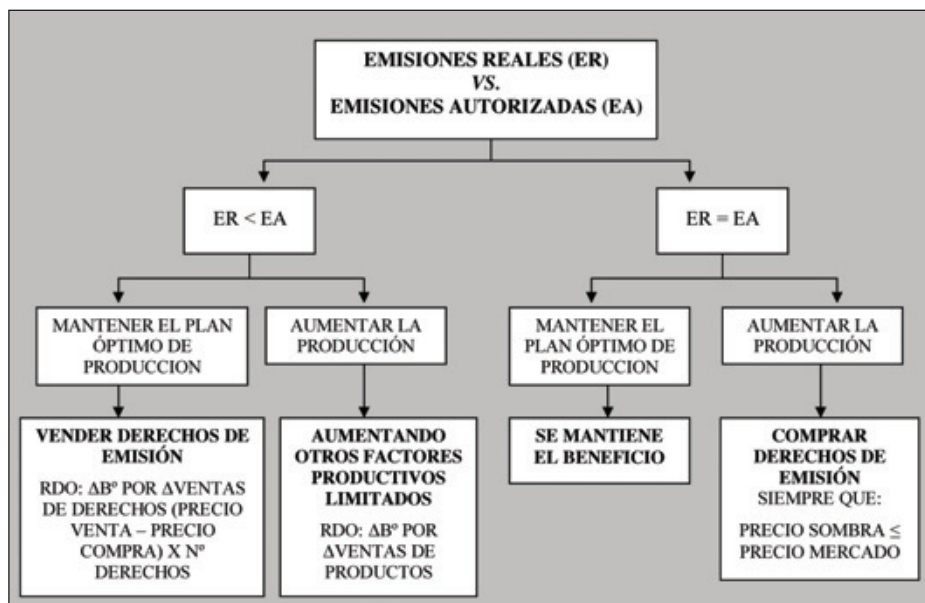


Figura 3. Emisiones reales vs. Emisiones autorizadas

reales sean iguales a las autorizadas (ER = EA) o que sean menores que éstas (ER < EA).

3.2.1. Emisiones reales iguales a las emisiones autorizadas

El programa óptimo de producción implicaría el consumo del total de las emisiones de CO₂ que la empresa tiene asignadas.

En este caso, si la empresa tiene excedente de otros factores productivos limitados podrá plantearse si le interesa comprar derechos de emisión en el mercado para aumentar las emisiones y, de esa manera, producir más e incrementar beneficios.

En este sentido, a la empresa le interesaría comprar permisos de emisión

si el precio de estos derechos es igual o inferior al beneficio que obtendría si se aumentase las emisiones autorizadas en el mismo volumen. Este último valor es reflejado por el precio sombra del derecho de emisión cuyo significado, en este caso, es el coste máximo que la empresa estaría dispuesta a pagar por el incremento unitario de las emisiones de CO₂. Así, si el precio de mercado del permiso es superior al precio sombra la empresa no comprará

derechos y, por tanto mantendrá el programa óptimo de producción; y si el precio del permiso de emisión en el mercado es igual o inferior al precio sombra a la empresa le interesaría comprar derechos de emisión, aumentando así las emisiones totales autorizadas que le permitan incrementar su producción.

3.2.2. Emisiones reales menores que las emisiones autorizadas

En este otro caso, el programa óptimo de producción no implicaría el consumo del total de las emisiones autorizadas, quedando probablemente limitada la producción por otro de los factores productivos limitados (capacidad de las instalaciones, plantilla, etc.). De esta manera, los derechos de emisión sobrantes pueden

⁶ Este coste podría ser el precio del derecho asignado o del derecho comprado en el mercado. La empresa también puede plantearse utilizar el mercado de derechos con objetivos meramente financieros, utilizando el mercado para conseguir rentabilidad financiera mediante movimientos especulativos.

Para simplificar los cálculos consideramos que la planta sólo fabrica dos tipos de cemento: blanco y gris.

ser vendidos en el mercado de derechos, obteniendo así, un incremento extraordinario de beneficios. El valor de éste se calculará por diferencia entre el coste del derecho⁶ y el precio de venta, que vendrá dado este último por la oferta y demanda de dicho mercado (fig. 4).



Figura 4. Cotización de los derechos (euros/tonelada CO₂).
Fuente: Elaboración propia a partir de SENDEC02 (2008).

Tal y como se recoge en la fig. 2, la función objetivo sólo incluye la consideración del beneficio unitario de los productos que fabrica la empresa, considerando la venta de derechos como un ingreso extraordinario, priorizando, por tanto, la producción. Sin embargo, el mercado de derechos de emisión ofrece a las empresas una nueva fuente de beneficios que podría competir, en determinadas ocasiones, con la fabricación de productos. De esta forma cambia el orden de prioridad utilizado anteriormente, ya que la venta de derechos se producía únicamente cuando la empresa tenía limitada su capacidad productiva.

Para tener en cuenta esta consideración será necesario incluir en la función objetivo del programa lineal el beneficio que se obtendría por la venta de cada uno de los permisos de emisión no utilizados, que se calculará como diferencia entre el coste del derecho y el precio de mercado. En tal caso sería necesario, por tanto, estimar el precio del derecho que, como se aprecia en la fig. 4, tiene un margen amplio de fluctuaciones.



A este respecto podría utilizarse el precio medio del derecho, sin embargo creemos que lo más conveniente sería estimar un precio de venta basándonos en el comportamiento del mercado.

En el caso de que la producción de la empresa se encuentre limitada por otro factor o factores productivos, la empresa se podría plantear el aumento de la disponibilidad de aquéllos que limitan la producción (según el caso, esto puede conllevar, por ejemplo, la compra de maquinaria, la contratación de trabajadores, el traslado de maquinaria o trabajadores de una planta a otra, etc.), para incrementarla y así consumir el excedente de permisos de emisión.

En este escenario, en el que las emisiones reales son menores que las autorizadas, nos podemos encontrar dos casos: que se elaboren todos los tipos de productos que ofrece la empresa o que no se fabriquen ninguna unidad de algunos de ellos. Esta circunstancia implica que a la empresa le interesa más vender derechos que fabricar determinados productos, es decir, obtiene un mayor rendimiento por la venta de permisos de emisión que por la fabricación de algunos de sus productos. Convendría analizar, por tanto, la rentabilidad de tales productos (reducción de emisiones unitarias relacionadas con mejoras tecnológicas, rediseño de productos, replanteamiento de las exigencias de calidad, etc.) y, en su caso, la conveniencia de retirarlos del mercado si no se consigue alcanzar mayores beneficios⁷.

4. UN CASO ILUSTRATIVO: LA INDUSTRIA DEL CEMENTO

En esta sección aplicamos el modelo propuesto anteriormente para planificar la producción de una empresa del

Tabla 2 – Emisiones de CO₂ de la industria del cemento (toneladas/año)
Fuente: Marland et al., 2006.

	2003	2002	2001	2000	1999
Total	1.007.600	923.328	864.704	828.064	795.088
Europa	147.030	142.031	140.596	140.942	136.750
%	14,6	15,4	16,3	17,02	17,2

En el caso de que la producción de la empresa se encuentre limitada por otro factor o factores productivos, la empresa se podría plantear el aumento de la disponibilidad de aquéllos que limitan la producción, para incrementarla y así consumir el excedente de permisos de emisión.

sector del cemento, uno de los sectores incluidos en el ámbito de aplicación de la *Directiva 2003/87/CE*, responsable aproximadamente del 15% de las emisiones de CO₂ a nivel mundial (ver Tabla 2).

Los datos a partir de los cuales se realizan los cálculos corresponden a una fábrica del Grupo CIMPOR (*Sociedad de Cementos y Materiales de Construcción de Andalucía*), sujeta al mercado de derechos de emisión, en el cual se incluyen todas aquellas instalaciones que producen cemento *clinker* en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 500 toneladas por día, fabrican cal en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día, o bien en otro tipo de hornos con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día (Anexo I, *Directiva 2003/87/CE*).

Para simplificar los cálculos consideramos que la planta sólo fabrica dos tipos de cemento: blanco y gris. Asimismo, las emisiones de CO₂ por tonelada de cada tipo de cemento producida se estiman en 0,720⁸ tCO₂ (39% por la combustión de combustibles en los hornos y el 61% por la descarbonización de la piedra caliza).

Dado que esta instalación tiene limitadas sus emisiones de CO₂, la ecuación para esta restricción para la fábrica de cemento es la siguiente:

$$0,720 X_b + 0,720 X_g \leq EA$$

donde X_b y X_g son las variables de decisión, la cantidad de cemento blanco y gris que se producen anualmente para maximizar beneficios, y EA la asignación de derechos de emisión para esta instalación según el Plan Nacional de Asignación para 2008-2012 (376.466 toneladas/año).

Suponiendo, también, que esta instalación tiene otra limitación (que puede producir alrededor de 600.000 toneladas/año) y que el beneficio estimado por la venta de una tonelada de cemento blanco y gris es 13.000 y 14.000 euros, respectivamente, el plan de producción en términos de programación lineal, quedaría recogido en el Cuadro 1.

Z (maximizar) = 13.000 X_b + 14.000 X_g (función objetivo)

Sujeto a:

$0,720 X_b + 0,720 X_g \leq 376.466$ toneladas CO₂/año (emisiones de CO₂)

$X_b + X_g \leq 600.000$ toneladas/año (capacidad de producción)

$X_b \geq 0$; $X_g \geq 0$ (condición de no negatividad)

Cuadro 1. Planteamiento del modelo de programación lineal

Tras resolver el problema, la solución óptima es $X_b^* = 522.870$ y $X_g^* = 0$, es decir, producir 522.870 toneladas de cemento blanco y cero toneladas de cemento gris. Por lo tanto, el beneficio asociado al plan óptimo de producción sería de:

$Z^* = 13.000 \times 522.870 + 14.000 \times 0 = 6.797,31$ millones de euros

Para determinar el consumo de los factores productivos limitados (emisiones de CO₂ y capacidad productiva), sustituimos en el planteamiento los valores de las variables del programa óptimo en sus respectivas restricciones:

a) Capacidad de producción

Capacidad utilizada: $522.870 + 0 = 522.870$ toneladas/año

Capacidad disponible: 600.000 toneladas/año

Exceso de capacidad: $600.000 - 522.870 = 77.130$ toneladas/año

b) Emisiones de CO₂

Emisiones utilizadas: $0,720 \times 522.870 + 0,720 \times 0 = 376.466$ toneladas/año

Emisiones autorizadas (EA) = 376.466 toneladas/año

Superávit de emisiones = 0 toneladas

En principio la empresa podría producir más toneladas de cemento (blanco y/o gris), ya que no utiliza toda la capacidad de producción (77.130 toneladas), sin embargo, sus emisiones

⁷ En el caso de que existan razones no económicas que justifiquen el mantenimiento de determinados productos en el mercado (servicio a clientes, competencia, imagen de empresa...) éstas deberían estar incluidas en las restricciones del programa lineal a través de proporciones de producción entre productos o cantidades mínimas a fabricar de cada uno de ellos. En tal caso el programa óptimo de producción reflejará el máximo beneficio que se alcanzaría cumpliendo todas las restricciones.

⁸ Las emisiones son, de media, 0,75-0,8 tCO₂ por tonelada de cemento (Lund, 2007).

de CO₂ están limitadas, por lo que nos encontramos en la situación expuesta el apartado 3.2.1 (emisiones usadas = emisiones autorizadas).

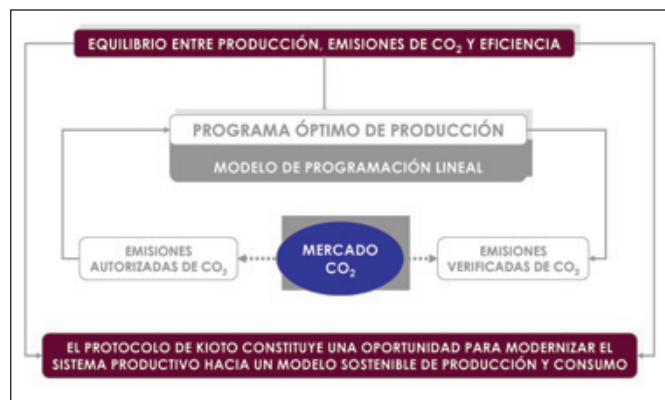


Figura 5. Producción industrial y emisiones de CO₂.

Si la empresa se plantea aumentar su producción y, por ende, las emisiones, tendría que analizar el precio sombra, que es el precio de referencia para decidir si comprar o no nuevos derechos de emisión en el mercado, siendo para este ejemplo, el precio máximo que estaría dispuesta a pagar de 65 euros por tonelada de CO₂, de manera que:

a) Si el precio de mercado de los derechos de emisión es inferior a 65 euros, la empresa estaría interesada en comprar los derechos, para así aumentar su producción. El beneficio obtenido en la producción de una tonelada más de cemento será de 65 euros menos el precio de mercado del permiso de emisión.

b) Si el precio de mercado de los derechos de emisión está por encima de 65 euros, la empresa no estaría interesada en comprar derechos de emisión, y por tanto, mantendría el programa óptimo de producción. En este caso, la empresa también podría optar por otras alternativas para reducir las emisiones de CO₂, tales como participar en otros mecanismos de flexibilidad contemplados en el *Protocolo de Kyoto*, realizar mejoras medioambientales en procesos y/o productos, etc.

5. CONCLUSIONES

Aunque aún es pronto para confirmar las consecuencias del *Protocolo de Kyoto* para el sector industrial de los países comprometidos, es indiscutible que las instalaciones implicadas, se enfrentan en los próximos años a nuevos retos para seguir siendo competitivas.

Son muchos los factores que van a condicionar el desarrollo de las estrategias medioambientales de las empresas para reducir sus emisiones de CO₂ y, por tanto, su participación en el mercado de emisiones; actuando como compradoras y/o vendedoras de permisos, en función de los derechos asignados en el PNA y de las otras posibles alternativas de actuación para mitigar su impacto (proyectos limpios, I+D, tecnologías limpias, etc.).

En cualquier caso, la búsqueda del equilibrio entre producción, emisiones de CO₂ y eficiencia constituye la base

de las actuaciones en los próximos años de la industria incluida en el ámbito de aplicación del *Protocolo de Kyoto* (fig. 5).

En este sentido, la aplicación de la programación lineal, si bien no está exenta de limitaciones (realiza un análisis estático a partir de la estimación de los valores de determinados parámetros y considera relaciones lineales entre las variables), nos puede proporcionar información útil sobre el efecto de las restricciones a las emisiones y el comportamiento de la empresa frente al mercado de derechos de emisión, dependiendo de que las emisiones reales derivadas de sus procesos productivos sean inferiores o iguales a las emisiones autorizadas inicialmente.

La inclusión del posible beneficio que se alcanzaría con la venta de los derechos permite obtener información sobre qué productos han dejado de ser competitivos y deberían ser objeto de análisis para plantearse la mejora productiva o la eliminación. En este escenario, el principal problema se centra en la adecuada estimación del precio de venta del permiso de emisión, algo que puede resultar bastante complejo.

Destacamos también del estudio realizado la interpretación de los precios sombra o de referencia en el análisis de la dualidad del programa, que permitirá a las empresas delimitar la cantidad máxima que estarían dispuestas a pagar en el mercado de emisiones por incrementos adicionales en las cantidades permitidas inicialmente y así maximizar su beneficio.

Sin duda el Protocolo de Kyoto constituye una oportunidad para modernizar el sistema productivo hacia un modelo sostenible de producción y consumo. Pero este desafío de largo



LA CUMBRE DE POZNAN

Los acuerdos a los que se ha llegado en la Cumbre de Poznan para el Cambio Climático del pasado año, no afectan a las estrategias planteadas en el artículo, puesto que en las mismas se establece la necesidad de mantener el comercio de emisiones a disposición de las Partes del Anexo I para alcanzar los compromisos de Kyoto. Por ello, se hace necesario el mantenimiento de un mercado donde las empresas puedan negociar los excedentes de derechos para que las empresas que tengan déficits puedan cubrir sus necesidades y cumplir con los requisitos establecidos.

No obstante, debemos estar pendientes de las conclusiones de los grupos de trabajos creados, y que presentarán sus informes a lo largo del 2009, pues una de las actuaciones que se pretende analizar es cómo afecta el establecimiento de políticas, tarifas y otros subsidios a la evolución de ese comercio.

Por otra parte, en cuanto a la situación de los precios, creemos que la cumbre de Poznan no ha sido la principal causa de su derrumbamiento, sino que más bien se debe a la crisis económica que estamos sufriendo desde finales del 2007. Así por ejemplo, la crisis del sector inmobiliario ha provocado la caída de las ventas (y, por ende, de la producción) de empresas proveedoras de dicho sector y que están incluidas en el comercio de derechos de emisión (cemento, tejas y ladrillos, etc.). La caída de las ventas ha provocado un excedente de derechos en estas empresas que se deriva en un incremento de la oferta, lo que puede conllevar una caída del precio de los derechos.

alcance requiere un esfuerzo importante para el sector industrial, donde el comercio de derechos de emisiones de CO₂ desempeñará un papel fundamental en los próximos años, constituyendo la base sobre la que se tomarán futuras decisiones a nivel internacional, en diferentes foros, respecto al cambio climático y que marcarán las líneas de actuación en la etapa post-Kioto.

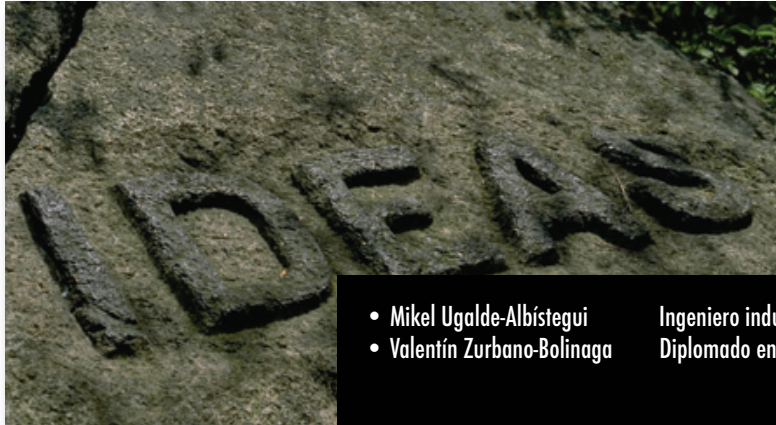
6. BIBLIOGRAFÍA

- Bode S. "Multi-period emissions trading in the electricity sector-winners and losers". *Energy Policy* 2006, Vol.34-6, p.680-691.
- Brewer T L. "Business perspectives on the EU emissions trading scheme". *Climate Policy*. 2005, Vol.5-1, p.137-144.
- Caño-González X. "Protocolo de Kyoto: ¿Una nueva esperanza para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero?". *DYNA Ingeniería e Industria*. Marzo 2005, p. 13-16.
- CITL (Community Independent Transaction Log). 2005 *National reports on verified emission and surrendered allowances* [en línea]. European Commission Environment Directorate General, 2006 [ref. de 30 de junio de 2008]. Disponible en Web: <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/citl_2005_en.htm>.
- CITL (Community Independent Transaction Log). 2006 *National reports on verified emission and surrendered allowances* [en línea]. European Commission Environment Directorate General, 2007 [ref. de 30 de junio de 2008]. Disponible en Web: <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/citl_2006_en.htm>.
- CITL (Community Independent Transaction Log). 2007 *National reports on verified emission and surrendered allowances* [en línea]. European Commission Environment Directorate General, 2008 [ref. de 30 de junio de 2008]. Disponible en Web: <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/citl_en.htm>.
- Comisión Europea. *National Allocation Plans and Decisions for 2008 to 2012* [en línea]. European Commission Environment Directorate General, 2007 [ref. de 30 de junio de 2008]. Disponible en Web: <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/2nd_phase_ep.htm>.
- Demailly D, Quirion P. "CO₂ abatement, competitiveness and leakage in the European cement industry under the EU ETS: Grandfathering vs. output-based allocation". *Climate Policy*. 2006, Vol.6-1, p.93-113.

- Egenhofer C. "The Making of the EU Emissions Trading Scheme: Status, Prospects and Implications for Business". *European Management Journal*. 2007, Vol.25-6, p.453-463.
- Flecher A, Clarke G. *La Investigación Operativa en la Práctica de la Empresa*. 1ª edición. Barcelona: Ediciones Deusto, 1966.252 p. ISBN: 84-234-0145-6.
- Gagelmann F, Frondel M. "The Impact of Emission Trading on Innovation – Science Fiction or Reality?". *European Environment*. 2005, Vol.15-4, p.203-211.
- Gessa A, Sancha M P, García S. "Actitud y comportamiento medioambiental de la industria andaluza del cemento: estrategias para cumplir el Protocolo de Kyoto", En: *Empresa Global y mercados Locales, XXI Congreso Anual AEDEM*. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos, 2007. ISBN: 978-84-7356-500-4
- Hidalgo I, Szabó L, Ciscar C et al. "Technological prospects and CO₂ emission trading analyses in the iron and steel industry: A global model". *Energy*. 2005, Vol.30-5, p.583-610.
- Hillier F S, Lieberman G J. *Investigación de Operaciones*. 7ª edición. México: McGraw-Hill, 2001. 998 p. ISBN: 970-10-3486-4
- Jurado-Martín J A, Rabadán-Martín I, Martín-Zamora M P. "La repercusión del mercado de emisiones en la planificación productiva de la empresa. Una aproximación". *Alta Dirección*. (En prensa).
- Khanna N. "Analyzing the economic cost of the Kyoto protocol". *Ecological Economics*. 2001, Vol. 38-1, p.59-69.
- Lund P. "Impacts of EU carbon emission trade directive on energy-intensive industries – Indicative micro-economic analyses". *Ecological Economics*. 2007, Vol.63-4, p.799-806.
- Marland, G, Boden, T A, Andres, R J. Global, Regional, and National Annual CO₂ Emissions from Fossil-Fuel Burning, Cement Manufacture, and Gas Flaring: p.1751-2003. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy. CDIAC: Oak Ridge, Tennessee, USA, 2006. Disponible en Web: <<http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/ndp030>>.
- Oberndorfer U, Rennings K. "Costs and competitiveness effects of the European Union emissions trading scheme". *European Environment*. 2007, Vol.17-1, p. 1-17.
- Pinkse J. "Corporate intentions to participate in emission trading". *Business Strategy and the Environment*. 2007, Vol.16-1, p.12-25.
- Ríos-Insua S. *Investigación operativa: programación lineal y aplicaciones*. 1ª Edición. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, 1996. 383 p. ISBN: 84-8004-206-0.
- Schleich J, Betz R. "Incentives for energy efficiency and innovation in the European Emission Trading System". En: *Proceedings of the 2005 European Council for an Energy-Efficient Economy Summer Study. Energy Savings: What Works & Who Delivers?* [en línea]. [S.l.]: [s.n.], 2005. p. 1495-1506. Disponible en Web: <http://www.eceee.org/conference_proceedings/eceee/2005c/Panel_7/7124schleich/Paper/>.
- SENDECO2 (Sistema Electrónico de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono). *EUA 2008-2012 Daily prices* [en línea]. 2008 [ref. de 30 de octubre de 2008]. Disponible en Web: <www.sendeco2.com>.
- Smale R, Hartley M, Hepburn C, et al. "The impact of CO₂ emissions trading on firm profits and market prices". *Climate Policy*. 2006, Vol.6-1, p.29-46.
- Tejera J L, Garre A, Carretero A. "Liderato de AENOR en la verificación de emisiones". *DYNA Ingeniería e Industria*. Junio 2006, Vol. 81-5, p. 33-36.
- Unión Europea. Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of The Council, of 13 October, Establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC, Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council. *Official Journal of the European Union*, 25 de octubre de 2003, núm L 275, p. 32-46.
- Vela-Ortiz S. "Marco teórico de la Directiva de Comercio de Emisiones". *Información Comercial Española*. Mayo 2005, N° 822, p.39-50.

Creatividad e innovación:

Nuevas ideas, viejos principios



Creativity and innovation:
New ideas - old principles

• Mikel Ugalde-Albistegui
• Valentín Zurbano-Bolinaga

Ingeniero industrial
Diplomado en Cultura Física

Euskalit Fundación Vasca para la Excelencia
Asesor de empresas y profesor de técnicas
de Desarrollo Personal

Recibido: 24/09/08 • Aceptado: 18/12/08

ABSTRACT

- The human being has an enormous potential for creativity and generating ideas. Throughout history, at different times and in different places, different techniques and methods have been developed to tap into and develop this potential, and modern-day psychology and philosophy have often rediscovered or updated this knowledge.
- Those factors which favor or hinder the emergence of creativity, new ideas and innovation will be studied, and some techniques designed to help us in this process, such as the thousand-year-old Chinese theory of the 5 elements, will be presented.
- **Key words:** Reflection, ideas, creativity, innovation.

RESUMEN

El ser humano tiene en su interior un enorme potencial creativo y generador de ideas. A lo largo de la historia, en diferentes épocas y lugares, se han desarrollado técnicas y métodos para poder acceder a este potencial y desarrollarlo. En numerosas ocasiones la psicología y filosofía modernas han redescubierto o actualizado estos conocimientos.

Veremos las causas que favorecen o entorpecen el surgimiento de la creatividad, las ideas y la innovación. También presentaremos algunas técnicas que nos ayuden en todo este proceso, como la milenaria teoría china de las cinco fases.

Palabras clave: Reflexión, ideas, creatividad, innovación.

1. HUMANIDAD CREATIVA

“El ser humano es un ser imaginativo e inventivo. La especie humana es, biológicamente hablando, una especie creativa”.

Desmond Morris

Los seres humanos tenemos una limitada capacidad de correr, trepar o nadar y, sin embargo, hemos colonizado buena parte de la

tierra. Nuestro cerebro es el más complejo que se conoce y se ha ido desarrollando para dotarnos de ingenio, imaginación y creatividad de manera sobresaliente frente a otras especies. Lo hemos aplicado en cosas básicas y cotidianas como buscar comida, refugio o compañía y también nos ha permitido desarrollar el arte, la ciencia o la filosofía. Hemos inventado objetos y métodos de trabajo, los hemos puesto a prueba y, si eran útiles, los hemos ido mejorando progresivamente. Nuestros inventos han fracasado a menudo, pero la perseverancia nos ha llevado a superar las dificultades y, finalmente, a innovar. La capacidad de *innovar*, es decir, de *introducir cambios con éxito*, es una de nuestras principales características como especie.

A lo largo de nuestro proceso evolutivo hemos desarrollado dos partes en nuestro cerebro con funciones complementarias. El cerebro izquierdo, centrado en lo exterior, con pensamiento lineal, dominio de la lógica, el lenguaje, la razón y dedicado al análisis. Y el cerebro derecho, centrado en el interior, con pensamiento abstracto, instintivo, dedicado a la asociación, la síntesis y la intuición.

En las dos últimas décadas hemos avanzado más que en todo el tiempo previo en el conocimiento de cómo funciona nuestro cerebro, del que, sin embargo, todavía queda mucho por conocer. También se ha investigado en profundidad sobre el tema de las ideas, la

creatividad y las invenciones. Todas las personas tienen un potencial de creatividad, si bien es verdad que no todas lo utilizan por igual. Las circunstancias que facilitan el desarrollo de invenciones no están del todo claras.

“Ésa es la naturaleza de la creatividad, el hombre no puede sobrevivir si no es a través de su mente. Llega al mundo desarmado, su cerebro es su única arma. La mente razonadora no puede funcionar bajo ninguna forma de coacción, no puede estar subordinada a las necesidades, opiniones o deseos de los demás”.

Película “El manantial”

2. LO QUE SE OPONE A LA CREATIVIDAD Y LA INNOVACIÓN

Entre los principales obstáculos para la creatividad y a la innovación podemos citar:

- Bloqueos emocionales. Por ejemplo, el miedo a hacer el ridículo o a equivocarse, la falta de confianza en uno mismo, un respeto excesivo por la autoridad, poca motivación o ilusión, espíritu no crítico.

- Bloqueos perceptivos. Sólo vemos aspectos muy limitados del mundo que nos rodea. En esto puede incidir un exceso de especialización, un racionalismo extremo, poca capacidad de escucha o reducida capacidad de observación.

- Bloqueos culturales. El ser humano tiene una gran necesidad de relacionarse e integrarse en la sociedad, para lo que le es imprescindible aceptar una serie de normas de conducta, estereotipos, creencias, etcétera, si no quiere ser rechazado. Todo ello va moldeando su personalidad y condiciona su creatividad.

Estos bloqueos acaban por generar *prejuicios, apegos, hábitos y rutinas* que limitan las posibilidades creativas. Para superarlos, en primer lugar hemos de ser conscientes de su existencia y a continuación desarrollar las cualidades opuestas, tales como estar abiertos a nuevas ideas, el desapego o experimentar cosas nuevas, marcarnos retos, hacer las cosas de otras maneras...

“La mayoría de las personas no interesadas en la Filosofía son las que más desesperadamente dependientes son de las ideas dominantes de su era. En tiempos de crisis necesitan la guía de algún tipo de teoría; pero, no estando familiarizadas con el mundo de las ideas, no saben que son posibles las alternativas a las teorías populares. Solamente saben lo que se les ha enseñado”

Leonard Peikoff

3. LOS HáBITOS Y EL MIEDO

Los hábitos están relacionados con lo mecánico, que, a su vez, programa en nuestro cerebro el piloto automático, la inconsciencia, la comodidad y la rutina. Los hábitos son necesarios para poder realizar de manera eficiente muchas de nuestras actividades: atarnos los zapatos, ducharnos,

conducir..., pero también pueden transformarse en un obstáculo cuando nos convertimos en un ser “todo hábito”.

En el mundo de la empresa ocurre otro tanto. Sería imposible funcionar eficientemente si, cada vez que vamos a realizar una tarea, tuviéramos que empezar desde cero a pensar cómo realizarla. Por ello las normas y procedimientos son importantes, pues permiten acumular el conocimiento y las experiencias vividas y ser más eficientes. Pero un abuso nos puede llevar a convertirnos en una empresa burocrática y anquilosada.

Hemos de ser conscientes de cuáles son nuestros hábitos y ser conscientes de que los podemos modificar. El concepto japonés *kaizen* – estar mejorándolo todo continuamente, permanentemente – centra la situación. Después de cada mejora, la estandarizamos, creamos el hábito, pero no nos apegamos a ello, sino que somos conscientes de que esa situación es también susceptible de ser nuevamente mejorada. Los japoneses lo simbolizan con los ciclos *SDCA* y *PDCA* que se complementan entre sí.

El ciclo SDCA simboliza el buen hábito. S, de *standard*, normalizar o estandarizar; D, de *do*, hacer las cosas de acuerdo con la norma; C, de *check*, comprobar que todo funciona correctamente y A, de *act*, actuar para corregir las desviaciones.

El ciclo PDCA simboliza la mejora continua, tanto las mejoras drásticas o radicales como las pequeñas mejoras. P, de *plan*, definir nuestros objetivos y la estrategia y recursos para abordarlos; D, de *do*, llevar a la práctica el plan; C, de *control*, analizar los resultados obtenidos frente a los objetivos que nos habíamos marcado y A, de *ajustar*, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar una nueva P o pasar a la S, al estándar, si hemos cubierto los objetivos.

En resumen, hemos de realizar permanentemente ciclos *PDCA* sobre una sólida base de *SDCA*, es decir, estar ajustando, cambiando, mejorando y superando el conjunto de hábitos sanos que conforman la base *SDCA*.

Sin embargo, el cambio conlleva incertidumbre sobre el resultado final que producirá y eso nos genera miedo. El miedo es uno de los principales obstáculos para el cambio y la innovación. Los hábitos nos hacen sentirnos más seguros, pero el cambio genera miedo. Y si el miedo es lo suficientemente fuerte, huiremos y desistiremos de hacer lo que estábamos intentando. Pero podemos entrenarnos frente al miedo. Si introducimos pequeños cambios de manera continuada en nuestras vidas, siempre conscientes, el cambio o la innovación no nos paralizarán y nos apuntaremos a ellos con energía.

“La burocracia destruye la iniciativa. Hay pocas cosas que los burócratas odien más que la innovación, especialmente la innovación que produce mejores resultados que las viejas rutinas”.

Película “Dune”

4. LO QUE FAVORECE LA CREATIVIDAD Y LA INNOVACIÓN

En primer lugar, una persona creativa es ante todo una persona ágil, flexible, capaz de *adaptarse y fluir* con las

se ha reflexionado ampliamente sobre el proceso creativo y la manera en que surgen las ideas

circunstancias. Es una persona con libertad: libertad de pensar, libertad de expresar, libertad de actuar sin miedo al qué dirán o qué pensarán. Es también “móvil”. Movilidad en el sentido amplio del término, que incluye la movilidad física, la movilidad dentro del entorno de la persona, la variedad de temas de interés; moverse para observar lo que otros hacen, caminar, no hacer siempre las mismas cosas en el mismo sitio, de la misma forma. Si hay una constante en la vida, ésta es el cambio. En lugar de luchar contra el cambio, debemos aprender a fluir con él. A ser capaces de adaptarnos a las circunstancias y sacar lo mejor de cada cosa. El cambio no es un enemigo a derrotar, sino un aliado para evolucionar y mejorar en los diferentes aspectos de la vida.

La segunda de las características es la *capacidad de síntesis*. Partiendo de la curiosidad intelectual, la capacidad de tomar cosas de muy distintas fuentes e integrarlas en algo coherente, que funcione.

En tercer lugar está la capacidad de *ver la oportunidad*, de atrapar el centímetro cúbico de suerte, anticiparse, ver las necesidades insatisfechas de las personas. Para ello, la persona creativa ha desarrollado la capacidad de observación, de atención, de estar receptiva a las impresiones que nos vienen del interior y del exterior. Las diferentes técnicas de meditación pueden ser una ayuda inestimable para facilitar este desarrollo.

En cuarto lugar hay que *divertirse*. Si no disfrutamos con lo que hacemos no podremos enfocar todas nuestras energías para el trabajo que debemos realizar. El juego es un medio para desarrollar la creatividad. El que más juega estará más capacitado para sobrevivir. El ambiente más divertido es también más creativo.

“Las ideas no duran mucho. Hay que hacer algo con ellas”.

Santiago Ramón y Cajal

5. LAS HERRAMIENTAS Y EL PROCESO CREATIVO

Hay muchas técnicas para desarrollar la creatividad y aplicarla en la resolución de problemas u otras situaciones análogas y cuya utilidad ha sido convenientemente contrastada. Entre ellas podemos citar:

- *Brainstorming*
- Los siete sombreros para pensar
- *Scamper*
- Sinéctica
- Mapas mentales
- *Collage* creativo



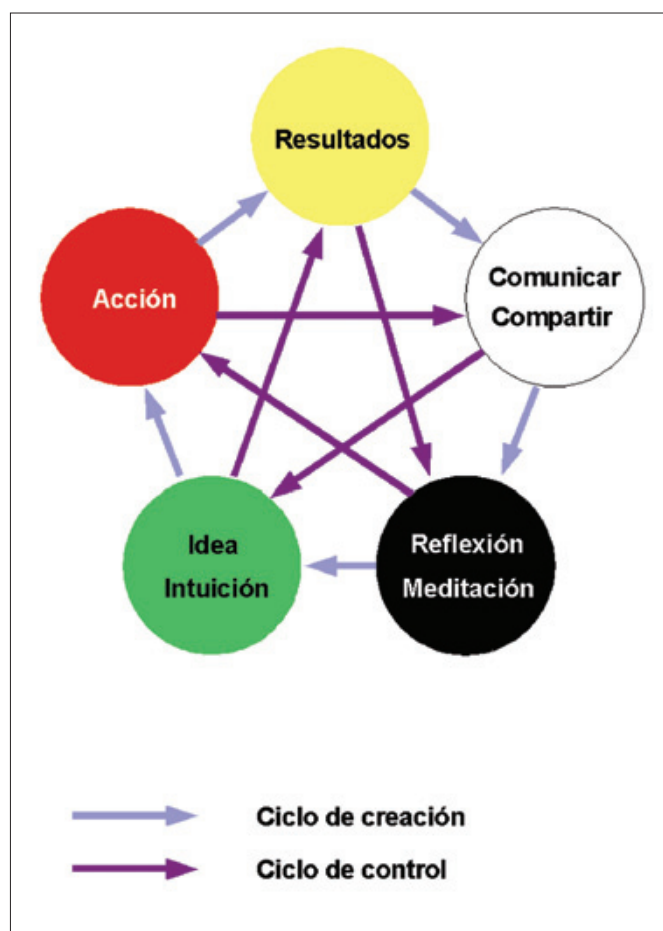
También se ha reflexionado ampliamente sobre el proceso creativo y la manera en que surgen las ideas. Ya en su trabajo *El arte del pensamiento*, publicado en 1926, **Graham Wallas** presentó uno de los primeros modelos del proceso creativo. En él, los impulsos creativos eran explicados por un proceso compuesto de cinco etapas:

- **Preparación:** es la fase en la cual se enfoca la mente sobre un problema, se obtiene información y se exploran sus dimensiones.
- **Incubación:** el problema es interiorizado en el hemisferio derecho del cerebro. Desde el exterior parece que no pasa nada.
- **Intimación:** la persona “presiente” que una solución está próxima.
- **Iluminación:** el proceso interior genera la idea creativa, que salta al consciente.
- **Verificación:** la idea es conscientemente analizada y elaborada y, más tarde, aplicada.

Los hábitos están relacionados con lo mecánico, que, a su vez, programa en nuestro cerebro el piloto automático, la inconsciencia, la comodidad y la rutina. Los hábitos son necesarios para poder realizar de manera eficiente muchas de nuestras actividades

Por otra parte, las técnicas de meditación –taoísta, zen, sufi, yoga, budista, etcétera– que diferentes culturas han ido desarrollando, tienen en común una serie de fases que podemos relacionar fácilmente con el proceso de Wallas que acabamos de referir. Estas cinco fases son:

- Concentración: en la que ponemos toda nuestra atención en una sola cosa.



- Meditación: en la que mantenemos la fase anterior el mayor tiempo posible.
- Contemplación: en la que hay una comunicación fluida entre nuestros dos cerebros.

- Intuición: en la que nos vienen nuevas ideas o intuiciones.
- Inspiración: en la que ponemos en práctica las ideas o intuiciones.

6. LA TEORÍA CHINA DE LAS CINCO FASES

La imagen anterior, basada en la teoría china de las cinco fases, es el resultado de cientos de años reflexionando sobre los ciclos de la vida, los diferentes tipos de energía que afectan al ser humano y a la naturaleza y la manera en que todas estas partes se relacionan e influyen entre ellas configurando un todo unitario. Por tanto, estas cinco fases nos hablan de *ciclo*, *cambio*, *relación* y *unidad*. Con ellas podemos analizar las causas y las consecuencias, lo que favorece el ciclo y lo que lo entorpece, hacia dónde van las fuerzas y de dónde vienen.

La figura no pretende aportar soluciones a nuestros problemas, es más bien un soporte para nuestras reflexiones y meditaciones. Ha sido adaptada para los procesos que tienen que ver con la creatividad, las ideas, la meditación y la innovación.

Tenemos dos ciclos básicos, denominados ciclo de creación y ciclo de control, respectivamente. En el ciclo de creación cada una de las fases alimenta o nutre a la siguiente. Así, la reflexión alimenta las ideas, las ideas alimentan las acciones, las acciones alimentan los resultados, los resultados alimentan la comunicación, la comunicación alimenta la reflexión.

...basada en la teoría china de las cinco fases, es el resultado de cientos de años reflexionando sobre los ciclos de la vida, los diferentes tipos de energía que afectan al ser humano y a la naturaleza y la manera en que todas estas partes se relacionan e influyen entre ellas configurando un todo unitario.

Una persona creativa es ante todo una persona con libertad: libertad de pensar, libertad de expresar, libertad de actuar sin miedo al qué dirán o qué pensarán.

La reflexión y la meditación son dos procesos que podemos activar deliberadamente. La primera apela a la parte izquierda del cerebro, al pensamiento lineal, lógico, racional, analítico, etcétera.

La segunda tiene que ver con la parte derecha del cerebro, con las imágenes, sueños, ciclo, asociaciones, instinto, síntesis, etcétera. De estas dos partes surgen las ideas “racionales” y las intuiciones. Y tras ellas viene su materialización por medio de la acción. La acción generará unos determinados resultados que deberemos analizar a nivel personal y también comunicar y compartir, pues esto nos permitirá conocer la opinión de los demás en forma de mejoras, críticas, sugerencias, etcétera, y reforzará y dará mayor impulso al ciclo.

Por lo que respecta al ciclo de control, cada una de las fases cumple un papel de control o inhibición sobre otra de las fases. Así, la reflexión controla la acción, la acción controla la comunicación, la comunicación controla las ideas, las ideas controlan los resultados, los resultados controlan la reflexión.

Cada una de las fases del ciclo puede verse afectada por exceso o por falta de energía, e influir de esta manera en una o varias de las otras fases. No debemos perder de vista que todas las fases están estrechamente relacionadas y que tarde o temprano si hay un desequilibrio en cualquiera de ellas, las consecuencias se irán trasladando a otras y con el paso del tiempo más fases se verán afectadas, hasta que todo el ciclo degenera.

Por ejemplo, el exceso de reflexión controla o inhibe la acción y no llegaremos a ningún resultado. Todos conocemos personas que están continuamente pensando cómo mejorar las cosas, pero no llevan nada a la práctica. O personas que tienen muchas ideas, empiezan muchas cosas, pero no terminan ninguna. En este caso un exceso de ideas inhibe el logro de resultados. También las opiniones influyen sobre lo que pensamos que es o no es posible hacer, sobre lo que creemos que somos capaces de hacer, etcétera., limitando de esta manera nuestras posibilidades de generar ideas.

Partiendo de estos conceptos básicos, la teoría de las cinco fases o de los cinco elementos tiene aplicación, entre otros, en los campos de la alimentación, la salud o la estrategia.

“Es evidente que hay un principio de conexión entre los distintos pensamientos o ideas de la mente y que, al presentarse a la memoria o a la imaginación, unos introducen a otros con un cierto grado de orden y regularidad”.

David Hume



7. CUESTIONARIO SOBRE LAS CINCO FASES

Estas cuestiones le pueden ser de ayuda a la hora de reflexionar acerca de la situación en que se encuentra en su empresa el ciclo de generación de ideas, creatividad e innovación y también, claro está, van a contribuir a que se familiarice con el propio ciclo.

FASE DE REFLEXIÓN

¿Existen momentos y lugares apropiados para que las personas de nuestra empresa puedan reflexionar de manera personal o colectiva?

¿Está bien visto en nuestra empresa que se dedique tiempo no sólo a la acción sino también a la reflexión?

¿Conocemos y aplicamos metodologías que apoyan los procesos de reflexión y estimulan la creatividad?

Una persona creativa es ante todo una persona ágil, flexible, capaz de adaptarse y fluir con las circunstancias.

¿Conocen las personas hacia dónde deben centrar sus reflexiones, es decir, cuáles son los objetivos y aspectos estratégicos o clave en los que deberían focalizar esas reflexiones?

FASE DE IDEAS

¿Estimulamos a las personas para que aporten ideas, sin prejuicios o limitaciones de partida?

¿Disponemos de mecanismos formales e informales para que las personas puedan aportar sus ideas?

¿Recogemos, analizamos y evaluamos, priorizamos y decidimos qué ideas llevaremos a cabo?

¿Informamos a quienes las propusieron cuál ha sido la decisión tomada sobre sus ideas y les agradecemos debidamente sus aportaciones, pudiendo incluso haber gratificaciones por ellas?

FASE DE ACCIÓN

¿Además de sus competencias o experiencia, tenemos en cuenta el carácter y la situación personal de aquellas personas que vamos a poner al frente de los proyectos más complejos, difíciles o arriesgados?

¿Las personas que van a desarrollar las nuevas ideas y proyectos disponen de los recursos necesarios de tipo económico, tiempo, apoyo de colaboradores, apoyo emocional por parte de la dirección...?

¿Las personas disponen también de metodologías para la planificación y seguimiento de proyectos?

¿Somos perseverantes en la acción, sabiendo que en ella van a surgir dificultades e imprevistos que habrá que vencer?

FASE DE RESULTADOS

¿Disponemos de indicadores, encuestas u otros sistemas de medición de los resultados que vamos logrando?

¿Comparamos los resultados que vamos logrando con los objetivos que nos habíamos marcado y aprendemos de ellos para modificar tanto los objetivos como las acciones a desarrollar?

¿Asumimos que la incertidumbre inherente a los nuevos proyectos puede hacer que muchos no den el resultado

apetecido? ¿Está “mejor visto” el que lo intenta y fracasa que quien no lo intenta?

¿Somos capaces de analizar los resultados con una perspectiva amplia que nos permita sacar conclusiones y aprovechar enseñanzas o lecciones aprendidas que han surgido de manera inesperada?

FASE DE COMUNICACIÓN

¿Estamos informados de las actividades, métodos, recursos, resultados, etcétera, que desarrollan otras organizaciones?

¿Comunicamos tanto interna como externamente nuestras acciones y resultados para recabar opiniones y puntos de vista?

¿Difundimos y “ponemos en valor” los ejemplos que pueden servir de inspiración a otras personas de nuestra organización?

¿Estamos abiertos a trasladar, traducir, adaptar... ideas captadas de otros ámbitos diferentes al propio de nuestra organización?

8.- BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.wikipedia.org> (Fecha consulta septiembre 2008).
- Haas Elson M. *La salud y las estaciones*. Vida Natural. ISBN 84-414-1235-9.
- Bono Edward. *El pensamiento lateral. Manual de creatividad*. Paidós. 84-7509-677-8.
- Goleman Daniel. *El espíritu creativo*. Ediciones B Argentina. ISBN 950-15-2086-2.
- Ponti Franc. *La empresa creativa*. Gránica. ISBN 84-7577-853-4.
- Monreal Carlos. *Qué es la creatividad*. Biblioteca Nueva. ISBN 84-7030-873-4.

La mejora continua en las organizaciones.

Análisis de su implantación en 30 empresas

Continuous improvement in organizations.
Analysis of its implementation in 30 companies



• M. Carmen Jaca-García
• Javier Santos-García

Ingeniera Industrial
Doctor Ingeniero Industrial

Tecnun. Universidad de Navarra
Tecnun. Universidad de Navarra

Recibido: 29/07/08 • Aceptado: 21/10/08

ABSTRACT

• Although continuous improvement is a well-developed concept in the business world, its utilization is limited and has yet to reach its full potential. This study aims to analyze the different forms of improvement implementation carried out within 30 companies from Gipuzkoa and Navarra. This article not only identifies common improvement experiences of different companies, but also presents some original approaches used by a selection of those companies. Finally, a number of elements that need to be developed to improve the introduction of a continuous improvement program are introduced.

• **Key Words:** Teamwork, Participation, Continuous Improvement, Suggestion Systems, competitiveness.

RESUMEN

A pesar de que la mejora continua es un concepto maduro en el entorno, su aplicación no está mayoritariamente extendida. Este estudio pretende analizar la implantación de distintas formas de participación en la mejora, en un conjunto de 30 empresas de Gipuzkoa y Navarra. Este artículo identifica las experiencias de mejora comunes en las distintas empresas y además presenta algunas originales prácticas detectadas en algunas de las organizaciones. Por último, se dan algunas ideas sobre elementos a potenciar en la implantación de la mejora continua.

Palabras clave: Trabajo en equipo, Participación, Mejora Continua, Sistemas de sugerencias, Competitividad.

1. INTRODUCCIÓN

Es incuestionable que la mejora en las organizaciones y sus métodos de trabajo pasa hoy por la participación de las personas que las forman. En un mundo global marcado por el libre acceso a productos y servicios suministrados por organizaciones situadas en cualquier parte del mundo, los métodos tradicionales de organización del trabajo no son suficientes para ser competitivos.

En este marco se imponen los modelos de participación ya apuntados a mediados del

siglo pasado por los grandes Gurús de la calidad, como **Deming**, que promueve la participación de todo el personal en sus 14 puntos de la gestión (**Deming** 1989); **Juran**, gran defensor del trabajo en equipo (**Juran** 1999), además de **Ishikawa** (**Ishikawa** 1994), **Imai** (**Imai** 2006) y **Ohno** (**Ohno** 1985), que promueven la participación del personal en grupos de trabajo para conseguir el *Kaizen* o mejora continua.

En el contexto de los programas de mejora, el trabajo en equipo es el elemento que facilita la información compartida, la resolución de problemas y el desarrollo de la responsabilidad de los empleados/trabajadores (**Cooney, Sohal** 2004).

La implantación de distintos tipos de equipos supone importantes ventajas derivadas de su utilización: una mejora de la calidad y la productividad para la organización, participación y alineación de los intereses individuales con los de la organización (**Teare et al.** 1997); aumento de la satisfacción de los clientes; mejora de la gestión y protección del conocimiento en las organizaciones; pero, además, los participantes en dichos equipos logran beneficios personales como mayor conocimiento y formación (**Irani, Beskese & Love** 2004), aumento de la utilización de sus capacidades, mayor satisfacción personal y motivación en el trabajo (**Imai** 2006, **Irani, Beskese & Love** 2004). Sin embargo, el

Uno de los pilares de la mejora en las empresas, como ya se ha expuesto, radica en la participación de las personas de la organización a través del trabajo en equipo

camino de la implantación y, sobretudo, del mantenimiento de los sistemas de mejora basados en el trabajo en equipo está plagado de dificultades. La medida de la efectividad del equipo en términos de beneficio o mejora para la organización es complicada, como también resulta complicada la medida del nivel de implantación del propio sistema (Paris, Salas & Cannon-Bowers 2000). En empresas pequeñas, la urgencia acaba por consumir los recursos que pueden destinarse a la mejora, lo que supone una dificultad añadida para estas organizaciones.

Este artículo pretende realizar un análisis de la situación actual del desarrollo e implantación de los equipos de trabajo enfocados en la mejora basado, principalmente, en el ámbito geográfico de Guipúzcoa debido al método utilizado para llevar a cabo el estudio. Este trabajo contempla distintos tipos de empresas de diferentes sectores para estudiar cómo se estructura o trabaja el área de mejora en las mismas: si se considera un proceso más dentro de la empresa; si se dispone de programas de trabajo en equipo; o qué grado de participación existe en la empresa. A través de estos datos se pretende determinar el grado de cultura de mejora que tienen las distintas organizaciones y si éste se corresponde con lo esperado.

A partir de este análisis, se establecerán tendencias en la mejora continua en las organizaciones en función de su actividad, de la madurez en gestión de la organización y del establecimiento de buenas prácticas. Finalmente, se explican las actividades menos desarrolladas en este campo y cuáles serían las claves para su implantación y mantenimiento en el tiempo.

2. PARTICIPACIÓN DE LAS PERSONAS Y MEJORA EN LA ORGANIZACIÓN

Uno de los pilares de la mejora en las empresas, como ya se ha expuesto, radica en la participación de las personas de la organización a través del trabajo en equipo. Los proyectos de mejora pueden llevarse a cabo, principalmente, a través de dos formas de organización:

- Equipos de Mejora: Equipos compuestos por entre seis y ocho personas formadas en herramientas de resolución de problemas. Estas personas suelen ser de varios departamentos, atendiendo a la naturaleza e importancia del proyecto a mejorar. El equipo usualmente “nace” y “muere” con el proyecto (Juran 1999).
- Círculos de Calidad: Tienen por objeto incrementar la participación de los trabajadores, mejorar las relaciones humanas y la satisfacción con el trabajo. Están compuestos por personas del mismo departamento y la parti-

cipación es voluntaria. El círculo de calidad tiene continuidad proyecto tras proyecto (Juran 1999).

Sin embargo, la realidad es que, frecuentemente, se encuentran equipos de trabajo con características mezcladas de una u otra tipología. Para este análisis se ha considerado el término más genérico de trabajo en equipo, usualmente definido como un grupo de dos o más personas que interactúan dinámicamente en torno a un objetivo común, y normalmente con una duración limitada (Baker, Day & Salas 2006), (Hackman 1990).

Para que el trabajo en equipo sea eficaz es necesario que, entre sus miembros, se compartan objetivos, se cree dependencia y confianza mutua y las decisiones se hagan por consenso (Hackman 1990).

Por otro lado, se ha considerado otra dimensión de la participación de los trabajadores en la mejora: los sistemas de participación basados en sugerencias. Aunque por sí solos no constituyen el sistema ideal de mejora, no se debe olvidar que es un germen para promover la cultura de la participación y la mejora incremental.

Tradicionalmente, y en muchas empresas, los primeros programas de mejora introducidos en las empresas fueron los sistemas de sugerencias, seguidos por los círculos de calidad y, más tarde, por los equipos de mejora (García-Lorenzo, Prado 2003). En los programas de sugerencias, el elemento más importante debe ser la respuesta rápida y adecuada a los trabajadores que han emitido la propuesta, además de información sobre los beneficios obtenibles por la misma. La recompensa o reconocimiento es una importante fuente de motivación para este sistema (Rapp, Eklund 2002). Esta última característica es común a los sistemas de trabajo en equipo.

En la actualidad, organizaciones de todo tipo implantan formas de trabajo en equipo a distintos niveles con el fin de mejorar, o incluso mantener, sus niveles de excelencia en la gestión. Incluso organizaciones no estrictamente productivas están involucradas en distintos programas de mejora y pasan en alguno o todos sus estadios por la implantación y desarrollo del trabajo en equipo.

En este estudio se pretende obtener una imagen del grado de implantación de los sistemas de participación en la mejora, analizando 30 organizaciones de Gipuzkoa y Navarra. Este



área geográfica se caracteriza por tener un alto grado de compromiso con la Calidad, con acciones dirigidas a fomentar la mejora y la innovación de la gestión mediante la promoción de la cultura de la Calidad Total: El Programa de *Promoción de la Calidad en el Sector Industrial de la CAPV* (PPCSI), nacido de la mano del *Gobierno Vasco* en 1992, para la mejora de la competitividad de las empresas vascas a través de la aplicación de los principios y metodologías de Calidad Total; la *Fundación Vasca para la Calidad*, *Euskalit* (EUSKALIT), nacida bajo el mismo concepto; La *Fundación Navarra para la Calidad* con similar objetivo en el área de Navarra, constituida en 1999 por el *Gobierno de Navarra* (*Fundación Navarra para la Calidad*); o el *Programa de la Cámara de Navarra para la certificación de calidad en el comercio* (Cámara de Navarra. Ayudas a la calidad en el comercio), entre otras.

Concretamente las dos fundaciones para la calidad mencionadas han promovido distintos programas de mejora continua para fomentar el uso de herramientas de calidad en el entorno, basados en el trabajo en equipo. A continuación se exponen las características del estudio realizado y los resultados de la misma.

3. METODOLOGÍA UTILIZADA Y CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO

Las organizaciones fueron seleccionadas en base al tamaño y a su actividad, según la siguiente proporción (tabla 1):

Tamaño de la Organización	Tipo de Organización		Total
	Fabricación	Servicios	
Grande	8	4	12
PYME	9	9	18
Total	17	13	30

Tabla 1. Clasificación de las organizaciones analizadas

Los criterios de clasificación en relación al tamaño son los siguientes:

- PYME: pequeña y mediana empresa, de hasta 200 empleados. 18 empresas del estudio (60% del total). El tamaño menor de empresa analizada fue de 4 personas, aunque la media es de 70 empleados.
- Grande: Empresa con un número de empleados superior a 200, de media 1.000 empleados (40 % del total del estudio)

Atendiendo a la actividad de las empresas, se consideraron:

- Fabricación: Empresas industriales cuyo componente principal es la fabricación. Entre las empresas seleccionadas se cuentan empresas relacionadas con la industria de electrodomésticos, automoción, fabricación y montaje de maquinaria diversa, o construcción de utillaje. (Suponen el 57% del total)
- Servicios: Empresas dedicadas a proveer distintos servicios o productos a particulares o empresas. En este

En la actualidad, organizaciones de todo tipo implantan formas de trabajo en equipo a distintos niveles con el fin de mejorar, o incluso mantener, sus niveles de excelencia en la gestión.

estudio se incluyen empresas dedicadas a publicidad, hostelería, educación o bancos. (Suponen el 43% del total)

La elección de empresas pretendía abarcar distintos tipos de empresas en cada una de las actividades (fabricación y servicios). Las tablas 2 y 3 muestran el tipo de organización que corresponde a las distintas empresas.

El estudio se realizó durante el mes de mayo de 2008, a través de visitas presenciales en los centros de trabajo, entrevistando a personal dedicado a funciones de mejora o, en su defecto, a responsables de gestión de calidad. Las entrevistas se realizaron a través de preguntas abiertas sobre distintos

aspectos de la organización y su funcionamiento, así como a través del análisis de documentación de la empresa (indicadores, programas de formación, registro de acciones) y de información visual (condiciones ambientales, paneles informativos...).

Las entrevistas fueron estructuradas en tres partes: una primera que identificaría aspectos relevantes como la actividad de la empresa, el número de trabajadores, su historia reciente (proyectos, cambios abordados...), procesos de la empresa,



ORGANIZACIÓN	Grande	PYME	TOTAL
Automoción y sus componentes	3		3
Electrodomésticos	1		1
Equipos para la industria	1	1	2
Herramientas, componentes	2	3	5
Líneas e instalaciones industriales		3	3
Máquina-herramienta		1	1
Trasformación y tratamiento de metales	1	1	2
TOTAL	8	9	17

Tabla 2. Tipología de organizaciones de fabricación analizadas

ORGANIZACIÓN	Grande	PYME	TOTAL
Banca	2		2
Consultoría		1	1
Distribución, comercio	1	1	2
Educación		2	2
Hostelería, alquiler coches		2	2
Instaladores, auxiliar construcción		2	2
Organismos oficiales	1		1
Prensa		1	1
TOTAL	4	9	13

Tabla 3. Tipología de organizaciones de servicios analizadas

reconocimientos o certificaciones en el área de calidad o gestión. Con esta información se pretendía definir las características más relevantes de la organización. Una segunda parte de la entrevista tenía por objeto la identificación de elementos o características relevantes en la gestión de la mejora a través del análisis de la organización de la empresa: cómo se gestiona la mejora, qué tipo de comunicación emplea, herramientas de calidad utilizadas, personal que participa en los distintos proyectos. La última parte de la entrevista se centró en las características particulares de la organización para la mejora: equipos de trabajo y sistemas individuales de sugerencias.

A continuación se analizan los aspectos más relevantes de la información obtenida en las entrevistas.

4. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Entre las empresas encuestadas existe un alto grado de empresas certificadas según la norma ISO 9001:2000 (77% del total, 94% en empresas de fabricación), de las cuales un tercio dispone, además, de la certificación de su sistema ambiental (ISO 14000). La media de tiempo transcurrido desde su primera certificación hasta el momento del estudio es de siete años. Por otro lado, tres de ellas contaban con un reconocimiento EFQM (dos tenían una Q de oro, que supone un mínimo de 500 puntos

en la evaluación y otra empresa había obtenido la Q de plata, que supone un mínimo de 400). Además, al menos ocho organizaciones habían recibido algún otro reconocimiento nacional o internacional por su sistema de gestión (a la Responsabilidad Social Corporativa, a la Excelencia Logística,...) (fig.1)

Esta situación confirma que la mayoría de las organizaciones analizadas están familiarizadas con sistemas de gestión de la calidad, son maduras en este modelo y, además, se esfuerzan por ser excelentes en distintos ámbitos de gestión. Por tanto, pueden considerarse empresas representativas para llevar a cabo el análisis que se pretende con este estudio.

4.1. SISTEMA DE GESTIÓN Y MEJORA

La norma ISO tiene un apartado específico para la mejora (8. Medición, análisis y mejora) en el que, textualmente (punto 8.5.1. Mejora continua), se indica que “...la dirección debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad...” (AENOR). En las directrices para la mejora del desempeño (norma ISO 9004:2000) se indica, además, que “la dirección debería buscar continuamente mejorar la eficacia y la eficiencia de los procesos de la organización, más que

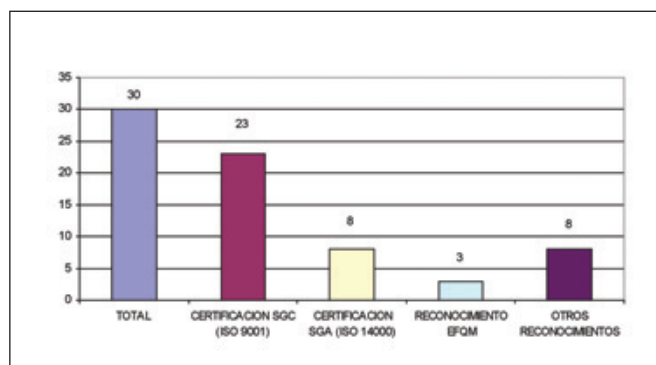


Figura 1. Certificaciones y reconocimientos obtenidos por las empresas analizadas

esperar que un problema le revele oportunidades para la mejora. (...) La organización debería tener un proceso para identificar y gestionar las actividades de mejora.”(AENOR)

Sin embargo, de las organizaciones que cuentan con la certificación ISO 9001:2000 estudiadas, sólo el 57% reflejan explícitamente un proceso de mejora entre sus procesos estratégicos y sólo un 39% tiene algún tipo de sistema (propio ó clásico) de mejora a través de la participación de equipos.

Se puede concluir que la certificación ISO 9001:2000, por sí sola, no garantiza un compromiso con la mejora. Las

empresas entienden en su mayoría que la gestión de la calidad está más relacionada con satisfacer los requisitos de los clientes (que podría interpretarse con un cumplimiento de mínimos) que con esforzarse en ofrecer cada vez mejores servicios y productos (mejora continua en la gestión).

4.2. TRABAJO EN EQUIPO

Desde el punto de vista del trabajo en equipo, en las entrevistas con los distintos responsables se constató en 28 de los 30 casos que el equipo se utiliza en forma de reunión estructurada entre los responsables de nivel medio alto, como herramienta para la puesta en común de datos y toma de decisiones. Estas reuniones son llamadas habitualmente comité de calidad, en el que participan de dos a seis personas como media, de nivel jerárquico medio alto, con una frecuencia que oscila en la mayoría de los casos entre quincenal y trimestral. En estas sesiones sólo se incorpora personal de base (operarios, directos de producción) en casos puntuales relacionados con problemas concretos que requieren un análisis para su solución. Las reuniones diarias de corta duración, utilizadas para intercambio de información y gestión diaria de la rutina son utilizadas en la mayoría de las organizaciones productivas entrevistadas. Sin embargo, y aunque la mayoría de los entrevistados indicaron la necesidad del análisis y la utilización de datos en estas reuniones de trabajo, son pocas las organizaciones que aplican herramientas de calidad de forma regular.

Además, de estas reuniones o comités de calidad hay empresas que trabajan en equipos de mejora organizados según un sistema o modelo de mejora clásico. Los modelos más comúnmente utilizados han sido el modelo 6 σ (seis sigma) o alguna variante del mismo; la metodología de las 5S (Hirano 1997) como base para mejora, o adaptaciones del modelo clásico PDCA de resolución de problemas. En los equipos de mejora se utiliza frecuentemente el análisis estructurado de los procesos para la mejora de los mismos.

Se puede concluir de estudio que tanto en las reuniones de Comité de mejora, como en los equipos de mejora los participantes pertenecen en su mayoría a personal de medio y alto nivel. La presencia del personal de base es puntual y minoritaria. En consecuencia este tipo de reuniones, tal y como se utilizan en la actualidad, no son efectivas para involucrar a toda la organización en la mejora.

4.3. PARTICIPACIÓN A TRAVÉS DE SUGERENCIAS DE MEJORA

En contra de lo que cabría esperar debido a la madurez de las organizaciones, es un sistema de participación más extendido que el sistema basado en equipos de mejora (fig. 2). Algunas de los responsables entrevistados señalaron que, a pesar de haber contado en el pasado con sistemas organizados de sugerencias, éstos habían caído en desuso por falta de mantenimiento. Es reseñable que, de las 17 organizaciones que cuentan con un sistema de sugerencias, tan solo 9 mantienen algún tipo de reconocimiento formalizado, usualmente de tipo material.

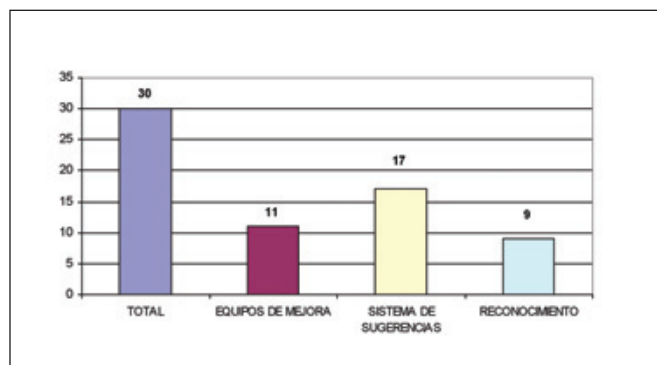


Figura 2. Presencia de sistemas de mejora, de sugerencias y reconocimiento de los mismos

La práctica generalizada entre las empresas que premian la participación de sus empleados es agradecer todas las aportaciones con un pequeño detalle, (un llavero, por ejemplo) y premiar las mejores ideas con una remuneración económica que oscila entre 100 y 3.000 €, dependiendo del ahorro o mejora conseguida.

Algunas organizaciones que disponen de sistemas de comunicación interna formalizados (revista, intranet con noticias) dan a conocer entre sus empleados a los participantes de estos programas y a las mejoras conseguidas.

De las organizaciones que no disponían de sistemas de sugerencias la mayoría se justificaron argumentando que la comunicación en su organización es fluida y que las propuestas de los responsables se recogen de manera informal con objeto de transmitir las y tratarlas en los foros adecuados. Sin embargo, no se observaron evidencias de tal tratamiento.

Parece relevante que la gran mayoría de las empresas entrevistadas (al menos 27) indicaron que recogían propuestas de mejora en los formatos de encuestas a clientes, lo que es un indicativo más de que estas organizaciones tienen asumido el concepto de orientación al cliente, y que las oportunidades de mejora se perciben como una interpretación de las sugerencias de los clientes.

Se concluye, por tanto, que los sistemas de sugerencias, si bien pueden resultar eficientes desde el punto de vista de la participación de los operarios, tienen limitaciones relacionadas

Entre las empresas encuestadas existe un alto grado de empresas certificadas según la norma ISO 9001:2000 (77% del total, 94% en empresas de fabricación), de las cuales un tercio dispone, además, de la certificación de su sistema ambiental (ISO 14000).

La formación de las personas que participan en estos programas es un componente clave en los programas de mejora continua (Hackman 1990).

con gestión y no parece el método más apropiado para conseguir el objetivo de involucrar al personal en la mejora.

4.4. ANÁLISIS DE LA MEJORA POR TIPOLOGÍA DE LA EMPRESA

En el estudio se han analizado las posibles diferencias en la implantación de sistemas de mejora en relación a la clasificación de las empresas realizada anteriormente en cuanto a criterios de tamaño y actividad de la empresa.

En las gráficas (Fig. 3 y 4) se han representado, de manera porcentual, las empresas que están certificadas y la presencia de sistemas de mejora o de sugerencias observados en las mismas. Esta representación se ha realizado por tamaño y actividad.

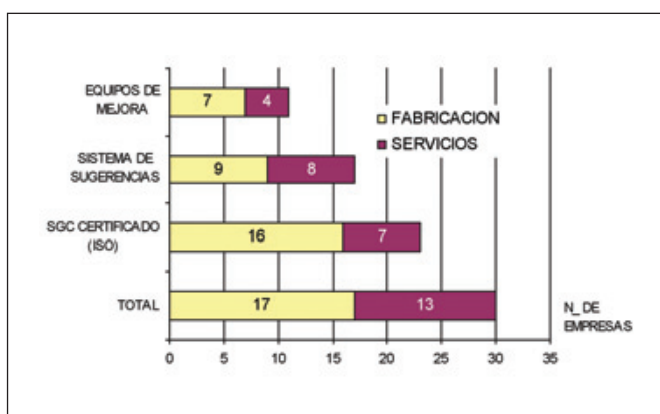


Figura 3. Sistemas de Mejora en las organizaciones función de la actividad

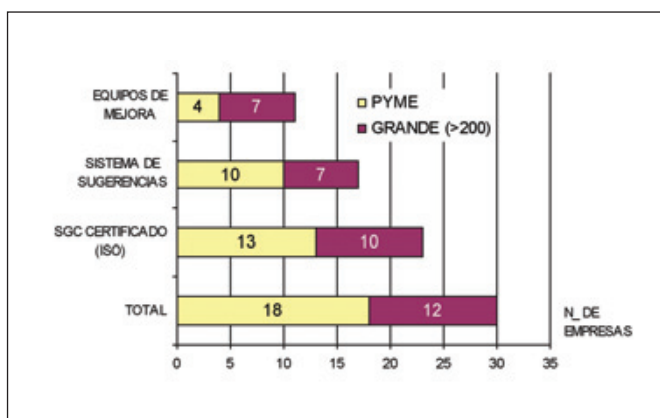


Figura 4. Sistemas de Mejora en las organizaciones función del tamaño

En los gráficos puede apreciarse claramente que, según la actividad no se aprecian diferencias relevantes relativas a la implantación de sistemas de mejora o de sugerencias; sin embargo, sí que se observa una tendencia en la aplicación de sistemas de mejora relacionada con el tamaño de la empresa, hecho que no se observa en la implantación de sistemas de sugerencias. Este hecho puede estar relacionado con el escaso coste que supone el mantenimiento de los sistemas de mejora, especialmente en empresas pequeñas, en las que un grupo reducido puede dedicarse al análisis, mientras que el mantenimiento de equipos de mejora es más costoso, pues requiere dedicación periódica de personal y gastos de formación (Griffin 1988).

De este primer análisis se pueden extraer algunas conclusiones:

- A pesar de que las empresas entrevistadas pertenecen a un entorno maduro en referencia a sistemas de gestión y comprometido con la calidad, el grado de implantación de los sistemas de mejora no llega al 50%, aunque la media para las empresas grandes mejora, al tener más recursos disponibles.

- Aunque en general las metodologías de mejora son conocidas, especialmente en entornos productivos donde se aplica en forma de proyectos de Lean Manufacturing, la planificación de herramientas de mejora y análisis estadísticos de los datos no está generalizada.

- La implantación de sistemas de trabajo en equipo orientado a la mejora en PYMEs es menor.

- El reconocimiento interno en los sistemas de mejora está poco implantado. Aún así la utilización de este sistema, debido a su sencillez, es amplia.

- Algunas de las empresas entrevistadas habían desarrollado sistemas de participación y mejora propios e innovadores. Estos sistemas, junto con algunas buenas prácticas detectadas se detallan a continuación

5. BUENAS PRÁCTICAS DETECTADAS EN LAS EMPRESAS ANALIZADAS

A pesar de que la utilización de los sistemas de mejora a través del trabajo en equipo no está muy generalizada, se han detectado en algunas de las empresas prácticas interesantes relacionadas con la participación y la mejora, que se exponen a continuación. Las prácticas se describen sin entrar a explicar detalles propios de las organizaciones que las practican, sólo a modo de ejemplo de actuaciones que se han considerado interesantes para favorecer el trabajo en equipo y la mejora continua.

5.1. FORMACIÓN PARA LA MEJORA

La formación de las personas que participan en estos programas es un componente clave en los programas de mejora continua (Hackman 1990). La formación en sí misma es, además, un proceso que aporta valor tanto a la organización como a las personas. En relación a esta actividad se han encontrado dos interesantes prácticas:

- **Matriz de conocimiento y creatividad.** Dos de las organizaciones entrevistadas realizan un análisis tanto del conocimiento como del perfil creativo de sus empleados. Esta información queda registrada de manera que las necesidades de formación sean fácilmente detectables. De esta manera, además, se tiene una herramienta para asignar a cada proyecto de mejora que vaya a emprenderse las personas más adecuadas. El análisis del perfil de conocimiento y creatividad se realiza para cada nueva incorporación de personal en la organización.

- **Rotación de responsabilidades y personas.** Una vez creado un equipo de mejora con un objetivo concreto, se asigna a cada integrante la responsabilidad de un componente clave en la consecución del objetivo (por ejemplo la duración, el costo...). En proyectos de duración superior a tres meses se renueva uno de los miembros del equipo y se rotan las responsabilidades. Esta práctica potencia el intercambio de conocimientos entre las personas y facilita la visión global de la actividad de la organización.

5.2. ORGANIZACIÓN ORIENTADA A LA MEJORA

Las empresas, en su camino hacia la excelencia, deben adaptar su propio modelo de mejora a las necesidades y particularidades de la propia organización, en función de sus características (Truscott 2003). No hay recetas mágicas para aplicar o adaptar la estructura o recursos más adecuados a cada caso; sin embargo se han recogido algunas prácticas en este sentido:

- **Equipos basados en el equilibrio.** La formación de los equipos se realiza teniendo en cuenta la complementariedad y el equilibrio psicológico de las personas que han de trabajar juntas. Se utilizan herramientas que favorezcan el equilibrio entre los tres agentes principales del equipo: los clientes del proceso a mejorar, los recursos a utilizar y las personas que deben desarrollar e implantar las mejoras. Estas herramientas se definen para cada uno de los tres agentes.

- **Departamento soporte para proyectos de mejora.** Este recurso se ha observado en empresas de gran tamaño, aunque

podía ser adaptado por empresas de tamaño medio. Consiste en la creación de un departamento soporte, de tres a cinco personas, que se dedica a dar apoyo y asesoría a otros departamentos que lo demanden, en proyectos de mejora específicos. Este departamento soporte tiene el conocimiento de las mejores herramientas de mejora para cada caso, con la función de guiar al equipo durante el proyecto de mejora, participando de manera puntual o periódica en su desarrollo. Además, se encarga de analizar y controlar los recursos destinados a cada proyecto, tanto en tiempo como en dinero.

- **Gestión de la micro-mejora.** En empresas productivas se ha detectado la práctica del análisis de las pequeñas incidencias como fuente de mejora para la organización. Para este análisis se trabaja en equipos que estudian el proceso a nivel micro, hasta llegar a la mejora y estandarización del mismo. El proceso de mejora del micro proceso incluye auditorías sobre su funcionamiento.

5.3. MOTIVACIÓN

Se han detectado elementos de motivación generalmente enfocados a programas de sugerencias individuales. Como ya se ha apuntado anteriormente, no es una de las prácticas más generalizadas. La motivación normalmente se apoya en unas actividades de promoción y lanzamiento y una recompensa a las mejores propuestas. Sin embargo, se ha encontrado una variante interesante de este modelo.

- **Concurso de buenas ideas.** Es un llamamiento abierto a todos los empleados de la organización, que pueden participar de manera individual o colectiva. Deben presentar una idea con un cierto nivel de desarrollo, orientada hacia las directrices establecidas en cada campaña por la organización. La empresa dispone de recursos para fomentar y premiar la participación.

6. CONCLUSIONES

En este artículo se han presentado el resultado de un análisis realizado en 30 empresas de Guipúzcoa y Navarra sobre los sistemas de mejora y otros aspectos relacionados con la participación del personal en la mejora. Las empresas entrevistadas no presentan un alto grado de implantación de sistemas de mejora, a pesar de ser empresas maduras en su compromiso con la gestión de la calidad. Es significativo que la participación de las personas en estos sistemas está asociada a personas de niveles medios y altos en la estructura. Se ha detectado también que los sistemas de mejora a través de sugerencias son una práctica utilizada de forma más frecuente que los equipos de mejora, debido a su sencillez de implantación. El reconocimiento a las mejoras conseguidas, tanto por los equipos de mejora como a través de sugerencias, es una asignatura pendiente en la mayoría de los casos, ya que se da por supuesto que es parte del trabajo de las personas.

Aunque las empresas son conscientes de que la mejora continua es importante para su supervivencia, aún les queda un largo camino por recorrer. Como ya otros autores han señalado en otros estudios (García-Lorenzo, Prado 2003); (Rapp, Eklund 2002) la falta de motivación del personal, de implicación de la dirección y la escasez de recursos como el tiempo, entre otros, son factores que obstaculizan tanto la

La formación en sí misma es, además, un proceso que aporta valor tanto a la organización como a las personas. En relación a esta actividad se han encontrado dos interesantes prácticas:

implantación como el mantenimiento de los equipos de mejora. Estos aspectos deberían tenerse en cuenta en las organizaciones, así como la formación en herramientas clásicas de mejora, el análisis estadístico y las distintas metodologías de mejora. Las fundaciones existentes en esta zona para el fomento de la calidad pueden ser un apoyo importante para las PYME, que no siempre disponen de los recursos necesarios para ello. Sería interesante analizar de un modo más detallado las características de las organizaciones que han sabido mantener sus sistemas de mejora en el tiempo, como futuro trabajo de investigación.

Por último, es importante recordar que las personas que tienen contacto directo con el proceso son las verdaderas protagonistas de la mejora continua, como los operarios que trabajan en los niveles operativos. Estas personas deben tener el mayor protagonismo posible en los proyectos de mejora de todo tipo de organizaciones.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AENOR a, *Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño. UNE-EN-ISO 9004*. Madrid: AENOR 2000.
- AENOR b, *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. UNE-EN-ISO 9001*. Madrid: AENOR 2000.
- Baker D, Day R. & Salas E. 2006, "Teamwork as an Essential Component of High-Reliability Organizations", *Health services research*, vol. 41, no. 4, pp. 1576-1598.
- Cámara de Navarra. Ayudas a la calidad en el comercio. Accesible en <http://www.camaranavarra.com/>.
- Cooney R & Sohal A. 2004, "Teamwork and Total Quality Management: a Durable Partnership", *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 15, no. 8, pp. 1131.
- Deming WE. 1989, *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la Crisis (J.N. Medina, & M.G. Ballester, Trad.)* Ed. española: Diaz de Santos.
- EUSKALIT. , *Fundación Vasca para la Calidad*. Accesible en <http://www.euskalit.net/>.
- Fundación Navarra para la Calidad. Accesible en <http://www.qnavarra.com/>.
- García-Lorenzo A & Prado JC. 2003, "Employee participation systems in Spain. Past, present and future", *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 14, no. 1, pp. 15-24.
- García-Lorenzo A & Prado JC. 2002, *La participación del personal en la mejora continua de las empresas*, Asociación Española para la Calidad, Madrid.
- Griffin R. 1988, "Consequences of Quality circles in an industrial setting: A longitudinal assessment", *Academy of Management journal*, vol. 31, no. 2., pp 338-358.
- Hackman JR. 1990, *Groups that work (and those that don't) : creating conditions for effective teamwork*, 1st edn, Jossey-Bass, San Francisco.
- Hirano H. 1997, *5 pilares de la fabrica visual. La fuente para la implantación de las 5S*, TGP-Hoshin, S.L., Madrid.
- Imai M. 2006, *Kaizen, La Clave de la Ventaja Competitiva japonesa*, CECSA, Mexico.
- Irani Z, Beskese A, Love PED. 2004, "Total quality management and corporate culture: constructs of organisational excellence", *Technovation*, vol. 24, no. 8, pp. 643-650.
- Ishikawa K. 1994, *Introducción al control de calidad / Kaoru Ishikawa ; versión española por Jesús Nicolau Medina, M^a de las Mercedes Gozalbes Ballester, Diaz de Santos*, Madrid.
- Juran JM. 1999, *The Quality improvement process*, McGraw Hill, New York.
- Ohno T. 1985, *El sistema de producción Toyota : más allá de la producción a gran escala*, 1993rd edn, Gestión 2000, Barcelona.
- Paris C, Salas E, Cannon-Bowers JA. 2000, "Teamwork in multi-person systems: a review and analysis", *Ergonomics*, vol. 43, no. 8. pp. 1052-1075.
- Rapp C. Eklund J. 2002, "Sustainable development of improvement activities - the long-term operation of a suggestion scheme in a Swedish company", *Total Quality Management*, vol. 13, no. 7, pp. 945-969.
- Teare R, Ingram H, Scheuing E, Armistead C. 1997, "Organizational teamworking frameworks: evidence from UK and USA-based firms", *International Journal of Service Industry Management*, vol. 8, no. 3, pp. 250-263.
- Truscott W. 2003, *Six Sigma, Continual Improvement for Businesses* 2003rd edn, Elsevier Butterworth-Heinemann, Boston.

Programación basada en competencias.

Implantación en ingeniería gráfica

Programming based in competences.
Implementation in graphic engineering

• Fernando Fadón-Salazar
• José Enrique Cerón-Hoyos
• Esther Vallejo-Lobete

Dr. Ingeniero Industrial
Ingeniero Industrial
Arquitecto

Universidad de Cantabria
Universidad de Cantabria
Universidad de Cantabria

Recibido: 16/07/08 • Aceptado: 09/02/09

ABSTRACT

• Is analyzed the process of change that is being made in the Spanish University, as a result of the integrating process that is developed in Europe. Beginning in the agreements of the declaration of Bologna, the new educational tendencies of programming are indicated and the effort and results, that in this area are being made to arrive the EEES.

• **Key words:** Bolonia, EEES, programming, competences.

RESUMEN

Se analiza el proceso de cambio que se está realizando en la Universidad Española, como consecuencia del proceso integrador que se desarrolla en Europa. Partiendo de los acuerdos de la Declaración de Bolonia, de mayor intercambio de estudiantes, de unificar los estudios y prepararlos para un proceso de cambio continuo, se señalan nuevas tendencias de programación docentes y se muestra el esfuerzo y los resultados, que en esta área se está realizando para llegar al EEES.

Palabras clave: Bolonia, EEES, programación, competencias.

1. INTRODUCCIÓN

Como corresponde al nuevo planteamiento que se está abordando en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), que surge de cierto anquilosamiento de la Universidad Europea frente al dinamismo y atractivo que ejerce a los estudiantes de la mayoría de los países la Universidad Americana, se está liderando esta iniciativa desde los Organismos que marcan las directrices de la *Unión Europea* (UE) en el ámbito educativo. Se considera como base de partida la declaración de **Bolonia** (1999), si bien hay antecedentes que plasman las dificultades que se planteaban en la Universidad para captar alumnos que no procedieran del entorno próximo a las mismas.

Sucintamente, podrían señalarse aspectos que dificultan y hacen que sean menos atractivas las Universidades Europeas. Por una parte, el idioma, una diversidad muy amplia que hace que sea difícil cambiarse de una a otra. Pero además, cada universidad tiene sus propias peculiaridades y restricciones que hacen que para seguir unos estudios conducentes a la obtención de un título, sea muy difícil cambiar de universidad o centro de estudios. También el distanciamiento entre la universidad y el entorno social y laboral. Los títulos que se obtienen en las universidades tienen una validez muy limitada en la mayoría de los casos, al país en que se realiza.

Esta situación hacia la que se ha evolucionado, no ha sido así durante los más de 750 años que lleva la Universidad Europea, que se caracterizaba por ser centros de estudio, de crítica, de aprendizaje, a las que los alumnos se aproximaban según el interés que ejercían sobre ellos las disciplinas que se impartían. Siendo posible el entendimiento por medio del latín, que se empleaba básicamente como medio transmisión del conocimiento. Bien es cierto, que llegaba a sectores sociales muy reducidos y que con otras muchas limitaciones de las que adolecía, no dejaba por ello de ser un referente internacional del conocimiento y el saber de entonces.

El esfuerzo y la dinámica que se ha propuesto Europa, al abordar un cambio

Las universidades proliferan y de tres escuelas de Ingeniería Industrial en España en los años 60, se pasa treinta y nueve en el 2000

profundo de la Universidad, de los Estudios Superiores, es considerable, pero es necesario y para ello es preciso quebrar las tendencias negativas que influyen en ella y potenciar los aspectos positivos que perduran. Por consiguiente, se están llevando a cabo actuaciones como las siguientes:

- Se están replanteando los estudios en los países de la UE, para homogeneizar los criterios conducentes a la obtención de los títulos universitarios. Esto supone que cada país aborda una reforma que conduzca a que los estudios tengan una validez más universal, así como al ejercicio de las atribuciones profesionales a que dan lugar.

- Se trata de que sea viable realizar los estudios en diferentes centros y países, para que haya una mayor movilidad y el estudiante desarrolle su amplitud de miras. En este sentido, se realizan actuaciones específicas, como son los programas *Erasmus* y *Séneca* de intercambio de alumnos y profesores entre centros de diferentes países o del mismo. Las dobles titulaciones, que son convenios específicos entre dos centros, por los que al finalizar los estudios, un alumno que los haya realizado, repartiendo los cursos entre ambas instituciones, obtiene el título con validez para los dos países correspondientes.

Para poder llevar a cabo este proceso de desarrollo del EEES, se requiere definir las características de los mismos, en un ámbito mayor que el local, teniendo en cuenta la UE en su conjunto.

Un aspecto necesario para llegar a ello, es definir cual es la “unidad” de aprendizaje, ECTS, que es lo que abarca, cómo se computa, cómo se aplica, que seguimiento se hace, cómo se evalúa. Es decir, un proceso de programación más detallado de la asignatura, en el que se muestra lo que se hace y lo que se ofrece al alumno, para que le resulte sugerente cursarla y desarrollar su currículo contando con ella.

En este sentido, se está desarrollando el proceso de aprendizaje basado en competencias (véase el punto 3). Para ello se han de definir las que debe tener la titulación, y en base a ello se desarrollan los programas de las diferentes asignaturas (este es un cambio de enfoque importante), definiendo con cada una de ellas las que se aborda y el grado en que se abordan, si son específicos, genéricos, etc.

Esto requiere un replanteo de las metodologías docentes empleadas, una reestructuración de la forma de enseñar, lo que requiere que el profesorado se recicle y adapte a este nuevo entorno.

Una consideración a tener en cuenta es que la formación no acaba tras obtener el título, y ha de ser posible desarrollar las capacidades necesarias para que sea posible el “*life long learning*” a lo largo de la vida profesional.

En este sentido, se trata de abordar y mostrar algunas ideas sobre lo que es el aprendizaje basado en competencias. Pues

podría parecer al analizar este sistema, que se están haciendo unos pequeños cambios con respecto a lo que se hace en estos momentos, si se enfoca escuetamente el “cómo se hace” y no se tiene en cuenta todo el trasfondo que subyace en este replanteo de la metodología docente.

2. CONSIDERACIONES PREVIAS

Los métodos de enseñanza han ido variando paulatinamente, a medida que las condiciones del entorno se iban modificando. Puede considerarse que se partía de una situación en la que el profesor enseña algo que sabe y el alumno lo aprende, predominantemente “de memoria”, en que la escolarización no estaba muy extendida, siendo relativamente bajo el porcentaje de gente que estudiaba. Los niveles formativos se alcanzaban tras superar pruebas de ingreso o reválida con cierta periodicidad (10, 14, 16 años).

En las circunstancias actuales, se trata de dar una formación básica en cada curso, de personalizar la educación y de desarrollar unos objetivos, que se fijan en una programación. Este documento se realiza para conocer como se van a llevar a cabo las actividades para poder alcanzar el nivel previsto para cada curso, quedando una única prueba, la “selectividad” para el acceso a la Universidad. Los Centros Educativos son los que establecen la superación de los mínimos y están escolarizados todos los alumnos hasta los 16 años.

Las universidades proliferan y de tres escuelas de Ingeniería Industrial en España en los años 60, se pasa treinta y nueve en el 2000. Estos cambios, influyen en los métodos docentes que se emplean y el nivel de exigencia en la universidad para que haya cierta homogeneidad en la expedición del título. Para ello se empiezan a aplicar estándares de calidad y de evaluación que permitan valorar como es la educación que se imparte. Ahora otro cambio importante se está dando, el entorno Europeo y la necesidad de mejorar, no a nivel de Centro solamente, sino a nivel global, favoreciendo la homologación y la movilidad (intercambiabilidad de títulos y de estudiantes).

El entorno social es muy diferente. Los países, de estar clasificados en un “primer” y “tercer” mundo, se están transformando, en buena parte por la facilidad de las comunicaciones y transportes, favoreciendo ciertas movilidades y superación de fronteras, por ejemplo, del capital (menos, en la educación, la sanidad o la justicia, el comercio de ciertos productos, principalmente del sector primario, o la contaminación) que por otra parte han radicalizado la pobreza y la riqueza, pero también la situación de los dos polos del “primer” y “tercer” mundo, que van a convivir en cada país. Así pues los estudiantes actuales están en un entorno muy diferente al de hace pocos años.

Se critica que los objetivos o las competencias aplicadas a la docencia son métodos que proceden de la empresa, cuyos intereses parecen muy diferentes al de la educación. Pero son métodos de trabajo que ofrecen la posibilidad de obtener mejores resultados si se aplican de forma adecuada, y es positivo que haya transferencia entre la empresa y la universidad (y viceversa). Hay que tener en cuenta también que la empresa (determinadas empresas) son generadoras muy importantes de conocimientos y no sólo receptoras, siendo cada vez más valorada la interrelación Universidad-Empresa.

La búsqueda de la mejora de la docencia es una de las prioridades del proceso de convergencia y se están realizando esfuerzos por adaptar e implantar diferentes sistemas, como las *ISO 9000*, *EFQM* o sistemas específicamente desarrollados para los estudios universitarios. De un modo u otro se va extendiendo y reconociendo la necesidad de aplicarlo por más personas y de familiarizarse con este modo de trabajo, en el que se requiere que haya planificación, trazabilidad, documentación adecuada, organización de la actividad por procesos, registros que faciliten la medición y valoración de la actividad educativa e investigadora, evaluación de los resultados que se van obteniendo, el análisis de los mismos que

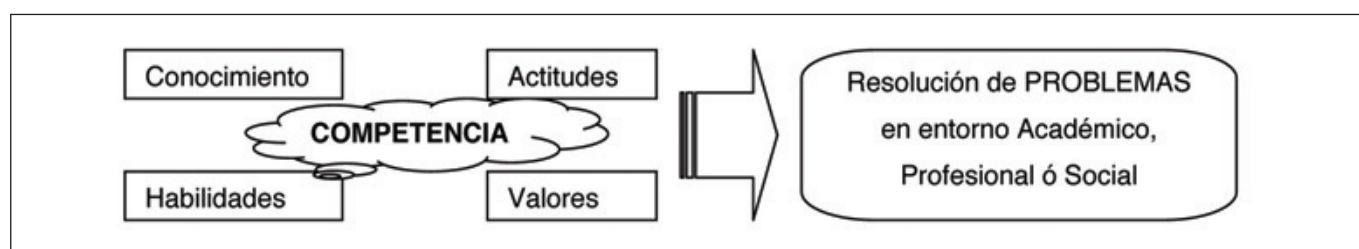
3. APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS

3.1.- ESTUDIOS DE GRADO.

Edgar Morin (2000) “*una mente bien formada es una mente apta para organizar los conocimientos y de este modo evitar su acumulación estéril*”. La proliferación de la información requiere desarrollar la capacidad para evaluar y seleccionar la que puede ser útil y necesaria.

Para implantar el aprendizaje basado en competencias, un trabajo previo a realizar es definir cuáles son las competencias que se consideran debe tener una determinada titulación. Pero ¿qué se entiende por competencia?, hay diversas definiciones, el Ministerio de Educación y Ciencia, MEC (2006) formula la siguiente: “Las competencias se conciben como un conjunto de conocimientos, habilidades (intelectuales, manuales, sociales, etc.), aptitudes y valores que capacitarán a un titulado para afrontar la resolución de problemas o la intervención en un contexto académico, profesional o social.”

Este proceso, en el que se definen las competencias que es preciso adquirir en cada plan de estudios, se elabora como sigue: se define el panorama laboral, las necesidades profesionales que se requieren, los perfiles y competencias más valorados en el ejercicio de la profesión. Esto se va



permitan que en la próxima planificación se apliquen las mejoras y se resuelvan los problemas detectados. Es decir, se aplique el ciclo **Deming**, considerado como fundamento de la mejora continua.

Un sistema de calidad conlleva el que se consideren aspectos medioambientales, la satisfacción del personal (alumnos, profesores, administración y otros). Son muchos los factores que intervienen y no es posible abordarlos todos de una vez, pero es preciso ir tratándolos, haciendo una selección ordenada y secuencial de los que se van a resolver. Es importante observar que en este proceso de cambio, no se trata sólo de aprender, sino de “desaprender” hábitos muy arraigados, lo cual es difícil.

recogiendo en documentos, que sirven de referencia para legislar la forma en que quedarán las nuevas titulaciones.

En el ámbito de la Ingeniería Industrial se recogen en el correspondiente “*libro blanco*” (2006) en el cual se indican las competencias que se considera que debe tener el Ingeniero Industrial y Mecánico en la titulación de Grado:

El desarrollo legislativo irá señalando las competencias mínimas imprescindibles para elaborar adecuadamente el diseño curricular de las nuevas titulaciones. En el trabajo desarrollado por el equipo de Manuel Poblete (2007) muestra una clasificación de los tipos de competencias y la forma de abordarlas en tres niveles de detalle, y en cada uno de ellos

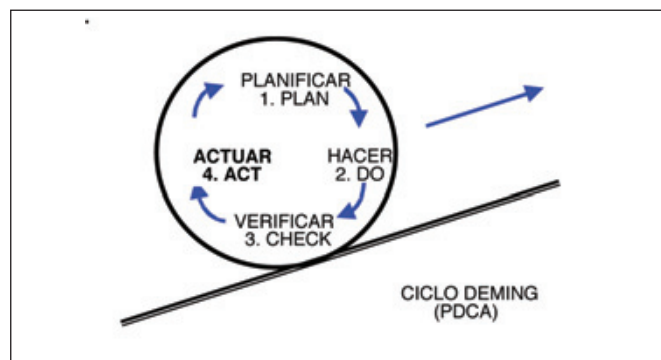


Figura 1. Ciclo Deming, estrategia de la mejora continua en cuatro fases

Se critica que los objetivos o las competencias aplicadas a la docencia son métodos que proceden de la empresa, cuyos intereses parecen muy diferentes al de la educación.

INGENIERO EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	INGENIERO MECÁNICO
Perfiles profesionales básicos	Perfiles profesionales básicos
- Participación en proyectos de investigación - Modelización matemática y computación en centros tecnológicos y de ingeniería - Participación en proyectos multidisciplinares de ingeniería industrial	- Análisis, diseño y ensayo de máquinas, motores y sistemas mecánicos - Proyecto y cálculo de estructuras, construcciones e instalaciones industriales - Técnicas de fabricación y organización de la producción - Ingeniería de mantenimiento - Ingeniería del transporte - Desarrollo de sistemas robotizados
Competencias disciplinares específicas	Competencias disciplinares específicas
- Aplicar los fundamentos científico-técnicos de las tecnologías industriales - Modelar matemáticamente sistemas y procesos complejos de todos los ámbitos de la ingeniería industrial. - Desarrollar, programar y aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de modelos lineales y no lineales de todos los ámbitos de la ingeniería industrial	- Elaborar modelos matemáticos de sistemas mecánicos - Redactar, representar e interpretar documentación técnica - Mejorar procesos y actualizar la tecnología existente - Estimar y programar el trabajo en sistemas productivos - Diseñar y realizar sistemas de ensayo y medidas de componentes para sistemas mecánicos - Proyectar y calcular máquinas y sistemas mecánicos - Proyectar y calcular estructuras, construcciones e instalaciones industriales

define cinco categorías de dominio, mediante los cuales se puede evaluar los resultados docentes que se han obtenido. Es decir, mediante la taxonomía que se plantea se puede realizar la programación para alcanzar uno de los tres niveles de cada competencia y evaluarla según la “categoría de dominio” alcanzada. Es un instrumento muy interesante de selección y evaluación de competencias.

Se va perfilando pues, la diferencia entre competencia y objetivo que se aclara un poco más en la siguiente tabla 1.

El Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la Ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales, de gran trascendencia en este proceso, establece que los estudios de

Todos los grados que se pueden impartir, han de estar incluidos en una de las siguientes ramas de conocimiento que se indican en el artículo 12. “*Directrices para el diseño de títulos de Graduado*”:

- Artes y Humanidades
- Ciencias.
- Ciencias de la Salud.
- Ciencias Sociales y Jurídicas.
- Ingeniería y Arquitectura.

Se indica también, la forma de distribuir las asignaturas o materias a lo largo del grado: básicas, materias obligatorias, optativas, seminarios, prácticas externas, trabajos dirigidos,

OBJETIVO	COMPETENCIA
- Son intenciones y propósitos concretos	- Hacen referencia al perfil académico-profesional
- Orientan la planificación	- Tienen un rango de generalidad más allá de la planificación
- Orientan la actividad encaminada a lograr metas.	- Delimitan el tipo profesional que se desea formar
- Definen lo que se va a conseguir al final del proceso formativo.	- Se sitúan en el límite entre el final de la formación y el comienzo de la actividad profesional.

Tabla 1. Objetivos-Competencias.

Grado tengan 240 créditos (4 años) y regula las condiciones para que una Universidad pueda impartir un Título Oficial e inscribirse en el *Registro de Universidades, Centros y Títulos*, debiéndose pasar cada 6 años un proceso de evaluación para poder renovar la acreditación, en el que se verifique que se cumple lo que se escribió al registrarse.

trabajo de fin de Grado y otras actividades formativas. La tabla 2, muestra el número de créditos que deben abarcar, según el RD.

Se ha de tener en cuenta que “cuando se trate de títulos que habiliten para el ejercicio de actividades profesionales reguladas en España, el Gobierno establecerá las condiciones

Tipo de materia	Créditos
Formación básica	60
Obligatorias	
Optativas	
Prácticas externas (si se incluyen)	Hasta 60
Trabajo fin de Grado	Entre 6 y 30
Total	240

Tabla 2: Resumen de las materias que constituyen la propuesta en un título de graduado y su distribución en créditos

a las que deberán adecuarse los correspondientes planes de estudios, que además deberán ajustarse, en su caso, a la normativa europea aplicable” (De Miguel 2006). En este sentido se han aprobado las normas que establecen las condiciones a las que deberán adecuarse los planes de estudio conducentes a la obtención de títulos que habiliten para el ejercicio de diversas profesiones reguladas, pero hasta la fecha no se han resuelto las correspondientes a los estudios de ingeniería, por lo que se carece de las directrices para poder implantarlas. No obstante se va avanzando según ciertas premisas que se considera que se van a cumplir de forma aproximada.

En el Anexo I, que describe la forma de realizar la “Memoria para la solicitud de Títulos Oficiales”, se presentan las competencias básicas que como mínimo se han de garantizar en la formación de todos los Grados:

libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio;
• que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio;
• que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética;
• que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado;
• que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Con estas premisas, se requiere la descripción de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje que constituyen la estructura del plan de estudios, incluyendo las prácticas externas y el trabajo de fin de Grado, con los siguientes apartados (tabla 3):

Denominación del módulo o materia:	
- Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	A definir por la universidad
- Breve descripción de sus contenidos	A definir por la universidad
- Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante	A definir por la universidad
- Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente	A definir por la universidad

Tabla 3. Modelo de tabla para cada módulo o materia del plan de estudios propuesto.

3.1. Competencias generales y específicas que los estudiantes deben adquirir durante sus estudios y que sean exigibles para otorgar el título. Las competencias propuestas deben ser evaluables.
3.2. Se garantizarán, como mínimo las siguientes competencias básicas, en el caso del Grado, y aquellas otras que figuren en el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior, MECES:
• que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en

Denominación del módulo o materia: Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia
A definir por la universidad
Breve descripción de sus contenidos
A definir por la universidad
Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante
A definir por la universidad
Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente
A definir por la universidad
Esto viene a ser, una guía de aprendizaje (académica o del alumno), que es un documento en el que se expresa la justificación, prerequisites, competencias, contenidos estrategia, evaluación y referencias que describen una asignatura, módulo o materia.

Se requiere la descripción de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje que constituyen la estructura del plan de estudios, incluyendo las prácticas externas y el trabajo de fin de Grado

En lo que se refiere a la *Expresión Gráfica*, en el Anexo II del RD, se incluye como una de las materias básicas correspondientes a la Rama de Conocimientos de “Ingeniería y Arquitectura”, junto con Física, Matemáticas, Informática, Empresa y Química, debiendo abarcar un mínimo de 6 créditos cada una de ellas. Es decir, que se puede interpretar que se da importancia a la *Expresión Gráfica*, como corresponde a estas titulaciones.

3.2.- ESTUDIOS DE POSGRADO

El Real Decreto 56/2005 por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Posgrado, indica que “*tiene por objeto regular los aspectos básicos de la ordenación de los estudios oficiales de Posgrado, comprensivo del segundo y tercer ciclos del Sistema Español de Educación Universitaria*” los cuales “*tienen como finalidad la especialización del estudiante en su formación académica, profesional o investigadora*” mediante “*la obtención de los títulos de Master o Doctor*”. En este punto, se encuentra uno de los aspectos que más debate suscitan, pues afecta a las atribuciones profesionales que se asignan a las titulaciones de Grado y Posgrado, en este caso Master Profesional, lo cual todavía no está resuelto, pues no se han publicado las órdenes por las que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial ni de las restantes ingenierías, si bien los borradores se van perfilando cada vez más. No obstante, el Master debe organizarse de modo: que los estudios entre el Grado y el Master abarquen como mínimo 300 créditos Europeos, y que el Master no exceda de 120 créditos. Queda pues por definir la forma de acceso al Master, pues se considera que con 180 créditos, como el título de Ingeniero Técnico Industrial actual, o con los títulos de Grado correspondientes que se implanten se podría acceder al Master Profesional, ahora bien, se verá si según los estudios previos sería posible convalidar parte del mismo, lo cual, en estos momentos está por determinar.

4. PLANES PILOTO DE TITULACIONES ORIENTADAS AL EEES

Con el objeto de irse aproximando al EEES se han implantado en la Universidad de Cantabria planes piloto en diversas titulaciones, entre ellas las de Ingeniero Químico e Ingeniero T. I. en Electricidad. Para ello, el profesorado ha necesitado replantear los aspectos docentes de su asignatura. Este es un proceso que requiere incorporar una forma nueva de hacer las cosas, tales como organizar la docencia para lograr

ciertas competencias tras haber superado la asignatura. Es decir, no se trata de impartir unos contenidos y lograr unos objetivos, sino de desarrollar el autoaprendizaje, métodos de trabajo más organizados a lo largo del período, y una evaluación en la que se han de contemplar por ejemplo, cómo se ha ido trabajando, cómo se expresa en público, cómo se interrelaciona con sus compañeros, la capacidad de trabajar en grupo, la defensa de las soluciones que ha elegido para resolver ciertos problemas.

Para ello, se han estructurado las actividades relacionadas con la asignatura que el alumno realiza en cuatro partes: *clases magistrales CM, clases tutorizadas CT, actividades autónomas tutorizadas AT, y actividades independientes AI*. Las dos primeras son las clases presenciales del grupo completo, las AT son dedicadas de forma personalizada a los alumnos o grupos de alumnos en tutorías y las AI las que realiza el alumno por su cuenta para estudiar o realizar sus trabajos.

De este modo, la *Guía Docente* que el alumno dispone abarca los siguientes aspectos:

- Ficha docente: En la que se indica el reparto de créditos, profesores que la imparten, titulación y objetivos (desglosado en conocimientos teóricos y destrezas a adquirir).
- Recursos docentes del profesorado: En los que se indica la bibliografía, ordenador y proyector, programas informáticos, laboratorio,...
- Modelo de ficha del alumno.
- Programa detallado de la asignatura, método docente aplicado en cada uno de los temas, objetivos y competencias.

En cada titulación hay un responsable de la coordinación docente que valora los test de evaluación del profesorado, las estimaciones del tiempo dedicado a la asignatura por los profesores y alumnos, realiza reuniones de coordinación y se ocupa de mantener vivo el sistema, que requiere un esfuerzo continuado para mantenerlo y adaptarlo a la normativa que se va desarrollando sobre las nuevas titulaciones.

El próximo curso es el cuarto año del Plan Piloto y la aplicación de este sistema requiere una mayor dedicación del profesor y un trabajo más continuado del alumno. Al ser un Plan Piloto, los alumnos que no se integran en él o que no lo han superado pueden ser evaluados con un ejercicio final.

5. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Se trata de incorporar metodologías docentes tales como el trabajo individual el trabajo en grupo, una evaluación más progresiva en la que no sólo cuente el examen final. Estas metodologías se aplicaban ya en planes anteriores a los de los años 90, si bien requerían ser actualizados, pero los cambios

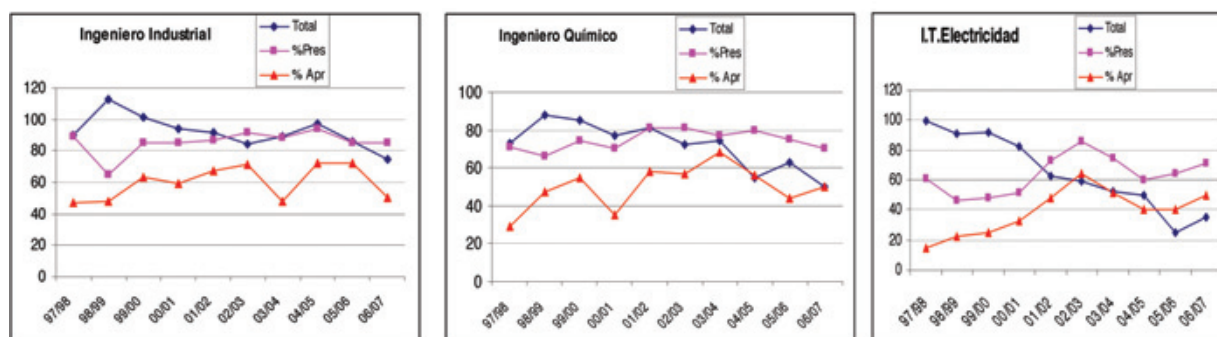
relativamente recientes de planes de estudios (año 94, *Ingeniero Industrial e Ingeniero Químico*, en la Universidad de Cantabria), en los que se realizaron importantes recortes en muchas asignaturas base, como la *Expresión Gráfica (Dibujo Técnico)* y la estructuración en semestres, multiplicando el número de asignaturas, planteaba la necesidad de reducción de contenidos y de dividirlos lo que ocasionó una tendencia generalizada a sacrificar metodologías de trabajo y a sobrecargar los contenidos de las asignaturas. En estos momentos en que aún se perciben estas consecuencias (que en general han ido mejorando y adaptándose) se perfilan unos cambios profundos, que cuesta asimilar, pero que parece que tienden a superar y mejorar los problemas actuales.

valorando los diversos aspectos relevantes del trabajo en grupo. Para ello es preciso elaborar una documentación que sirva de guía y registros o documentos que den fe de las reuniones y acuerdos, de las evaluaciones, de las altas y bajas en el grupo. etc.

La tabla 4 muestra como ha ido progresando el porcentaje de presentados y de aprobados con respecto al número de alumnos matriculados a lo largo de los últimos diez cursos, en tres de las titulaciones en que se imparte la docencia de *Expresión Gráfica y DAO*. Se observa que hay una tendencia a la disminución de alumnos, si bien el porcentaje de presentados y de aprobados ha ido mejorando.

Curso	Ingeniero Industrial		Ingeniero Químico		Ingeniero Técnico en Electricidad				
	Total	%Pres	% Apr	Total	%Pres	% Apr	Total	%Pres	% Apr
97/98	90	89	47	73	71	29	99	61	15
98/99	113	65	48	88	66	47	91	46	22
99/00	101	85	63	85	74	55	92	48	25
00/01	94	85	59	77	70	35	82	51	33
01/02	92	87	67	81	81	58	63	73	48
02/03	84	92	71	72	81	57	59	86	64
03/04	89	88	48	74	77	68	52	75	51

Tabla 4. Número de alumnos matriculados y porcentajes de presentados y aprobados.



En las asignaturas de *Expresión Gráfica* se están implantando metodologías de trabajo individual y en grupo, ejercicios de evaluación más frecuentes y desarrollo de la labor tutorial. Uno de los aspectos complejos en la evaluación de los trabajos individuales que se mandan a los alumnos, es el detectar que estén efectivamente realizados por ellos, ya que es muy fácil copiar los archivos de los trabajos realizados, principalmente con grupos numerosos (80 ó 90 alumnos). El reto que se considera más difícil es el del trabajo en grupo. Se han observado experiencias realizadas en otros centros y/o procedentes de cursos de formación. Se ha planteando desarrollar grupos de 4 ó 5 alumnos, durante las primeras sesiones del curso explicar normas básicas de funcionamiento del grupo, documentando los objetivos y actuaciones de cada uno de sus miembros y de las reuniones del mismo, conclusión y presentación de los trabajos, evaluación del grupo por el profesor, por los demás alumnos de la clase, de cada uno de sus miembros por parte de los demás y la autoevaluación,

6. IMPLANTACIÓN DE LOS NUEVOS PLANES DE ESTUDIO

Al inicio de la redacción de este escrito, se llevaba tiempo hablando del EEES, variando de forma notable el modo en que se iba a llevar a cabo, con discrepancias importantes entre los diversos estamentos sociales que intervienen, político, universitario y profesional principalmente. Progresivamente, se van perfilando los pasos a seguir para su implantación, siendo fundamental el RD 1393/2007 ya reseñado. En estos momentos se está tratando que la implantación de los nuevos planes comience en el curso 2010-2011, para ello la universidad de Cantabria ha desarrollado directrices para ir elaborándolos.

Como se ha indicado, hasta la fecha no se han elaborado los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de ingeniero, por lo que se va a trabajar con la documentación que los diversos estamentos han desarrollado aunque no se haya llegado a un acuerdo final. En ellos se definen la duración de

La implantación de mejoras en el proceso de evaluación, de trabajos individuales y actuaciones grupales, ha contribuido a que se mejore notablemente la relación de los alumnos que se presentan y que finalmente aprueban la asignatura

los estudios, los módulos o materias que se han de incluir como mínimo para poder ejercer la profesión, las competencias específicas que debe alcanzar el estudiante para graduarse.

Teniendo en cuenta estos documentos y las directrices de la Universidad y exponiéndolo de forma resumida, se van planteando como sigue (tabla 5):

- Asignaturas o materias básicas: 60 créditos. Se plantea que sean similares en todas las ingenierías de la Universidad, si bien podrían impartirse orientada hacia la titulación a cursar. En cualquier caso, se pueden convalidar, es decir, se puede continuar los estudios de otra ingeniería habiendo superado dichas materias básicas. En ellas se encuentran incluidas 12 créditos de materias transversales. Son materias que la universidad considera que deben adquirir los alumnos de la Universidad, básicamente idiomas y formación en valores.

Tipo de materia	Créditos
Formación básica	60
Obligatorias	60 + 48
Optativas + Prácticas externas	60
Trabajo fin de Grado	12
Total	240

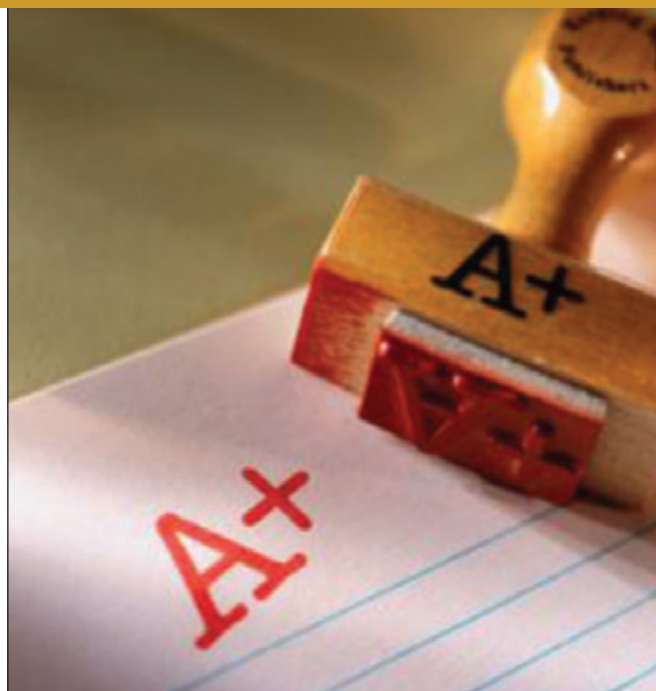
Tabla 5: Resumen de las materias que constituyen la propuesta en un título de graduado y su distribución en créditos, en la Universidad de Cantabria (documentos preliminares).

- Obligatorias: en las que se incluyen 48 créditos comunes a la familia de titulaciones, por ejemplo las ingenierías industriales (Electricidad, Mecánicas, Electrónica, Química, etc.) y 60 que son específicos a cada grado.

- Proyecto fin de grado: 12 créditos.

- Optativas, prácticas externas: 60 créditos. Las optativas se pueden plantear por módulos, de modo que puedan dar lugar a una intensificación.

Este planteamiento de las titulaciones de grado, unido a que cada asignatura ha de tener seis créditos o múltiplo, y a la forma modular, es decir, las asignaturas o materias están agrupadas bien por tipos de asignaturas, bien por áreas científicas o tecnológicas, se considera que es interesante, ya que la modificación de los planes se puede abordar teniendo en cuenta más los intereses de la titulación que los propios de las asignaturas.



Las competencias que se plantean en estos nuevos planes están desglosadas, como las asignaturas obligatorias, en dos grupos, las que hacen referencia a la titulación de ingeniero (tabla 6) y las específicas de cada grado (tablas 7 y 8), de las

Tabla 6. Competencias generales y básicas comunes a los estudios de una ingeniería:

Competencias
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organización y planificación.
- Capacidad de resolver de problemas en el contexto industrial.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica industrial.
- Capacidad de tomar decisiones.
- Adaptación a nuevas situaciones del entorno industrial.
- Creatividad en el entorno industrial.
- Motivación por la calidad y mejora continua.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Conocimiento de nuevas tecnologías TIC.
- ...

Tabla 7. Competencias específicas del grado en Ingeniería Industrial:

- Realización de Proyectos en el ámbito de la Ingeniería Industrial.
- Utilización adecuada de las Normas, Reglamentos y Legislación Vigente de aplicación en los proyectos de Ingeniería Industrial.
- Capacidad para proyectar, ejecutar y dirigir instalaciones y procesos comprendidos en la Ingeniería Industrial.
- Capacidad para realizar y dirigir estudios, trabajos y organismos en la esfera económico
- Capacidad para verificar, analizar y realizar ensayos industriales.
- Redacción de dictámenes, peritaciones e informes y actuaciones técnicas en asuntos judiciales, oficiales y particulares.
- ...

Tabla 8. Competencias específicas del grado en Ingeniería Mecánica:

Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos de instalaciones cuyas competencias caen en el ámbito de las siguientes áreas:
- Diseño, análisis, cálculo, construcción, ensayo, verificación, diagnóstico y mantenimiento de máquinas, equipos y generadores térmicos, máquinas e instalaciones hidráulicas, motores y sistemas mecánicos.
- Proyecto, cálculo, desarrollo, verificación e inspección de elementos estructurales, construcciones e instalaciones industriales.
- Técnicas de fabricación y organización de la producción.
- Proyectos de maquinaria, líneas y actividades industriales productivas.
- ...



que se indican algunas de las que se han propuesto en el mapa de titulaciones que actualmente se está elaborando.

7. EXPRESIÓN GRÁFICA: NUEVOS PLANES DE ESTUDIO, PROGRAMACIÓN

Lo que se ha expuesto permite ir conociendo como serán las condiciones en las que se ha de desarrollar la programación. El área de *Expresión Gráfica* dispone de una asignatura básica de seis créditos en los planes de estudio de Ingeniería y es previsible que en Ingeniería Industrial y Mecánica haya otra, obligatoria, en segundo curso. La primera de ellas tiene un enfoque genérico y habrá que considerar cómo se imparten en el resto de ingenierías de la Universidad, como *Telecomunicaciones*, *Caminos*, *Minas* o *Náutica*, ya que será convalidable. La segunda, tiene un carácter más específico en la titulación.



Es importante como va avanzando la definición de las titulaciones de grado y master en ingenierías y que será posible su implantación.

En consecuencia, las competencias que se han de abordar, son en el primer caso, son las indicadas en el apartado 3, que han de superar los alumnos que estudien cualquier grado en la Universidad, y las que se muestran en la tabla 6. En el segundo caso, en la obligatoria, se han de abordar competencias específicas como las de la tabla 7 u 8 según sea la titulación.

Finalmente, están las optativas que puedan incluirse relacionadas con el CAD, Diseño Industrial o modelado, entre otras.

8. CONCLUSIONES

8.1.- SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE LOS PLANES PILOTO.

La implantación de mejoras en el proceso de evaluación, de trabajos individuales y actuaciones grupales, ha contribuido a que se mejore notablemente la relación de los alumnos que se presentan y que finalmente aprueban la asignatura. Es importante reseñar que, aunque se requiere un mayor esfuerzo del equipo docente, se ha logrado el efecto de “enganchar” al alumno para que ésta asignatura sea de las que elige para estudiar e intentar aprobar de las seis o siete que tiene que cursar en el mismo cuatrimestre.

8.2.- SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE LOS NUEVOS PLANES DE ESTUDIO.

Es importante como va avanzando la definición de las titulaciones de grado y master en ingenierías y que será posible su implantación. El procedimiento a seguir en el desarrollo de los nuevos grados y las restricciones del número mínimo de créditos de las materias, ofrece la oportunidad para enfocar y analizar los planes de estudios de forma global y es tarea de la Universidad y de los Centros Docentes el lograr unos planes coherentes y con buenas expectativas.

9.- BIBLIOGRAFÍA

- [1] Villa Aurelio, Poblete Manuel et al. *Aprendizaje basado en competencias*. Bilbao: Ediciones Mensajero, 2007. 334 p. ISBN: 978-84-271-2833-0
- [2] De Miguel Mario (coord.). *Metodología de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior*. Madrid: Alianza Editorial, 2006. 232 p. ISBN 84-206-4818-3
- [3] España. Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *Boletín Oficial del Estado*, 30 de octubre de 2007, núm. 260, p. 44037.
- [4] España. Real Decreto 56/2005, de 21 de enero, por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de posgrado. *Boletín Oficial del Estado*, 25 de enero de 2005, núm. 260, p. 2846.
- [5] *Libro Blanco. Proyecto ANECA para el diseño de títulos de Grado en el ámbito de la Ingeniería Industrial*. 2006. 236 p.
- [6] *Declaración de Bolonia. Declaración conjunta de los Ministros Europeos de Educación*. 1999. 4 p.
- [7] Cavia-Soto M A, San Román-San Emeterio M F et al. *Guía Académica. Plan Piloto de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior*. Santander: Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa. 2008. 76 p. ISBN 978-84-691-7052-6
- [8] *Documento de trabajo para la elaboración de las directrices de los títulos universitarios de Grado y Master*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, 2006. 19 p.

Efecto de ciclos térmicos en la permeabilidad y propiedades térmicas de compuestos nanoarcilla-epoxi



Effects of thermal cycling on permeability and thermal properties of nanoclay-epoxy composites

• Salvador Naya-Fernández
• Sofía Martínez-Vilariño
• Ramón Artiaga-Díaz

Doctor Ingeniero Industrial
Ingeniero Industrial
Doctor en Ciencias Químicas

Escuela Politécnica Superior. Universidad de A Coruña
Pegasus International.
Escuela Politécnica Superior. Universidad de A Coruña

Recibido: 07/04/08 • Aceptado: 07/01/09

ABSTRACT

- In this work, the characterization of nanoclay-epoxy composites, using two types of epoxy resin, was done. The effects of type of resin and nanoclay content were evaluated on the permeability properties, glass transition temperature and thermal stability. It was also applied a thermal treatment at extreme temperatures to the samples. Its effect was evaluated on the properties of the nanocomposites. Experimental design techniques were used, introducing an original methodology that allows for a simultaneous study of discrete and continuous factors.
- **Keywords:** Nanoclay, epoxy, experimental design, permeability.

RESUMEN

En este trabajo se realizó la caracterización de compuestos de nanoarcillas-epoxi, en los cuales se utilizaron dos resinas epoxi diferentes. Se evaluó el efecto del tipo de resina y proporción de nanoarcilla en las propiedades de permeabilidad, temperatura de transición vítrea y estabilidad térmica. También se aplicó un tratamiento térmico a temperaturas extremas y se evaluó el efecto de este tratamiento en las propiedades de los nanocompuestos. Se utilizaron técnicas de diseño de experimentos introduciendo una metodología original que permitió el estudio simultáneo de factores de tipo discreto y continuo.

Palabras clave: Nanoarcillas, diseño de experimentos, permeabilidad.

1.- INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años ha habido un gran desarrollo de las técnicas de síntesis, caracterización y modelado de nuevos materiales. Esto ha contribuido enormemente al crecimiento de la investigación en el campo de los nanomateriales.

El creciente interés reside en el hecho de que los nanomateriales prometen un gran futuro. Las propiedades de los materiales compuestos cuando son modificados con nanopartículas difieren de las que se obtienen

cuando la modificación se realiza con macropartículas. Una de las razones puede estar en que como las partículas que se añaden son más pequeñas, en al menos una dimensión, que la longitud característica de un determinado fenómeno, se obtienen nuevos comportamientos químicos y físicos de estos nuevos materiales.

Dependiendo de la geometría de las nanopartículas se podría clasificar a los nanomateriales en tres categorías según el número de dimensiones en el rango de los nanómetros. Existen nanopartículas en donde las tres dimensiones pertenecen a la nanoescala. También se pueden encontrar estructuras alargadas, como los nanotubos, en donde dos dimensiones están en el rango de los nanómetros y por último, hay partículas en forma de láminas que presentan una sola dimensión en la nanoescala.

Las nanoarcillas pertenecen a este último grupo. La ventaja de las nanoarcillas reside en su forma de lámina con grosores de aproximadamente un nanómetro y longitudes en el rango de cientos de nanómetros. Debido a esta elevada área superficial, incluso un mínimo porcentaje disperso en la matriz consigue una notable mejora de las propiedades del nanocompuesto.

Los nanocompuestos formados por polímeros y láminas de arcilla tienen distintas propiedades y aplicaciones dependiendo del

tipo de resina y nanoarcilla utilizado. La utilización de arcillas modificadas químicamente como precursores en la formación del nanocompuesto se ha extendido a diferentes sistemas poliméricos, incluyendo epoxi, poliuretano, poliimidas, poliéster, polipropileno, poliestireno y polisiloxano entre otros (Le Baron, et al. 1999 y Galgali, et al., 2004).

La elección de la resina utilizada dependerá de la aplicación final. Por ejemplo, los nanocompuestos de poliamidas modificadas se utilizan en la industria electrónica debido a que las propiedades térmicas y mecánicas de las poliamidas mejoran con la adición de las láminas de arcilla (Hwu, et al., 2002). Estos nanocompuestos se utilizan también en la industria automovilística debido a las grandes prestaciones y reducción en peso que proporcionan ayudando a conseguir vehículos más eficientes y ambientalmente menos contaminantes (Zhang et al., 2004). Recientemente han sido objeto de estudio los materiales compuestos de epoxi modificada con nanoarcillas. Las mejoras observadas en el módulo y en otras propiedades mecánicas hacen que sean muy prometedores en aplicaciones estructurales, embalajes y aplicaciones automovilísticas (véanse los trabajos de Agag, et al., 2001; Chen, et al., 2002 y Nigam, et al., 2004).

La modificación con nanoarcillas tiene efectos positivos en muchas de las propiedades de los materiales compuestos, como por ejemplo, estabilidad térmica, retardantes de llama, propiedades mecánicas y permeabilidad (Alexandre y Dubois 2000; Schmidt, et al., 2002; Sinha-Ray, 2003 y Jawahar, et al., 2006). Sin embargo, el comportamiento de los materiales compuestos con nanoarcillas a temperaturas extremas no se comprende bien todavía. Zhang (Zhang, et al., 2004, pp. 7579–7587) estudió el comportamiento de poliimidas modificadas con nanoarcillas a temperaturas criogénicas y descubrió que la adición de nanoarcillas podría incrementar la resistencia del material compuesto debido a que la adhesión interfacial de la

algunos depósitos de combustible líquido de vehículos espaciales para los que se pensó que se podría reducir la permeabilidad de los compuestos epoxi/carbón mediante la adición de nanoarcillas. Además, se busca que puedan proporcionar esta ventaja sin disminuir las propiedades mecánicas y térmicas del material. Para entender cómo se ven afectadas las propiedades del material, este trabajo se centró en el estudio de las propiedades térmicas de materiales compuestos de epoxi-nanoarcillas sometidos a un ciclo térmico extremo.

2.- EXPERIMENTAL

2.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

Los materiales compuestos fueron preparados en el *NASA Glenn Research Center*. Las muestras se componen de dos tipos distintos de resinas epoxi, *EponTM826* y *EponTM862*, modificadas con dos tipos distintos de nanoarcillas: Cloisite®30B de Productos *Southern Clay* y las nanoarcillas denominadas *B18*, modificadas orgánicamente en *Michigan State University*. La cantidad de nanoarcillas añadida varía del 2 al 5% en peso, considerando también el caso de resinas sin nanoarcillas.

En todos los experimentos se utilizaron cápsulas abiertas de platino. Los experimentos fueron realizados en una atmósfera de aire con un flujo de 100 ml/ minuto, desde temperatura ambiente hasta los 600°C, con una velocidad de calentamiento de 10°C/minuto y seguido de un periodo isoterma de 10 minutos a 600°C. Todos los experimentos se repitieron varias veces, siguiendo técnicas de diseño experimental, con objeto de medir la variabilidad y poder analizar los resultados desde el punto de vista estadístico. La denominación de las muestras, su grosor y sus temperaturas de transición vítrea se muestran en la Tabla 1.

Muestra	Resina	Nanoarcillas	Grosor (m)	Tg (°C) Antes Ciclo Térmico	Tg (°C) Después Ciclo Térmico
826-0	EponTM826	0	0.00140	65.03	83.17
826-30B-2	EponTM826	2% Cloisite®30B	0.00237	77.28	80.86
826-30B-5	EponTM826	5% Cloisite®30B	0.00247	77.42	80.96
826-B18-2	EponTM826	2% B18	0.00234	77.31	79.79
826-B18-5	EponTM826	5% B18	0.00145	71.23	79.00
862-0	EponTM862	0	0.00105	107.41	117.21
862-30B-2	EponTM862	2% Cloisite®30B	0.00228	108.60	114.59
862-30B-5	EponTM862	5% Cloisite®30B	0.00180	109.63	115.51
862-B18-2	EponTM862	2% B18	0.00202	109.29	113.72
862-B18-5	EponTM862	5% B18	0.00125	104.84	112.26

Tabla 1. Composición de las muestras y Temperaturas de transición vítrea alcanzadas antes y después del ciclo térmico.

arcilla y el polímero es más fuerte a temperaturas criogénicas que a temperatura ambiente.

Cuando las nanoarcillas se dispersan adecuadamente en una matriz termoestable pueden reducir la permeabilidad a determinadas sustancias. Esto tiene gran interés en el caso de

2.2.- DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO EXPERIMENTAL

Los materiales fueron caracterizados mediante DSC, TGA y permeabilidad al helio antes y después de someterlos a un ciclo térmico. La temperatura de transición vítrea (Tg) se obtuvo a partir de ensayos de calorimetría diferencial de

barrido (DSC) en un 2910 MDSC de TA Instruments. Se utilizó una velocidad de calentamiento de 10 °C/min en aire y cápsulas de aluminio. La Tg fue calculada como el punto de inflexión en el cambio de pendiente de las curvas DSC.

La degradación térmica de las muestras fue estudiada mediante análisis termogravimétrico (TGA), utilizando un 2050 TGA de TA Instruments. Las muestras fueron cortadas en piezas de aproximadamente 24 miligramos. En todos los experimentos se utilizaron cápsulas abiertas de platino. Los experimentos fueron realizados en una atmósfera de aire con un flujo de 100 ml/min, desde temperatura ambiente hasta 600 °C con una velocidad de calentamiento de 10 °C/min y seguido de un periodo isoterma de 10 minutos a 600°C. Todos los experimentos se repitieron dos veces para comprobar la reproducibilidad de los resultados.

Se midió la permeabilidad de las muestras mediante un detector de fugas Varian 979. Las muestras, de forma circular con un diámetro de aproximado de 2 cm (Figura 1, izquierda), se colocaron en un soporte especialmente diseñado para el experimento (Figura 1, derecha) en donde el helio fue suministrado por un lado de las muestras y la cantidad que traspasa a través del grosor de las muestras se midió por el lado opuesto con el detector de fugas.



Figura 1. Nanocompuesto arcilla/epoxi y detalle del soporte para la medida de permeabilidad al helio

La medida de la permeabilidad de las muestras se obtuvo del detector de fugas como valores de flujo del Helio en atm•cm³/s. Se midió el área a través de la cual se produce el flujo y se calculó el coeficiente de permeabilidad en metros cuadrados para cada muestra utilizando la *ley de Darcy*. La fórmula utilizada en el cálculo fue la siguiente:

$$K_p = \frac{Q \cdot \mu \cdot L}{\Delta p}$$

En donde Q es el flujo de gas por área de la muestra, obtenido con el detector de fugas después de que se haya alcanzado el valor estable. Las unidades son en m/s. La viscosidad del Helio es $\mu = 1.78 \cdot 10^{-5}$ Pa·s. El grosor de las muestras es L , medido en metros en cinco puntos diferentes de las muestras y una vez hecha la media. La presión diferencial es $\Delta p = 1.38 \cdot 10^5$ Pa.

El ciclo térmico fue realizado en una máquina diseñada y construida en el Centro FAST, de la Universidad de Prairie View. Las muestras fueron colocadas en un recipiente y se programó automáticamente la entrada y salida de las muestras

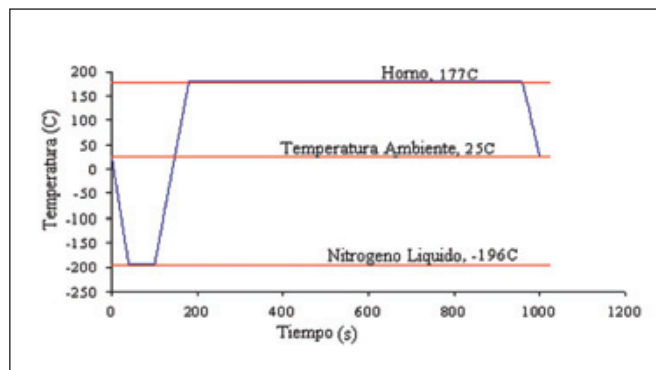


Figura 2. Ciclo térmico aplicado

entre la cámara criogénica y el horno de convección repetidamente durante 140 ciclos. El ciclo térmico se realizó entre 177°C del horno y -196°C del baño de nitrógeno líquido. El perfil del ciclo se puede observar en la Figura 2.

Con objeto de planificar los experimentos se realizó un diseño experimental de tipo factorial, en el que las respuestas fueron la permeabilidad de los materiales al helio, la temperatura de transición vítrea (Tg) y la temperatura de descomposición de los nanocompuestos. Como factores se estudiaron el tipo de resina, el tipo de nanoarcilla y la proporción de nanoarcillas en los compuestos.

Para establecer la duración de los experimentos de permeabilidad se realizaron previamente experimentos exploratorios a 12 y a 20 horas. Como resultado del análisis de los resultados de estos experimentos preliminares, se concluyó que los ensayos se realizarían con una duración de 12 horas.

3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.- ANÁLISIS TÉRMICO

A la vista de los ensayos en DSC, se pudo observar, antes de aplicar el ciclo térmico, que la modificación con nanoarcillas aumentó ligeramente el valor de la Tg, cuando se compararon los valores con la resina sin modificar, excepto en el caso de la resina Epon™862 modificada con un 5% de B18. Los resultados se pueden observar en la Figura 3.

La Figura 4 muestra las curvas DTG (derivada respecto a la temperatura de las curvas TGA) de nanocompuestos de Epon™826 antes del ciclo térmico. Los picos representan máximos en la velocidad de degradación de las muestras. En el caso de los nanocompuestos hechos con la resina Epon™862 la estabilidad térmica decreció ligeramente cuando se añadieron las nanoarcillas.

Todos los experimentos se repitieron dos veces para comprobar la reproducibilidad de los resultados

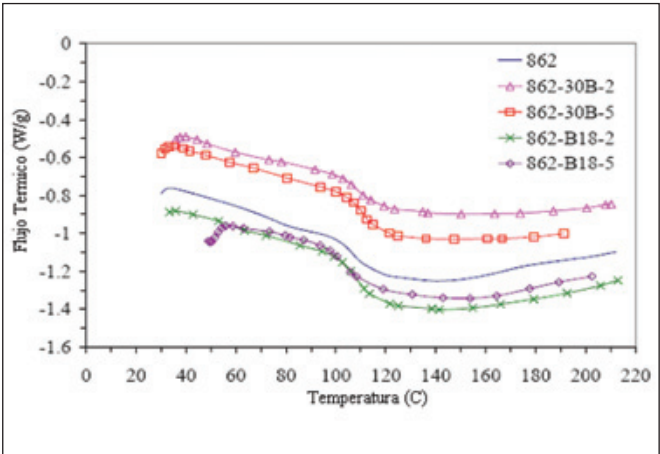


Figura 3. Valores del DSC antes del ciclo térmico para la resina Epon™862

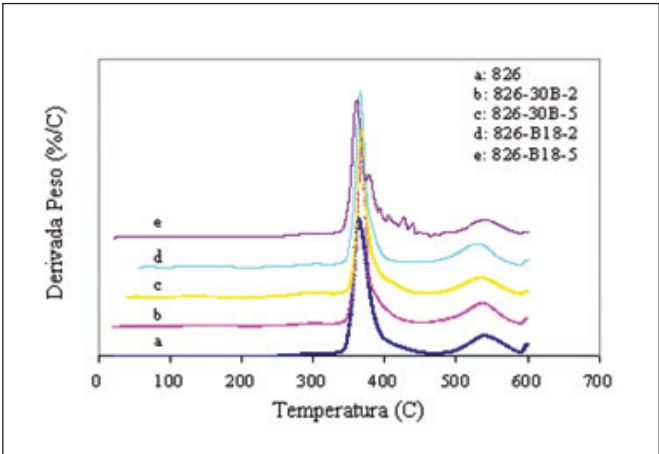


Figura 4. DTG de los nanocompuestos Epon™826, antes del ciclo térmico

3.2.- PERMEABILIDAD Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La Tabla 2 muestra los parámetros experimentales y resultados de los ensayos de permeabilidad antes y después de aplicar el ciclo térmico a la muestras.

En un primer experimento se utilizó un Análisis de la Varianza de dos factores (*ANOVA*) con el objeto de descomponer la varianza de la respuesta, permeabilidad, en dos componentes: una componente entre grupos y una componente

dentro de los grupos. El p-valor del contraste, o test F, resultó inferior a 0.05, con lo que se pudo concluir que existe una diferencia estadísticamente significativa, para un nivel de confianza del 95%, entre la permeabilidad en función de los niveles analizados de los factores. Como paso posterior al estudio *ANOVA*, se realizaron diferentes contrastes sobre las diferencias medias de los factores. Algunos de los resultados pueden apreciarse en las Figuras 5 y 6.

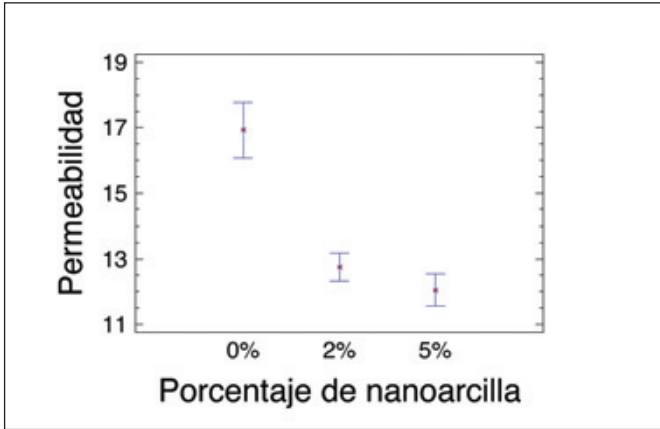


Figura 5. Media e intervalos de confianza al 95% para la permeabilidad con respecto al porcentaje de nanoarcilla 0%, 2% y 5% (permeabilidad en (m²)*10²²)

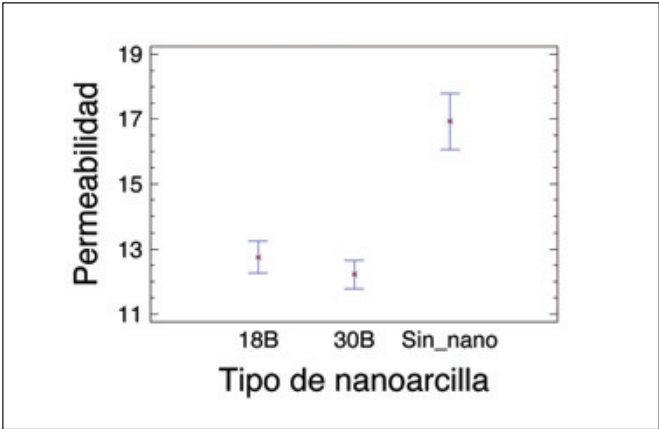


Figura 6. Media e intervalos de confianza al 95% para la permeabilidad con respecto al tipo de nanoarcilla 18B y 30B (permeabilidad en (m²)*10²²).

Muestras	Coefficiente de permeabilidad antes del ciclo m².10 ⁻²²	Desviación típica	Coefficiente de permeabilidad después del ciclo m².10 ⁻²²	Desviación típica
826-0	16.93	1.05	10.65	0.49
826-30B-2	14.25	0.1	9.8	0.93
826-30B-5	11.9	1.16	9.21	0.94
826-B18-2	13.58	0.79	9.43	0.57
826-B18-5	12.68	0.6	8.8	0.27
862-0	13.28	0.57	8.11	0.81
862-30B-2	11.18	0.75	8.15	0.41
862-30B-5	11.55	0.56	8.36	0.58
862-B18-2	12.03	0.65	8.21	0.45
862-B18-5	10.72	0.82	8.14	0.83

Tabla 2. Valores medios del coeficiente de permeabilidad al Helio

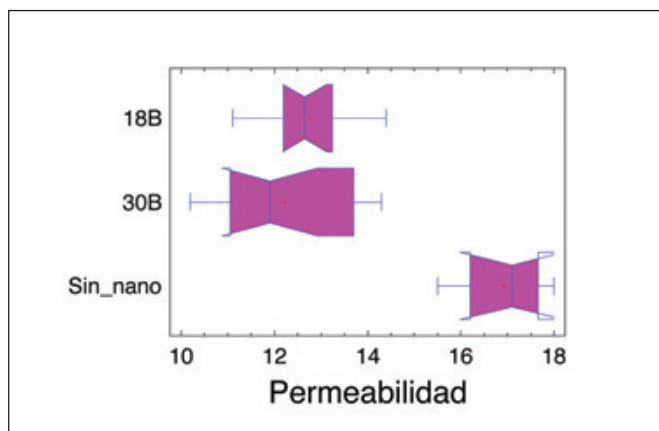


Figura 7. Gráfico de cajas para la permeabilidad en función del tipo de nanoarcilla Cloisite® 18B o Cloisite® 30B (18B o 30B).

Debido a que se apreció una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas para un nivel de confianza del 95% (puede verse en la Figura 7), lo que infringe una de las asunciones importantes que subyacen en el análisis de la varianza, se realizó un contraste de **Kruskal-Wallis**, para comprobar la hipótesis nula de igualdad de las medianas de la permeabilidad dentro de cada uno de los 3 niveles de tiponano. Este contraste permitió afirmar que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas a un nivel de confianza del 95% para el tipo de nanoarcilla 18B y 30B, aunque si existe en el caso de no incluir nanoarcilla a la muestra, también se observa como disminuye la permeabilidad en el material modificado con nanoarcillas.

Por otra parte, el *F-test* del correspondiente *ANOVA* permitió verificar que si hay diferencia significativa entre las medias para el factor tipo de resina. Esto puede apreciarse en la Figura 8, que muestra los gráficos de cajas para la permeabilidad en función del tipo de resina, puede observarse que la resina con la etiqueta 1 presenta una menor permeabilidad que la resina número 2.

4.- EFECTO DEL CICLO TÉRMICO

Después de aplicar el ciclo térmico, fue analizado el efecto de las nanoarcillas en la estabilidad de las muestras. Se pudo notar que se mantuvo la tendencia observada antes del ciclo térmico. Las muestras fabricadas con *Epon*TM826 mostraron en general un aumento de la temperatura de degradación cuando se añadieron las nanoarcillas, mientras que en el caso de muestras de *Epon*TM862 la tendencia fue la contraria.

El ciclo térmico redujo la permeabilidad de las muestras en todos los casos. Los resultados se pueden observar en el gráfico de la Figura 9. En el caso de las muestras de resina sin modificar *Epon*TM862 y la misma resina modificada con un 5% en peso de B18, el ciclo térmico produjo grietas en las mismas y los resultados de la permeabilidad no se muestran en el gráfico debido a que las fugas saturan la sensibilidad del detector.

Las muestras hechas con la resina *Epon*TM826 mostraron en general una reducción de la permeabilidad mayor que en el caso de muestras de *Epon*TM862. La mayor reducción de la

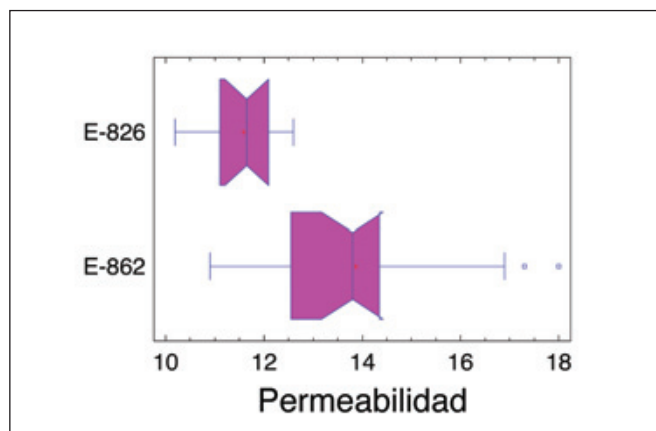


Figura 8. Gráfico de cajas para la permeabilidad en función del tipo de resina EponTM 826 (E-826) y EponTM 862 (E-862).

permeabilidad cuando se compararon los resultados con la resina sin modificar se observó en las muestras de *Epon*TM826 modificados con un 5% en peso de nanoarcillas *Cloisite*[®]30B, donde se observó una reducción del coeficiente de permeabilidad del 29%. Se comprobó que, en general, la adición de un 5% en peso de nanoarcillas es más efectiva que el 2%. Se suele asumir que la disposición desordenada de las nanoarcillas en la matriz polimérica aumenta el camino de difusión del gas en la muestra y por lo tanto disminuye la permeabilidad. Sin embargo, una dispersión adecuada de las nanoarcillas es vital para conseguir las mejoras deseadas. La cantidad de nanoarcillas añadidas también juega un papel importante, pues cuando la cantidad de nanopartículas es demasiado elevada, se empieza a producir la aglomeración de las mismas y disminuyen por tanto los beneficios que produce su adición.

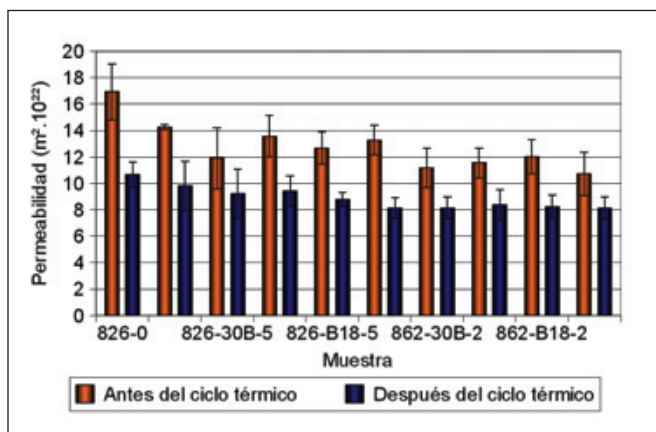


Figura 9. Valores medios de permeabilidad obtenidos con las distintas muestras.

En el caso de muestras de *Epon*TM826 sin modificar se observó una reducción de la permeabilidad del 37% tras el ciclo térmico. En muestras modificadas con las nanoarcillas se pudo notar que la disminución media de la permeabilidad fue del 30%. En muestras de *Epon*TM862 fue del 27%.

El ciclo térmico produjo cambios en la temperatura de transición vítrea, como se puede observar en la Figura 10.

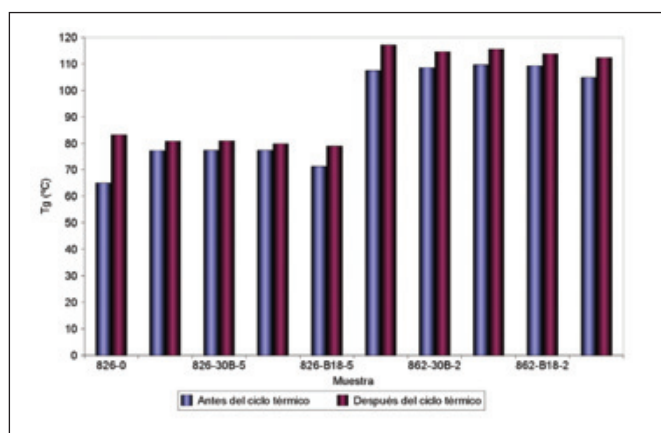


Figure 10. Valores de las Temperaturas de transición (T_g) antes y después del ciclo térmico.

Durante el ciclo, el material primero entró en un estado criogénico a -196°C en donde las cadenas poliméricas están en un estado “congelado” con movilidad segmental reducida. Tras este estado se pasó a un estado en donde la temperatura se incrementó a 177°C , incrementando los movimientos segmentales. El ciclo se repitió 140 veces. Durante el proceso de enfriamiento final (desde 177°C hasta 25°C) los nanocompuestos tuvieron mayor tiempo para alcanzar el equilibrio y se consiguió una reducción del volumen libre, que resultó en el incremento de la T_g . Después del ciclo térmico, las muestras modificadas con 5% de B18 en ambas resinas mostraron un comportamiento diferente al resto de los nanocompuestos. La modificación de la resina con 5% de B18 produjo un incremento menor en la T_g comparado con las otras muestras. Después del tratamiento cíclico el incremento relativo de la T_g fue mayor que en las otras muestras comparado con los valores previos al ciclo térmico.

5.- CONCLUSIONES

Como conclusiones al estudio se puede afirmar que el efecto de la adición de nanoarcillas en las propiedades de los nanocompuestos dependió del tipo de resina estudiado. En el caso de *EponTM826*, la temperatura de degradación aumentó al añadir las nanoarcillas, sin embargo la tendencia observada fue la contraria en el caso de nanocompuestos de *EponTM862*. Además, se observó en todas las muestras, que el ciclo térmico aplicado entre 177°C y -196°C causó una disminución de la temperatura de degradación. Sin embargo, la adición de nanoarcillas no modificó el comportamiento de los nanocompuestos tras el ciclo térmico, la temperatura de degradación disminuyó independientemente de la presencia de las nanoarcillas.

Finalmente, se observó que la modificación con nanoarcillas de las resinas epoxi aumentó la temperatura de transición vítrea. Además, la T_g aumentó tras el ciclo térmico en todos los nanocompuestos. En la resina sin modificar de *EponTM826* se notó un aumento en la T_g del 27%, mientras que en la resina *EponTM862* fue del 9%. En las muestras modificadas con nanoarcillas el incremento notado fue de un 4-5%. Las muestras con nanoarcillas mostraron un aumento

relativo menor en la T_g cuando se compararon con muestras de resina pura.

6.- AGRADECIMIENTOS

Los autores de la investigación agradecen la ayuda aportada por los proyectos MTM2005-00429 y MTM2008-00166 del *Ministerio de Ciencia e Innovación*, así como las subvenciones aportadas por la *NASA* a través de las siguientes becas: NCC9-114, NCC-01-02003 y NNM05AA26C. También agradecen las interesantes sugerencias de los referees del artículo.

7.- BIBLIOGRAFÍA

- Agag T, Koga T, Takeichi T. “Studies on thermal and mechanical properties of polyimide-clay nanocomposites”. *Polymer*. 2001, 42, pp. 3399-3408.
- Alexandre M, Dubois P. “Polymer-layered Silicate Nanocomposites: Preparation, Properties and Uses of a New Class of Materials”. *Materials Science and Engineering*. 2000, 28, p.1-63. Le Baron PC, Wang Z, Pinnavaia TJ. “Polymerlayered silicate nanocomposites: an overview”. *Applied Clay Science*. 1999, 15, pp.11–29.
- Chen KH, Yang SM. “Synthesis of epoxy-montmorillonite nanocomposite”. *Journal of Applied Polymer Science*. 2002, 86, pp. 414-421.
- Galgali G, Agarwal S, Lele A. “A Effect of clay orientation on the tensile modulus of polypropylene-nanoclay composites”. *Polymer*. 2004, 45, pp. 6059-6069.
- Hwu JM, Jiang GJ, Gao ZM et al. “The characterization of organic modified clay and clay-filled PMMA nanocomposite”. *Journal of Applied Polymer Science*. 2002, 83, pp. 1702-1710.
- Jawahar P, Gnanamoorthy R, Balasubramanian M. “Tribological behavior of clay-thermoset polyester nanocomposites”. *Wear*. 2006; 261, pp. 835-840.
- Le Baron PC, Wang Z, Pinnavaia TJ. “Polymer-layered silicate nanocomposites: an overview”. *Applied Clay Science*. 1999, 15, pp. 11–29.
- Nigam V, Setua DK, Mathur GN et al. “Epoxy-Montmorillonite Clay Nanocomposites: Synthesis and Characterization”. *Journal of Applied Polymer Science*. 2004, 93, pp. 2201-2210.
- Schmidt D, Shah D, Giannelis EP. “New advances in polymer/layered silicate nanocomposites”. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*. 2002, 6, pp. 205–212.
- Sinha-Ray S. “Polymer Layered silicate Nanocomposites: a review from preparation to Processing”. *Progress in Polymer Science*. 2003, 28, pp. 1539–1641.
- Zhang YH, Wu JT, Fu SY. et al. “Studies on characterization and cryogenic mechanical properties of polyimide-layered silicate nanocomposite films”. *Polymer*. 2004, 45, pp. 7579–7587.

Principales factores que afectan al transporte de sólidos a granel por vía marítima



Main factors that affect the dry bulk shipping market

• José Manuel Mesa-Fernández
• José Valeriano Álvarez-Cabal
• Francisco Javier De Cos-Juez

Dr. Ingeniero Industrial
Dr. Ingeniero Industrial
Dr. Ingeniero Industrial

Universidad de Oviedo
Universidad de Oviedo
Universidad de Oviedo

Recibido: 24/04/08 • Aceptado: 15/06/08

ABSTRACT

- Many industrial facilities require for their operation raw materials not coming from their surroundings. Those raw materials coming from long distances are usually shipped by sea. The cost of that transport can determine the competitiveness of these facilities and it also can be a very relevant factor evaluating the viability of certain industrial projects. In this paper main factors affecting dry bulk market are collected and analyzed.
- **Key words:** Maritime transport, Dry bulk market, Freight rates

RESUMEN

Muchas instalaciones industriales requieren para su funcionamiento materias primas procedentes no de su entorno próximo, sino de largas distancias y que habitualmente son transportadas por vía marítima. El coste de ese transporte puede condicionar enormemente la competitividad de esas instalaciones y ser un factor muy relevante a la hora de evaluar la viabilidad de determinados proyectos industriales. En este trabajo se recogen y analizan los principales factores que afectan al mercado del transporte de sólidos a granel por vía marítima.

Palabras Clave: Transporte marítimo, Mercado de graneles, tarifas de los fletes

1. INTRODUCCIÓN

El transporte marítimo constituye una pieza esencial en el comercio internacional, representando el más eficiente y, a menudo, el único método de transporte de grandes volúmenes de materias primas y de productos terminados. Además del transporte humano, el transporte marítimo de mercancías se puede clasificar en dos categorías principales: carga a granel y en contenedores. Aunque en la actualidad los porta-contenedores representan el sector más pujante del transporte marítimo, el transporte de graneles sigue teniendo una gran importancia. En el

año 2007, más de 2.500 millones de toneladas de materias primas, en forma de sólidos a granel, fueron transportadas por mar, abarcando más de un tercio de todo el comercio marítimo internacional. Los últimos años han sido excepcionales para el mercado del transporte de sólidos a granel, con tarifas de los fletes alcanzaron niveles incluso 10 veces superiores a sus promedios históricos.

Este hecho afecta en profundidad a cualquier nuevo proyecto que se pretenda emprender que involucre el movimiento de materias primas a granel. En la actualidad las instalaciones industriales situadas en Europa no son suministradas por su entorno sino con material procedente de largas distancias. Su competitividad se pone en peligro cuando el transporte se convierte en un coste que no se puede asumir. Por ello es preciso, a la hora de evaluar la viabilidad de determinados proyectos, analizar la influencia de los costes de los fletes, no ya en un periodo cercano, sino a largo plazo. Este periodo de análisis debe ser al menos similar al del horizonte del proyecto que, en el caso de los proyectos de tipo industrial, nunca es inferior a 15 años.

El presente trabajo analiza los principales factores que afectan al mercado del transporte de sólidos a granel por vía marítima.

2. EL TRANSPORTE DE SÓLIDOS A GRANEL

El transporte de mercancías sólidas a granel implica el uso de buques de gran capacidad. Su principal ventaja es que los costes de transporte que pueden verse muy reducidos si las operaciones de carga y descarga emplean tiempos lo más cortos posible. Los sólidos a granel que habitualmente se transportan por vía marítima son: el mineral de hierro, el carbón, los cereales, productos agrícolas, cemento, otros minerales, etc. Desde el punto de vista de volúmenes comerciales, los más importantes son el transporte de mineral de hierro, carbón y grano (Figura 1).

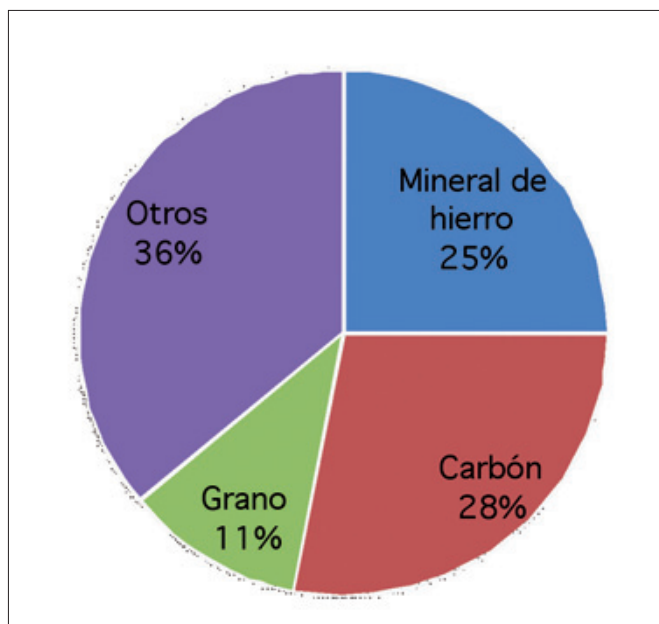


Figura 1: Principales productos transportados a granel

Antes de la *Segunda Guerra Mundial* no existía ninguna demanda real para este tipo específico de barco. El comercio marítimo de minerales era sólo 25 millones de toneladas en 1937 y podía realizarse en cargueros convencionales. Sin

embargo, a partir de 1950, los movimientos de grandes cargas comenzaron a crecer. Las cargas de minerales y otras mercancías empezaron a ser explotadas muy lejos de donde son transformadas debido al agotamiento de los yacimientos europeos y el transporte más adecuado y barato era la vía marítima. Las compañías en **EE.UU.**, **Europa** y cada vez más en **Japón** comenzaron a construir buques diseñados exclusivamente para el transporte de materias sólidas a granel.

Los buques comenzaron a ser más grandes, debido a que la capacidad de carga requerida era cada vez mayor. Este aumento de tamaño encarecía su coste en cuanto al acero empleado, pero se diseñaban para que pudiesen ser manejados con poca tripulación y con un consumo de combustible moderado, ya que la velocidad del barco no era vital.

El *granelero* moderno ha evolucionado gradualmente, pero desde el año 1960 el diseño estándar ha sido el de un buque de casco sencillo con fondo doble y a la vez con un elevado volumen de carga (Figura 2). La sala de máquinas, los camarotes y el puente de mando están colocados casi siempre en la popa del barco.

Alrededor de 1970, se fabrican los primeros transportadores de más de 200.000 toneladas de carga que comenzaron a competir, en cuanto a tamaño, con los buques cisterna para el transporte de crudo. Los *graneleros* de este tamaño dependen de las infraestructuras de los puertos para la manipulación de sus cargas. Sólo unos cuantos puertos en el mundo pueden recibir a las mayores embarcaciones de este tipo.

Hoy en día, los buques *graneleros* transportan un alto porcentaje del comercio mundial y, en la mayor parte de los casos, lo hacen sin peligro para el medio ambiente. Según la asociación internacional de navieros de *graneleros*, en la última década, el 99.90% de los graneles se ha transportado sin incidentes.

El tamaño de estas embarcaciones puede definirse por varios parámetros pero el más común son las toneladas de peso muerto (*death weight tonnes*) “dwt”, es decir, su capacidad de transporte total de carga, incluyendo la carga y los materiales de consumo tales como el combustible y el



Figura 2: Granelero

Distribución mundial de graneleros

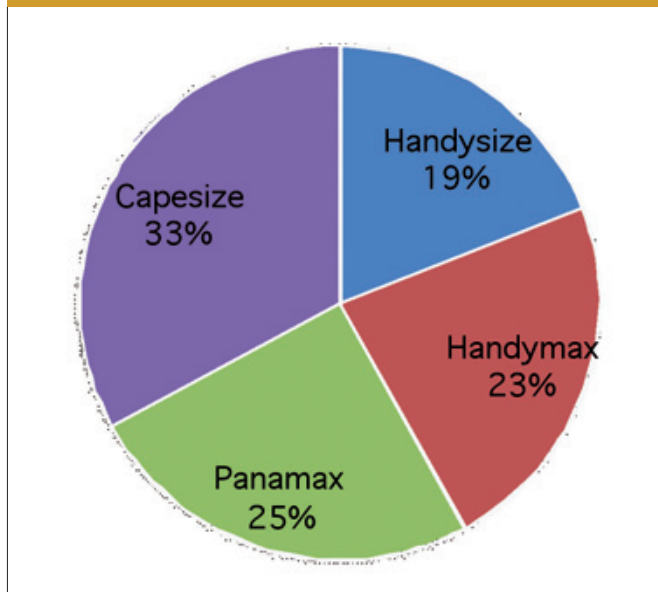


Figura 3: Distribución mundial de graneleros

agua. Según esto, la flota de buques *graneleros* a nivel mundial se divide en cuatro categorías (Figura 3):

- **Handysize:** tienen un “dwt” por debajo de 40.000 toneladas y transportan exclusivamente pequeñas cargas de sólidos.

- **Handymax:** en el rango de las 40.000 a 60.000 dwt y operan en un gran número de puertos dispersos geográficamente. Su transporte está dedicado al mercado del cereal y a graneles minoritarios (productos del acero, productos forestales y fertilizantes).

- **Panamax:** El término “Panamax” se refiere a las dimensiones máximas que puede tener un buque para transitar por el canal de **Panamá** (aproximadamente 294 m de longitud total, 32,2 m de ancho y 12,0 m de calado). Las embarcaciones construidas respetando estas dimensiones generalmente están en un rango de “dwt” comprendido entre las 60.000 a 80.000 toneladas.

- **Capesize:** Los *Capesize* son embarcaciones de más de 100.000 toneladas de carga, siendo su capacidad media de 170.000 dwt. Estos buques son demasiado grandes para atravesar el canal de **Panamá** y, por lo tanto, tienen que desviar su ruta alrededor del **Cabo de Hornos**.

Generalmente existe una tendencia al uso de embarcaciones cuanto más grandes mejor, ya que esto da como resultado una relación precio/tonelada más económica. Sin embargo, las embarcaciones más pequeñas son más rentables cuando se emplean para el transporte de volúmenes de carga pequeños y las distancias de navegación son cortas.

Para llevar a cabo una operación eficiente de transporte por mar se debe considerar en la elección del tamaño otros factores como la facilidad de carga y descarga en los puertos, la disponibilidad de personal especializado para la manipulación de las cargas, la posibilidad de existencia de otras cargas que puedan servir para completar la carga de la embarcación o para el viaje de regreso, etc.

3. EL MERCADO DE TRANSPORTE DE GRANELES

El transporte de granel por vía marítima se establece en contratos realizados con mucha anterioridad entre firmas de distintas nacionalidades. Con el fin de uniformizar los valores y poder ofrecer tarifas fiables y generalizables, desde hace años se han fijado una serie de indicadores comúnmente aceptados internacionalmente para expresar los valores de los fletes.

El principal indicador para conocer las tarifas de los fletes es el índice de sólidos a granel báltico o BDI (*Baltic Dry Index*). Este indicador es publicado por la compañía *Baltic Exchange de Londres* y proporciona una evaluación del precio de transportar las principales materias primas por mar. El BDI es un compendio de once rutas, englobando tres clases de embarcaciones: *Capesize*, *Panamax* y *Handymax*.

Pueden considerarse cuatro mercados en el negocio del transporte por mar:

- El mercado de las mercancías que se ocupa del transporte por mar de las materias primas y productos terminados.
- El mercado de los fletes que se ocupa de las embarcaciones de alquiler.
- El mercado de la compra y venta de las naves de segunda mano.

- El mercado de la construcción de nuevas naves.

En dichos mercados participan cinco tipos de agentes implicados en la cadena de transporte, cada uno de ellos con una perspectiva diferente del negocio:

- Propietarios de la carga, que pueden ser productores primarios tales como las compañías de petróleo o mineral de hierro o también fabricantes de materias primas o equipos.
- Comerciantes que adquieren mercancías sobre una base especulativa, con el propósito de revenderlos en un lugar diferente.
- Navieros (compañías de envío/operadores). Las empresas navieras son igualmente diversas. En 2005, alrededor de 5.000 compañías poseían unos 26.000 buques (*porta-contenedores*, *transatlánticos*, *graneleros*) con un promedio de cinco buques por compañía.
- Gestores navieros que dirigen los buques en nombre de los armadores, a menudo por unos honorarios fijos.

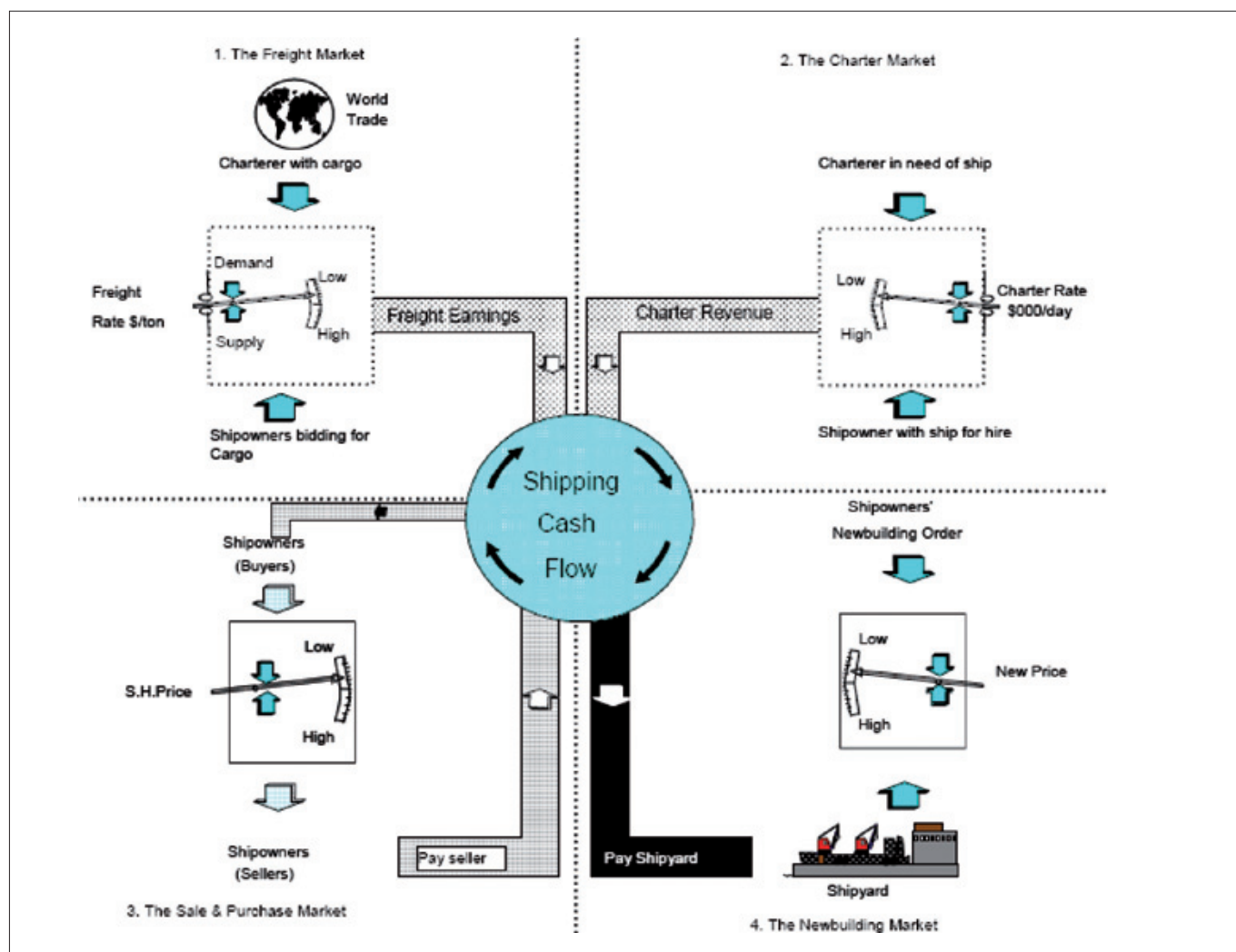


Figura 4: Flujos en el mercado del transporte marítimo

• Operadores que pueden ocuparse de todos los aspectos del negocio del transporte marítimo: ordenar la construcción de nuevos buques, comprar y vender naves existentes en el mercado de segunda mano, negociar las tarifas de fletes, etc. También se encargan de las relaciones con la administración, aduanas, licencias,...

Como las mismas compañías están presentes en los distintos mercados, sus actividades están estrechamente vinculadas y las variaciones en unos de estos mercados afectan directamente a los otros. Todas estas relaciones se muestran en la siguiente figura extraída del libro *"Maritime Economics"*.

Los cambios en la oferta y demanda pueden alterar rápidamente los precios pagados por un flete. El flujo efectivo entre los cuatro mercados genera la actividad de la inversión en el transporte. Al principio del ciclo las tarifas de los fletes aumentan y su cobro permite a los navieros pagar precios más altos por buques de segunda mano o invertir en buques de nueva construcción. Sin embargo, para que éstos últimos estén operativos son necesarios alrededor de dos

años y puede ocurrir que cuando el armador reciba finalmente su buque, las tarifas de los fletes hayan disminuido. De esta forma, los inversores pueden llegar a tener problemas financieros y en algunos casos las compañías más débiles no pueden hacer frente a sus obligaciones, con lo que son forzadas a vender sus buques en el mercado de segunda mano. Las tarifas de los fletes volverán a aumentar cuando disminuya el número de buques

Existe una tendencia al uso de embarcaciones cuanto más grandes mejor, ya que esto da como resultado una relación precio/tonelada más económica.

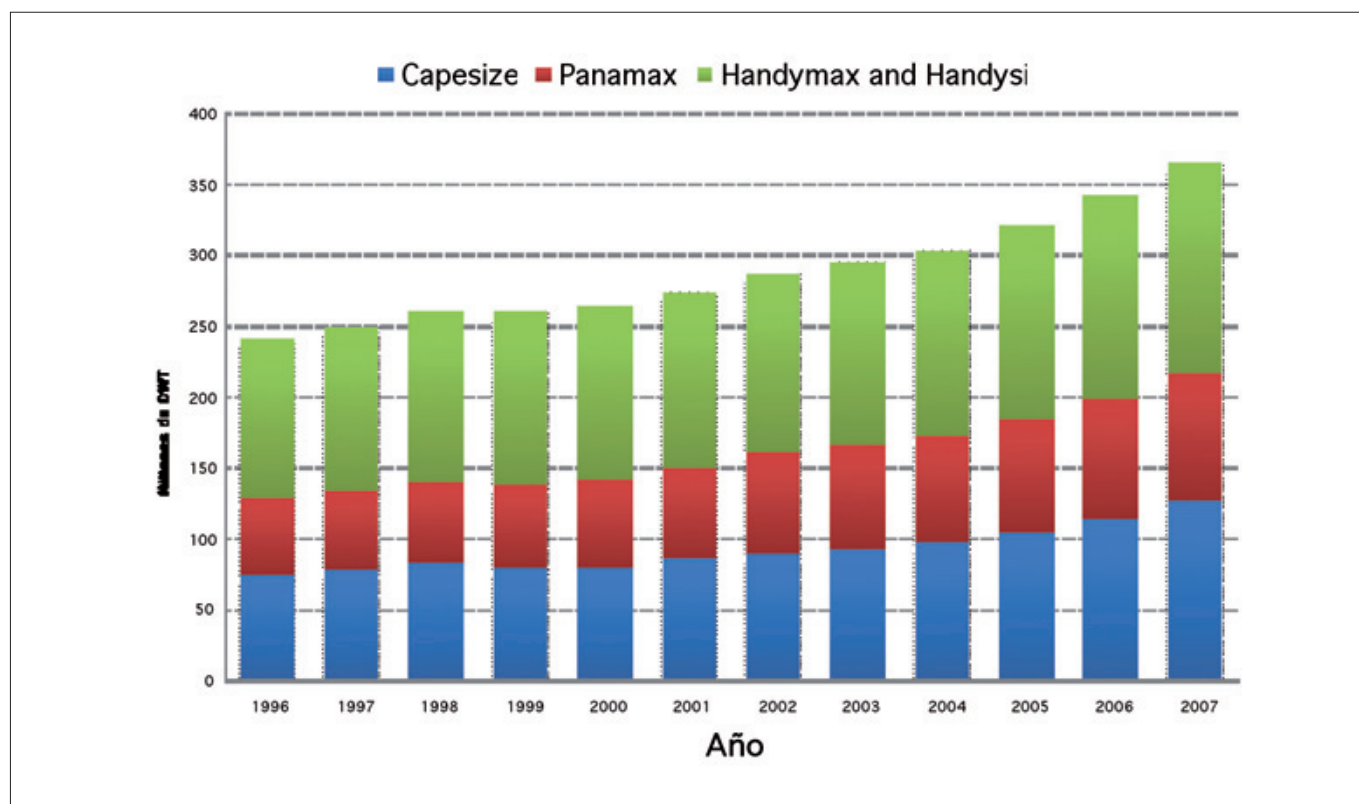


Figura 5: Evolución de la flota de graneleros

y aumente la demanda de transporte. Esto hace que las operaciones de transporte se encarezcan y el ciclo vuelva a comenzar una vez más.

4. FACTORES CLAVE DE LA OFERTA

La principal variable a la hora de hablar de oferta en el transporte marítimo es la disponibilidad de la flota mercantil, es decir, la cantidad de buques disponibles para transportar bienes. El crecimiento de la flota de naves dedicadas al transporte de mercancías por mar está determinado por el número de naves que se retiran y el número de naves de nueva construcción. Dado que la vida media de trabajo de una embarcación es de alrededor de veinte años, los ajustes en la flota mercante se realizan considerando décadas de trabajo.

Durante los últimos años la flota de *graneleros* ha sido un sector en continua expansión. Como ejemplo, en el año 2006, la capacidad total de la flota se situó en 341,8 millones de toneladas frente a los 241 millones de toneladas del año 1996 (Figura 5).

La demanda de nuevas naves ha aumentado, dando como resultado un número importante de nuevos contratos para los astilleros. En este periodo la capacidad de construcción de los astilleros también ha aumentado y, según las entregas previstas para los próximos años todo parece indicar que continuará haciéndolo en los próximos años. China, Japón y Corea del Sur son los tres mayores constructores navales del mundo (Tabla 1).

Los armadores planean la construcción de nuevos buques cuando el mercado del transporte está en alza. Sin embargo, en muchos casos, en el momento de la entrega el mercado ha disminuido con lo que se produce un excedente en el número de naves aptas para el transporte.

Por otro lado las tarifas de los fletes bajan cuando se produce un exceso en la flota, causando problemas financieros a los armadores. Posteriormente, cuando la flota disminuye las tarifas tienden a subir. La disminución de la flota mercantil depende de varios factores, siendo los más significativos el envejecimiento de los buques, el precio de la chatarra, el desfase en la tecnología, las tarifas de mercado actuales y las expectativas del mercado en los próximos años.

Los cambios en el tiempo empleado en cubrir la ruta es otra variable a tener en cuenta a la hora de diseñar las operaciones de aprovisionamiento. Los armadores, cuando los fletes disminuyen, suelen aumentar el tiempo que se tarda en cubrir una ruta para reducir sus costes.

Tabla 1: Construcción de nuevas graneleros por países

Región	2004	2005	2006	2007
China	2.5	2.0	5.7	27.9
Japón	3.1	7.7	7.4	10.3
Corea del Sur	0.3	0.0	1.1	12.3
Otros	0.9	1.4	1.3	4.6
Total	6.8	11.5	15.5	54.9

Los acontecimientos políticos tienen también la peculiaridad de producir cambios repentinos e inesperados en la demanda del transporte por mar

Un último factor a considerar son las operaciones que afectan a la carga y descarga de las naves en los puertos. Una

Un primer factor a considerar es el agotamiento de las materias primas que influye rápidamente sobre la producción

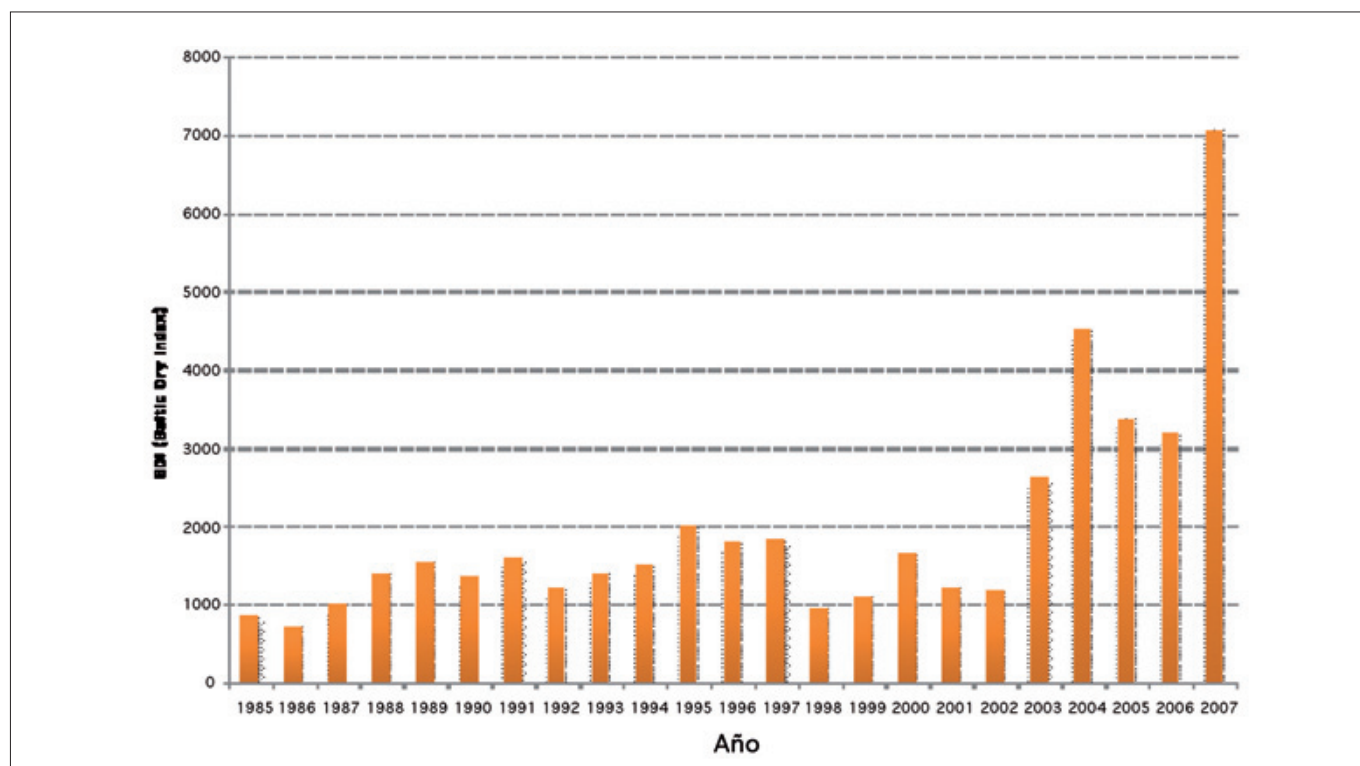


Figura 6: Valores medios anuales del BDI

mala planificación de estas operaciones puede gravar de manera considerable los costes del transporte. Un puerto saturado implica retrasos en la carga o descarga de las naves con el consiguiente tiempo de parada no deseado de la nave. La existencia de naves que no cumplen con la legislación en seguridad y medio ambiente es otro hecho que afecta al aprovisionamiento.

5. FACTORES CLAVE DE LA DEMANDA

La demanda del transporte por mar viene dada por la necesidad de transportar materias primas y productos elaborados a nivel mundial. La relación entre la industria mundial y el transporte marítimo no es, sin embargo, directa.



La capacidad de construcción naval crecerá durante los dos próximos años

industrial. Este sucedió en **Europa**, por ejemplo, cuando en 1960 el mineral de hierro tuvo que importarse de otros continentes a fin de surtir a su industria de acero.

Por otro lado, cuando la economía de un país sufre una etapa de recesión, su actividad económica tiende a disminuir, disminuyendo el ritmo de las importaciones de las materias primas. Sin embargo, cuando los países experimentan un desarrollo, la actividad industrial crece, traduciéndose esto en un aumento de las importaciones de materias primas. A diferencia de los ciclos de negocio, que tienen altos y bajos bastante regulares en el tiempo, los cambios económicos a nivel mundial son precipitados por sucesos particulares y generalmente inesperados. Su impacto en el transporte marítimo es entonces dramático. El último ejemplo de esto fue la crisis de las economías de países surasiáticos hacia mediados de los años 1990. En los últimos años la demanda del transporte de sólidos a granel ha ido creciendo siguiendo la tendencia de una serie de indicadores económicos globales. Sin embargo, recientemente, la correlación ha sido más pronunciada con los indicadores económicos asiáticos, especialmente los referentes a **China**. Este país ha sido el conductor principal del crecimiento producido en los últimos años.

Los acontecimientos políticos tienen también la peculiaridad de producir cambios repentinos e inesperados en la demanda del transporte por mar. Las incertidumbres políticas no afectan directamente a la demanda del transporte por mar, pero sus repercusiones hacen que una crisis política puede tener un efecto inmediato, por ejemplo en el trayecto medio de los fletes. Este era el caso en 1956, cuando el canal de **Suez** fue nacionalizado por el gobierno egipcio. Así, los petroleros se vieron forzados a desviar su ruta alrededor del cabo de **Buena Esperanza**, aumentando por lo tanto el tiempo de la travesía, lo que llevó a un aumento en la demanda de buques, para compensar este aumento de la longitud de los trayectos. Más recientemente, las crisis de Oriente Medio, **Afganistán** o **Irak** han contribuido también al aumento de costes. El trayecto medio es, por tanto, otra variable relevante en la demanda del transporte del mar, que en la mayor parte de los casos ha permanecido estable en los últimos años.

El tipo de mercancía demandada es otra variable a tener en cuenta. El comercio de una mercancía puede seguir una tendencia de crecimiento diferente de la economía mundial en su conjunto, debido a la necesidad particular de esa materia por la existencia de un cambio en la tecnología de producción, un cambio en la fuente de la mercancía o la situación de una nueva planta de proceso. Los transportes de mercancías individuales pueden demandar además servicios



de transporte cíclicos. Un ejemplo es el comercio de cereales, donde el principal exportador es **EE.UU.**, que alcanza una alta actividad portuaria durante los meses de la cosecha de grano, disminuyendo ésta cuando la cosecha finaliza.

6. BALANCE ENTRE OFERTA Y DEMANDA

Todos los mercados son gobernados por la relación que existe entre la oferta y la demanda. El mercado del transporte por mar no es diferente en este sentido. Mientras que la demanda en el mercado del transporte marítimo es flexible y está relacionada con la marcha de la economía mundial, la oferta es inelástica, principalmente debido al hecho de que los buques tardan al menos dos años en ser fabricados y entregados a sus propietarios. Por lo tanto, el tiempo es un factor primordial a la hora de entender el equilibrio del mercado de los fletes.

Cuando existe una escasez en la capacidad del transporte, las tarifas de los fletes aumentan. Esto influye en que los barcos más viejos y menos eficientes se vuelven necesarios, se aumente la velocidad de las operaciones, se aprovecha mejor el espacio de carga, etc.

Cuando la capacidad de transporte de carga es grande, existe un exceso de buques. Las tarifas de los fletes disminuyen y las naves menos eficientes comienzan a tener problemas para cubrir sus gastos. El armador comienza a tener problemas financieros. La capacidad operacional de la flota disminuye ya que los navieros reducen sus regímenes de velocidad para ahorrar combustible y, por tanto, los tiempos de travesía aumentan.

El mercado del transporte de sólidos a granel por vía marítima presenta, como todos los segmentos del transporte,

oscilaciones en sus tarifas a lo largo de los años. Como se observa en la gráfica, la situación del BDI a largo de las décadas de los 80 y 90 presentó pequeños altibajos. Sin embargo, en 2003 las tendencias históricas de años anteriores cambian drásticamente. Con **China**, como motor de la economía mundial, las tarifas de los fletes se elevan hasta cotas nunca vistas hasta ese momento. Este impulso cogió a los armadores y a los fletadores por sorpresa, exigiendo a los navieros inversiones en nuevas naves. Los márgenes comerciales alcanzaron hitos históricos (Figura 6).

En 2007 el BDI se han alcanzado valores superiores a 10.000 con un promedio de más de 7.000 puntos. Las posibles razones de este ascenso son varias:

- **China** ha aumentado su producción de acero, lo cual exige ingentes cantidades del mineral de hierro (las importaciones de **China** de mineral de hierro en el año 2005 representaron el 13% de suma del total de importaciones de sólidos a granel a nivel mundial, mientras que a mediados del 2006 ya representaban más del 23%). **China** se ha convertido así en un exportador neto de acero desde el comienzo del año 2006.

- Actualmente una gran parte de la demanda energética a nivel mundial es suministrada por centrales térmicas, utilizando como combustible principal el carbón. Ante este panorama, las importaciones de carbón siguen creciendo, para abastecer dichas centrales.

- Dado que el índice BDI es calculado en dólares, su depreciación actual es responsable de parte de la subida del mismo.

- El comercio de cereales también contribuyó al aumento del BDI. En particular, las exportaciones de maíz y soja de **EE.UU.** con destino a **Asia** se incrementan cada año, así como la creciente demanda de bio-combustibles.

- Las colas de espera en determinados puertos (**Brasil, Australia**) han contribuido también al ascenso de las tarifas de los fletes.

7. CONCLUSIONES

Este estudio analiza los factores principales que afectan al transporte de sólidos a granel por vía marítima y de él se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El transporte marítimo es un sector económico maduro donde las reglas de la oferta y la demanda se cumplen de manera efectiva, la propiedad está diversificada y no existe el riesgo de monopolio.

- Los costes se han mantenido estables durante muchos años. Aun considerando el caso especial del rápido desarrollo chino, el mercado presenta una tendencia a auto-equilibrarse.

- En la actualidad existen muchos buques susceptibles de ser destruidos, ya que los precios elevados de los fletes en los últimos años han provocado el retraso de su desguace aumentando la vida útil media de estas naves. La capacidad de construcción naval crecerá durante los dos próximos años, pero está tendencia no parece que vaya a continuar en el futuro. La inercia de los ciclos dura en torno a los 2 años, ya que este es el tiempo medio para producir nuevos buques que equilibren el mercado.

- Aunque la capacidad media de los buques está creciendo, se cree que está permanecerá estable durante los próximos años. La tendencia general es hacia naves tipo *Panamax* y cuando las condiciones de los puertos lo permiten naves *Capesize*, ya que estas naves presentan importantes limitaciones a la hora de atracar en puertos.

- La evolución del coste de transporte sigue una tendencia paralela en el uso de buques tipo *Capesize* y *Panamax*. La selección depende de la disponibilidad, ruta, origen y puertos de destino.

- El precio actual del petróleo presenta una cierta inestabilidad. Los problemas políticos en las regiones productoras han originado un aumento espectacular en su coste en los últimos años.

Podemos resumir que el crecimiento económico de **China** ha alterado enormemente el mercado de transporte marítimo de graneles, tanto en las tarifas de los fletes como en la construcción de nuevos barcos. Por otro lado, después del pico de 2007 el BDI parece iniciar una tendencia descendente debida entre otras causas al gran número de entregas de barcos de los últimos años y a la desaceleración económica americana que se está extendiendo por el resto de los países desarrollados.

8. BIBLIOGRAFÍA

- RS PLATOU. "The Platou Report". Disponible en Web: <http://www.platou.net/EconomicResearch/MarketInformation/ThePlatouReport>. 2008. (Consultado en abril de 2008)
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF DRY CARGO SHIPOWNERS (INTERCARGO). "The Dry Cargo industry". Disponible en Web: <http://www.intercargo.org>. 2008.
- CREDIT SUISSE RESEARCH. "Dry bulk shipping. A surprising source of sustainable yields". 2005.
- THE BALTIC EXCHANGE. "Shipping Market Information". Disponible en Web: <http://www.balticexchange.com>. 2008.
- CLARKSON RESEARCH. "The Tramp Shipping Market". Disponible en Web: <http://www.crsi.com>. 2004.
- Stopford Martin, Branch Alan. "Maritime Economics". Ed. Routledge. 1997, 2ª Edición, ISBN: 0415-15310-7.

Comportamiento frente al desgaste por abrasión de cuatro tipos de fundiciones

Abrasion wear behavior of four types of cast irons

- Angel Varela-Lafuente
- Ana Isabel García-Díez
- Víctor Blázquez-Martínez
- Carolina Camba-Fabal
- Sonia Zaragoza-Fernández
- José Luis Mier-Buenhombre
- Jorge López-Beceiro

Dr Ingeniero Industrial
Dra. Ingeniera Industrial
Dr. Ingeniero Industrial
Ingeniera Industrial
Ingeniero Industrial
Doctor en Ciencias Químicas
Ingeniero Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial II, Universidade da Coruña
Departamento de Ingeniería Industrial II, Universidade da Coruña
Grupo de Siderurgia. ETSII. Universidad Politécnica de Madrid
Departamento de Ingeniería Industrial II, Universidade da Coruña
Departamento de Ingeniería Industrial II, Universidade da Coruña
Departamento de Ingeniería Industrial II, Universidade da Coruña
Departamento de Ingeniería Industrial II, Universidade da Coruña

Recibido: 22/05/08 • Aceptado: 24/09/08

ABSTRACT

- This work studies the abrasion wear behavior of four cast irons: white iron, ferritic ductile iron, ductile iron with boron and Ni-hard. Chemical composition and metallographic structure were determined in all of them. The abrasion wear behavior study was carried out by pin on disk test setting load, speed and pin material and calculating the weight loss. Also the variation of the friction coefficient and surface hardness was calculated in all the cases.
- **Key words:** Wear, abrasion, cast irons.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia el comportamiento frente al desgaste por abrasión de cuatro fundiciones: blanca hipoeutéctica, esferoidal ferrítica, Ni-hard y esferoidal con boro. Las cuatro fundiciones han sido caracterizadas mediante su composición química y su estructura metalográfica.

El comportamiento frente al desgaste abrasivo se ha estudiado utilizando el ensayo “pin on disk” manteniendo fijas las condiciones de ensayo en cuanto a carga, velocidad y tipo de pin, calculando el desgaste producido por pesada. Asimismo se determina la variación del coeficiente de fricción en cada caso. Por último también se han medido las durezas superficiales de cada muestra.

Palabras clave: Desgaste, abrasión, fundiciones.

1. INTRODUCCIÓN

Las fundiciones han sido tradicionalmente utilizadas para la fabricación de piezas de maquinaria sometidas a condiciones de trabajo de fuerte desgaste, fundamentalmente abrasivo, aplicadas en sectores industriales como la minería, cementero, transporte ferroviario, laminación en caliente y en frío de acero, etc. Ello debido por un lado a su coste más barato y por otro a sus buenas

características tecnológicas que hacen factible, dada su más baja temperatura de fusión y su buena colabilidad, el obtener por moldeo piezas de forma muy compleja tanto de grandes dimensiones como pequeñas, todo ello a pesar de que las propiedades mecánicas no son semejantes a las de los aceros pero sin embargo presentan en general buena resistencia al desgaste y en algunos casos, las fundiciones grises, absorben muy bien las vibraciones [1].

Entre las fundiciones que se utilizan frente al desgaste una de ellas son las llamadas fundiciones blancas hipoeutécticas que estructuralmente se caracterizan por la presencia de cementita en proporciones tanto mayores cuanto mayor sea su contenido en carbono, lo que da lugar a que su dureza sea alta y consecuentemente también su fragilidad, creciendo ambas con el contenido en carbono, al tiempo que disminuye su resistencia a tracción. Debido a su gran fragilidad se limita su empleo a piezas que deban poseer una alta resistencia al desgaste abrasivo sin estar sometidas a altas exigencias de choque [2].

Otro tipo de fundiciones resistentes al desgaste son las fundiciones de grafito esferoidal, dadas a conocer por **Morrogh** y **Williams** en 1948 y obtenidas en estado bruto de colada mediante la adición de cerio y ferrosilicio al baño líquido. Posteriormente se sustituyó el papel del cerio por el magnesio

Tipo de Fundición	C (%)	Si (%)	Mn (%)	S (%)	P (%)	B (%)	Mg (%)	Ni (%)	Cr (%)
Blanca	2,50	0,80	1,00-	0,05	0,07	-	-	-	-
Grafito esferoidal	3,50	2,50	0,50	0,02	0,05	-	0,05	-	-
Boro	3,57	2,15	0,24	0,025	0,057	< 0,10	-	-	-
Ni-hard	2,75	0,50	0,50	0,02	0,04	-	-	4,50	2,00

Tabla 1. Composición química de las fundiciones estudiadas

añadido en forma de níquel-magnesio obteniéndose mejores resultados en cuanto a la obtención de los esferoides de grafito. Con este tipo de fundiciones y en estado bruto de colada pueden obtenerse propiedades mecánicas próximas a la de los aceros semiduros, aunque depende ello de la matriz que acompañe al grafito esferoidal. Una de sus propiedades más notables es su alta resistencia al desgaste motivada en gran parte al papel del grafito como lubricante de la superficie [3-9]. En 1959 la **General Motors** desarrolló un nuevo tipo de fundición semejante a la de grafito esferoidal que era posible obtener sin necesidad de agentes especiales de inoculación, añadiendo al caldo líquido boro bien en forma metálica o como bórax, ferro-boro, carburo de boro o boruro cálcico. Sus propiedades son muy semejantes a las de las fundiciones de grafito esferoidal si bien la morfología del grafito esferoidal es más imperfecta [2, 10].

Por último cabe hablar de la fundición blanca aleada conocida con el nombre de *Ni-hard* que debido a su mayor dureza y tenacidad sustituyen a las fundiciones blancas en utilizaciones de fuerte desgaste como revestimientos de molinos, martillos y piezas destinadas a la preparación y molienda de minerales. La presencia del Ni y el Cr como elementos aleantes da lugar a una estructura formada por gruesos cristales de carburos complejos eutécticos y granos de austenita conteniendo en su interior agujas de martensita.

2. EXPERIMENTAL

2.1. FUNDICIONES ESTUDIADAS

En este trabajo se ha estudiado el comportamiento frente al desgaste abrasivo de diferentes fundiciones. Para ello se ha empleado una fundición blanca hipoeutéctica, una fundición de grafito esferoidal, una fundición de grafito esferoidal aleada con boro y una fundición *Ni-hard*.

Las aleaciones han sido obtenidas en la planta piloto de fundición de la *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid*.

La composición de cada una de las aleaciones, determinada mediante absorción atómica, analizador de carbono y azufre y fluorescencia de rayos X, se muestra a continuación en la tabla 1.

2.2. DETERMINACIÓN DE LA DUREZA

La dureza de las fundiciones se ha determinado mediante un durómetro *Vickers*, aplicando en todos los casos una carga de 100 kg. durante 30 s.

2.3. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE

Para determinar la resistencia al desgaste abrasivo de las fundiciones se ha empleado un *tribómetro pin on disk*, y se ha seguido la norma ASTM G99 “*Standard test method for wear testig with a pin-on-disk apparatus*”.

Como pin se ha empleado una bola de acero con una dureza de 60 HRC, y la carga aplicada en todos los ensayos es de 10 N. La huella de desgaste realizada tiene un diámetro de 16 mm., y la velocidad lineal aplicada en cada caso es de 0,251 m/s. Cada uno de los ensayos tuvo una duración de 60 min y se efectuaron a temperatura ambiente.

Los resultados de desgaste están muy influidos por la rugosidad superficial, por lo que ha sido preciso realizar una preparación previa superficial con el objetivo de uniformar el acabado superficial de las cuatro fundiciones y minimizar la influencia del mismo [11,12]. En este caso la preparación superficial de las muestras ensayadas aseguró una rugosidad inferior a 0,5 micras en todos los casos.

La resistencia al desgaste se ha determinado en función del desgaste sufrido por cada muestra durante el ensayo. Para ello se ha medido la pérdida de masa experimentada por las muestras mediante pesada, de forma que cuanto mayor es la masa perdida peor es el comportamiento al desgaste y menor es la resistencia al desgaste abrasivo del material. También se ha determinado el coeficiente de fricción sufrido por cada muestra en cada momento del ensayo.

2.4. ANÁLISIS METALOGRAFICO

Para completar el estudio se ha realizado un análisis metalográfico de las cuatro fundiciones mediante observación con microscopio óptico. Previamente se realizó una preparación superficial y ataque con Nital al 3 %.

Los resultados de desgaste están muy influidos por la rugosidad superficial, por lo que ha sido preciso realizar una preparación previa superficial con el objetivo de uniformar el acabado superficial de las cuatro fundiciones y minimizar la influencia del mismo

El comportamiento frente al desgaste abrasivo de diferentes fundiciones

3. RESULTADOS

3.1. DUREZA

En la figura 1 se muestran los resultados de dureza obtenidos en la escala *Vickers* para las cuatro fundiciones. La fundición *Ni-hard* es la que mayor valor de dureza presenta, y la fundición de grafito esferoidal sin boro la menor.

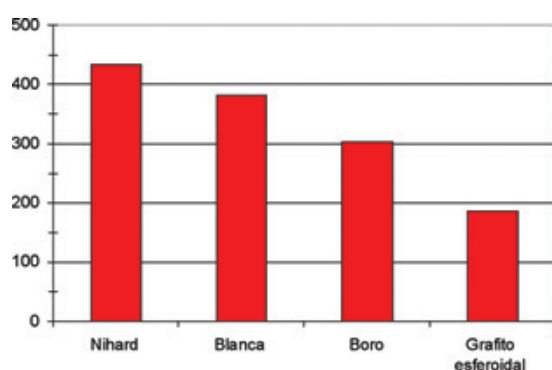


Fig. 1. Dureza Vickers de las fundiciones

3.2. RESISTENCIA AL DESGASTE

En la figura 2 se muestra la pérdida de masa medida en cada ensayo de desgaste para las cuatro fundiciones. En este caso el mejor comportamiento al desgaste lo presenta la fundición *Ni-hard*, mientras que el peor resultado es de la fundición de grafito esferoidal y la fundición blanca.

El coeficiente de fricción es prácticamente constante durante el ensayo para las fundiciones *Ni-hard* y blanca, mientras que para las dos fundiciones que contienen grafito esferoidal el coeficiente de fricción en las primeras etapas del

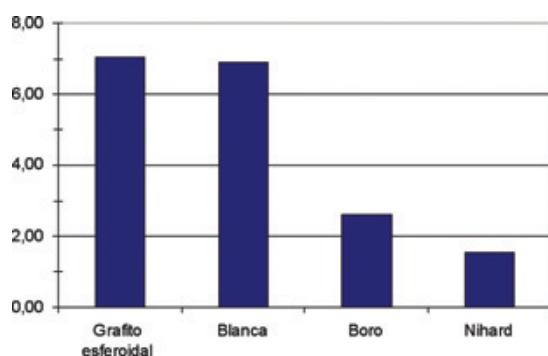


Fig. 2. Resultados del ensayo de desgaste



desgaste es mucho más elevado que durante el resto del mismo. En la figura 3 se muestran estos dos comportamientos tipo.

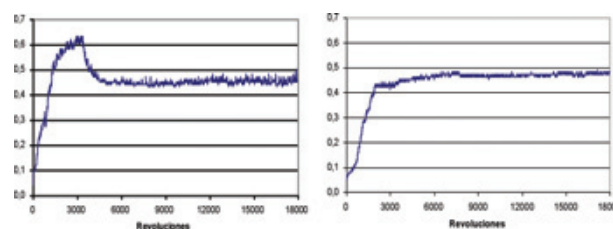


Fig. 3. Evolución del coeficiente de fricción durante el ensayo de desgaste para las fundiciones con grafito esferoidal (izqda.) y las fundiciones blancas y *Ni-hard* (dcha.)

La fundición blanca aleada conocida con el nombre de *Ni-hard* que debido a su mayor dureza y tenacidad sustituyen a las fundiciones blancas en utilizaciones de fuerte desgaste como revestimientos de molinos, martillos y piezas destinadas a la preparación y molienda de minerales

3.3. MICROESTRUCTURA

Las figuras 4, 5, 6 y 7 muestran las microestructuras obtenidas para la fundición blanca, de grafito esferoidal, de grafito esferoidal aleada con boro y *Ni-hard* respectivamente. En la figura 4 puede observarse la microestructura de la fundición blanca hipoeutéctica, formada por perlita ennegrecida y ledeburita transformada o pseudoledeburita, que está formada por perlita sobre fondo blanco de cementita manteniendo la morfología de la ledeburita eutéctica (austenita más cementita eutéctica).

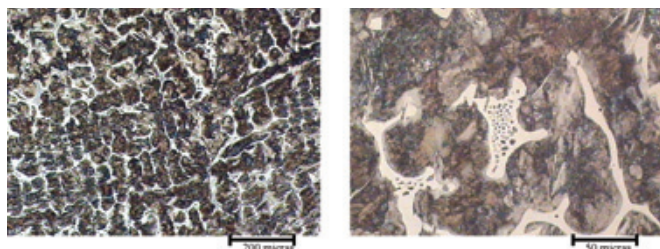


Fig. 4. Microestructura de la fundición blanca

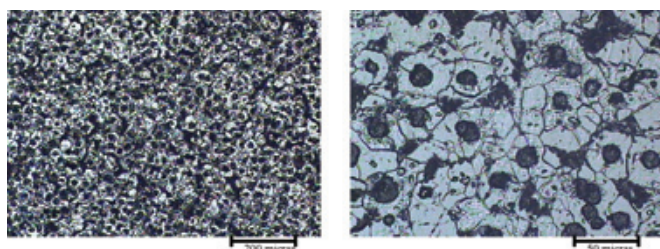


Fig. 5. Microestructura de la fundición de grafito esferoidal

La figura 5 muestra la microestructura de la fundición de grafito esferoidal, donde pueden apreciarse las esferas de grafito sobre fondo blanco ferrítico en el que se revela el borde de grano. En la figura 6 se aprecia la microestructura de la fundición de grafito esferoidal aleada con boro. Puede observarse la matriz perlítica con presencia de ojos de buey ferríticos orlando al grafito con morfología más o menos esferoidal.

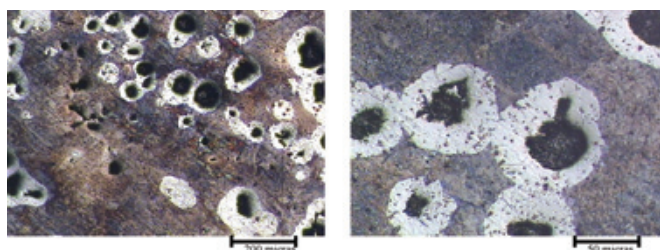


Fig. 6. Microestructura de la fundición de grafito esferoidal con boro

En la figura 7 se muestra la microestructura obtenida para la fundición blanca aleada *Ni-hard*. Se aprecian gruesos

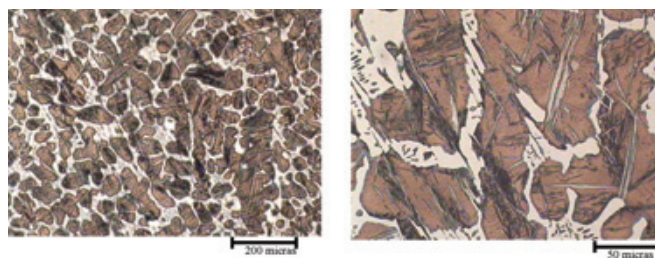


Fig. 7. Microestructura de la fundición *Ni-hard*

cristales de carburos complejos eutéticos blancos como microconstituyente matriz y granos grisáceos de austenita que contienen en su interior agujas de martensita oscurecidas. Los carburos mantienen la morfología ledeburítica y contienen pequeñas zonas grises de austenita.

4. DISCUSIÓN

En la figura 8 se han representado conjuntamente los resultados obtenidos para los ensayos de dureza *Vickers* y los de resistencia al desgaste.

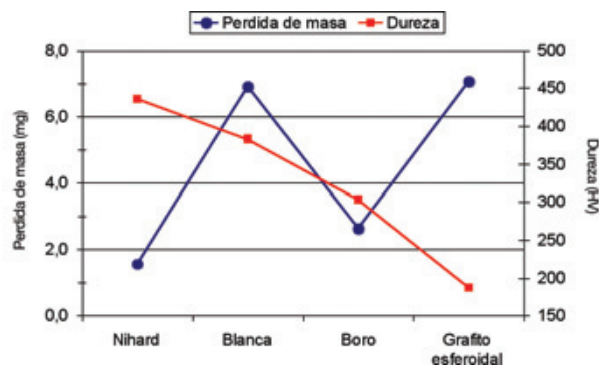


Fig. 8. Comparativa de los resultados de dureza y resistencia al desgaste

Según esta gráfica la fundición más dura (la fundición *Ni-hard*) es la que menos se desgasta durante el ensayo en el *pin on disk*. La fundición blanca tiene una dureza algo inferior a la *Ni-hard*, y su comportamiento al desgaste es muy inferior. Este desgaste excesivo se puede explicar si consideramos que durante el ensayo de desgaste se desprenden partículas duras de

La fundición de grafito esferoidal obtenida mediante la adición de boro presenta un valor de dureza notablemente inferior al de las fundiciones *Ni-hard* y blanca.

La fundición de mayor dureza es la fundición Ni-hard, y es la que mejor se comporta frente al desgaste abrasivo de las cuatro fundiciones consideradas. La fundición blanca tiene una dureza algo inferior a la Ni-hard, y la de menor dureza es la de grafito esferoidal.

cementita que juegan el papel de abrasivo. De esta forma, el desgaste final del material será sensiblemente superior al que cabría esperar en función de la dureza del mismo.

La fundición de grafito esferoidal obtenida mediante la adición de boro presenta un valor de dureza notablemente inferior al de las fundiciones *Ni-hard* y blanca. Sin embargo, contrariamente a lo que cabría esperar en función de este parámetro, su respuesta al desgaste es sólo algo inferior a la de la fundición *Ni-hard* y mucho mejor que la de la blanca. En este caso este comportamiento se puede explicar si asumimos el papel lubricante que las partículas de grafito juegan en el proceso de desgaste abrasivo. En las primeras etapas de este proceso se desprenden las partículas de grafito, que posteriormente, y dada su escasa dureza, actúa como lubricante disminuyendo el desgaste experimentado por la fundición. Este comportamiento se refleja en la evolución del coeficiente de fricción que se mide en los ensayos de desgaste (figura 3 izquierda) [13, 14].

Asumiendo este papel del grafito, cabría esperar el mismo comportamiento en la fundición de grafito esferoidal. Sin embargo, observando las figuras 5 y 6 correspondientes a las microestructuras de las dos fundiciones de grafito esferoidal se pueden observar dos diferencias fundamentales. La primera de ellas es la matriz de las fundiciones y la segunda el tamaño y número de las partículas de grafito. La fundición aleada con boro presenta esferoides de grafito de mayor tamaño y en menor número, y además, estas partículas están rodeadas de ferrita sobre una matriz perlítica de mayor dureza. Esta distribución del grafito favorece el “arranque” de material en el proceso de desgaste y el efecto lubricante del mismo, por lo que la pérdida de masa se ve disminuida.

En el caso de la fundición de grafito esferoidal sin boro las partículas de grafito están presentes sobre una matriz ferrítica de menor dureza en mayor número y con un tamaño sensiblemente inferior al caso anterior, por lo que el efecto comentado anteriormente se vería disminuido puesto que la dureza de la fundición es muy inferior.

5. CONCLUSIONES

Se ha estudiado el comportamiento frente al desgaste abrasivo de cuatro fundiciones: una fundición blanca



hipoeutéctica, una fundición *Ni-hard* y dos fundiciones de grafito esferoidal, una de matriz ferrítica y otra de matriz perlítica aleada con boro.

La fundición de mayor dureza es la fundición *Ni-hard*, y es la que mejor se comporta frente al desgaste abrasivo de las cuatro fundiciones consideradas. La fundición blanca tiene una dureza algo inferior a la *Ni-hard*, y la de menor dureza es la de grafito esferoidal.

En cuanto al comportamiento al desgaste, la fundición blanca presenta un desgaste mayor al que cabría esperar en función del valor de dureza que presenta, mientras que la fundición de grafito esferoidal con matriz perlítica, obtenida mediante la adición de boro, tiene un comportamiento al desgaste muy semejante al de la fundición *Ni-hard*, a pesar de que su dureza es notablemente inferior.

Planta de fundición de acero



6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Henderson Harvey E. "Ductile iron. Our most ferrous casting material". *ASTM Special Technical Publication*. 1969, vol. 455, p. 29-53.
- [2] Blázquez-Víctor M. *Metalografía de las aleaciones férreas*. Madrid: Sección de Publicaciones de la ETSII (UPM), 1991. 330 p. ISBN : 84-7484-068-6.
- [3] Liu SL, Loper CR, Witter TH. "The role of graphitic inoculants in ductile iron". *Transactions of the American Foundrymen's Society*. 1992, vol. 100, p. 899-906.
- [4] Subramanian SV, Kay Dar, Purdy GR. "Compacted graphite morphology control". *Transactions of the American Foundrymen's Society*. 1982, vol. 90, p. 589-603.
- [5] Schelleng RD. "Boron contamination of ductile iron". *Modern Castings*. 1967, vol. 52, núm. 4, p. 70.
- [6] *Quality control manual*. Ductile Iron Society Publication, 1991.
- [7] Suárez-Sanabria A, Fernández-Carrasquilla J. "Microestructura y propiedades mecánicas de una fundición esferoidal ferrítica en bruto de colada para su uso en piezas de grandes dimensiones". *Revista de Metalurgia*. Madrid, 2006, vol. 42, núm. 1, p. 18-31.
- [8] Gonzaga-Cinco R, Fernández-Carrasquilla J. "Dependencia de las propiedades mecánicas y de la composición química en la fundición de grafito esferoidal". *Revista de Metalurgia*. Madrid, 2006, vol. 42, núm. 2, p. 91-102.
- [9] Chang LC, Hsui IC, Lui ST. "Influence of graphite nodules on the particles erosion of spheroidal graphite cast irons". *Wear*. 2004, vol. 257, p. 1125-1132.
- [10] Varela Ángel, García Ana, Zaragoza Sonia, Mier José Luis, Barbadillo Fernando, García Laura. «Influencia de los tratamientos térmicos en el comportamiento frente al desgaste por abrasión de una fundición de grafito esferoidal obtenida mediante adición de boro» En: *X Congreso Nacional de Propiedades Mecánicas de Sólidos, (Santiago de Compostela 5-8 de septiembre de 2006)*. 2006. p. 77-81.
- [11] Paredes R, Amico S, d'Oliveira A. "The effect of roughness and pre-heating of the substrate on the morphology of aluminium coatings deposited by thermal spraying". *Surface and Coatings Technology*. 2006, vol. 200, p. 3049-3055.
- [12] Li CJ, Ohmori Wang YY A. "Influence of substrate roughness on the bonding mechanisms of high velocity oxy-fuel sprayed coatings". *Thin Solid Films*. 2005, vol. 485, p. 141-147.
- [13] Chang LC, Hsui I.C, Chen LH, Lui ST. "Influence of graphite nodules on the particles erosion of spheroidal graaphite cast irons". *Wear*. 2004, vol. 257, p. 1125-1132.
- [14] Hatate M, Shiota T, TakahashiA N, Shimizu K. "Influences of graphite shapes on wear characteristics of austempered cast iron". *Wear*. 2001, vol. 251, p. 885-889.

desarrollo sostenible

desarrollo sostenible

De acuerdo con los contenidos recogidos en esta Sección referente a la normativa relacionada con el Desarrollo Sostenible, a continuación comentamos algunas de las últimas novedades legislativas en esta materia.

Colaboración de



1.- NORMATIVA MÁS IMPORTANTE RECIENTEMENTE APROBADA

En las Comunidades Autónomas

(A su vez, conviene recordar a nuestros lectores que en materia de Medio Ambiente corresponde a las Comunidades Autónomas la aprobación de legislación de desarrollo respecto de la legislación básica estatal y además el establecimiento de normas adicionales de protección. Por ello las normas de este apartado son de obligado cumplimiento en el territorio de la Comunidad Autónoma que las apruebe)

• **ISLAS CANARIAS:** Ley 4/2008, de 12 de noviembre, por la que se introduce en la legislación canaria sobre evaluación ambiental de determinados proyectos, la obligatoriedad del examen y análisis ponderado de la alternativa cero (BOIC 17/11/2008)

Mediante la Ley 4/2008, de 12 de noviembre, se modifica la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico, en los siguientes aspectos:

1. Se añade un párrafo 5 al artículo 11 de la Ley 11/1990, de 13 de julio en los siguientes términos: *"Cuando el proyecto objeto de evaluación no desarrolle un plan o programa que haya sido objeto de evaluación estratégica, conforme a la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de determinados planes y programas en el medio ambiente, y en el ámbito de aplicación establecido en su artículo 3, el evaluador entre las alternativas a considerar deberá incluir la alternativa cero, es decir la no realización del proyecto evaluado".*

2. Se sustituye el texto del artículo 12.4.b) de la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico, por el siguiente:

"b) Las posibles alternativas existentes a las condiciones inicialmente previstas en el proyecto, en particular a sus características, ubicación y trazado. Cuando se den las circunstancias establecidas en el apartado 5 del artículo 11 de

esta ley, se deberá considerar preceptivamente en el proceso de evaluación la alternativa cero."

3. Se sustituye el texto del artículo 13.2.c) de la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico, por el siguiente:

"c) Posibles alternativas existentes a las condiciones inicialmente previstas en el proyecto y, en particular, a sus características, su ubicación y trazado. Cuando se den las circunstancias establecidas en el apartado 5 del artículo 11 de esta ley, se deberá considerar preceptivamente en el proceso de evaluación la alternativa cero."

• **LA RIOJA:** Decreto 62/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Director de Residuos de La Rioja 2007-2015 (BOJA 21/11/2008)

La Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial ha elaborado el Plan Director de Residuos 2007-2015, que sirve de revisión a la planificación anterior en materia de residuos y establece las directrices de gestión para las diferentes tipologías de residuos generados en la Comunidad Autónoma de La Rioja.

El Plan Director de residuos tiene naturaleza de instrumento global de planificación en materia de residuos en el ámbito de esta Comunidad, ya que fija las bases y directrices que orientan la política en materia de residuos durante su periodo de vigencia.

Este Plan tendrá vigencia hasta el 31 de diciembre de 2015, aunque la norma que lo aprueba establece la posibilidad de prorrogarlo mediante decreto del Consejo de Gobierno.

El ámbito material del Plan son los residuos a los que es aplicable la Ley 10/1998, de 21 de abril, como son:

- a) Residuos urbanos
- b) Residuos industriales
- c) Residuos agropecuarios
- d) Residuos con legislación específica



También se incluyen en el Plan las actuaciones correspondientes a la planificación en materia de Suelos Contaminados regulados por el Real Decreto 9/2005 de 14 de enero y la clausura, sellado y acondicionamiento conforme al Real Decreto 1481/2001 de 27 de diciembre, de los vertederos autorizados y puntos de vertido incontrolado existentes en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma.

En el referido documento, en su segunda parte, se recoge la estrategia de actuación, haciendo referencia a los principios rectores y objetivos del Plan, además de describir los modelos de gestión por programas específicos para cada una de la tipología de residuos, estableciendo objetivos cuantitativos específicos y proponiendo las medidas o acciones a realizar para el cumplimiento de los objetivos fijados. Asimismo, se incorporan cuatro programas horizontales relativos a la comunicación, I+D+i, desarrollo normativo y sistema de seguimiento y procedimiento de revisión.

• **CATALUÑA: Ley 18/2008, de 23 de diciembre, de garantía y calidad del suministro eléctrico (DOGC 31/12/2008)**

El fin de la presente ley es regular la garantía y la calidad del suministro de energía eléctrica en Cataluña para proteger los derechos y los intereses legítimos de los consumidores y los usuarios.

En el artículo 5 de la norma se establecen los derechos y obligaciones tanto de las empresas transportistas como distribuidoras de energía eléctrica, siendo ambas responsables de garantizar la continuidad y la calidad del suministro en los términos establecidos por el contrato, por la presente ley y por la normativa básica del Estado.

De esta manera la Ley establece como obligaciones de la empresa transportista titular de instalaciones de transporte secundario de energía eléctrica, las siguientes:

- a) Presentar al departamento competente en materia de energía el plan general de inversión y el plan de inversión anual, de conformidad con el contenido regulado por la presente ley.
- b) Cumplir el régimen de inspecciones establecido por la presente ley y la restante normativa de aplicación a las instalaciones de las cuales es titular.
- c) Disponer de los necesarios medios materiales y personales para garantizar la prestación del suministro eléctrico en adecuadas condiciones de calidad. En cuanto a los medios personales, es preciso que tanto el personal propio como el personal subcontratado tengan el adecuado nivel de formación para las tareas asignada

Por otro lado, en el mismo artículo se establece que las empresas distribuidoras titulares de instalaciones de distribución de energía eléctrica tendrán los siguientes derechos y obligaciones:

- a) Cumplir las instrucciones del departamento competente en materia de energía, relativas a la ampliación, mejora y adaptación de las redes e instalaciones de distribución.
- b) Someterse a la supervisión del departamento competente en materia de energía en el ejercicio de las funciones que tienen atribuidas como gestoras de las redes de distribución.
- c) Presentar al departamento competente en materia de energía los planes generales de inversión y los planes anuales de inversión, de conformidad con la presente ley, para su aprobación, si procede.
- d) Disponer de los medios materiales y personales necesarios para garantizar la prestación del suministro eléctrico en adecuadas condiciones de calidad. En cuanto a los medios personales, es preciso que tanto el personal propio como el personal subcontratado tengan el adecuado nivel de formación para las tareas asignadas.
- e) Incorporar tecnologías avanzadas en la medición, tanto en lo referente a los equipos de medición, como en lo referente a los equipos del sistema de comunicaciones y a los sistemas informáticos, que permitan la obtención y el tratamiento de la información de las mediciones eléctricas y el control de la calidad del suministro y los medios electrónicos en el ejercicio de su actividad.
- f) Disponer de los equipos necesarios para que los datos relativos al número de interrupciones del suministro eléctrico y la duración de estas interrupciones queden debidamente registrados y puedan ser comprobados por el órgano competente en materia de energía, de conformidad con el procedimiento de medida y control de la continuidad del suministro eléctrico establecido reglamentariamente y con lo dispuesto por la restante normativa de aplicación. Los datos relativos al número de interrupciones del suministro eléctrico

han de poder ser consultados por parte de las personas interesadas.

g) Disponer en lengua catalana de toda la información destinada a los consumidores y los usuarios y a la Administración.

h) Las empresas distribuidoras de energía eléctrica tienen derecho a ver reconocida por parte de la Administración una retribución por el ejercicio de su actividad dentro del sistema eléctrico.

i) Efectuar las modificaciones necesarias en la red para facilitar la conexión de nuevas instalaciones de generación de energía eléctrica.

Por otro lado, las obligaciones de las empresas comercializadoras de energía eléctrica se indican a continuación:

a) Exigir a la empresa transportista y a las empresas distribuidoras el cumplimiento de sus obligaciones con relación a la continuidad del servicio y a la calidad del producto ante los consumidores y los usuarios.

b) Prestar apoyo a los consumidores y los usuarios y aconsejarlos en todo momento sobre las características y la potencia de su contrato de suministro para su adecuación al uso requerido, así como prestarles apoyo en caso de producirse

cualquier incidencia de calidad derivada de la empresa transportista o de la empresa distribuidora.

c) Proporcionar una adecuada calidad de atención a los clientes.

El capítulo III de la norma regula los planes generales de inversión y los planes anuales de inversión que deben elaborar las empresas transportistas y las empresas distribuidoras.

De esta manera, las empresas titulares de instalaciones de transporte secundario y las empresas distribuidoras que presten servicio a más de 5.000 suministros deberán elaborar quinquenalmente un plan general de inversión. Y en caso, de empresas distribuidoras con más de 100.000 suministros, habrán de elaborar dicho plan con la participación del Departamento competente en materia de energía.

Los referidos planes generales de inversión deberán contener la previsión de los gastos a ejecutar para la realización de nuevas instalaciones y para la adecuación de las instalaciones ya existentes, con un calendario, como mínimo, anual y desagregadas por conceptos y tipos de instalaciones.

En el capítulo IV, se establecen las disposiciones que contienen la regulación de los criterios de diseño de la red eléctrica y de las subestaciones eléctricas.

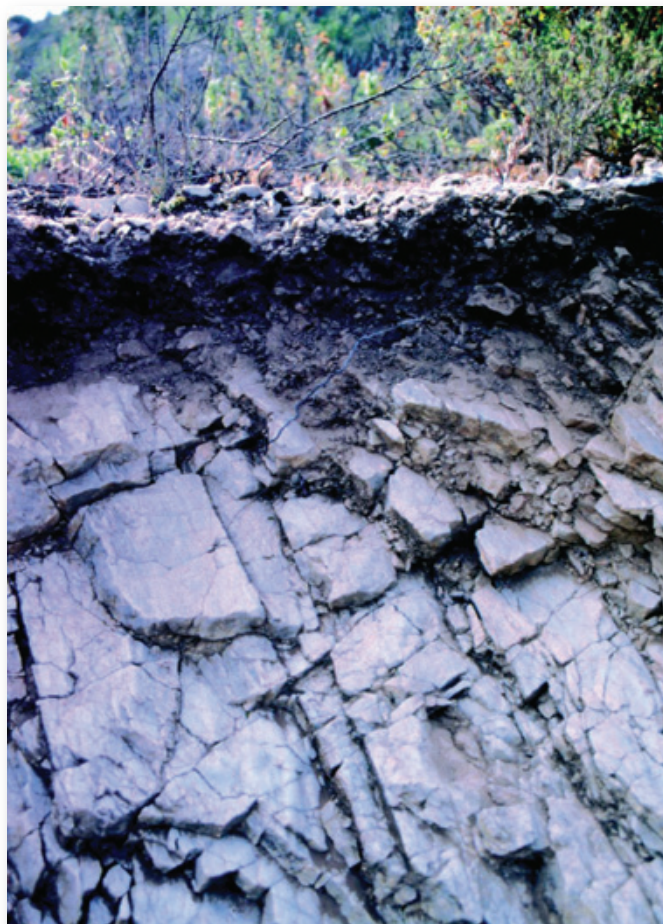
Por último, en el capítulo V se determina el régimen de mantenimiento preventivo y de inspecciones de las instalaciones de transporte y de distribución eléctrica basado en un plan de mantenimiento y un programa de inspecciones periódicas, en el capítulo VI se establece un conjunto de medidas de simplificación en el proceso de autorización administrativa de las instalaciones eléctricas con la finalidad de agilizar su implantación y, en el capítulo VII se regula el régimen de infracciones y sanciones derivado de la ampliación de esta Ley.

• **ISLAS CANARIAS:** Orden de 17 de diciembre de 2008, por la que se aprueba el Plan de Actuación de Calidad del Aire de la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC 13/01/2009)

El Plan de Actuación de Calidad del Aire de la Comunidad Autónoma de Canarias ha sido aprobado como consecuencia de la superación, en 2004, 2005 y 2006, de los valores límite en algunos de los contaminantes regulados en el Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.

Dicho plan puede consultarse en la web del Gobierno de Canarias:

www.gobiernodecanarias.org/cmayerot/medioambiente/calidadambiental/calidaddelaire/documentos.html, donde se halla el contenido íntegro del Plan



En la Unión Europea

• Directiva 208/99/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 relativa a la protección del medio ambiente mediante el Derecho penal (DOUE 06/12/2008)

La Directiva 208/99/CE de 19 de noviembre de 2008 establece las medidas relacionadas con el Derecho penal para proteger con mayor eficacia el medio ambiente.

La presente Directiva establece que las disposiciones indicadas en su anexo deberán estar sujetas a medidas de Derecho penal para garantizar la plena eficacia de las normas sobre protección medioambiental.

De esta manera, se obliga a los Estados miembros a prever sanciones penales en su legislación nacional por las infracciones graves de las disposiciones del Derecho comunitario sobre protección del medio ambiente.

En el artículo 3 de la norma se determina la obligación de los Estados miembros de asegurar que las siguientes conductas sean ilícitas y se cometan dolosamente o, al menos por imprudencia grave:

a) El vertido, la emisión o la introducción en el aire, el suelo o las aguas de una cantidad de materiales o de radiaciones ionizantes que cause o pueda causar la muerte o lesiones graves a personas o daños sustanciales a la calidad del aire, la calidad del suelo o la calidad de las aguas o a animales o plantas

b) La recogida, el transporte, la valoración o la eliminación de residuos, incluida la vigilancia de estos procedimientos, así como la posterior reparación de instalaciones de eliminación, e incluidas las operaciones efectuadas por los comerciantes o intermediarios, que causen o puedan causar la muerte o lesiones graves a personas o daños sustanciales a la calidad del suelo o la calidad de las aguas, así como a animales o plantas

c) El traslado de residuos

d) La explotación de instalaciones en las que se realice una actividad peligrosa, o en las que se almacenen o utilicen sustancias o preparados peligrosos y que, fuera de dichas instalaciones, causen o puedan causar la muerte o lesiones graves a personas, o daños sustanciales a la calidad del aire, la calidad del suelo o de las aguas o animales o plantas

e) La producción, transformación, el tratamiento, la utilización, la posesión, el almacenamiento, el transporte, la importación, la exportación y la eliminación de materiales nucleares u otras sustancias radiactivas peligrosas que cause o puedan causar la muerte o lesiones graves a personas, o daños sustanciales a la calidad del aire, del suelo o de las aguas, así como a animales o plantas.

f) La matanza, destrucción, la posesión o la apropiación de especies protegidas de fauna o flora silvestres, a excepción de los casos en los que esta conducta afecte a una cantidad

insignificante de estos ejemplares y tenga consecuencias insignificantes para el estado de conservación de su especie

g) El comercio de ejemplares de especies protegidas de fauna y flora silvestres o de partes o derivados de los mismos, a excepción de los casos en los que esta conducta afecte a una cantidad insignificante de estos ejemplares y tenga consecuencias insignificantes para el estado de conservación de su especie

h) Cualquier conducta que cause el deterioro significativo de un hábitat dentro de un área protegida

i) La producción, importación, exportación, la comercialización o utilización de sustancias destructoras del ozono.

Los Estados miembros habrán de adoptar las medidas necesarias para garantizar que los delitos anteriores se castiguen con sanciones penales eficaces, proporcionales y disuasorias.

Por otro lado, la Directiva establece que se asegurará que las personas jurídicas puedan ser consideradas responsables por los delitos anteriormente indicados, cuando éstos hayan sido cometidos en su beneficio por cualquier persona, a título individual o como parte de un órgano de la persona jurídica, que tenga una posición directiva en la persona jurídica, basado en:

- Un poder de representación de la persona jurídica
- Una autoridad para tomar decisiones en nombre de la persona jurídica, o
- Una autoridad para ejercer control dentro de la persona jurídica

El plazo para que los Estados miembros pongan en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en esta Directiva será antes del 26 de diciembre de 2010.

2. SERVICIO DE DOCUMENTACIÓN Y CONSULTAS

Con el fin de ampliar la información publicada en esta Sección, se ofrece la posibilidad de establecer una relación directa del Lector con el equipo de especialistas, a fin de aclarar las dudas que se presenten en relación con su contenido.

Para ello, se pueden dirigir a la dirección de correo electrónico siguiente: dyna@revistadyna.com de la revista DYNA o a nuestra página web www.mas-abogados.com, (sección *contactar*). En ellas, también se podrán solicitar los textos completos de las normativas comentadas en esta Sección.

AVANQUEST SOFTWARE PRESENTA STAROFFICE 9, EN EL MERCADO ESPAÑOL

La galardonada Suite de Ofimática crece y ahora es compatible con más estándares y sistemas operativos que nunca

Características y Novedades:

- Herramientas PDF – para importar y editar PDFs y activar opciones de seguridad.
- Mayor compatibilidad con Microsoft® Office – Filtros mejorados de importación y exportación para tratamiento de textos, hojas de cálculo y presentaciones.
- Facilidad de uso mejorada y nuevas opciones office – StarOffice ahora permite realizar muchas más tareas que nunca
- Compatibilidad con Mac OS® X – los usuarios de Mac® obtienen una funcionabilidad completa de StarOffice pues pueden abrir, editar y guardar documentos de Microsoft® Office.
- Crear documentos profesionales, hojas de cálculo, presentaciones y mucho más
- Permite visualizar calendarios de amigos y compañeros, programar citas, hacer seguimiento de tareas con Mozilla Thunderbird y Lightning – una alternativa fácil a Outlook®.
- Compartir archivos, crear blogs, publicar páginas wiki - todo en un mismo programa.
- Utilidades adicionales – eFax, importador de PDF, minimizador de archivos de presentación, Publicador MediaWiki, Blogger y base de datos Report Builder – StarOffice ofrece más a los usuarios
- Asistencia total del equipo de servicio técnico de Sun Microsystems.
- Menús, iconos y barras de herramientas intuitivos – todo lo que el usuario necesita está justo dónde espera encontrarlo
- Numerosas herramientas nuevas que mejoran la creación de gráficos, notas, presentaciones de diapositivas y otras tareas comunes.
- Nueva función que permite incorporar las actualizaciones automáticas online tan pronto como estén disponibles.
- Abre, edita, guarda y comparte archivos Microsoft® Office, además de importar archivos Office 2007 OOXML.
- Funciona con Windows®, Mac OS® X y Linux.
- Exportación/importación de PDF, formato de archivos predeterminado ODF 1.2, compatibilidad con HTML, FLASH y muchos otros formatos de gráficos.



Este producto es facilitado por Avanquest Ibérica
C/Perú, nº 6. Edificio Twin Golf, Bloque B, Oficina 4, Planta 2ª. 28290 Las Matas, Madrid
www.avanquest.com Tél: 91 630 70 45 Fax: 91 636 84 85

CONCURSO

Para participar en el sorteo, enviar este cupón (o sus datos) por cualquiera de los medios siguientes:

- Correo electrónico a **dyna@revistadyna.com**
 - Fax al **94 423 44 61**
 - Correo postal a **Dyna - Alameda de Mazarredo, 69 - 2º - 48009 – Bilbao**
- antes del 15 de Abril de 2009

Referencia: Concurso Staroffice 9

Nombre:

Apellidos:

Dirección:

Teléfono:

Colegiado en.....con el nº:

En cumplimiento de lo establecido en la LOPD 15/1999, le informamos y en este sentido usted consiente, que los datos personales, que nos facilite, sean tratados y queden incorporados en los ficheros de PUBLICACIONES DYNA SL, para el envío periódico de la revista Dyna, sus datos no serán objeto de cesión alguna. En el caso de que no dé su consentimiento para el tratamiento de sus datos, será imposible prestar correctamente los servicios solicitados. Usted además consiente, el envío (incluso por medios electrónicos), de comunicaciones comerciales y publicitarias, por parte de PUBLICACIONES DYNA SL, se compromete a mantener actualizados los mismos. Y podrá ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, dirigiéndose a PUBLICACIONES DYNA SL, C/Alameda de Mazarredo, 69, 48009 Bilbao.

- ☐ No autorizo el envío por medios electrónicos de información comercial, por parte de PUBLICACIONES DYNA SL
- ☐ No deseo que mis datos sean empleados con finalidades publicitarias por parte de PUBLICACIONES DYNA SL

Arqueología Industrial

Ingenieros Industriales de Asturias y León

FONDOS DE ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL

Referencia:	39-A
Situación:	Colegio de Ingenieros Industriales Asturias y León
Denominación:	Manipulador de Morse "Japan"
Finalidad:	Telecomunicación entre dos estaciones mediante impulsos eléctricos generados al cerrarse instantáneamente un circuito cerrando la palanca o pulsador del manipulador
Origen:	Adquirido en una tienda de antigüedades de Gijón ya desaparecida
Antigüedad:	
Fabricante y modelo:	JAPAN
Dimensiones y referencia:	20 x 12 x 8 cm (incluida caja de almacenamiento)
Características principales:	Aparato de construcción en latón con cabeza de pulsador en baquelita en caja de madera y cable de conexión al circuito. Este transmisor está constituido por una palanca con un resorte que mantiene en contacto con un tope del que se separa al apretar el pulsador.
País y localidad de fabricación:	
Grupo de clasificación:	01010010112
Valoración estimada:	295 €
Fecha:	8-04-2005



Normas para los autores de artículos

Paper's instructions for authors

- Los artículos deberán ser originales e inéditos y no deben de haber sido enviados simultáneamente a otros medios de comunicación.
- Tendrán siempre preferencia los que versen sobre temas relacionados con el objetivo, cobertura temática y/o lectores a los que se dirige la revista.
- Todos los trabajos serán redactados en castellano (o inglés para autores de otra lengua) y deberán cumplir los siguientes requisitos:
 - Título en castellano e inglés de 50 caracteres máximo
 - Un breve resumen (Abstract), entre 150 y 250 palabras, en castellano e inglés.
 - Entre tres y cinco palabras clave (Key words) en castellano e inglés, que permitan identificar la temática del artículo
 - No deberían de tener más de aproximadamente **6.000 palabras**, o 17 páginas formato A4 en fuente Arial 10 con interlineado simple (Consultar con DYNA extensiones superiores).
 - Bibliografía relacionada o referencias según normas DYNA en www.revistadyna.com
- Con el objeto de facilitar la "revisión entre pares", el autor deberá asignar el código DYNA de 6 dígitos correspondiente a la temática del artículo, seleccionándolo de entre los códigos disponibles en la dirección de Internet: www.revistadyna.com
- Los originales se remitirán mediante nuestra página web (envío artículos), en formatos .DOC (msword), .RTF, o .TXT. Se recomienda una calidad mínima de 300ppp para las fotografías que se adjunten con el artículo. Se harán constar: Título del artículo, nombre del autor, título académico, empresa o institución a la que pertenece, dirección electrónica, dirección postal y teléfono.
- Se someterán al Consejo de Redacción cuantos artículos se reciban, realizándose la "revisión entre pares" por los expertos del Consejo o los que éste decida. El resultado de la evaluación será comunicado directamente a los autores. En caso de discrepancia, el editor someterá el trabajo a un revisor externo a la revista cuya decisión será trasladada nuevamente al autor.
- Los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.
- La revista se reserva el derecho de no acusar recibo de los trabajos que no se ajusten a estas normas.
- Para mayor detalle sobre estas normas, por favor visite nuestra web <http://www.revistadyna.com> (en el apartado de "autores y evaluadores").
- Paper will be original and unpublished and it must not be concurrently submitted for publication elsewhere.
- **Preference** will be given to article on the main subject areas of the magazine.
- Articles should be written in spanish (or english for authors of another language) and should fulfil the following requirements:
 - **Title** in both **english** and **spanish** with a maximum length of 50 characters.
 - Brief Summary or Abstract, between 150 and 250 words, in Spanish and English.
 - Between three and five key words in english and spanish, that allow to identify the paper thematic
 - Written text should not exceed **6.000 words**, or 17 A4 format pages in 10 size arial font single-spaced (For longer lengths consult with DYNA)
 - Bibliographical references according to DYNA norms at www.revistadyna.com
- To facilitate the "peer review" process, the author will assign the six digits DYNA code corresponding to the paper thematic, selecting it between the codes available at the Internet address: www.revistadyna.com
- Papers should be sent by our web page (envío artículos), in .DOC (MSWord), .RTF, or .TXT format. It is recommended a minimum quality of 300 ppp for the pictures that are enclosed to the article. These papers will include: Article title, author name, academic title, company or institution, email, correspondence address and telephone.
- All papers must pass the Editorial Board (EB) evaluation process. The "peer review" will be made by the Editorial experts or those that the EB decides. The evaluation result will be directly communicated to the author. In case of discrepancy, the publisher will put the work under an external reviewer to the magazine whose decision will again be transferred to the author.
- The authors accept the text correction and the style revision to maintain uniformity criteria for the magazine.
- The magazine reserves the right to not accept articles which do not comply with said instructions.
- To find more details about these instructions, please visit our web page <http://www.revistadyna.com> (authors and referees section).

PROGRAMA DE MONOGRÁFICOS 2009

Estaremos encantados de recibir artículos sobre los temas mencionados en cada monográfico o sobre cualquier otra disciplina dentro del amplio abanico que abarca la Ingeniería Industrial. Se ruega enviar los trabajos 3 meses antes de la publicación del monográfico, para que la revisión se realice con el margen de tiempo suficiente.

Seguridad (Mayo)

- Seguridad de Instalaciones en ambientes laborables
- Normativa y especificaciones técnicas
- Programas de captación de prevención y protección
- Metodologías de la Seguridad Industrial
- Prevención de riesgos medioambientales por agentes químicos, térmicos, ...
- Formación en Seguridad
- Novedades técnicas

Innovación (Septiembre)

- Su necesidad y como desarrollarla
- Creatividad
- Equipos de trabajo
- Modelos de Innovación

- Gestión del talento humano
- La innovación por sectores: Industrial, Educación,...
- La innovación por funciones: Compras, Producción, Ventas,...
- La Innovación como concepto estratégico
- Empresas Innovadoras
- La propiedad Industrial y la Innovación

Energía (Noviembre)

- Eficiencia energética
- Energías renovables: Estado actual y perspectivas
- La energía factor clave del desarrollo sostenible
- Alternativas a los combustibles fósiles La edificación y el ahorro energético
- El estado actual de la energía nuclear
- Avances en el proyecto ITER
- Cogeneración

+ POR —

EN EL SEGURO DE TU AUTOMÓVIL

**amic senior,
el mejor seguro para conductores con experiencia**

PROMOCIÓN ESPECIAL
PARA INGENIEROS INDUSTRIALES, FAMILIARES Y AMIGOS

TE REGALAMOS
HASTA EL 20%
DE LA PRIMA
DE TU SEGURO



**COGE EL DESVÍO
DEL AHORRO**
www.industriales.amicsenior.es

901 12 34 12



Y ADEMÁS, **SOLO** POR SOLICITAR
PRESUPUESTO PARTICIPARÁS
EN EL SORTEO DE

8 Wii + Mariokart + Wii Fit



Promoción válida en todo el territorio nacional hasta el 29/1/10. Las bases de la promoción y de los sorteos están disponibles en todas las delegaciones de AMIC y en Internet. Las condiciones de uso de la tarjeta "tu regalo" se incluyen en las bases de la promoción. Los sorteos se celebrarán ante Notario en las fechas indicadas en las bases.

AMIC SEGUROS GENERALES, S.A.U. C.I.F.: A78920105. Registro Mercantil de Madrid, tomo 9100 general, 7925 de la sección 3ª del libro de Sociedades, folio 200, hoja número 85375, inscripción 1ª
C/ Príncipe de Vergara, 11 - 28001 Madrid.