

ZARAGOZA  
ESPANA-SPAIN

# MATIC09

FERIA  
INTERNACIONAL  
DE AUTOMATIZACION  
INDUSTRIAL  
INTERNATIONAL INDUSTRIAL  
AUTOMATION EXHIBITION

2-4 JUNIO/JUNE  
2009

FUNDI PRESS

# FUNDI Press

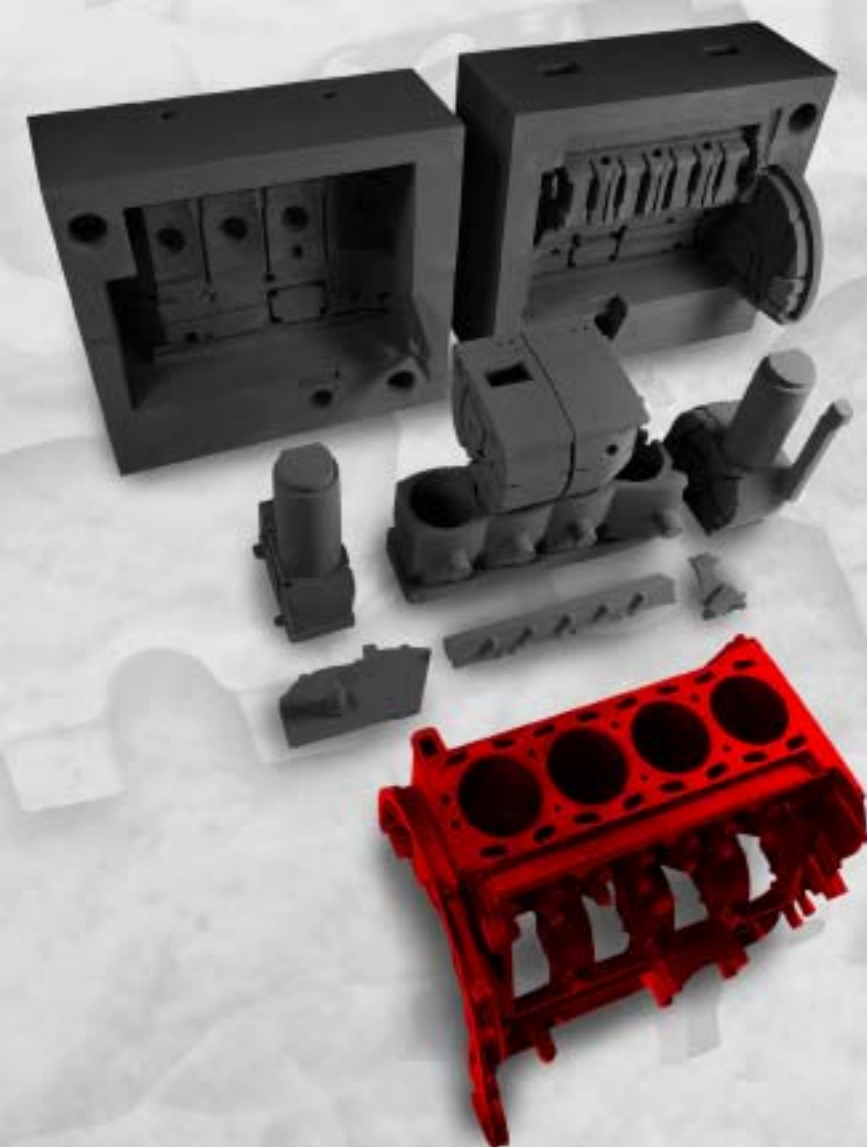
REVISTA DE LA FUNDICIÓN

www.pedeca.es



voxeljet  
technology

Nuestra impresión es sinónimo de innovación



Fabricación directa  
de núcleos a partir de sus propios datos  
CAD en un plazo de 5 días

Tecnología de impresión 3D, resina de furano  
y arena de cuarzo: no modifique sus procesos,  
gane tiempo y reduzca los costes.

www.voxeljet.com



MARZO 2009 • Nº 13



FERIA DE ZARAGOZA

# ASHLAND®

CASTING SOLUTIONS



Pep Set®



Magnaset®



Mini-Mazarotas



Compromiso de Progreso



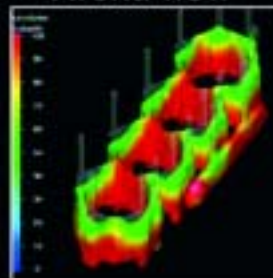
Isocycle®



Bajo Humo



Arena-flow



Isocure Focus™



Filtros



# INFORMACIÓN DE CALIDAD

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL



9 NÚMEROS ANUALES

115 €

(I.V.A. incluido)  
Edición Nacional

150 €

(I.V.A. incluido)  
Edición Internacional



6 NÚMEROS ANUALES

90 €

(I.V.A. incluido)  
Ed. Nacional

115 €

(I.V.A. incluido)  
Ed. Internacional



5 NÚMEROS ANUALES

65 €

(I.V.A. incluido)  
Ed. Nacional

85 €

(I.V.A. incluido)  
Ed. Internacional



6 NÚMEROS ANUALES

90 €

(I.V.A. incluido)  
Ed. Nacional

115 €

(I.V.A. incluido)  
Ed. Internacional

PEDECA *press* Publicaciones

C/ Goya, 20. 4º • 28001 MADRID • Telf.: 91 781 77 76 • Fax: 91 781 71 26 • pedeca@pedeca.es  
www.pedeca.es

SOLUCIONES INDUSTRIALES PERSONALIZADAS

IBERIA ASHLAND  
CHEMICAL, S. A.  
CASTING SOLUTIONS  
Muelle Tomás Olabarri, 4-3º  
48930 Las Arenas-Getxo  
(Vizcaya) España

Tel: 94 480 46 46  
Fax: 94 464 88 61  
e-mail: iac@ashland.com



**voxeljet technology** ofrece servicios en el área de la fabricación de núcleos y moldes de fundición sin herramientas con procedimientos de impresión con resina de furano sobre arena de cuarzo. Esta técnica está diseñada específicamente para la fundición de arena y se puede aplicar en todo tipo de materiales: acero, hierro fundido, aluminio, bronce.

**voxeljet technology** cuenta con más de seis máquinas para el proceso que, a su vez, cuentan cada una de ellas con un volumen espacial de 1.500 x 750 x 700 mm.

Esta tecnología es idónea para la elaboración de

prototipos, núcleos complejos y pequeñas series.

**voxeljet technology** también ofrece soluciones en el área de la fundición a la cera perdida para la fabricación de grandes modelos. Estos modelos se producen con los sistemas de "rapid prototyping" de voxeljet (VX500 y VX800) que también son distribuidos por voxeljet.

Cómo ponerse en contacto:

[thierry.herrero@voxeljet.de](mailto:thierry.herrero@voxeljet.de)

+33 689 121 476

[www.voxeljet.com](http://www.voxeljet.com)

## Sumario • MARZO 2009 - N° 13

Editorial 2

Noticias 4

Air Products y Technip • PIROBLOC introduce el acero inoxidable en el diseño externo de sus calderas • Transmisores de humedad con Ethernet • INEO Prototipos estrena nuevas instalaciones • CryoEase® de Carburos Metálicos.

Información

- Ashland informa 8
- Revisión de la directiva marco de residuos de la UE - *Por Confemetal* 10
- Air Products participa en un proyecto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero 12
- Sensores de nivel con cámara digital MDCLS 14
- ABB establece nuevos criterios de referencia con el IRB 4600 16
- Un moldeado de arena rápido que satisface las más altas exigencias - *Por Dr. Ingo Ederer* 18
- Machería, mejorando productividad y calidad con Foundry Automation SRL - *Por Crisanto Cerdán* 22
- Normfinish Powertrack 24
- Boletín Técnico F.E.A.F. 25
- Nuevos materiales y técnicas de fundición. La fundición artística contemporánea - *Por Sorroche Cruz, A.; Lozano Rodríguez, I; Durán Suárez, J. A. y Peralbo Cano, R.* 30
- MOYVEN lanza innovadoras soluciones medioambientales en el sector de fundición 37
- Últimos desarrollos en el reciclado de chatarra y escoria de aluminio, utilizando hornos rotatorios basculantes - *Por Hormesa* 38
- Mis micrografías - *Por Jordi Tartera* 42
- Inventario de Fundición - *Por Jordi Tartera* 43

Oferta 44

Guía de compras 46

Índice de Anunciantes 48

**Director:** Antonio Pérez de Camino

**Publicidad:** Ana Tocino

**Administración:** Carolina Abuin

**Director Técnico:** Dr. Jordi Tartera

**Colaboradores:** Inmaculada Gómez, José Luis Enríquez, Antonio Sorroche, Joan Francesc Pellicer, Manuel Martínez Baena y José Expósito

**PEDECA PRESS PUBLICACIONES S.L.U.**

Goya, 20, 4º - 28001 Madrid

Teléfono: 917 817 776 - Fax: 917 817 126

[www.pedeca.es](http://www.pedeca.es) • [pedeca@pedeca.es](mailto:pedeca@pedeca.es)

ISSN: 1888-444X - Depósito legal: M-51754-2007

Diseño y Maquetación: **José González Otero**

Creatividad: **Víctor J. Ruiz**

Impresión: **VILLENA**

Por su amable y desinteresada colaboración en la redacción de este número, agradecemos sus informaciones, realización de reportajes y redacción de artículos a sus autores.

FUNDI PRESS se publica nueve veces al año (excepto enero, julio y agosto).

Los autores son los únicos responsables de las opiniones y conceptos por ellos emitidos.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquier texto o artículos publicados en FUNDI PRESS sin previo acuerdo con la revista.

Asociaciones colaboradoras



D. Ignacio Sáenz de Gorbea



Asociación de Fundidores de Cataluña



Asociación de Fundidores del País Vasco y Navarra



Asociación Fundidores del País Vasco y Navarra

D. Manuel Gómez

## Editorial

### OPTIMISMO

**E**n momentos como los actuales y aunque parezca que todo se derrumba a nuestro alrededor, es cuando hay que ganarle el pulso a esta maldita crisis.

Con mucho trabajo, esfuerzo y algo de optimismo saldremos de esta, porque como nos pongamos a pensar en que si ayudas, si subvenciones, si créditos, ... me parece que nos tienen pillados.

Con trabajo y esfuerzo está claro, nunca se nos regala nada y ahora menos. Pero hay que tener ese toque de optimismo en que las cosas van a empezar a moverse, en que hay que consumir, puede que no al ritmo de antes, pero sí que hay que vivir.

En cuanto el consumo comience a ser una realidad y notemos que el dinero se mueve, tarde o temprano la cadena nos llegará.

Este optimismo nos ayuda a enfrentar las dificultades con buen ánimo y perseverancia, de esta manera le ofrecemos este número y los siguientes, esperando una recuperación económica.

Al igual que en otros números, publicamos el último boletín informativo de la Federación Española de Asociaciones de Fundidores (F.E.A.F), junto con las secciones habituales "Mis Micrografías" e "Inventario" del Dr. Jordi Tartera.

*Antonio Pérez de Camino*

MP



# Soluciones **DISA CORE**

MP



TP



## Un solo suministrador desde la arena hasta el macho terminado

### Disparadoras de machos

- DISA CORE MP, 10 - 200 litros
- DISA CORE TP, 20 - 80 litros
- DISA CORE LP, 80 - 300 litros

LP



### Sistemas de preparación de machos de caja fría, caja caliente e inorgánico (proceso Cordis)

### Manipulación de machos

Sistemas con robot, rebabado, ensamblaje de machos, pintado, transporte y secado



### Sistema de aspiración y neutralización de gases (scrubbers) y sistemas de supervisión

[www.disagroup.com](http://www.disagroup.com)

Representante exclusivo para España:

Desde la máquina más simple, hasta la más compleja instalación llave en mano.

**EURO-EQUIP**

INGENIERÍA Y EQUIPOS PARA FUNDICIÓN

c/ Ramón y Cajal, 2 Bis - 4º Dpto. 9 - 48014 BILBAO (SPAIN) • Tel.: (34) 944 761 244 • Fax: (34) 944 761 247 • E-mail: [euroequip@euroequip.es](mailto:euroequip@euroequip.es)

[www.euroequip.es](http://www.euroequip.es)



## Air Products y Technip

Air Products, compañía matriz de Carburos Metálicos y la compañía Technip, han anunciado la prórroga de su acuerdo a largo plazo hasta el año 2020. Este acuerdo ha propiciado el diseño, construcción y puesta en marcha de 30 plantas de producción de hidrógeno y gas de síntesis a nivel mundial. Esta ampliación del acuerdo asegura la continuación de la instalación de plantas industriales para el suministro de hidrógeno y gas de síntesis de una forma fiable y segura a un número cada vez mayor de clientes en el sector de refino, químico y petroquímico.

También permitirá el desarrollo continuo de la gama de plantas para mejorar la eficiencia y los costes.

“Este acuerdo ha sido muy satisfactorio tanto para las dos compañías como para nuestros clientes”, comenta Jeff Byrne, vicepresidente y director general de tonnage gases de Air Products. “Trabajando juntos, suministramos a nuestros clientes, desde plantas con la mejor tecnología, rendimientos, y una seguridad reconocida mundialmente.

Además de tener un diseño muy competitivo, menores tiempos oferta y de plazos de ejecución.

Esto es de gran importancia para la industria del refino y sus mayores necesidades de hidrógeno, ya que le permite reducir sus costes de ingeniería e inversión en dichas plantas”.

Ambas compañías aportan al acuerdo amplia experiencia en el campo del hidrógeno. Technip facilita la licencia de tecnología,

diseño e ingeniería para los reformers de gas natural y Air Products aporta la tecnología de separación de gases.

Air Products con su presencia a nivel mundial y Technip con su extensa lista de referencias, proporcionan un conocimiento de cómo diseñar plantas de la más alta fiabilidad y eficiencia del mercado.

Dichas plantas son propiedad de Air Products, quien las gestiona y mantiene, y suministra a los clientes mediante acuerdos a largo plazo.

Info 1

## PIROBLOC introduce el acero inoxidable en el diseño externo de sus calderas

PIROBLOC, empresa española líder en la fabricación de calderas de fluido térmico de alta calidad, cambia el diseño externo de sus calderas de alta gama, a través de una nueva propuesta moderna y actual.

La compañía, manteniendo siempre su clásico diseño en color rojo que caracteriza ya a sus calderas, presenta ahora un modelo innovador en acero inoxidable, de a-



tractiva y moderna estética, en el que mantiene en su interior la esencia de su tecnología.

El nuevo diseño, fruto de su departamento de Ingeniería, se aplica ya, tanto a sus calderas tradicionales de aceite térmico, como a sus nuevas calderas de vapor eléctricas, dirigidas a diferentes sectores de la industria y servicios.

Desde su departamento de Ingeniería, PIROBLOC desarrolla proyectos a medida de sus clientes, realizando diseños especiales, que complementan su alta gama de productos realizados en serie, ofreciendo un servicio adaptado en cada caso, además de estudios técnicos, diagnosis de instalaciones, asesoramiento técnico y legal.

El objeto es ofrecer cualquiera de sus productos o instalaciones con la máxima garantía de satisfacción para sus clientes.

Info 2

## Transmisores de humedad con Ethernet

Testo, como primer proveedor mundial de tecnología de medición de humedad, ofrece una interface Ethernet para transmisores de humedad.

Ahora, además de las salidas analógicas para tareas de regulación, también se pueden monitorizar los datos de medición ininterrumpidamente. La nueva gama de transmisores de humedad testo 6651 y testo 6681 se diseñó para monitorizar procesos industriales en los sectores de aire acondicionado, procesos y del aire comprimido. La tecnología de última generación testo

# EL COLABORADOR DE LAS **FUNDICIONES**



- Máquinas de moldeo individuales
- Instalaciones de moldeo automáticas
- Máquinas de moldeo sin cajas
- Máquinas de colada automáticas
- Software para Fundiciones

**Hermann-Otto Suderow, S.L.**

Apartado 135, E - 48930 Las Arenas (Vizcaya)

Tel.: + 34 - 94 480 00 18 ó

+ 34 - 94 480 00 26

Fax: + 34 - 94 431 61 35

E-Mail: paul\_suderow@infonegocio.com

[www.wagner-sinto.com](http://www.wagner-sinto.com)



**hws**  
**HEINRICH WAGNER SINTO**  
Maschinenfabrik GmbH

**Heinrich Wagner Sinto Maschinenfabrik GmbH**

Bahnhofstraße 101 · D-57334 Bad Laasphe, Germany

Telefon +49(0)27 52/9 07-0 · Telefax +49(0)27 52/9 07-2 80

info@wagner-sinto.de · [www.wagner-sinto.com](http://www.wagner-sinto.com)



## **Dominios de tecnología:**

- Proceso de moldeo SEIATSU de corriente de aire y prensado
- Proceso de moldeo sin cajas FBO
- Proceso de moldeo de vacío V-Process
- Multi-Pouring-System MPS InjectaFill
- Máquinas de colada automáticas
- Transporte de machos
- Soporte lógico de alta calidad para la fundición entera:
  - Sistemas de gestión y de control de instalaciones
  - Sistemas de gestión de calidad y formaciones correspondientes
- Propia fabricación de cilindros hidráulicos
- Servicio global post venta
- Entrega rápida de piezas de recambio



dispone de soluciones para elevada humedad, procesos de esterilización con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y trazas de humedad.

Los transmisores de humedad testo 6651 y testo 6681 se pueden integrar en el nuevo sistema de monitorización de datos de medición testo Saveris así como en cualquier red Ethernet. Las redes Ethernet están presentes en la mayoría de empresas de forma que el trabajo de integración de un transmisor de humedad a la estructura ya existente es mínimo.

Los transmisores en red vía Ethernet ofrecen múltiples ventajas en muchas aplicaciones como la monitorización en laboratorios, almacenes, salas de producción, salas blancas o sistemas de secado.

Gracias a la profesionalidad del sistema de monitorización de datos de medición el responsable puede disponer de los datos de producción en su mesa en cuestión de segundos. Además de transmitir las señales de las lecturas por salidas analógicas hasta el sistema de control, simultáneamente los datos de medición también se pueden registrar, documentar y visualizar vía Ethernet. Y también existe la posibilidad de enviar alarmas al responsable del proceso.

*Info 3*

## INEO Prototipos estrena nuevas instalaciones

Desde el pasado mes de enero, Ineo Prototipos desarrolla su actividad en unas nuevas instalaciones de 1.000 m<sup>2</sup>, también situadas en Terrassa (Barcelona).

El cambio permite a la compañía fabricar sus productos con mayor eficacia y rapidez, repercutiendo así en la calidad del producto final.

Este nuevo espacio da cabida a los actuales recursos humanos y materiales de la empresa: un equipo de 11 profesionales, 2 máquinas de sinterización, 5 máquinas de vacío, un taller mecánico y de modelos de fundición, una Thermojet destinada a la fabricación de piezas de cera para microfusión y maquinaria adicional para la fabricación de prototipos.

Con este traslado, Ineo Prototipos pretende aumentar su capacidad de respuesta y mejorar así su servicio al cliente.

Nuevas instalaciones en:

C/ Avenc del Daví, nº 6.

Pol. Ind. Can Petit

08227 Terrassa (Barcelona)

Tel.: 937 337 000

Fax: 937 337 001

*Info 4*

## CryoEase® de Carburos Metálicos

Carburos Metálicos, Grupo Air Products, cuenta con el servicio CryoEase® para el suministro de gases como el nitrógeno, oxígeno, argón o dióxido de carbono,



no, entre otros. Gracias a este servicio se puede instalar un depósito compacto que proporciona el gas a la presión adecuada y de forma ininterrumpida, incluso durante la recarga de los depósitos.

Al utilizarse un solo depósito en vez de los habituales bloques de botellas, se consigue una reducción del espacio necesario. Por poner un ejemplo, un pequeño depósito de líquido puede contener el equivalente a 16 botellas a alta presión ocupando un espacio más reducido. Asimismo, al instalarse un sólo depósito se mejora la seguridad y eficacia, ya que el gas se canaliza directamente al punto de utilización, se evita el riesgo de contaminación cruzada al ser recipientes de uso exclusivo, y las entregas, que disminuyen respecto a las botellas, no requieren de la intervención ni manipulación por parte del cliente.

Otra de las ventajas del sistema CryoEase® es su amplia gama de depósitos que van de los 25 a los 2.000 litros al igual que su fácil instalación. Para su ubicación normalmente no es necesaria ninguna cimentación especial, ni licencia de obra y no requiere de corriente eléctrica ni otros servicios.

*Info 5*



**Del 29 de septiembre al 2 de octubre de 2009**



**Un encuentro monográfico y exclusivo en España**

La Feria Internacional de la siderurgia, maquinaria, equipos y suministros para fundición, forja, laminación y tratamiento de superficies se convierte en una cita con identidad propia.



**Un espacio de máximo interés comercial**

La Feria Internacional de la Automatización es un centro de intercambio comercial en el que estarán presentes las empresas más relevantes de automatismos, transmisiones y componentes, robots de soldadura, ingenierías o mantenimiento.



**Con la presencia de cerca de 700 empresas**

La Feria Internacional de la Subcontratación y Cooperación Interempresarial reúne a empresas relacionadas con la fundición, transformación metal-mecánica, de plástico, vidrio y caucho, mecanización, tratamiento y recubrimiento de superficies.

**Con todo el apoyo para que logre los máximos contactos**

Con una ambiciosa campaña de visitantes-compradores dirigida a más de 50.000 profesionales de todo el mundo.

BILBAO EXHIBITION CENTRE  
P.O. Box: 468  
48080 BILBAO  
Tel.: (+34) 94 404 00 78 / 93  
Fax: (+34) 94 404 00 01  
E-mail: [cumbre@bec.eu](mailto:cumbre@bec.eu)

[www.bilbaoexhibitioncentre.com](http://www.bilbaoexhibitioncentre.com)

**B!  
E!  
C!** BILBAO  
EXHIBITION  
CENTRE

**EXPOSSIBLE!**

# Ashland informa



**N**os comunican que Iberia Ashland Chemical S.A. y Exaloid Süd-Chemie, S.L. disponen de una nueva versión de su Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, y para dar cumplimiento a los requisitos establecidos en su sistema de gestión medioambiental y de prevención de riesgos laborales, basado en la norma ISO 14.001:2004 y OHSAS 18001:2007 respectivamente, nos adjuntan una copia de la misma.

Asimismo, nos informan que pueden consultar los principios guía de Compromiso de Progreso a los que la política hace referencia en la página Web de FEIQUE ([www.feique.org/comunica/pg2003.pdf](http://www.feique.org/comunica/pg2003.pdf)).

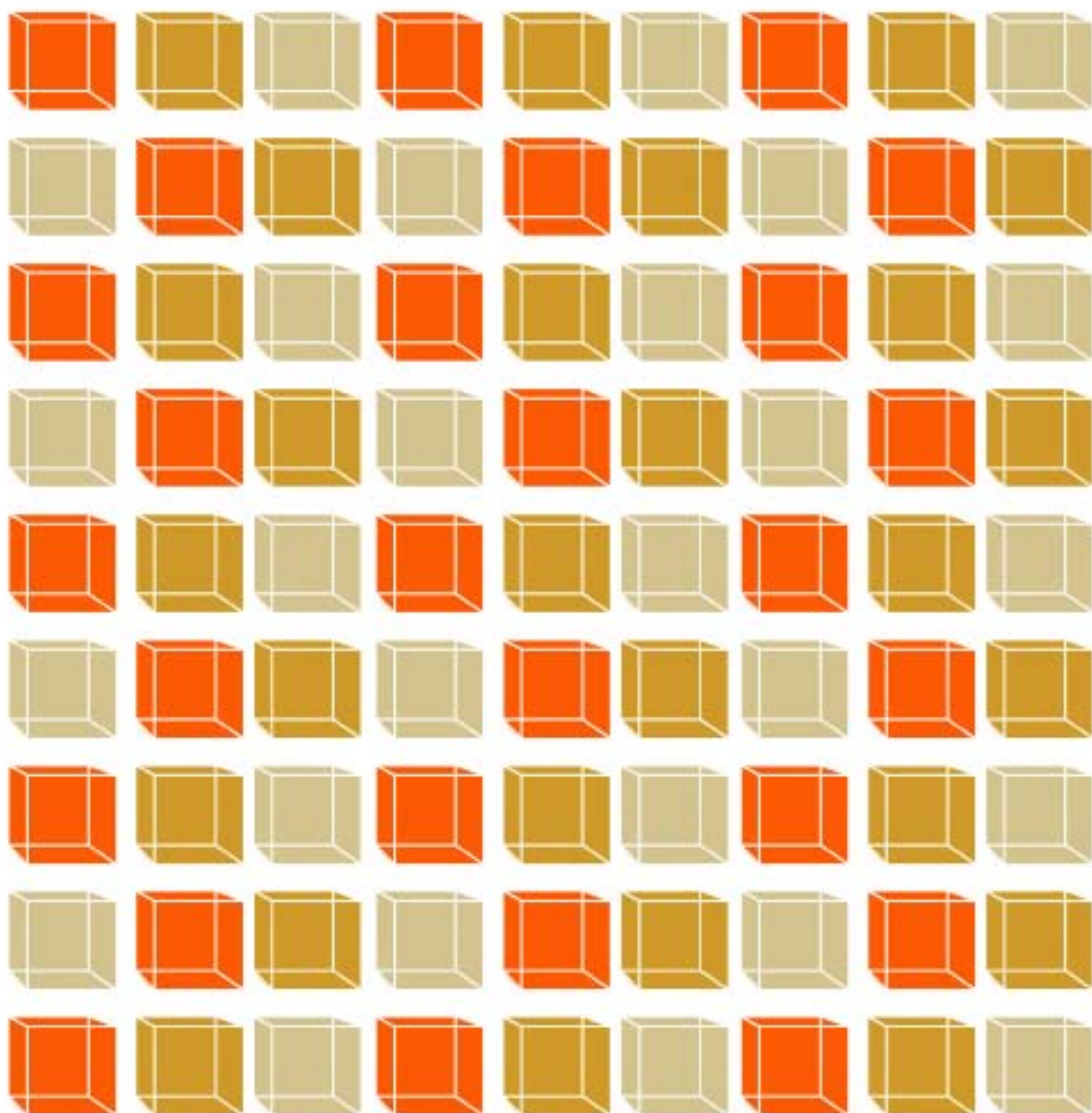
M O L D

E X P O

Feria Internacional de Moldes y Matrices  
International Mould and Die Exhibition

2-4 JUNIO/JUNE  
2009

ZARAGOZA  
(SPAIN)



Organiza/organised by:

Tel. (+34) 976 764 700  
Fax (+34) 976 330 649

[moldexpo@feriazaragoza.es](mailto:moldexpo@feriazaragoza.es)  
[www.moldexpo.es](http://www.moldexpo.es)



Colabora

Revista

**MOLD** Press

# Revisión de la directiva marco de residuos de la UE

Por Confemetal

**E**l pasado 22 de noviembre ha visto finalmente la luz la Directiva por la que se crea un nuevo marco para la gestión de los residuos en la UE, con el fin de fomentar la reutilización y el reciclaje de los residuos y simplificar la legislación actual.

Con la nueva legislación se procura reducir el vertido de residuos y las emisiones de gas de efecto invernadero en los vertederos, promoviendo la utilización de los residuos como recurso secundario.

La Directiva presenta un nuevo planteamiento en materia de gestión de residuos, en el que se hace hincapié en la prevención. Los Estados miembros deberán, por lo tanto, elaborar y ejecutar programas de prevención de residuos y la Comisión Europea deberá informar periódicamente sobre los progresos realizados en este ámbito.

Además en la Directiva se establece una jerarquía en materia de tratamiento de los residuos, aplicable en el marco de la definición de las políticas nacionales de gestión de residuos, en la que se prevén las cinco acciones siguientes por orden de prioridad:

- Prevención de residuos (solución que debe favorecerse);
- Reutilización;
- Reciclaje;
- Valorización (incluida la valorización energética), y
- Eliminación de los residuos, como último recurso.

En la aplicación del principio de jerarquía, los E-EMM deberán adoptar aquellas medidas tendentes a fomentar las opciones más favorables desde el punto de vista del impacto global sobre el medio ambiente. Esto incluye la posibilidad de que la mejor opción exija la desviación del principio general de jerarquía de determinados flujos de residuos en consideración a impactos globales y económicos.

La directiva establece objetivos de reciclado. Para el 2020 se fijan como objetivos:

- 50 % de preparación para la reutilización y el reciclado de residuos del papel, los metales, el plástico y el vidrio de los residuos urbanos y similares.
- 70 % de preparación para la reutilización, el reciclado y demás recuperación de materiales de los residuos no peligrosos procedentes de la construcción y de las demoliciones.

Además la Directiva establece:

- Objetivos medioambientales;
- Define los conceptos de valorización, eliminación, fin de la condición de residuo y subproducto;
- Definiendo las condiciones de mezcla de residuos peligrosos;
- Previendo un procedimiento encaminado a establecer normas técnicas mínimas para las operaciones de gestión de determinados residuos.

Otro de los aspectos novedosos de esta directiva frente a su predecesora es la introducción de la

responsabilidad ampliada del productor, cuyo objetivo reconocido en la propia directiva es apoyar el diseño y fabricación de bienes que tengan plenamente en cuenta y faciliten el uso eficaz de los recursos durante todo su ciclo de vida, incluidos su reparación, reutilización, desmontaje y reciclado sin perjudicar a la libre circulación de bienes en el mercado interior.

En virtud de la misma, los estados miembros podrán adoptar medidas para asegurar que cualquier persona física o jurídica que desarrolle, fabrique, transforme, trate, venda o importe productos de forma profesional, vea ampliada su responsabilidad de productor.

Teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del producto (ecodiseño), estas medidas podrán incluir, por ejemplo, la aceptación de los productos devueltos y de los residuos que queden después de haber utilizado dichos productos, la subsiguiente

gestión de los residuos, la responsabilidad financiera de estas actividades, o la publicación de información sobre en qué medida el producto es reutilizable y reciclable.

Esto, que formará parte del desarrollo específico de cada país, deberá tomar en consideración, en todo caso, la viabilidad técnica y económica y el conjunto de impactos medioambientales y garantizar asimismo el correcto funcionamiento del mercado interior.

La Directiva publicada deroga la Directiva marco vigente relativa a los residuos (2006/12/CE), la Directiva relativa a los residuos peligrosos (91/689/CEE) y una parte de la Directiva relativa a la gestión de aceites usados (75/439/CEE).

Corresponde ahora a los Estados miembros incorporar la Directiva a sus respectivas legislaciones en el plazo de dos años.



**MODELOS VIAL, S.A.**  
UTILLAJE PARA FUNDICIÓN  
FOUNDRY PATTERNS AND TOOLINGS



## MODELOS Y UTILLAJES DE PRECISIÓN POR CAD-CAM

### MODELOS EN

Madera, Metal, Plástico y Poliestireno, Coquillas de Gravedad, Coquillas para Cajas de Machos Calientes, Modelos para el Sector Eólico.



Larragana, 15 01013 Vitoria/Gasteiz Alava (Spain)

Tel.: 945 25 57 88 (3 líneas) Fax 945 28 96 32

e-mail: [modelosvial@modelosvial.com](mailto:modelosvial@modelosvial.com) - e-mail Departamento técnico: [tecnica@modelosvial.com](mailto:tecnica@modelosvial.com)

Visítenos en: [www.modelosvial.com](http://www.modelosvial.com)

## Air Products participa en un proyecto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero

**A**ir Products, compañía matriz de Carburos Metálicos, ha firmado un acuerdo para suministrar el oxígeno, los servicios de ingeniería y equipos asociados para un proyecto a desarrollar en Gran Bretaña y liderado por la compañía Doosan Babcock.

El objeto es desarrollar una nueva tecnología para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El acuerdo forma parte del proyecto "OxyCoal 2" que se desarrollará en Renfrew, Escocia y demostrará los beneficios de la tecnología de combustión con oxígeno puro, denominada "oxifuel" en la captura del dióxido de carbono en las centrales térmicas de carbón.

En la combustión oxyfuel, se usa oxígeno puro en vez de aire y se aumenta la concentración del dióxido de carbono en los gases de combustión, disminuyendo los costes de captura.

"OxyCoal 2" es un proyecto piloto de una gran importancia, ya que tiene una capacidad térmica de 40 MW. Los datos de diseño y operación permitirán implementar la tecnología "oxyfuel" tanto en centrales térmicas de carbón existentes como de nuevo diseño en todo el mundo.

En este proyecto de millones de dólares, Doosan Babcock hará diversas modificaciones en su planta experimental de Renfrew para adaptarlo a oxicomustión de carbón pulverizado con reciclo de gases de combustión. La instalación se espera que esté terminada para principios del 2009 y comenzar las primeras pruebas en Marzo de 2009.

"Air Products está orgulloso de formar parte del proyecto Oxycoal 2 y preveemos que los resultados de estas pruebas tendrán consecuencias globales.

Nuestra avanzada tecnología de oxycombustion promete ser un componente crítico en los temas de cambio climático.

Air Products ha sido una compañía líder en el desarrollo de la tecnología oxycombustion, desde un primer estudio que realizamos con Doosan Babcock hace más de una década.

Este último proyecto de investigación y desarrollo de tecnología es un paso importante para estar cada vez más cerca de encontrar una solución viable a la captura del CO<sub>2</sub>" comenta Steve Carney - Business Development Mgr- Energy Group - Air Products.

"Air Products es reconocida mundialmente por sus capacidades y experiencia en el diseño, integración y operación de grandes plantas criogénicas de oxígeno y en la purificación de dióxido de carbono.

Todo ello nos proporciona un gran respaldo en el desarrollo de la tecnología oxyfuel para la disminución de emisiones de gases efecto invernadero" comenta Alan Belk, Director Tonnage Gases Europe -Air Products.

"Nuestro desarrollo conceptual de una central térmica de oxycombustión con captura de CO<sub>2</sub>, está basado en una amplia experiencia con la tecnología de centrales térmicas de combustión con aire.

Este desarrollo de oxycombustión con captura de CO2 nos permite confiar que esta tecnología será comercializada con éxito.

Trabajando con nuestros socios en este nuevo proyecto, seremos capaces de conseguir los conocimientos necesarios para acelerar la implementación de proyectos de tecnología de combustión limpia de carbón, tanto en el Reino Unido como en el resto del mundo” comenta Ian Millar, Consejero Delegado de Doosan Babcock.

El proyecto “Oxycoal 2” está patrocinado y financiado por el “Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (BERR)” del Reino Unido y está dentro del programa de demostración “Hydrogen Fuel Cells and Carbon Abatement Technologies (HFCCAT).

Doosan Babcock Energy Limited es la empresa que está lidera el proyecto. “Sottish and Southern Energy” es el principal patrocinador, junto con otros patrocinadores y participantes, entre los que están incluidos: Air Products Plc, DONG Energy Generation, Drax Power Limited, EDF Energy, E.ON UK PLC y Scottish Power, así como el Imperial College, London y la Universidad de Nottingham.

El proyecto de demostración Renfrew continúa con el largo historial de colaboraciones entre los miembros del proyecto Oxycoal 2. Como parte de otro proyecto, Air Products está investigando con el Imperial College y Doosan Babcock las reacciones químicas clave de un proceso innovador que recupera el CO2 en los gases de combustión.

Esta tecnología ha sido citada recientemente en un estudio publicado “Future CO2 Capture Technology Options for the Canadian Market”.

El informe es el resultado de dos años de estudio y evaluación por parte del BERR y la Canadian Clean Power Coalition. Revela que esta tecnología ofrece unos costes de captura y consumo de energía de CO2 similares a los procesos convencionales de captura mediante lavado de gases.

**Del 29 de septiembre  
al 2 de octubre de 2009**

## **Feria Internacional de la Subcontratación y Cooperación Interempresarial**



**09**

# **subcontratación CUMBRE**

**Más de 16.000 empresas  
pueden convertirse en sus  
mejores clientes**

Impulsando la actividad industrial y comercial entre empresas relacionadas con la fundición, transformación metal-mecánica, de plástico, de vidrio y caucho, mecanización, tratamiento y recubrimiento de superficies.

**Con todo el apoyo para que logre los máximos contactos**

Con una ambiciosa campaña de visitantes-compradores dirigida a más de 50.000 profesionales de todo el mundo.

BILBAO EXHIBITION CENTRE  
P.O. Box: 4028  
48020 BILBAO  
Tel: (+34) 94 404 00 78 / 93  
Fax: (+34) 94 404 00 01  
E-mail: [cumbre@bec.es](mailto:cumbre@bec.es)

[www.bilbaoexhibitioncentre.com](http://www.bilbaoexhibitioncentre.com)

**B!  
E!  
C!** BILBAO  
EXHIBITION  
CENTRE

EXPOSSIBLE!

## Sensores de nivel con cámara digital MDCLS

La empresa VORKAUF, S.A. presenta la última novedad de su representada MODULOC Control Systems Ltd, los sensores de nivel con cámara digital MDCLS.

El uso habitual de estos sensores es en las industrias de fundición, especialmente fundiciones de aluminio, fundiciones de aluminio inyectado y fundiciones de plomo y cobre.

En todas estas industrias es indispensable un control preciso, fiable y prolongado del nivel de los regueros, bebedores y mazarotas que se utilizan en una planta de fundición. Con esto en mente, estos sensores de nivel incorporan salidas digitales que confirman que la medición del nivel es transmitida y que la temperatura interna está dentro de los límites.

Los sensores de nivel con cámara digital MDCLS son unidades compactas con óptica y procesador de señales integrados para una medida precisa del nivel de líquido. Un punto láser focalizado es diri-

gido sobre la superficie del líquido y la distancia de la imagen es determinada por una cámara CCD interna. Los LEDs indican si el objeto está en el centro o en el límite del rango de medida. Viene equipado con un software de instalación para conexión a PC y para visualizar los valores medidos. La medición de datos es vía RS232 así como mediante salida analógica 4-20 mA.

Todos los modelos operan a una frecuencia de 1.000 mediciones por segundo, una frecuencia de actualización de la salida de serie de 1.000 puntos de medición por segundo o inferior.

La cámara está alojada en una segunda carcasa robusta de acero inoxidable equipada con ventilación de aire refrigerada por vórtice, así como purga de aire de la tobera de protección. Esto permite una sustitución de la cámara sin alterar la configuración del montaje. El cable de conexión también está encapsulado en un conducto flexible inoxidable como protección contra salpicaduras de metal caliente.



Todos los modelos tienen una funcionalidad de programación/selección. El modo grupo es la característica principal. En el modo grupo se calcula un promedio de un número de puntos de medida erróneos (cero), generalmente todos, antes de calcular el valor promedio. Los valores promedio son calculados a la frecuencia de medida completa y son utilizados para convertir las señales analógicas.



DISEÑANDO Y FABRICANDO HORNOS Y ESTÚFAS INDUSTRIALES DESDE 1945

HORNOS ALFERIEFF contabiliza la construcción de más de 1100 hornos, por ello, contamos hoy con una renombrada experiencia en el campo de los hornos industriales.

**HEA**

**HORNOS ALFERIEFF®**

VISITE NUESTRA NUEVA [www.alferieff.com](http://www.alferieff.com)



C/Doctor Marañón, 11 - 28220 Majadahonda (Madrid) · Tel: +34 91 639 69 11 · Fax: +34 91 639 48 18 · Email: hornos@alferieff.com

## Granalladoras Ventilación Industrial



*La solución  
para el tratamiento  
de superficies*



**Talleres ALJU, S.L.**

Ctra. San Vicente, 17 • 48510 VALLE DE TRÁPAGA - VIZCAYA - ESPAÑA

Tel.: +34 944 920 111 Fax: +34 944 921 212 • e-mail: alju@alju.es - Web: www.alju.es

**50**  
ANIVERSARIO

## ABB establece nuevos criterios de referencia con el IRB 4600

**A**BB, proveedor líder de robots industriales, presenta el robot de tamaño medio más rápido, más preciso y más ligero de todos los tiempos. En nuevo IRB 4600 se caracteriza por su nuevo diseño compacto y ligero, con un brazo superior de aluminio y ruedas dentadas rectas diseño de ABB. El robot incorpora QuickMove y TrueMove, la innovadora tecnología punta de movimientos de ABB que define el rendimiento exacto y la precisión de recorrido con el mínimo tiempo de ciclo.

El IRB 4600 se comercializa en cuatro versiones: dos versiones con brazo corto (2,05 m) para capacidades de carga de 60 ó 45 kg, y dos versiones con brazo largo (2,50 y 2,55 m) para capacidades de 40 ó 20 kg. El nuevo robot tiene un área de trabajo extremadamente amplia, unos tiempos de ciclo mínimos. Puede montarse en el suelo, inclinado e incluso invertido.

Gracias a su capacidad para funcionar invertido, tiene también un excelente radio de acción por debajo de la base del robot, el alcance vertical más amplio del mercado en los de su categoría y puede colocarse encima de las máquinas.

“Creo que todos buscan la solución más eficiente en su mercado. En éste, lo fundamental es el rendimiento, la calidad y el coste del ciclo de vida, todos sinónimos de los robots de ABB. El IRB 4600 es el robot más eficiente del mercado. Si lo que busca es un robot avanzado con el mejor rendimiento, el

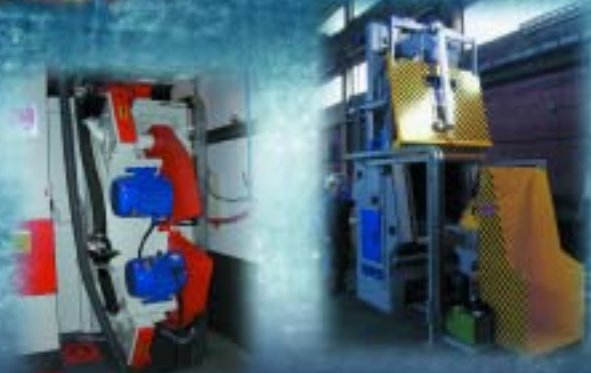


IRB 4600 es la mejor elección, sencillamente. No se encuentra nada parecido en el mercado”, asegura Gustaf Flodström, director de proyecto de ABB.

Con un peso ligeramente superior a los 400 kilos, se trata del robot más ligero de los que se ofrecen en el mercado para aplicaciones diversas. El nuevo diseño, sin barras paralelas, ofrece un área de trabajo más amplia, y el cuerpo compacto encajará en las estaciones de trabajo de los usuarios u ocupará menos espacio que cualquier otro robot de su categoría. El IRB 4600 está diseñado para soportar entornos hostiles; todos los robots están protegidos de conformidad con la norma IP 67.

# GRANALLADORAS

**COGEIM** S.R.L. EUROPE



**ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.**

C/ Caspe, 79, 2º piso • 08013 Barcelona • Tel: +34 932 461 000 • Fax: +34 932 470 721 • info@aymsa.com • www.aymsa.com



**DESARROLLADAS PARA REDUCIR SUS COSTES:  
SOLUCIONES TECNOLÓGICAS INNOVADORAS**

Sólo en Hannover - todas las tendencias para el sector de Construcción de Maquinaria:

- Tecnologías motrices y de fluidos
- Soluciones de automatización
- Robótica industrial
- Tecnologías de control, medición y regulación, sensores
- Tecnologías de la energía / electrónica
- Sistemas de monitorización de condiciones
- Servicios basados en la informática
- Suministros auxiliares para sistemas
- Componentes y materiales
- Procesos y soluciones de fabricación
- Investigación/nuevas tecnologías
- Tecnologías de vacío y aire comprimido
- Tecnologías de superficies



GET NEW  
TECHNOLOGY FIRST  
20-24 APRIL 2009

[hannovermesse.com](http://hannovermesse.com)



MAHNEER CONSULTORES DE PERAS INTERNACIONALES, S.L. - [www.hspan.com](http://www.hspan.com) - [info@hspan.com](mailto:info@hspan.com)

# Un moldeado de arena rápido que satisface las más altas exigencias

Por Dr. Ingo Ederer, director general de voxeljet

La reducción de los ciclos productivos con unos costes de elaboración bajos es también una de las principales exigencias planteadas al moldeado de arena. Voxeljet technology utiliza un procedimiento de impresión 3D que reduce el proceso de impresión de varias semanas a, tan sólo, unos días.

Los productos industriales suelen estar integrados, en un alto porcentaje, de piezas de fundición. Por ejemplo, los motores diesel se componen entre un 70 y un 80 por ciento de piezas fundidas. Con los procedimientos anteriores y con los pasos de trabajo ligados a ellos (como, por ejemplo, elaboración de modelos y moldes, moldeo y fundición), las piezas fundidas se podían fabricar en un plazo de entre 12 a 16 semanas. Este ciclo de producción es, para cada vez más fabricantes, demasiado prolon-

gado. “La necesidad de un suministro a muy corto plazo de las primeras piezas de fundición es cada vez más habitual”, afirma el Dr. Thomas Schuster, director de la sección de Preparación de trabajos de fundición de MAN Diesel SE de Augsburg. A lo que añade: “Nos gusta comprometernos con esta tarea y consideramos la capacidad de ofrecer una respuesta rápida como un medio para distinguirnos de la creciente competencia”.

## El procedimiento de impresión con molde de arena 3D es la base adecuada

El uso del procedimiento de impresión 3D implementado por voxeljet technology permite fabricar rápidamente piezas de fundición. Como especialistas para sistemas de impresión 3D, voxeljet une la última tecnología inkjet de alto rendimiento con elaboración rápida y ofrece sistemas de impresión 3D, tecnología de impresión y de dosificación, y distintos servicios.

El llamado procedimiento “Generis-Sand” se basa en una tecnología de impresión 3D en que un material de moldeado (como, por ejemplo, arena de cuarzo) se dispone en finas capas sobre una base de moldeado. A continuación se imprime de forma selectiva con resina de furano. La resina une las partículas dentro y por debajo de la capa. De esta forma, los moldes deseados se generan por ordenador y de forma totalmente automática capa a capa (véase, ilustración Impresión 3D). El procedimiento aditivo permite crear geometrías complejas con la mayor precisión. Para ello, el operario sólo tiene que intro-



En voxeljet, seis grandes sistemas de impresión S15 procesan hasta 27 toneladas de arena a la semana.



Proceso Generis-Sand, visión general.



Desempaquetado de piezas en vacío.



Acabado manual.

ducir los datos CAD del modelo. Para la construcción se pueden utilizar todos los programas CAD 3D que generen datos Step o Iges y que dispongan de una interfaz de exportación. “Estos requisitos los cumplen casi todos los programas CAD utilizados hoy en día a nivel comercial. Voxeljet suele trabajar con Solid Works y Rhino”, explica el Dr. Ingo Ederer, director general de voxeljet.

### Numerosas opciones de construcción

En términos generales, el procedimiento de voxeljet permite implementar muescas traseras y particiones de moldeado. El constructor no necesita disponer de ángulos de desmolde. No obstante, se recomienda insertar perforaciones de transporte para grandes núcleos y moldes de más de 30 kg. Los datos de construcción se pueden transmitir fácilmente a través de correo electrónico (si el volumen de dato es relativamente pequeño y no supera los 15 MB). Si el volumen de datos es mayor, los datos se transfieren a través de líneas FTP u Odette.

Las máquinas de tipo S15 utilizadas por voxeljet procesan datos STL que genera voxeljet gracias a su experiencia a partir de datos Step o Iges. Sin embargo, los clientes también pueden crear sus propios datos STL y transmitirlos a voxeljet. Transcurridos al menos tres días, se tiene el molde listo para fundición que se envía al cliente por mensaje o servicio de transporte. Además, los servicios



Núcleo de camisa de agua.



Culata de cilindro gran diesel fundida.

de voxeljet también pueden incluir la elaboración de la pieza de fundición. La compañía adjunta documentación detallada con los núcleos con diseño especialmente complejo o difíciles de almacenar. Si los núcleos no ofrecen, por sí solos, la estabilidad necesaria, se integran refuerzos.

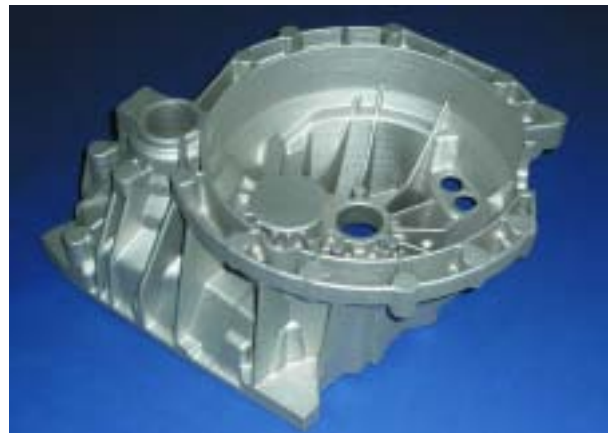
Voxeljet cuenta, en este momento, con más de seis instalaciones del tipo S15 capaces de fabricar piezas de un tamaño de hasta 1,5 m x 0,75 m x 0,7 m en distintos materiales. Cortando y pegando el núcleo original o el molde también se pueden elaborar piezas de mayor tamaño. Voxeljet moldea cada semana hasta 27 toneladas de arena. "Fundiciones y constructores de moldes de toda Europa utilizan ya este servicio único", afirma Ederer satisfecho.

### Crecimiento de las áreas de aplicación

Durante mucho tiempo, el principal área de aplicación fue la industria automovilística que utiliza el procedimiento para producir componentes de motor y piezas de automóvil. Pero cada vez se produ-



Molde de fundición de arena para culata de cilindro gran diesel.



Voxeljet fabricó la campana de embrague con un grosor extremadamente fino de capas con los procedimientos de impresión 3D.

cen en mayor medida moldes para piezas individuales y series más reducidas para el usuario final. La preparación de repuestos específicos de cliente goza también de una creciente popularidad.

En la prestación de servicios de voxeljet hay que destacar la experiencia con todo tipo de materiales. Las arenas de cuarzo se pueden utilizar con un nivel de granulado de muy fino a muy basto. Además, voxeljet está en posición de utilizar otras arenas. Algo necesario, por ejemplo, en la fundición de piezas de acero y hierro fundido. Las altas temperaturas resultantes de estos procesos provocan lo que se denomina "inversión de cuarzo", que puede causar fisuras en las piezas de fundición. Por este motivo, voxeljet utiliza otras arenas sin inversión de cuarzo o que ya hayan superado este proceso de aumento repentino de volumen.

En el abanico de servicios de voxeljet se incluye, por ejemplo, la fabricación de moldes de fundición de arena para culatas de cilindro gran diesel de MAN Diesel con un peso de fundición de 2,2 toneladas, con unas dimensiones externas del medio molde de 1.460 x 741 x 600 mm. No obstante, voxeljet también puede fabricar moldes de arena para piezas de fundición con un grosor extremadamente reducido. El especialista en automoción Koncast pidió un molde de arena para una campana de embrague cuyo punto más fino medía menos de unos milímetros. En este tipo de zonas especialmente delicadas, las labores de limpieza de restos de arena de los moldes requieren un gran tacto y el uso de herramientas endoscópicas. El principal problema es que la arena no ligada no se desprende por sí sola y hay que retirarla mediante aire comprimido, un pincel, un aspirador o un cepillo. Según el tipo de arena, la limpie-

za del molde puede resultar más o menos compleja. Con los tipos de arena GS19 y GS25 también se pueden limpiar superficies con muescas traseras pronunciadas e innaccesibles para las herramientas. Por contra, no se pueden crear así las hendiduras de molde de un tamaño demasiado reducido para las herramientas habituales, formadas con GS14 y que, por lo demás, escapan a todo control.



Se sigue un control de calidad en el que voxeljet utiliza el procedimiento de proyección de luz rasante de GOM. En este proceso se miden los datos globales y se comparan con los datos de entrada. Frente a la comprobación puntual (sistema tráctil con máquinas 3D), aquí se comprueba todo el módulo.

**MÁQUINAS DE LAVADO Y DESENGRASE INDUSTRIAL PARA TODO TIPO DE PIEZAS**

**HORNOS INDUSTRIALES HASTA 1300°C**

**ESTUFAS ESTÁTICAS Y CONTINUAS HASTA 600°C PARA CALENTAR Y SECAR**

**INSTALACIONES PARA EL PINTADO DE PIEZAS DIVERSAS**

**Fabricamos:**

- HORNOS Y ESTUFAS PARA:**
  - Templar, - Secar, - Fundir ...
- INSTALACIONES DE PINTURA:**
  - Lavado, - Fosfatado, - Pintado ...
- MÁQUINAS PARA TRATAR SUPERFICIES:**
  - Lavar, - Desengrasar, - Fosfatar, - Secar ...

**Boutermic S.A.**

Tel: 933 711 558 - Fax: 933 711 408  
 www.boutermic.com  
 e-mail: comercial@boutermic.com

**VULKAN INOX GmbH**  
Abrasive Technology

**VULKAN**  
Go ahead

**Granalla de acero inoxidable para superficies libres de oxidación**

**CHRONITAL<sup>®</sup>** esférica  
**+ GRITTAL<sup>®</sup>** angular, endurecida

Nuestra oficina en España / Portugal  
**VULKAN INOX GmbH**  
 c/o Cámara de comercio Alemana para España • Avda. Pío XII, 26-28 • E-28016 Madrid  
 Tel. +34 902 105 418 • Fax +34 902 105 418 • E-Mail: vulkan@ahk.de  
[www.vulkan-inox.de](http://www.vulkan-inox.de)

- Granallado de limpieza
- Rebarbado
- Texturización
- Probado
- Eficáz
- Inoxidable

# Machería, mejorando productividad y calidad con Foundry Automation SRL

Por Crisanto Cerdán

**P**roducir buena calidad de machos es tan esencial para las fundiciones como el producir buena calidad de piezas. Por este motivo, Foundry Automation SRL ha perfeccionado su know-how en diferentes aplicaciones técnicas de machería, durante los últimos años.

La necesidad de reducir los costes, mejorar la productividad y calidad de las plantas con una relativa y rápida amortización, son claves exigidas por nuestros clientes.

En términos de nuevas soluciones, Foundry Automation ha conseguido excelentes resultados con el sistema UNICORE para machería.

En los últimos años, Italia ha estado ofreciendo la tecnología UNICORE –y soporte técnico– a varias fundiciones por todo el mundo, obteniendo una perfecta calidad de paquetes de machos como base para una excelente producción de fundición.



Vista general planta UNICORE.

## ¿Cómo es este sistema UNICORE?

El sistema UNICORE consiste en unidad robotizada para producción automática de paquetes de machos. Este sistema implica menos mano de obra y mayor eficiencia para las fundiciones.

Los machos se producen en una disparadora estándar, en función de su tamaño y volumen de dis-



Paquete machería ensamblado por un sistema UNICORE.



paro, entonces los paquetes de machos son preensamblados por robots industriales.

El UNICORE provee de una fijación del paquete de machos disparando un macho adicional en el interior del paquete, sin usar colas, ni varillas o cualquier otra aplicación convencional. El resultado final es un paquete de machos con una ajustada tolerancia.

Este sistema de producción de machos de Foundry Automation SRL ha sido usado exitosamente para muchas aplicaciones diferentes, principalmente en el sector del automóvil produciendo bloques motor para coches de pasajeros, camiones y otros vehículos industriales, pero también para válvulas hidráulicas particulares y componentes que requieren una muy alta precisión y tolerancias.

Foundry Automation SRL también provee de utillajes y asesoría técnica con soluciones integrales hasta el producto final.

### Disponibilidad de grandes y pequeñas máquinas

Esta compañía destaca por sus máquinas disparadoras de robusta construcción y alta fuerza de cierre durante las operaciones de disparo y gaseo, diseñadas para conseguir machos de perfecta calidad sin necesidad de posteriores acabados.

Estos conceptos se han aplicado en todos los modelos de disparadora, incluso en las de 15 a 20 litros y en las de 30 litros, las más usadas en fundiciones pequeñas y medianas.

Estos tipos de fundiciones de hierro y aluminio han elegido las disparadoras de pequeño volumen de Foundry Automation SRL porque son las fundiciones que más requieren de una alta flexibilidad y una rápida amortización de la inversión.

“Cada máquina ha sido diseñada para usar utillaje existente sin ninguna modificación y que permita un rápido cambio, reduciendo tiempos muertos y mejorando la producción”, dice la compañía.

Este tipo de máquina disparadora pequeña incorpora un gasificador patentado por Foundry Automation SRL. Estas unidades pueden gasear hasta temperaturas de 120-130 °C en la placa de gaseo, si es necesario.



Disparadora SPC-110.

La compañía diseña máquinas para cubrir necesidades específicas, desde una disparadora independiente hasta células de producción de machos con robot integrado. Otras aplicaciones que incluye es la producción de machos para válvulas hidráulicas, con todas las operaciones en automático incluso el almacenaje, precalentamiento y el cambio automático del utillaje o placas modelo (en el caso de shell moulding).

Comentario respecto a la filosofía corporativa de la compañía, el Sr. Pietro Visentin concluye: “Foundry Automation está comprometida para proveer equipos con la máxima fiabilidad para cualquier tamaño de fundición. Al mismo tiempo, la compañía tiene la flexibilidad de satisfacer las necesidades de cada fundición. El servicio al cliente juega un papel clave en las operaciones de Foundry Automation SRL”.

“Todas las máquinas disparadoras están online y conectadas a un software base el cual provee de un servicio “just-in-time” para solución de fallos así como de mantenimiento y planes preventivos, consiguiendo que los mismos operen con la máxima eficacia y eficiencia”.

Recordar que esta compañía está representada en España y Portugal por EIL -Foundry Machines-.

# Normfinish Powertrack

**E**l equipo Normfinish® Powertrack es una unidad portátil de granallado a presión con todas las características necesarias para lograr resultados perfectos.

Manejo y funcionamiento óptimos gracias a su moderna tecnología de granallado. Para una utilización de abrasivos de grado fino Normfinish® marca el estándar.



Su diseño ergonómico y la aplicación de modernos componentes en una estructura compacta forman un sistema perfecto.

Muy económico y fácil de utilizar gracias a su control PLC. El efectivo cabezal de granallado y la eficaz limpieza de abrasivo logran una inmejorable eficiencia del abrasivo.

El manejo sencillo y su avanzada seguridad son las características principales de esta unidad portátil de granallado a presión.

#### Especificaciones técnicas:

Dimensiones generales: 1.700 x 610 x 1.950 mm (L-xANxAL)

Peso: aprox. 350 Kg

Motor del ventilador: 3,0 kW  
310 m<sup>3</sup>/h – 300 mBar (=30k Pa)

Cartuchos de filtrado: 2 x 4,4 m<sup>2</sup>

Alimentación: 3 x 400 V / 50 Hz – 0 + tierra

Consumo de aire: 3.000 l/min a 6 bar (con boquilla de granallado de 6,3 mm)

# Boletín Técnico F.E.A.F.

## Noticias publicadas en el Boletín Técnico de la Federación Española de Asociaciones de Fundidores del mes de febrero 2009

### PROYECTO EUROPEO LEONARDO E-DECOM

La Asociación de Fundidores del País Vasco y Navarra lidera el Proyecto E-DECOM, englobado dentro de los proyectos europeos Leonardo. El proyecto cuenta con la participación de siete entidades (Federación Vizcaína de Empresas del Metal, Instituto Vasco de Cualificaciones y Formación Profesional, IDEC, Federación de Sindicatos Industriales OBES, Cámara de Comercio e Industria de Cluj, Universidad de Tecnología de Kaunas y AFV) en representación de cuatro países: Grecia, Lituania, Rumania y España.



El objetivo del Proyecto E-DECOM es desarrollar el Entorno del Aprendizaje promoviendo la innovación pedagógica en formación en las organizaciones del Sector de la Fundición, transfiriendo la metodología DIPROCU

para diagnosticar las necesidades de formación en las empresas.

Para alcanzar este objetivo, se creará y aplicará un Sistema de Aprendizaje Electrónico con el fin de desarrollar las capacidades y competencias clave en el Sector de Fundición.

Los beneficiarios a corto y medio plazo serían las PYMES del Sector de Fundición, sus trabajadores así como las nuevas incorporaciones al Sector, ade-



más de los Sistemas de Cualificaciones y las entidades implicadas en la Formación Continua, estableciendo y reforzando el vínculo y acercamiento del sistema educación-formación al sistema productivo.

El proyecto ha comenzado oficialmente en octubre de 2008 y tiene una duración prevista de 24 meses, hasta Septiembre de 2010.

## WORKSHOP EICF: “INGENIERÍA PARA EL ÉXITO”

EICF (European Investment Casters' Federation) ha organizado para los días 12 y 13 de mayo el workshop “INGENIERÍA PARA EL ÉXITO” que tendrá lugar en San Sebastián en las instalaciones de INASMET-TECNALIA. El workshop abordará tecnologías avanzadas para la fabricación e inspección de piezas fundidas.



Programa de la Jornada Técnica del 12 de mayo:

- 08:30 Registration.
- 09:00 Welcome and introduction to INASMET.
- 09:05 Process Modelling – Opportunities and Challenges (Aachen).
- 09:35 Process Modelling – Shell mould insulation (ESI).
- 10:05 Analysis and control of induced stress in cast parts (Inasmet).
- 10:40 Coffee Break.
- 11:00 Innovative Die Making (Gert Pistol).
- 11:30 Prototype Ceramic Cores (Prof. Günter Pistol).
- 12:00 Digital X-ray Technology (GE Inspection technologies).
- 12:30 Lunch.
- 13:30 Developments on Optical Measurement (Datapixel).
- 14:00 Developments in NDT and Probability of Detection (RR).
- 14:45 Inspection using Automated Visual Processing (Siemens).
- 15:15 Open discussion on NDT and measurement issues.
- 15:30 Break.
- 15:45 First Article Inspection and Production Control (SNECMA).
- 16:15 Case Study – concurrent engineering (RR).
- 20:00 Workshop Dinner.

Posteriormente, el 13 de mayo se visitarán las instalaciones de INASMET-TECNALIA, siendo válidas dos opciones:

- Visita a los laboratorios centrales y a las plantas piloto que INASMET-TECNALIA posee en San Sebastián.
- Visita a la planta que INASMET-TECNALIA tiene en Irún.

La FEAF participa como colaborador de este workshop y es por ello que todos los socios de FEAF pueden participar en el mismo con la misma tarifa de inscripción que los socios de EICF.

## REVISIÓN DE NORMAS DE FUNDICIÓN EUROPEAS

El Organismo de Normalización Europeo, CEN/TC 190 “Tecnología de la Fundición”, está revisando las principales normas europeas de fundición, EN 1561 (Fundición gris), EN 1563 (Fundición de grafito esférico), EN 1562 (fundición maleable), y EN 1564 (bainítica), entre otras. La FEAF está participando en las Actividades de Normalización de este Comité Europeo, en calidad de Presidente y Secretario del CTN-78.

En el proceso de elaboración de normas europeas participan todos los Países Miembros de CEN, quienes tienen la obligación de adoptar en su propio idioma las normas europeas o ratificarlas mediante la traducción del título y la adopción del texto original en inglés, francés y alemán. AENOR como miembro español de CEN realiza esta labor adoptando en español la gran mayoría de las normas publicadas.

En el caso del SECTOR FUNDICIÓN, es la FEAF quien desempeña la Secretaría del Comité Técnico de Normalización de AENOR, CTN-78 “Industrias de la Fundición”, participando en la evaluación y revisión de las normas y proyectos de los siguientes Organismos Europeos e Internacionales de Normalización de Fundición:

- CEN/TC 190 Comité Europeo de Normalización. “Tecnología de la Fundición”.
- ISO/TC 25 Organización Internacional para la Normalización. “Fundición de hierro y lingote”.
- ECISS/TC 31 Comité Europeo para la Normalización del Hierro y del acero. “Steel Casting”.

## REVISIÓN DE LA NORMA EN 1563 “FUNDICIÓN DE GRAFITO ESFEROIDAL”

Ya en marzo de 2007 desde la FEAF se facilitó a las empresas de fundición nodular un primer cuestio-

nario sobre la revisión de la norma relacionado con estructuras ferrítico-perlíticas y perlíticas, y posteriormente en Julio de ese mismo año les remitimos el primer borrador de CEN de la norma prEN 1563. Posteriormente, el pasado 17 de febrero hemos enviado a las fundiciones el último borrador del proyecto de norma PrEN 1563 "Founding-Spheroidal Graphite Cast Irons". En este documento se han resaltado aquellos aspectos que se van a discutir en el Grupo de Trabajo Europeo responsable de la revisión de esta norma, CEN/TC190/WG7, en el que participa el CTN-78, el cual se reunirá el próximo 12 de Marzo, en París.

Teniendo en cuenta que la actual norma EN 1563:1998, puede modificarse o anularse en función de las

observaciones recibidas por parte de los Países Miembros de CEN, consideramos de vital importancia el que las fundiciones españolas participen aportando sus consideraciones a través de la FEAF.

La norma europea EN 1563, ha sido adoptada y traducida al español como norma UNE-EN 1563:1998 en el año 1998, y modificada posteriormente en 2002 (UNE-EN 1563:1998/A1:2002) y en 2006 (UNE-EN 1563:1998/A2:2006).


En el Programa de Trabajo de CEN/TC 190 que presentamos a continuación se pueden ver los proyectos de norma en elaboración, así como, las normas de fundición europeas que están siendo revisadas.

## PROGRAMA DE TRABAJO DEL CTN-78 "INDUSTRIAS DE LA FUNDICIÓN"

- Proyectos de norma europea actualmente en revisión y/o elaboración (CEN/TC 190)

Proyecto	Título
prEN 287-6	Qualification test of welders - Fusion welding - Part 6: Cast iron
prEN 12513 rev	Founding - Abrasion resistant cast irons
prEN 13835 rev	Founding - Austenitic cast irons
prEN 1559-1 rev	Founding - Technical conditions of delivery - Part 1: General
prEN 1559-3 rev	Founding - Technical conditions of delivery - Part 3: Additional requirements for iron castings
prEN 1560 rev	Founding - Designation system for cast iron - Material symbols and material numbers
prEN 1561 rev	Founding - Grey cast irons
prEN 1563 rev	Founding - Spheroidal graphite cast irons
prEN 1564 rev	Founding - Austempered ductile cast irons
prEN 1562 rev	Founding - Malleable cast irons
WI 190061	Founding - Low alloyed ferritic spheroidal graphite cast irons for elevated temperature application
prCEN ISO/TS 8062-2	Geometrical Product Specifications (GPS) - Dimensional and geometrical tolerances for moulded parts - Part 2: Rules
WI 190063	Founding - Compacted (vermicular) graphite cast irons
EN ISO 8062-3:2007/AC:2009	Geometrical Product Specifications (GPS) - Dimensional and geometrical tolerances for moulded parts - Part 3: General dimensional and geometrical tolerances and machining allowances for castings (ISO 8062-3:2007/Cor 1:2009)

- Proyectos de norma española en tramitación (CTN-78)



Proyecto	Título
PNE-EN ISO 945-1	Designación de la microestructura de la fundición de hierro. Parte 1: Clasificación del grafito por análisis visual (ISO 945-1:2008)
PNE-EN ISO 10135	Especificación geométrica de producto (GPS) - Indicaciones en planos para las piezas moldeadas en la documentación técnica de producto (ISO 10135:2007)
PNE-prEN 287-6	Ensayos de cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 6: Fundición de hierro.

La norma europea EN-ISO 945-1 ha sido publicada el pasado 15 de Noviembre de 2008. Una vez publicada la norma UNE-EN ISO 945-1, ANULARÁ y SUSTITUIRÁ a la norma UNE-EN ISO 945:1996 actualmente en vigor.

• **NORMAS ESPAÑOLAS de reciente publicación (fundición)**

Norma	Título	Fecha de publicación
UNE-EN ISO 8062-1	Especificación geométrica de producto (GPS). TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS PARA PIEZAS MOLDEADAS. PARTE 1: VOCABULARIO.	4 de marzo de 2009
UNE-EN ISO 8062-3	Especificación geométrica de producto (GPS). TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS PARA PIEZAS MOLDEADAS. PARTE 3: TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS GENERALES Y SOBREMEDIDAS DE MECANIZADO PARA PIEZAS MOLDEADAS.	4 de marzo de 2009

**OTRAS NORMAS DE FUNDICIÓN DE INTERES DE RECIENTE PUBLICACIÓN**

UNE-EN 10340:2008	ACEROS MOLDEADOS PARA USOS ESTRUCTURALES	09/07/2008
UNE-EN 10340:2008/AC:2008	ACEROS MOLDEADOS PARA USOS ESTRUCTURALES	17/12/2008

**ACTIVIDAD DE ECOFOND**

En Noviembre de 2007, tuvo lugar la inauguración de la PLANTA DE TRATAMIENTO DE ARENA que la empresa ECOFOND dispone en Salvatierra (Alava).

Durante el ejercicio 2008, ECOFOND ha recibido 11.831 tn de arenas usadas de moldeo en verde, en su planta de SALVATIERRA-AGURAIN. A su vez, las fundiciones han reutilizado 8.412 tn de arena regenerada, bien en la fabricación de machos (sistema ISOCURE), bien como aporte al circuito de moldeo en verde, bien en el moldeo químico (resinas furánicas). Hasta la fecha 8 fundiciones han utilizado los servicios de la planta, dando respuesta a una parte importante de la problemática medioambiental que plantea la puesta en marcha de las Autorizaciones Ambientales Integradas (AAI). ECOFOND ESTÁ ABIERTA A LA INCORPORACIÓN DE



NUEVAS FUNDICIONES QUE NECESITEN UNA SOLUCIÓN PARA VALORIZAR SUS ARENAS.

ECOFOND supone un paso adelante en la gestión de los residuos del Sector de Fundición, al hacer posible la reutilización en las propias fundiciones de las arenas usadas de moldeo en verde, tras un proceso de lavado por vía húmeda.

**PROTOCOLO DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA DE MATERIALES METÁLICOS**

**PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA VIGILANCIA RADIOLÓGICA MEDIANTE INSTRUMENTACIÓN PORTÁTIL**

Dentro de las actividades del Grupo Técnico del Protocolo, y concretamente en el subgrupo de Fundición en el que participan 2 fundiciones del Sector, además de la propia FEAF, se ha elaborado un procedimiento de control radiológico de chatarra mediante equipo portátil, en línea con la propuesta de FEAF de equipamiento radiológico para las fundiciones, en la cual las fundiciones cuyo consumo total de chatarras sea inferior a 10.000 tn año podrán adscribirse al Protocolo con la adquisición de un detector portátil que sirva para hacer un chequeo exterior de los camiones a la entrada de sus instalaciones.

Actualmente hay 3 fundiciones de FEAF adheridas al Protocolo; 2 disponen de equipo portátil y una tercera, de pórtico de detección.

Este libro es el resultado de una serie de charlas impartidas al personal técnico y mandos de taller de un numeroso grupo de empresas metalúrgicas, particularmente, del sector auxiliar del automóvil. Otras han sido impartidas, también, a alumnos de escuelas de ingeniería y de formación profesional.

El propósito que nos ha guiado es el de contribuir a despertar un mayor interés por los temas que presentamos, permitiendo así la adquisición de unos conocimientos básicos y una visión de conjunto, clara y sencilla, necesarios para los que han de utilizar o han de tratar los aceros y aleaciones; no olvidándonos de aquellos que sin participar en los procesos industriales están interesados, de una forma general, en el conocimiento de los materiales metálicos y de su tratamiento térmico.

No pretendemos haber sido originales al recoger y redactar los temas propuestos. Hemos aprovechado información procedente de las obras más importantes ya existentes; y, fundamentalmente, aportamos nuestra experiencia personal adquirida y acumulada durante largos años en la docencia y de una dilatada vida de trabajo en la industria metalúrgica en sus distintos sectores: aeronáutica -motores-, automoción, máquinas herramienta, tratamientos térmicos y, en especial, en el de aceros finos de construcción mecánica y de ingeniería. Por tanto, la única justificación de este libro radica en los temas particulares que trata, su ordenación y la manera en que se exponen.

Iniciamos, pues, estas publicaciones con el volumen I:  
"PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DE LOS ACEROS".

Manuel A. Martínez Baena  
José M<sup>o</sup> Palacios Repáraz

Disponibile el libro  
de los Tratamientos Térmicos,  
uno de los libros más esperados  
dentro del Sector, por sólo

**30 euros**

El precio incluye IVA, gastos de envío aparte.

Índice general

Presentación .....	7	Factores que influyen en el revenido .....	81	Ausencia de volumen .....	156
Prólogo .....	9	Frigilidad de revenido .....	83	Otras formas de sintonización .....	157
<b>PARTE I. INTRODUCCIÓN A LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS</b> ..	<b>17</b>	Revenido de la martensita .....	88	Nitración iónica .....	158
<b>I. Conceptos fundamentales</b> .....	<b>19</b>	Dureza secundaria .....	90	Sulfocarbonitración .....	160
Introducción .....	19	Bonificado .....	91	Nitrocarburos .....	164
Estados alotrópicos del hierro y puntos críticos .....	19	<b>III. Tratamientos isotérmicos de los aceros</b> .....	<b>93</b>	Oxiantracarbonización .....	169
Carburos de hierro. Cementita .....	22	Introducción .....	93	Recubrimientos superficiales mediante deposición de capas delgadas .....	172
Diagrama hierro-carbono .....	23	Ausenteamiento. Temple isotérmico .....	95	<b>VI. Carbonitración</b> .....	<b>173</b>
Diagrama de transformación isométrica de la austenita. Diagramas TTT .....	30	Martensperg. Temple difusivo martensítico .....	98	Introducción .....	173
Diagrama de transformación en enfriamiento continuo. Diagramas TEC .....	38	Revenido isotérmico .....	100	Características del proceso de carbonitración .....	177
Templabilidad .....	39	Temple .....	100	Atrófilos carbonitrantes orgánicos .....	177
Ensayo de templabilidad Jominy .....	42	Tratamiento subcrítico .....	102	Temperatura de carbonitración .....	178
Bandas de templabilidad .....	44	Tratamiento criogénico .....	104	Características y naturaleza de las capas carbonitradas .....	178
<b>PARTE 2. TRATAMIENTOS TÉRMICOS INDUSTRIALES</b> .....	<b>49</b>	<b>PARTE 3. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES</b> .....	<b>105</b>	Tratamientos térmicos utilizados .....	180
<b>II. Tratamientos térmicos básicos de los aceros</b> .....	<b>51</b>	<b>IV. Cementación</b> .....	<b>113</b>	Durezas superficiales alcanzadas .....	180
Introducción .....	51	Introducción .....	113	Ciclos tipo de carbonitración .....	182
Ciclos de tratamiento térmico .....	51	Mecanismos de la cementación .....	114	Varigra o inhomogeneidad de la carbonitración con respecto a la cementación .....	182
Calentamiento .....	51	Factores que intervienen en la cementación .....	116	Austenita retenida en la superficie de las piezas carbonitradas .....	183
Temperatura de tratamiento .....	53	Composición química del acero .....	117	Aceros que normalmente se utilizan en la fabricación de piezas que después .....	185
Enfriamiento .....	53	Presencia de carbono .....	117	temper que sufre el tratamiento de carbonitración .....	185
Tratamientos térmicos básicos más utilizados .....	53	Temperatura de cementación .....	117	<b>VII. Temple superficial</b> .....	<b>187</b>
Normalizado .....	56	Temperatura de cementación. Formación de capa .....	118	Introducción .....	187
Recoocidos .....	57	Clasificación de los procesos de cementación .....	123	Características de la capa superficial endurecida .....	188
Recoocido de regeneración .....	58	Cementación sólida. Cementación en caja .....	123	Temple a la llama. Flameado .....	190
Recoocido global .....	59	Cementación gaseosa .....	123	Temple por inducción .....	193
Recoocido superficial .....	61	Cementación líquida .....	125	Temple superficial por rayos láser .....	198
Temple .....	64	Mecanismos y tratamientos térmicos de las piezas cementadas .....	123	Cabida de los aceros para temple superficial .....	200
Calentamiento .....	65	Otras formas de cementación: (1) Cementación a baja presión; .....	128	<b>Consideraciones finales</b> .....	<b>203</b>
Mantenimiento a temperatura de cementación .....	65	(2) Cementación iónica; (3) Cementación a alta temperatura .....	128	<b>Bibliografía</b> .....	<b>205</b>
Enfriamiento .....	66	<b>V. Nitración</b> .....	<b>143</b>	<b>Para más información:</b>	
Factores que influyen en la práctica del temple .....	66	Introducción .....	143	<b>Teléfono: 917 817 776</b>	
Etapas del vapor .....	73	Principios generales comunes a los diferentes procesos de nitración .....	144	<b>e-mail: pedeca@pedeca.es</b>	
Etapas de oxidación .....	73	Capa de oxidación a alta temperatura .....	145		
Etapas de revenido .....	74	Zona de dilatación .....	148		
Clases de temple .....	76	Nitración gaseosa .....	151		
Revenido .....	80	Nitración líquida o nitración en sales .....	153		

VOLUMEN 1  
Principios del Tratamiento Térmico de los Aceros

# TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS

## ACEROS Y OTRAS ALEACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO TÉRMICO

### VOLUMEN 1 Principios del Tratamiento Térmico de los Aceros

Por Manuel Antonio Martínez Baena  
y José María Palacios Repáraz

# Nuevos materiales y técnicas de fundición. La fundición artística contemporánea

Por Sorroche Cruz, A.(1); Lozano Rodríguez, I.(2); Durán Suárez, J. A.(1) y Peralbo Gano, R.

1. Departamento de Escultura. Universidad de Granada

2. Grupo de Investigación HUM-629. Universidad de Granada

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el descubrimiento de la metalurgia, su desarrollo ha sido lento y gradual pero adaptándose a las necesidades del hombre en cada etapa histórica. Hoy, en la era de las tecnologías, los nuevos métodos y materiales que el panorama artístico contemporáneo nos ofrece, nos permiten abordar un conocimiento teórico y práctico que amplía las capacidades técnicas y expresivas del ámbito que nos ocupa: La escultura.

El desarrollo de nuevas técnicas y materiales no supone desechar los tradicionales, sino añadir mejoras tanto a nivel técnico, resultado final y adaptabilidad al tipo de pieza que el artista desea obtener en metal.



La técnica tradicional de fundición por excelencia ha sido "la cera perdida", cuyos modelos, adaptándose a este material, han tomado formas generalmente realistas y humanas por su apariencia traslúcida, veáse la Figura 1. pero sin olvidar el campo de expresión más abstracto.

Durante siglos hemos visto como esta técnica ha ido desarrollándose de una

Figura 1. Pieza modelada en cera.

cultura a otra: egipcia, mesopotámica, griega..., y todavía sigue vigente, pero la industria de los últimos años, adaptándose a la demanda del arte actual, desarrolla una metalurgia activa, ligada a un material revolucionario, los plásticos, el poliestireno expandido como modelo de fundición. (Figura 2).



Figura 2. Poliestireno expandido.

Paralelamente, los sistemas de moldeo desde la antigüedad han sido aplicados al modelo de cera.

Sin embargo actualmente se han investigado arenas de moldeo que simplifican y mejoran el proceso. Estas investigaciones intentan aplicar el método adecuado para el uso de modelos de PE con revestimiento, que no requieren horneado previo, como en el caso de la cera perdida.

Por ello consideramos necesario establecer puntos conceptuales entre la antigüedad y la actualidad y determinar comparativamente, los avances que estas nuevas técnicas y materiales aportan al ámbito escultórico.

## 2. PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA A SEGUIR

Estos nuevos procesos que tienen sus primeras ex-



perencias en la industria, pretenden incorporarse al conocimiento artístico, teniendo como punto de arranque la habitual fundición a la cera perdida e innovar en procedimientos que sirvan como alternativas en la escultura actual. Con ello recuperamos la historia y analizamos la forma de trabajar de aquellos materiales para adaptarlos a la tecnología reciente.

Los nuevos métodos consisten en hacer operativos sistemas tradicionales, adaptándolos a nuevos materiales, es decir:

- Sustituimos la cera por el poliestireno expandido.
- Incorporamos nuevos métodos de moldeo compatibles con esos materiales. La cascarilla cerámica, arena arebond, pinturas refractarias...
- Posibilitamos la combinación de métodos de moldeo nuevos con materiales tradicionales, como por ejemplo el Poliestireno y cera, plastilinas o Poliestireno y cerámica...

### 3. MATERIALES NUEVOS

#### 3.1 El Poliestireno expandido

Es un material plástico espumado y un polímero de gran interés industrial. Está formado por un 2% de materia y un 98% de aire. A partir de la II Guerra Mundial las empresas se centran en él como un material aislante y de gran resistencia al choque, muy apto para usarlo en la construcción.

Debido a sus propiedades gasificables y de gran ligereza, se incorpora al ámbito de la creación artística con el registro de la patente en 1958 por H.F Shroyer. Por primera vez se propone este material como modelo para fundición. Hasta hoy ha sido la industria la encargada de desarrollar esta técnica y explotar sus posibilidades adaptándola para la extracción de piezas muy complejas por sus estrechas dimensiones y facilidad de conformado. Figura 3.

Las continuas experiencias han dado lugar a un nuevo método de moldeo, "lost foam", de gran interés para el campo escultórico.

Dentro de nuestro ámbito artístico nos interesa sobre todo por su carácter gasificable. Aspecto éste, que simplifica los métodos de trabajo.

Utilizado como modelo y expuesto a temperaturas superiores a 80 °C, el material se contrae y desaparece con la entrada del metal fundido. Ello justifica

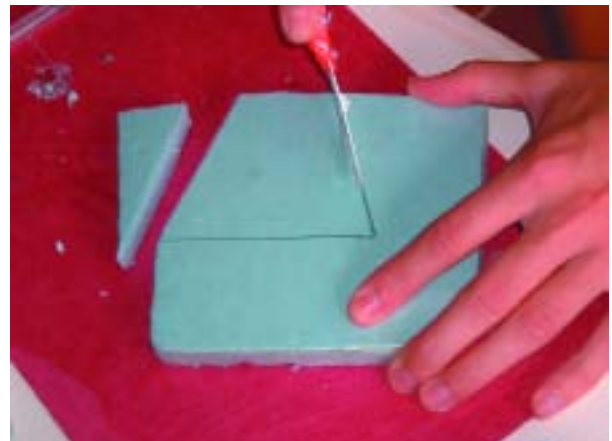


Figura 3. Modelaje del Poliestireno Expandido.

la inmediatez y novedad del procedimiento porque utilizamos un molde con el modelo dentro, que no requiere evacuación ni horneado previo.

Finalmente, otras características que lo distinguen, es su resistencia a la humedad, estabilidad a temperaturas ambientales, a los productos químicos y su versatilidad y ligereza para ser utilizado como modelo en fundición.

#### 3.2 La cascarilla cerámica

Los orígenes de la cascarilla cerámica se remontan a los primeros moldes por revestimiento cerámico de la antigüedad, compuestos de barro, paja y otros aditivos. Después surgieron arenas naturales como material refractario, que han sido extraídas hasta casi agotar las provisiones que nos ofrecía la naturaleza. Pero hoy los materiales han ido evolucionando desde las tierras naturales a las arenas refractarias, más elaboradas, con agentes químicos, y en una variada gama de granulometría, como se aprecia en la figura 4, ofreciendo con ello altas calidades de precisión.

Tal y como la conocemos hoy, la cascarilla cerámica fue aplicada en la industria dental y aeronáutica de los años 30 y 40, aunque su uso en el ámbito artístico había sido escaso hasta ahora.

La cascarilla es una papilla refractaria compuesta de moloquita harina y sílice coloidal con la que recubrimos el modelo a reproducir, y seguidamente estucamos con moloquita en grano mayor. Las capas se repetirán hasta alcanzar el grosor adecuado. La posterior cocción del molde hace que se alcance ese carácter cerámico capaz de soportar el metal fundido.



Figura 4. Moloquita en distintas granulometrías.

La fidelidad de copiado hace que la industria del motor utilice este sistema para obtener piezas de gran complejidad, cuyo modelo va a ser preferentemente elaborado en cera. Nosotros pretendemos extrapolar este proceso al ámbito artístico, con modelos de poliestireno expandido.

### 3.3 Arena Arebond

Se trata de una arena muy fina, aglomerada con bentonitas especiales y aceite mineral. (Figura 5). Se suministra preparada para su inmediata utilización y se emplea como arena de contacto para trabajos de precisión, obteniéndose muy buen acabado con mí-



Figura 5. Arena arebond.

nimas tolerancias. Es por esto que actualmente se utiliza en la industria para piezas muy complejas.

Sus características tienen gran parecido con la arena para moldeo "en verde", pero además la finura del grano y plasticidad aumenta la calidad de copiado de las piezas, evitando los desprendimientos espontáneos al extraer el modelo del molde.

### 3.4 Pintura refractaria

Este material nos permite facilitar la separación entre el modelo y el molde. Este aspecto lo consideramos de gran importancia en la nueva técnica de fundición que proponemos.

Es una pintura compuesta de un material refractario y un aglutinante al agua. Su novedad reside en que actúa como barrera física y química entre el material del molde y el metal fundido, evitando la oxidación producida por el contacto directo.

Lo incorporamos a la fundición artística por sus propiedades y ventajas en la obtención de piezas escultóricas. Hemos comprobado su compatibilidad química con el modelo y adhesivos utilizados sobre él y con los materiales del molde, presentando la suficiente permeabilidad y dureza para permanecer estable durante todo el proceso de fundición.

Actualmente la industria aplica esta pintura sobre los moldes, pero como aportación nosotros la aplicamos directamente sobre los modelos de poliestireno expandido. (Figura 6). Con ello conseguimos un fácil descascarillado y ahorro en la limpieza final de la pieza, comparado con procesos a la cera perdida, aumentando el registro superficial, que se ve incrementado por el sistema de moldeo de la cascarilla.



Figura 6. Pintura refractaria sobre Poliestireno expandido.

### 3.5 Otros materiales

En la búsqueda de nuevas parcelas expresivas e incluso de nuevos modelos de fundición, no debemos dejar de mencionar la integración de materiales a la que son sometidas nuestras piezas.

Hierro, latón, bronce, madera, cerámica... son algunas de las integraciones que se realizan sobre el modelo de poliestireno expandido. Un ejemplo de ello es la Figura 7, una serie de piezas en poliestireno con integración de alfileres.

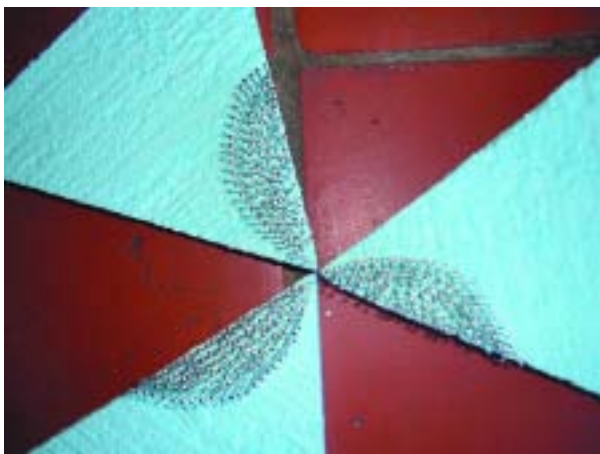


Figura 7. Poliestireno con integración de alfileres.

También hemos desarrollado experiencias sobre otros materiales gasificables como son: la espuma floral, donde hemos podido comprobar su compatibilidad, permeabilidad y textura, así como obras realizadas con PE y cera, PE y plastilina, y otros materiales plásticos, que están en fase de experimentación de su comportamiento y resultados.

## 4. MÉTODOS DE MOLDEO EN LA ACTUALIDAD

En la actualidad surgen numerosas arenas de moldeado como sustitutivos o alternativas a materiales tradicionales que complicaban el proceso de fundición, haciéndolo incluso inaccesible y duradero.

Con la incorporación del poliestireno expandido como modelo, su uso prolifera, porque el empleo de muchas de ellas no necesitan horneado y se adaptan a la perfección a un material que también prescinde de ello.

- **Moldeo en verde:** mediante compactación de la arena alrededor del modelo de PE. (Véase figura 8).



Figura 8. Moldeo en verde.

Es una arena natural que ofrece plasticidad para copiar cualquier tipo de huella, finura para dar calidad superficial a la reproducción y refractariedad para soportar el metal fundido que entra en forma de aluvión al interior del molde.

El proceso de moldeo en verde, utilizado más ampliamente en la industria, ha sido escasamente utilizado en el ámbito escultórico con modelos tradicionales de cera, dada la dificultad para extraer el modelo y dejar el espacio que ocuparía el metal. El principal inconveniente consistía en un eventual desprendimiento de la arena al extraer el modelo. Esto obligaba a hacer piezas muy sencillas, sin contrasalidas y prácticamente planas, para evitar ese desprendimiento.

Sin embargo con la utilización del PE como modelo, el molde en verde no requiere horneado previo, ni extracción de la pieza, lo que nos permite realizar obras complejas con gran calidad de acabado.

- **Moldeo químico autofraguante:** Es un método desarrollado recientemente y experimentado en la industria actual, como resultado de la búsqueda de una mejora en la calidad de la obra y la simplificación de los procesos.

Los componentes de este molde son arena y productos químicos endurecedores (una resina y un



Figura 9. Moldeo químico.

catalizador), unidos en una mezcladora (figura 9), que prepara la arena directamente para ser compactada sobre el modelo en la caja de moldeo. El resultado de este sistema, aplicado a modelos de Poliestireno expandido, es semejante al método en verde, pero incrementa la calidad superficial de la fundición.

- **Moldeo horneado:** más conocido como el molde de chamota (ladrillo molido refractario, escayola y agua), es el método tradicional aplicado a la cera perdida. El molde se realiza en un armazón metálico sobre el que es vertida la mezcla, figura 10, y posteriormente el conjunto es horneado y preparado para la colada del metal.



Figura 10. Moldeo horneado.

A diferencia de los anteriores métodos de moldeo citados, éste resuelve cualquier problema que pueda plantear la morfología de la pieza, permitiendo formas huecas y complejas, aunque es necesario el horneado previo, a diferencia de los métodos vistos anteriormente, en verde y autofraguante.

## 5. NUEVAS TÉCNICAS DE FUNDICIÓN

Como resultado de las numerosas pruebas experimentales, la nueva técnica de moldeo que denomi-

namos: “fundición de modelos de PE con moldes de cascarilla y uso de pinturas refractarias” resuelve la compatibilidad entre materiales relativamente recientes como son el PE y la pintura refractaria y un material que encuentra sus orígenes en la antigüedad, la cascarilla, y que hoy ha evolucionado en sus componentes adaptándose a la demanda actual, y se presenta como arena de sílice en variadas granulometrías.

Esta unión, no sólo amplía nuevas parcelas expresivas, sino que simplifica y mejoran el proceso de fundición como exponemos a continuación:

- La utilización del PE, por su ligereza y facilidad de conformado, permite una fácil manipulación del modelo durante todo el proceso. Esto nos aporta una gran inmediatez al no requerir el horneado previo al molde.
- La cascarilla cerámica aumenta, aún más esa ligereza, que en los procesos tradicionales que nos obligaba a realizar bloques macizos de chamota u otros materiales mucho más pesados. La precisión conseguida por su aplicación en capas es otro aspecto de valoración final.
- Y la pintura refractaria que con su estabilidad aumenta la calidad de registro superficial, pero sobre todo aporta una facilidad de desmoldeo que simplifica el proceso.

A continuación presentamos el proceso de una de las piezas, durante la investigación:

El modelo realizado en Poliestireno Expandido (fig. 11), con integración de chapa e hilo de cobre, es cubierto con una capa de pintura refractaria, (fig. 12). Tras el secado la pieza es sumergida en una barbotina cerámica compuesta por un aglutinante (sílice coloidal), que da cohesión y plasticidad y un refractario (moloquita). (Fig. 13).

La textura de la mezcla permite su llegada a todas las partes del modelo, el cual seguidamente será recubierto por moloquita en grano fino, tomando el grosor necesario en sucesivas capas de estucado. (Fig.14).

Un correcto secado entre capa y capa, valorando especialmente la final, resultará un molde resistente preparado para el proceso de cocción. A través de un choque térmico, el molde de cascarilla adquiere ese carácter cerámico, visible en el color blanquecino que adquiere la pieza y que lo hace resistente a la colada. (Fig. 15, 16 y 17).

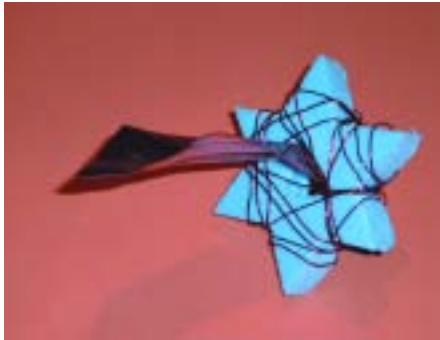


Figura 11. Modelo de Poliestireno.

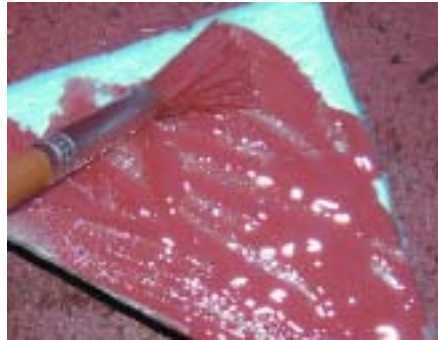


Figura 12. Pintura refractaria sobre modelo.



Figura 13. Baño cerámico.



Figura 14. Estucado de la pieza.



Figura 15. Cocción del molde. Choque térmico para pasar a estado cerámico.



Figura 16. Molde cerámico.



Figura 17. Colada del metal fundido.

Con un breve enfriamiento del modelo bajo chorro de agua se produce el descascarillado del mismo, facilitado por la aplicación en la primera fase, de la pintura refractaria. Los retoques finales son reducidos dado que las características de la arena y permeabilidad eliminaban los respiraderos, obligados en técnicas de fundición tradicionales. Finalmente se obtiene la pieza fundida. (Fig. 18).

Finalmente se obtiene la pieza fundida. (Fig. 18).

## CONCLUSIONES

La confluencia entre las nuevas tecnologías y modernización de antiguos procesos y materiales, permiten al escultor actual, no sólo ampliar sus vías expresivas, sino mejorar los resultados, economizar los procesos y escoger el método mas ade-

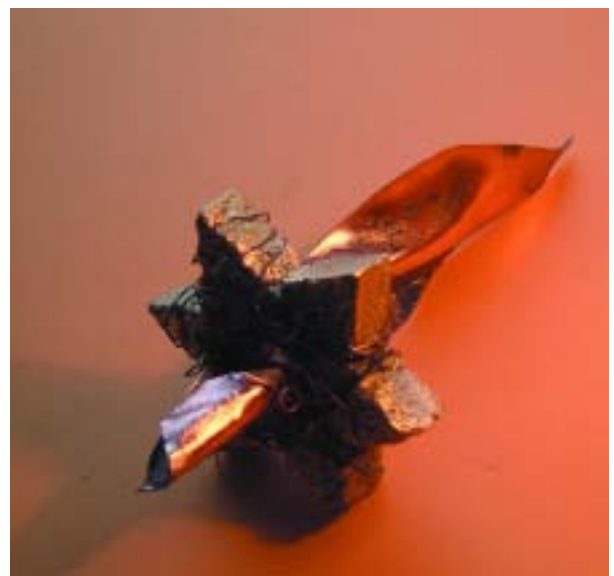


Figura 18. Pieza final en bronce con integración de metales.

cuado a la pieza que se desea obtener, dadas las nuevas alternativas de moldeo y materiales.

Las mejoras que se obtienen en esta investigación afectan a los siguientes apartados:



#### El modelo:

El poliestireno expandido:

- a) Gasificable.
- b) Peso mínimo.
- c) Facilidad de conformado.
- d) Resistente a impactos y temperaturas.
- e) Económico.

#### El molde:

La cascarilla cerámica:

- a) Ligereza de los moldes.
- b) Mayor calidad superficial.
- c) Prescinde de respiraderos.
- d) Rapidez de ejecución.
- e) Compatibilidad con el poliestireno y pinturas refractarias.
- f) Reduce el tiempo de cocción a más del 60%.
- g) No requiere horneado.

#### Las pinturas refractarias:

- a) Facilita el desmoldeo.
- b) Mejora el registro superficial.
- c) Buena permeabilidad.
- d) Compatibilidad con el resto de materiales.

#### AGRADECIMIENTOS

Los resultados de la investigación presentados en este artículo han sido obtenidos por el Grupo de Investigación HUM 629 de la Dirección General de Universidades e Investigación de la Junta de Andalucía. Además cuenta con la financiación del Proyecto de Investigación 2006-00308 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

#### REFERENCIAS

- CELLINI, Benvenuto: "Tratado de orfebrería, escultura, dibujo y arquitectura". Akal, Madrid, 1980.
- METAL HANDBOOK:, Ohio, A.S.M. Metal Park, 9ª Ed. Volum. 15, 1988.
- REID, David. "The Reid Technique": <http://c2i.net/metaphor/rt.html>
- SORROCHE Cruz, Antonio: "Nuevas técnicas y nuevos materiales en la fundición escultórica actual" Granada, 1998.
- SORROCHE Cruz, Antonio: "Fusión e interacción de metales no férricos con la utilización de modelos gasificables de PE aplicados a la escultura" Universidad de Granada, 1999.
- WITTKOWER, R: "Procesos y principios", Madrid. Alianza, 1998.

## MOYVEN lanza innovadoras soluciones medioambientales en el sector de fundición

**L**a empresa MOYVEN viene realizando últimamente una fuerte apuesta en innovación, desarrollando importantes proyectos para diferentes sectores industriales.

Concretamente en el área de fundición, MOYVEN ha desarrollado 3 proyectos que han sido aplicados con éxito en diversas fundiciones:

- Campanas de captación de humos solidarias a los hornos de inducción que, mediante un sistema de "by-pass", desplazan los caudales de descontaminación al área de fusión o al de colada.
- Cabinas móviles insonorizadas, con sistema telescópico de apertura y cierre de las mismas, para la descontaminación de finos de arena generados en las parrillas de desmoldeo. Estas cabinas móviles permiten una reducción del espacio

ocupado, una óptima descontaminación y un flujo rápido de entrada y salida de piezas a desmoldear.

- Sistemas subterráneos de captación y conducción de partículas metálicas generadas en las operaciones de rebabado de grandes piezas de fundición, que permiten trabajar a los operarios en unas adecuadas condiciones higiénico-sanitarias y mantener limpia la zona de trabajo.



# Últimos desarrollos en el reciclado de chatarra y escoria de aluminio, utilizando hornos rotatorios basculantes (Parte I)

Por Hormesa

**Últimos desarrollos en el reciclado de aluminio utilizando hornos rotatorios basculantes (HRB) tomando como referencia una nueva planta 30 000 TPY de segunda fusión en Francia**

La planta está equipada con dos Hornos Rotatorios Basculantes de 12 toneladas para fundir chatarra comercial general y un Horno Rotatorio Basculante de 7,5 toneladas usado principalmente para fundir escoria de aluminio, junto con dos hornos de afinado/man-

tenimiento de 30 toneladas, secadero de viruta, equipo de colada y apilador de lingotes automatizado. El documento también compara la nueva planta con la planta original del propietario, que está equipada con hornos rotatorios tradicionales de eje fijo (FARF).

Antecedentes:

La empresa SNR fue fundada hace 40 años en un emplazamiento situado a 50 km al oeste de París, en St. Arnoult. La Planta está equipada con:



Aluminium Billet Casting Plants (Plantas de Colada de Barras de Aluminio).



- 3 hornos rotatorios de eje fijo. Capacidad por unidad: 7,500 kg. Fusión en baño de sales.
- 1 horno de afinado/mantenimiento: Capacidad: 20,000 kg.
- 1 máquina lineal de collar lingotes: Capacidad: 6,000 kg/h.
- 1 Secador de virutas: capacidad 2,000 kg/h.

La capacidad de producción anual en St. Arnoult es actualmente de 15.000 toneladas y cada turno de trabajo opera con 11 personas. La planta se especializa en colada de aleaciones por gravedad y a presión.

Es imposible para cualquier empresa permanecer “estática” incluso algunos dirían especialmente en la situación económica actual, sin embargo la empresa SNR tomó la decisión de aumentar considerablemente su volumen de producción para satisfacer la fuerte demanda del sector del automóvil.

La empresa no podía expandirse más en su emplazamiento original y por ello, tras 3 años de investigación, reflexiones y comparación de los equipos, SNR tomó la decisión de implantar su segunda refinería de aluminio en Prémery, a 250 km al sur de París, en un solar abandonado antes ocupado por Bostik (fabricantes de pegamento). SNR ha invertido 7 millones de euros en la nueva planta.

Los objetivos de la empresa al diseñar una planta nueva empezando desde cero eran:

- Crear una herramienta de producción coherente y de alto rendimiento.
- Ser capaces de procesar la gama completa de chatarra comercial, incluyendo escoria utilizando técnicas sin sales.
- Durante los tres años de estudios preliminares, SNR revisó las diferentes opciones y los últimos procedimientos de fundición que ofrecía el Mercado: hornos de reverbero (con y sin bombas), hornos de solera seca y hornos rotatorios basculantes antes de optar por la última solución.

### Hornos Rotatorios Basculantes para la fusión de chatarra o escoria de aluminio

Un horno rotatorio de basculamiento (TTRF o TRF) es de hecho una “cuba rotatoria inclinada” que aúna las ventajas de los hornos rotatorios, hornos de reverbero y hornos de solera seca en una sola máquina. De hecho, la idea de estos hornos ha estado presente durante muchos años y se utilizó antes de la Segunda Guerra Mundial en la industria del cobre. Sin embargo, la tecnología de aquellos tiem-

pos no fue capaz de obtener todos los beneficios de este diseño tan sencillo pero ingenioso. Hoy en día, con los avances en la ingeniería mecánica, hidráulica, refractaria y en el control de los procesos, este concepto puede demostrar todas sus ventajas.

Eliminación o considerable disminución de la necesidad de utilizar sales y/o fundentes en el proceso de fusión:

- Mejora las condiciones de trabajo de los fundidores.
- Fundición de una amplia gama de materia prima para refinería.
- Disminución o eliminación de la contaminación del metal por elementos traza en la carga (por hierro libre por ejemplo).
- Facilita la mezcla y homogeneidad de la carga.
- Promueve la “auto limpieza” del revestimiento.
- Ofrece un bajo consumo de energía y alto rendimiento térmico.
- Asegura unos índices de fusión más rápidos: 2 a 3 veces más altos que con los hornos tradicionales.

### Hornos rotatorios basculantes comparados con los hornos rotatorios de eje fijo

Si comparamos el concepto de los Hornos Rotatorios Basculantes (HRB) con los hornos rotatorios tradicionales de eje fijo (HREF), las ventajas de los primeros son evidentes. La cámara de HREF no es más que un tubo o cubeta rotatoria con un quemador en un extremo y un conducto en el otro. El horno opera bajo presión negativa y recoge aire frío del exterior de la cámara, por lo tanto es virtualmente imposible controlar la atmósfera del horno que está casi siempre expuesta a oxidación (aire puro). Este fenómeno hace necesario la utilización de grandes cantidades de sales (NaCl/KC) para proteger la carga y obtener producciones de metal aceptables. La carga, según se va haciendo líquida, permanece más o menos estática. Al igual que con todos los hornos de alta temperatura, la transferencia de calor se obtiene fundamentalmente mediante la radiación y reradiación (vía el revestimiento refractario) pero nunca de manera tan eficiente como con un HRB.

Por otro lado, el HRB es de cámara cerrada con un único punto de entrada y salida. El quemador y el conducto van montados en la puerta. El horno opera bajo presión positiva y cuando el quemador está en funcionamiento no hay entrada de aire exterior y por lo tanto el horno puede operar reduciendo ligeramente el gas de la atmósfera, lo que elimina la

necesidad de utilizar una capa de sales de protección. Además, como el horno opera en ángulo, la carga se mezcla de manera parecida a la de una hormigonera. Ello hace que mejore la homogeneidad y la transferencia de calor resultando en una alta eficiencia térmica.

### Hornos de Dross Engineering

SNR comparó los hornos rotatorios basculantes ofertados por varios proveedores antes de optar por los diseñados y fabricados por Dross Engineering.

Las características de los HRB de Dross Engineering son:

- Diseño compacto.
- Máximo uso de uniones de rotación eliminando el uso de mangueras flexibles.
- Panel de control de abordo, paquete de potencia y ventilador de aire.
- Chasis auto sustentado.
- Eliminación de costosas cimentaciones.
- Accionamiento positivo y directo.
- Sistema de control del vari-gas del quemador.

### Gama de los Hornos Rotatorios Basculantes (Horno Convertidor)

1.000 dm<sup>3</sup> corresponden a aproximadamente 2,70 toneladas de fusión de aluminio.

Modelo	Capacidad del horno	Vari-gas *	Operación de la puerta**	Tipo de quemador ***	Diámetro de la puerta. (mm) ****
Dross 30	300dm <sup>3</sup>	simplified	manual	package	750
Dross 100	1000 dm <sup>3</sup>	simplified	manual	package	750
Dross 100	1000 dm <sup>3</sup>	lleno	auto	industria	750
Dross 160	1600 dm <sup>3</sup>	lleno	auto	industria	1000
Dross 200	2000 dm <sup>3</sup>	lleno	auto	industria	1000
Dross 300	3000 dm <sup>3</sup>	lleno	auto	industria	1000/1200
Dross 500	5000 dm <sup>3</sup>	lleno	auto	industria	1000/1200
Dross 700	7000 dm <sup>3</sup>	lleno	auto	industria	1000/1500
Dross 900	9000 dm <sup>3</sup>	lleno	auto	industria	1000/1500
Dross 1130	11300 dm <sup>3</sup>	lleno	auto	industria	1000/1500

\* Vari-gas: La versión completa es Standard en todos los hornos Dross 160.

\*\* Operación de las puertas: manual o automático (radio control remoto) dependiendo del modelo y la opción.

\*\*\* Tipo de quemador: Los hornos están equipados con quemadores de tipo unidad completa o de tipo industrial, dependiendo del modelo. Todos los hornos pueden calentarse por gas o combustible y los modelos de Dross 200 pueden equiparse con quemadores de oxígeno (el oxígeno se utiliza en lugar del aire de combustión).

\*\*\*\* Diámetro de la puerta: la capacidad del horno (volumen) varía dependiendo del diámetro de la puerta elegido.

- Control de temperatura de última generación.

Los HRB fabricados por Dross Engineering han tenido aplicaciones en las industrias no férreas y se utilizan para la fusión de cinc y aluminio y reducir los óxidos de plomo, estaño y bismuto, demostrando así la destacable versatilidad de este horno.

### La Planta en Prémery de SNR

- El plan de conjunto de la planta en Prémery tiene una estructura lógica y divide la fundición en "zonas de actividad".
- Recepción de materiales, almacenaje y "afinado en frío".
- Preparación de los materiales: Secado de viruta 2.000 kg/h.
- Taller de fundición: hornos rotatorios basculantes 2 x 5 m<sup>3</sup> (12,000 kg) y 1 x 3 m<sup>3</sup> (7,500 kg). Dos máquinas de carga para alimentar a los 3 hornos. Régimen de fusión para cada horno: 3,000 kg/h.
- Afinado: 2 hornos de mantenimiento basculantes de 30,000 kg cada uno.
- Colada/apilado de lingotes: 1 máquina de colada lineal de 6,000 kg/h, apiladora automática y una estación de transporte del metal líquido para 14 cucharas de transporte.
- Dross Engineering suministra la planta de fusión y de carga, los hornos de mantenimiento/afinado, el equipo de colada y apilado de lingotes, el secadero de virutas, etc.

La planta de Prémery tiene una capacidad anual de 30,000 toneladas y emplea a 7 fundidores por turno de trabajo.

### Control de la polución

La planta está equipada con una cámara de filtro de manga diseñado por la subsidiaria francesa de la empresa alemana INTENSIV. La empresa tiene un largo historial en el diseño de procesos de secado y detención de partículas de polvo para la industria del cemento, fundiciones y minería. La particularidad del sistema de filtro de mangas INTENSIV es su sistema de limpieza de aire invertido de dos fases que asegura un funcionamiento óptimo y un bajo consumo de aire comprimido. En el caso de la planta SNR de Prémery, los medios utilizados y el sistema de aire invertido disminuyen la emisión de partículas de polvo en menos de 0.5 mg/Nm<sup>3</sup>.

Capacidad de filtrado: 140,000 m<sup>3</sup> @ 110 °C.



Adicionalmente, la unidad de secado de virutas está equipada con un post quemador y torre de apagado para evitar la formación de NOX.

### Elección del Equipo de Combustión para el HRB

En cualquier instalación de este tipo es muy importante considerar la elección del sistema de combustión. Para los hornos rotatorios de basculamiento hay esencialmente dos opciones:

- Quemadores de aire-gas o combustible líquido.
- Quemadores de Oxy-Gas o combustible.

La mayoría de los fabricantes de este tipo de hornos optan por los quemadores de oxy-gas alegando las siguientes ventajas:

- Aumento de los índices de producción.
- Reducción del consumo de combustible.
- O reducción del volumen de productos de combustión, por lo tanto menos necesidad de utilizar filtros.
- Aumento del calor disponible.
- Prácticamente nada de NOx.

Sin embargo, antes de hacer una elección definitiva, el usuario final debe tener en cuenta otros puntos que no son tan favorables:

- Costes más altos del equipo (válvulas inoxidable de conducción de gas, etc.).
- Costes y limitaciones del oxígeno (después de todo, el aire es gratis).
- Control de los quemadores.
- Seguridad de la planta.
- Vida útil del refractario.

Todos aquéllos que tienen amplia experiencia en la industria pueden asegurar que no hay nada nuevo por conocer. Hace más de 20 años la tendencia (en Francia y resto de Europa) en los talleres de segunda fusión era equipar los hornos (todos sus hornos; rotatorios y de solera seca) con quemadores de oxy-gas. Los índices de producción mejoraron de manera efectiva (los hornos alcanzaban más temperatura y los índices de fusión aumentaron) y se registraron mejores índices de consume. Pero, ¿a qué coste? Los problemas de los equipos y refractarios y los temas de seguridad hicieron que todas las instalaciones volvieran utilizar quemadores de aire/combustible ¿por qué? El control de la combustión de los quemadores de oxy-gas es muy especializado y, en aquel momento, no existían los sistemas disponibles con los programas computerizados necesarios para controlar con éxito dichos quemadores para las aplicaciones específicas de los hornos de segunda fusión en aquella época.

(Continuará)

# Mis micrografías

Por Jordi Tartera



Continuamos esta sección que pretende publicar aquellas micrografías que a lo largo de nuestra vida profesional nos han parecido más interesantes o curiosas. No pretenden ser ninguna novedad técnica o científica y por ello pocas explicaciones acompañarán las fotos.

Como muchos fundidores e investigadores también han efectuado micros tanto o más interesantes, desde aquí les invitamos a que nos las envíen y las publicaremos con el nombre y foto del autor o autores.

## Rechupes y segregación

Como consecuencia de la solidificación pueden aparecer rechupes (Fig. 1) que confirman que el grafito y la austenita solidifican como eutéctico

divorciado, segregación asociada a microrrechupes (Fig. 2). La segregación delimita perfectamente las células eutécticas (Fig. 3) y puede provocar la presencia de martensita en las fundiciones ADI (Fig. 4).

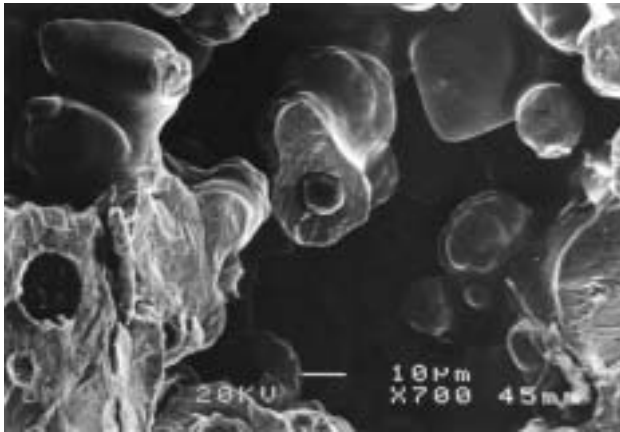


Fig. 1.

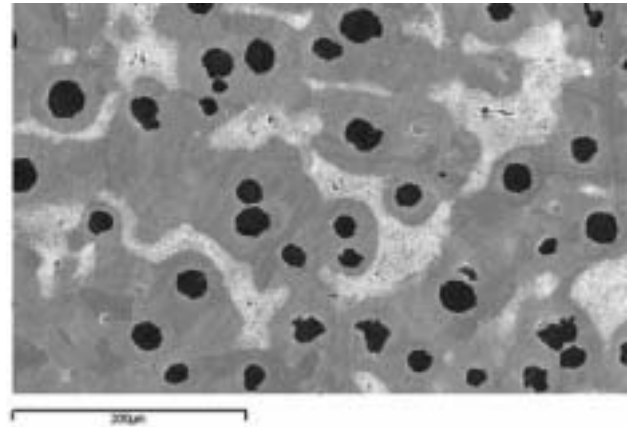


Fig. 3.

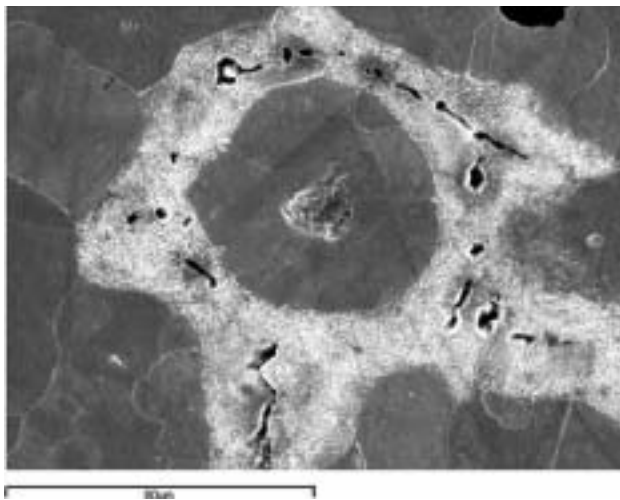


Fig. 2.

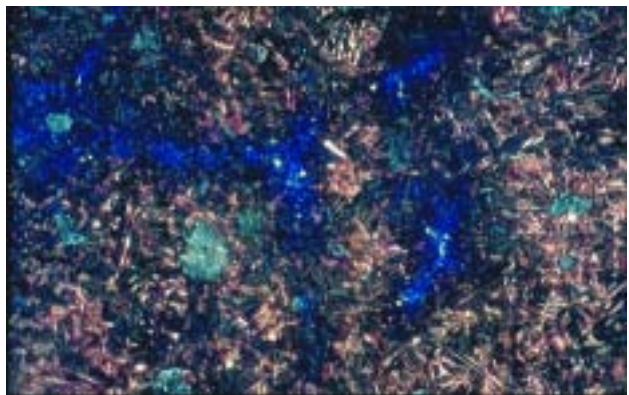


Fig. 4.

# Inventario de Fundición



Por Jordi Tartera

*Siguiendo el camino emprendido en la revista Fundición y continuado en Fundidores, vuelvo a ofrecer a los lectores de FUNDI PRESS el "Inventario de Fundición" en el cual pretendo reseñar los artículos más interesantes, desde mi punto de vista, que aparecen en las publicaciones internacionales que recibo o a las que tengo acceso.*

## DEFECTOS

### La teoría del bifilm: perspectivas para piezas sin defectos

*Campbell, J. En francés e inglés. 10 pág.*

A los que consideramos que no puede llamarse fundidor el que no sabe quién es John Campbell y no conoce sus trabajos sobre los bifilms, este artículo podría parecerse reiterativo pero, aparte de la ventaja de estar en francés para los que lo conocen mejor que el inglés, es un compendio claro y preciso de los efectos de este tipo de defecto. El bifilm es una heterogeneidad que provoca un defecto similar a una fisura, muy difícil de detectar dadas sus reducidas dimensiones. La mayoría de piezas fundidas presentan millones de bifilms creados por las turbulencias durante el llenado. A ellos cabe atribuir la formación de poros de gas y microrrechupes, las roturas en caliente, las bajas características mecánicas y la escasa resistencia a la corrosión. La presencia de bifilms permite explicar el mecanismo de modificación de las aleaciones Al-Si y la fragilización del acero moldeado por el nitrógeno o los sulfuros tipo 3. Los bifilms ya pueden estar presentes en los lingotes de primera fusión como consecuencia de técnicas de elaboración deficientes, pero es durante el llenado y la alimentación de las piezas cuando se forman en mayor cantidad. La colada contragravedad, el empleo de una artesa de colada, el uso de stopers o la colada por basculación minimizan la formación de bifilms. Por el contrario, deben evitarse los sistemas de llenado por gravedad. En la alimentación, aunque las mazarotas actúan muchas veces como nido de escoria los bifilms de gran superficie pueden llegar a obstruir el cuello de las mazarotas impidiendo la alimentación. De aquí la recomendación de Campbell "no mazarotar excepto en los casos en que sea absolutamente necesario". El cálculo y diseño de sistemas de llenado y alimentación adecua-

dos significa menos rechazos, menos costes y piezas características mecánicas más elevadas.

*Hombres et Fonderie n° 391. Febrero 2009. P. 11-20*

## ACABADO

### 6 reglas para el mejor uso de los abrasivos

*Clark, D.C. y S. Gibbs. En inglés. 4 pág.*

Las operaciones de acabado suelen ser costosas, por la escasa mecanización del amolado y por la cantidad de mano de obra que necesitan, y enojosas para los operarios por el ruido y polvo inherentes al trabajo. En este artículo se dan 6 reglas prácticas tanto para muelas fijas, portátiles o de banda. En primer lugar debe seleccionarse el abrasivo más adecuado. Para metales no féreos se recomiendan los abrasivos a base de zircona o alúmina. También debe tenerse en cuenta la densidad de abrasivo, es decir, la cantidad de abrasivo por superficie, ya que cuanto más alta es, mejor el acabado. En segundo lugar hay que dejar que la muela haga su trabajo. Un exceso de presión no representa un amolado más rápido, aparte de posibles tendinitis del operario. La tercera regla es cuidar el mantenimiento. Una muela mal equilibrada o que gire a menos velocidad de la especificada redundará en un peor amolado. En cuarto lugar, se recomienda que el ángulo de ataque sea de 35° para un buen contacto entre los granos de abrasivo y la pieza y para obtener un buen acabado. Se puede amolar entre 15 y 35° pero nunca llegar a los 45°. La quinta regla es no utilizar nunca agua con abrasivos lubricados, recomendados para piezas que pueden cambiar de color o que puedan endurecerse al amolar. Finalmente, los discos abrasivos adhesivos una vez han perdido su poder abrasivo deben sacarse en caliente por que se desprenden mejor y se evita tener que desprenderlos con herramientas que pueden dañar el plato. Aunque alguna de estas reglas puede parecer una perogrullada, respetarlas es el mejor camino para un amolado eficiente.

*Modern Casting 90 (2008) n° 2 p. 38-40*

**Se Vende Máquina  
de colado en vacío  
MCP 4/01 de 2ª mano  
junto con  
Estufa  
VGO 200**



Contacto:  
[mabar@mabar.es](mailto:mabar@mabar.es)

**DIMENSIONES EXTERNAS:**

Alto 799, largo 1.034, ancho 745 mm.

**ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA:**

220 V- 50 Hz – Monofásica

**CAPACIDAD DE CALEFACCIÓN:**

1,95 kW

**REGULACIÓN DE TEMPERATURA:**

hasta 300 °C

**SE VENDE HORNO DE FOSA  
"NUEVO A ESTRENAR"**

**Características:**

- Calentamiento eléctrico (250 kW).
- Dimensiones 1.750 mm ancho x 2.500 mm largo x 2.500 mm alto.
- Temperatura trabajo 750 °C máx.
- Sistema de recirculación interna.

**Teléfono de Contacto: 650 714 800**

**EMPLEO**

Joven de 32 años de Hondarribia (GUIPÚZCOA) con experiencia en ventas, busca trabajo de COMERCIAL en el País Vasco, en el sector metalúrgico.

Disponibilidad total para viajar.

Interesados contactar:

[benarrochjr@hotmail.com](mailto:benarrochjr@hotmail.com)

**SE BUSCA**

"Franceses que viven en Canadá con intención de establecerse en España están buscando informaciones (direcciones y sitio Internet) sobre empresas fabricantes de moldes de precisión en acero en toda España. Por favor, envíenos los detalles de ellos a la siguiente dirección:

[elena59@contactnet](mailto:elena59@contactnet).

De antemano, muchas gracias por su respuesta."

**SE BUSCA  
SIFCO APPLIED SURFACE  
CONCEPTS,**

líder mundial del metalizado electroquímico con brocha, busca un distribuidor en España de nuestros métodos de electrolizado selectivo. Pueden Vds. tomar contacto con nosotros:  
E-mail: [sifcoasc@sifcoasc.fr](mailto:sifcoasc@sifcoasc.fr)

**SE BUSCA DISTRIBUIDOR  
PARA GENERADORES  
DE OXÍGENO A PARTIR DEL AIRE  
PARA SOLDAR EN LA MISMA  
PLANTA/TALLER  
(TAMBIÉN PUEDE LLENARSE  
CILINDROS DE ALTA PRESIÓN)**

TEL: 93 205 0012

MAIL: [info@puncernau.net](mailto:info@puncernau.net)

**SE BUSCA**

**Arena Negra para Moldear Aluminio.  
Arena fina que parece arena de Mar, añaden  
alguna sustancia química que la hace negra  
y cuando la secas se queda dura.**

Móvil: 660 747 427

[canterera@gmail.com](mailto:canterera@gmail.com)

visite nuestra web  
[www.ceramifrac.es](http://www.ceramifrac.es)



Tubos y rodillos cerámicos

Vda. José Antonio Lomba, Cerámica, s/n  
 28750 - La Bisnosa (París) España

Tel: 986 61 49 44 Fax: 986 60 92 69  
 email: @ceramifrac.es



C/ Arboleda, 14 - Local 114  
 28031 MADRID  
 Tel. : 91 332 52 95  
 Fax : 91 332 81 46  
 e-mail : acemsa@terra.es

*Centro Metalográfico de Materiales*

**Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC**

- Laboratorio de ensayo de materiales : análisis químicos, ensayos mecánicos, metalográficos de materiales metálicos y sus uniones soldadas.
- Solución a problemas relacionados con fallos y roturas de piezas o componentes metálicos en producción o servicio : calidad de suministro, transformación, conformado, tratamientos térmico, termoquímico, galvánico, uniones soldadas etc.
- Puesta a punto de equipos automáticos de soldadura y robótica, y temple superficial por inducción de aceros.
- Cursos de fundición inyectada de aluminio y zamak con práctica real de trabajo en la empresa.

**Periodista experta en comunicación corporativa y gabinetes de prensa, especializada en I+D y materiales, en las áreas de Fundición, Energía y Medio Ambiente, Salud, automoción y aeroespacial, se ofrece para colaborar en modalidad freelance o contrato.**

**Tel. 696 165 388 (mcjuncal@yahoo.es)**



**HORNOS ALFERIEFF**  
 contabiliza la construcción de más de 1100 hornos, por ello, contamos hoy con una renombrada experiencia en el campo de los hornos industriales.



**HORNOS ALFERIEFF**

VISITE NUESTRA NUEVA [www.alferieff.com](http://www.alferieff.com)  
 C/ Doctor Marañón, 11 - 28220 Majadahonda (Madrid)  
 Tel: +34 91 639 69 11 - Fax: +34 91 639 48 18 - Email: hornos@alferieff.com

**BUSCAMOS**

Informático que sepa utilizar un programa ERP, Active Directory, Terminal Server. Conocer la actividad del tratamiento de superficie. Saber administrar un servidor.

Realmente buscamos a una persona capaz de administrar un puesto de distribuidor en Barcelona. Tendrá que viajar a Asia, Valencia, Bilbao y Francia (por lo menos 1 ó 2 veces por mes para concretar su negocio en España).

Remuneración: sueldo + comisión sobre el margen comercial.

Sociedad DATAXIOME – telf.: +33 (0)1 48 18 18 10 - Yann BARILE (+33(0)6 42 53 22 03 – yann.barile@protectiondesmetaux.com) o Charles GREGOIRE (+33(0)6 80 33 30 37 – charles.gregoire@protectiondesmetaux.com)



**Visite nuestra nueva Web**  
[www.pedeca.es](http://www.pedeca.es)

**SU MEJOR COMUNICACIÓN**  
 REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL



**PEDECA** *press* Publicaciones

C/ Goya, 28. 4º • 28001 MADRID • Tel. 91 786 77 76 • Fax: 91 781 31 26 • [pedeco@caifera.es](mailto:pedeco@caifera.es) • [www.pedeca.es](http://www.pedeca.es)

## TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

- Granalladoras de turbina
- Equipos de chorreado
- Lavadoras y túneles de lavado



**ABRASIVOS Y MAQUINARIA, S.A.**

Tel. 93 246 10 00 - 93 246 16 01

E-mail: [info@aymsa.com](mailto:info@aymsa.com)

[www.aymsa.com](http://www.aymsa.com)



Granalladoras automáticas por turbina

Cabinas para chorreado mediante abrasivos

[www.alju.es](http://www.alju.es)

Filtros para depuración del aire

Talleres Alju, S.L.  
Ctra. San Vicente, 17  
48510 Valle de Trápaga  
Vizcaya - España

Ventilación industrial

Tel. (+34) 944 920 111

Fax (+34) 944 921 212

E-mail: [alju@alju.es](mailto:alju@alju.es)

Fabricantes con ingeniería propia con 50 años de experiencia

Fabricación standard y a medida



**Ingeniería Térmica Bilbao s.l.**

*Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos*

P.I. Sangroniz, Ibero 1-M5  
E-48150 SONDICA (Vizcaya)  
Tel.: 94 453 50 78  
Fax: 94 453 51 45  
[bilbao@interbil.es](mailto:bilbao@interbil.es)

- Ingeniería de Hornos.
- Suministro y fabricación de resistencias.
- Quemadores recuperativos y regenerativos.
- Reguladores de potencia.
- Sistemas de control de procesos.
- Control de atmósferas.

[www.interbil.es](http://www.interbil.es)

## ASHLAND



**Iberia Ashland Chemical, S. A.**  
**CASTING SOLUTIONS**

### SUMINISTROS COMPLETOS PARA LA FUNDICIÓN

**OFICINAS:**  
Muelle Tomás Olabari, 4-3º  
48930 Las Arenas-Getxo  
(Bizkaia) España  
Tel: 94 480 46 46  
Fax: 94 464 88 61  
e-mail: [iac@ashland.com](mailto:iac@ashland.com)

**FÁBRICA:**  
Bº Brazomar, s/n  
39700 Castro Urdiales  
(Cantabria) España  
Tel: 942 859 100  
Fax: 942 803 777  
e-mail: [iac@ashland.com](mailto:iac@ashland.com)



Driven  
to  
Discover

### Espectrómetros para analizar metales

Espectrometría de arco/chispa para analizar la composición química porcentual (%) de materiales metálicos

Tel. 94 471 04 01 - Fax 94 471 17 41 - [comercial@spectro.es](mailto:comercial@spectro.es)

SPECTRO Hispania, S.L.  
P.A.E. Auzarán, Edificio Enekeri - Nave 9  
48950 ERANDIO (Aizoa) - Vizcaya

[www.spectro.com](http://www.spectro.com)



- AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS.
- ANALIZADORES DE GASES.
- SONDAS DE OXÍGENO PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y COMBUSTIÓN.
- MONITORIZACIÓN DE TEMPERATURAS EN HORNOS.
- GENERADORES DE NITRÓGENO GASLAB.
- HORNOS: ELTERMA PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y NITREX PARA NITRURACIÓN.

Parque Empresarial Villapark - Av. Quitapesares, 8 nave 8  
Apartado 46 - 28670 Villaviciosa de Odón ( Madrid )  
Tel.: 916 165 814 - Fax: 916 165 783  
E-mail: [eucon@grupoeucon.com](mailto:eucon@grupoeucon.com) - [www.grupoeucon.com](http://www.grupoeucon.com)

## insertec

### Hornos y Refractarios

Ingeniería y Servicios Técnicos, S.A.

Avda. Cervantes, 6 - 48970 Basauri, Vizcaya  
Tel.: 944 409 420 • Fax: 944 496 624  
e-mail: [insertec@insertec.biz](mailto:insertec@insertec.biz) • [www.insertec.biz](http://www.insertec.biz)

**T.M.T.**  
Taller de Modelos y Troqueles



- Modelos Metálicos.
- Modelos de Resina.
- Cajas de Machos.
- Útiles Manipuladores.
- Prototipados.

Construcción de todo tipo de modelos, cajas de Machos y Utillajes para la industria de la fundición.

“En la carrera por la calidad no hay línea de meta”

San Felices de Buelna (Cantabria)  
Bº La Agüera, S/N

Tel: 00 34 902 95 16 58 - Fax: 00 34 902 95 16 59

e-mail: [tmr@modelosytroquel.com](mailto:tmr@modelosytroquel.com)

<http://www.modelosytroquel.com>





- MAQUINARIA Y ACCESORIOS PARA FUNDICIÓN INYECTADA.
- INYECTORAS CÁMARA CALIENTE Y FRÍA de 13 a 1.600 Ton
- INYECTORAS DE C.C. MULTICORREDERA de 7 a 40 Ton
- HORNOS DE FUSIÓN Y MANTENIMIENTO
- EQUIPOS DE VACÍO
- ATEMPERADORES
- EQUIPOS DE CONTROL
- CÉLULAS ROBOTIZADAS
- ETC.

- SOLUCIONES A MEDIDA: La más amplia gama de maquinaria y periféricos para mejorar su calidad y productividad.

- NUESTRO EQUIPO TÉCNICO Y COMERCIAL ESTÁN A SU DISPOSICIÓN.

**Contrat:**

P.L. Riera de Caldes, C/ La Forja, nave nº 2 - 08104 Palau-Solità i Plegamans (Barcelona)  
Tel. 93-864.84.88 Fax: 93-864.91.32  
[www.coniex.com](http://www.coniex.com) [com.iva@coniex.com](mailto:com.iva@coniex.com)



Gabina 2, 1ª N  
20305 Iruñ  
Tel: 943 63 13 38  
Fax: 943 63 13 69  
[sales@sefatec.net](mailto:sales@sefatec.net)  
[www.sefatec.net](http://www.sefatec.net)

Un referente europeo para el sector de fundición

Soluciones en Ingeniería para el sector de fundición:

- ✓ Auditorías, Diagnósticos y Planes Directores Industriales.
- ✓ Planes de Inversiones y Estudios de Factibilidad.
- ✓ Elaboración de Anteproyectos.
- ✓ Ejecución de Proyectos.
- ✓ Especificaciones Técnicas para Consulta de Proveedores y Subcontratistas:
  - Fabricantes de equipos.
  - Empresas de Obra civil (fluidos, energías, tratamientos de emisiones, etc.).
- ✓ Selección de Proveedores y Subcontratistas.
- ✓ Consultas y Análisis de Ofertas y Pedidos.
- ✓ Recepción de Equipos e Instalaciones.
- ✓ Seguimiento de Obra civil.
- ✓ Dirección del Montaje y Seguimiento de la Puesta en Producción.
- ✓ Seguimiento del Funcionamiento de las Instalaciones durante el periodo de Garantía.

**Espectrómetros OES para Análisis de Metales**  
ARL QuantoDesk, ARL Quantrix, ARL 3460 y ARL 4460



Madrid: Valdeprado, 22 - 28.º Pto. Córdoba - 28104 Alcorcón - Sp. - +34 914 861 505 - Fax: +34 914 861 506  
Barcelona: Girona, 38 - 08129 - 08128 Barcelona - Sp. - +34 933 230 740 - Fax: +34 933 230 742  
Göteborg: Tel. +46 31 822 228 - Fax: +46 31 822 229 - +46 31 822 230  
[www.thermo.com](http://www.thermo.com) [info@o.es@thermo.com](mailto:info@o.es@thermo.com)



**TALLERES DE PLENCIA, S.L.**  
**HORNOS INDUSTRIALES**

Realizamos hornos para:  
 - Hornos de fusión y refino.  
 - Hornos para el tratamiento térmico.  
 - Hornos para el tratamiento térmico y el secado.  
 - Hornos para el tratamiento térmico y el secado.  
 - Hornos para el tratamiento térmico y el secado.  
 - Hornos para el tratamiento térmico y el secado.

C/ Gabina nº 2  
48300 Iruñeta - Navarra (España)  
Tel: +34 943 63 13 38 +34 943 63 13 69  
Fax: +34 943 63 13 69  
[ventas@hornos-tp.com](mailto:ventas@hornos-tp.com)

[www.hornos-tp.com](http://www.hornos-tp.com)

**TAMOS**

DISEÑO Y FABRICACION DE EQUIPOS VIBRANTES

- Composición
- Desmoldeo
- Carga de hornos
- Recuperación de arena y virutas

C / SIERRA DE GATA, 23 / 28830 SAN FERNANDO DE HENARES / MADRID  
Tel. 91 656 92 91 / Fax. 91 676 52 85 / [tamos@tamos.com](mailto:tamos@tamos.com) / [www.tamos.com](http://www.tamos.com)

**EURO-EQUIP**  
INGENIERÍA Y EQUIPOS PARA FUNDICIÓN

Desde la máquina más simple,  
hasta la más compleja instalación llave en mano.

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA ESPAÑA DE:

ABP, DISA, Danttherm, MACNEMAG, SERF, YUATSUKI, CYRUS, MAGMA

C/ Ramón y Cajal, 2 Bis - 4º Dpto. 9 - 48014 BILBAO (SPAIN)  
Tel.: (34) 944 761 244 - Fax: (34) 944 761 247 - E-mail: [euroequip@euroequip.es](mailto:euroequip@euroequip.es)  
[www.euroequip.es](http://www.euroequip.es)

**MODELOS VIAL, S.L.**  
UTILAJE PARA FUNDICIÓN  
FOUNDRY PATTERNS AND TOOLINGS

**MODELOS Y UTILAJES DE PRECISION POR CAD-CAM**  
**MODELOS EN:**  
Madera, metal, plástico y poliestireno, coquillas de gravedad, coquillas para cajas de machos calientes, placas para cáscara.

Larrogana, 15 - 01013 Vitoria/Gasteiz Alava (Spain)  
Tel.: 945 25 57 88 (3 líneas) - Fax: 945 28 96 32  
e-mail: [modelosvial@modelosvial.com](mailto:modelosvial@modelosvial.com)  
e-mail Departamento técnico: [tecnica@modelosvial.com](mailto:tecnica@modelosvial.com)

**RÖSLER**  
finding a better way ...

Rösler International GmbH & Co. KG P.J.  
Cova Solera C / Roma, 7 08191 Rubí (Barcelona)  
[www.rosler.es](http://www.rosler.es)

Tel.: 93 588 55 85 [rosler@rosler.es](mailto:rosler@rosler.es)  
Fax: 93 588 32 09  
Tel.Ciut: 93 687 63 20 [comercial@rosler.es](mailto:comercial@rosler.es)

- VIBRACIÓN
- GRANALLADORAS Y CHORREADORAS
- LINEAS DE GRANALLADO Y PINTADO
- RECAMBIOS Y PIEZAS DE REPUESTO
- LAVADORAS INDUSTRIALES
- INGENIERIA MEDIOAMBIENTAL

[www.rosler.es](http://www.rosler.es)

**INSTALACIONES PARA TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE**

## INDICE de ANUNCIANTES

ABRASIVOS Y MAQUINARIA . . . . .	17	MATIC 09 . . . . .	Contraportada 4
ACEMSA . . . . .	45	MODELOS VIAL . . . . .	11
BAUTERMIC . . . . .	21	MOLDEXPO . . . . .	9
CERAMIFRAC . . . . .	45	REVISTAS TÉCNICAS . . . . .	Contraportada 3
CONIEX . . . . .	47	RÖSLER . . . . .	47
CUMBRE INDUSTRIAL . . . . .	13	SEFATEC . . . . .	47
DEUTSCHE MESSE . . . . .	17	SPECTRO . . . . .	46
EUCON . . . . .	46	TALLER DE MODELOS Y TROQUELES .	46
EURO-EQUIP . . . . .	3	TALLERES ALJU . . . . .	15
HEINRICH WAGNER SINTO . . . . .	5	TALLERES DE PLENCIA . . . . .	47
HORNOS ALFERIEFF . . . . .	15	TARNOS . . . . .	47
IBERIA ASHLAND CHEMICAL . . . . .	Contraportada 2	THERMO FISHER . . . . .	47
INSERTEC . . . . .	46	TRASMET SUBCONTRATACIÓN . . . .	7
INTERBIL . . . . .	46	VOXELJET . . . . .	PORTADA
LIBRO TRATAMIENTOS TÉRMICOS . .	29	VULKAN . . . . .	21

**jg**  
maquetación

edición,  
diseño gráfico,  
maquetación...

tels.: 91 610 03 11  
687 75 33 64  
fax: 91 610 03 11  
www.maquetacionjg.com  
E-mail: cliente@maquetacionjg.com

**deley** Publicidad

Victor J. Ruiz  
Creativo Publicitario

Diseño gráfico • Packaging • Diseño de Stands • Producción Gráfica  
Edificio Cardenal Cisneros • Vértice, 3 • 28010 Madrid  
Telf.: 91 447 80 57 • deleypublicidad@uana.com

## Próximo número

### ABRIL

Granalladoras y granallas. Shot Peening. Tratamiento superficial. Abrasivos. Muelas. Acabado. Rebarbado. Gases y atmósferas. Lubricantes, fluidos, aceite. Moldeo. Arenas.