



FUNDI PRESS

OCT./NOV. 2011 • Nº 34

# FUNDI *Press*

REVISTA DE LA FUNDICIÓN

www.pedeca.es

## La fórmula de un líder



# ILARDUYA + HA

HÜTTENES ALBERTUS



ILARDUYA Y HÜTTENES ALBERTUS son líderes en procesos de moldeo para la automoción.



ILARDUYA Y HÜTTENES ALBERTUS colaboran estrechamente en productos innovadores.



ILARDUYA Y HÜTTENES ALBERTUS son líderes en el mercado global de la fundición.

La **solución** para el tratamiento de superficies  
Granalladoras - Equipos de chorreado - Filtros de aspiración



OCTUBRE/NOVIEMBRE 2011 • Nº 34



Talleres ALJU, S.L.

Ctra. San Vicente, 17 - 48510 VALLE DE TRÁPAGA - VIZCAYA - ESPAÑA  
Telf.: +34 944 920 111 Fax: +34 944 921 212 - e-mail: alju@alju.es  
www.alju.es

Tecnología **HA**  
HÜTTENES ALBERTUS

**ILARDUYA**

Bº Borda, s/n | Apdo. 35  
48340 Amorebieta (Vizcaya) SPAIN  
Tel: +34 94 673 08 58  
Fax: +34 94 673 34 54  
ilarduya@ilarduya.com

www.ilarduya.com

28 Mayo - 2 Junio

# 2012

# 27 BIEMH

## BIENAL ESPAÑOLA DE MÁQUINA-HERRAMIENTA

La 27ª edición de la BIEMH será un punto de encuentro de alto nivel tecnológico y de innovación en el sector:

### REPRESENTACIÓN POR SECTORES

- MÁQUINAS HERRAMIENTA
- OTRAS MÁQUINAS
- HERRAMIENTAS PARA MÁQUINAS-HERRAMIENTA
- PIEZAS, COMPONENTES Y ACCESORIOS
- AUTOMATIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
- METROLOGÍA Y CONTROL DE CALIDAD
- SERVICIOS PARA EL TALLER Y LAS EMPRESAS



Machine-Tool Manufacturers' Association of Spain (AFM)  
Asociación Española de Fabricantes de Máquinas-Herramienta  
www.afm.es



IMPOSSIBLE

www.biemh.com

# 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



ILARDUYA es suministradora integral de productos para procesos de fundición y cuenta con una amplia gama de productos y, también, a medida en las siguientes áreas:

- Moldeo y machería: aglomerantes, arenas de moldeo y complementos de moldeo.
- Fusión: ferroaleaciones y otros aditivos.
- Acabado y Limpieza: abrasivos de limpieza y otras aplicaciones.

ILARDUYA, asociado de Hüttenes-Albertus en España, es una empresa moderna que cuenta con una experiencia en el sector de

más de 90 años y que aplica la innovación en todos sus procesos con el máximo respeto por el medio ambiente.

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

Amorebieta (Vizcaya) – Madrid – Barcelona

Oficinas centrales y Fábrica:  
Barrio Boroa, s/n Apdo. 35  
48340 Amorebieta (Vizcaya)

Tel. +34 94 673 08 58

Fax +34 94 673 34 54

[ilarduya@ilarduya.com](mailto:ilarduya@ilarduya.com)

## Sumario • OCTUBRE/NOVIEMBRE 2011 - Nº 34

Editorial 2

Noticias 4

Cámaras Térmicas de alta resolución • Concepto “PFERDERGONO MICS” • La compañía italiana OMLER 2000 • Nederman adquiere Dantherm Filtration • Hexagon Metrology y EADS: convenio marco hasta 2014 • Brammer inaugura su nuevo centro de excelencia en Bilbao.

Información

- La siderurgia europea demanda a la Comisión Europea - Por UNESID 8
- ASK Chemiclas hace su presentación pública en le FENAF 2011 en su nuevo papel como operador global 10
- “greentelligence” es el tema clave de HANNOVER MESSE 2012 12
- Grupo MAR CASTING, S.L. apuesta por el futuro - Por Juan Ramón López Oves 14
- Voxeljet presenta un sistema de ligado inorgánico 16
- GE presenta el primer sistema compacto de TC de 300 kV con detectabilidad de detalles 1µm 18
- CONFEMETAL propone medidas de política económica para revitalizar la industria 20
- Nueva Cámara Termográfica testo 885 22
- Expositores y visitantes avalan el futuro de la Cumbre Industrial 23
- Colada centrífuga - Por HORMESA 26
- La subcontratación en Europa - Por Daniel Coue 28
- Cooyuntura del metal - Por Confemetal 31
- Presentación europea de OBJET 34
- Cámara FTI - Por Land Instruments (FALTA) 35
- Fabricación de camisas para motores diésel (Parte 5) - Por Susana de Elío de Bengu, Enrique Tremps Guerra, Daniel Fernández Segovia y José Luis Enríquez 38
- El caballo de Leonardo da Vinci - Por Jordi Tartera 44
- Técnicas en fundición: Materiales tradicionales vs actuales - Por A. Sorroche Cruz, I. Lozano Rodríguez, J. A. Durán Suárez, R. Perálbo Cano y J. Montoya Herrera 51
- Inventario de Fundición - Por Jordi Tartera 59

Guía de compras 60

Índice de Anunciantes 64

**Director:** Antonio Pérez de Camino  
**Publicidad:** Carolina Abuin  
**Administración:** María González Ochoa  
**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 Artes Gráficas

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

D. Manuel Gómez

Asociación de Amigos de la Metalurgia

## Editorial

### 4 AÑOS

Cómo pasa el tiempo...

Hace 4 años que comenzamos nuestra andadura editorial y en este tiempo, todos los que formamos el **Grupo PEDECA PRESS PUBLICACIONES**, con sus 4 revistas, **FUNDI Press**, **TRATER Press**, **MOLD Press** y **SURFAS Press**, hemos logrado poner en sus manos 100 números.

En tiempos como los actuales hay que considerarlo un éxito, pero que hay que agradecer a todos los que lo hacen posible, trabajadores, colaboradores, articulistas, composición, imprenta, difusión, suscriptores, lectores, ... Pero sobre todo a los anunciantes, que son quienes nos facilitan el soporte económico para hacer realidad las revistas. Sin ellos, no hubiera sido posible.

Nuestro programa editorial seguirá siendo el mismo, editar revistas de calidad con artículos interesantes y asistencia a Ferias, Congresos y demás eventos de cada sector.

Sin duda, entre todos hemos logrado que cada revista de PEDECA sea líder en su sector.

Gracias a todos.

*Antonio Pérez de Camino*

# DESCUBRIENDO EL MEJOR TEJIDO

RESISTENCIA Y DURABILIDAD



NUEVA GAMA DE TEJIDOS PARA FUNDICIÓN

**Lenard**  
bcn S.L.  
Technical fabrics

## Cámaras Térmicas de alta resolución



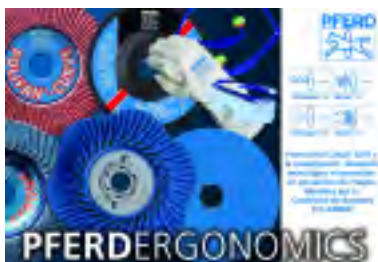
INFAIMON presenta las nuevas G95 y G96 de SATIR, cámaras que se caracterizan por la gran resolución en la presentación de imagen térmica, 640 x 480, campo de visión (FOV) 24° x 18°/0.5m y la nueva función IR Duo Vision® que combina en tiempo real en la pantalla extraíble, la imagen visible con la imagen térmica. Este tipo de equipos son ideales para investigación de fallos, análisis de equipos, procesos y control de calidad.

Info 1

## Concepto “PFERDERGONO MICS”

Todas las nuevas herramientas PFERD han sido desarrolladas y fabricadas tomando como eje central la ergonomía del trabajador a la hora de utilizar la herramienta.

Habitualmente el usuario de he-



rramientas trabaja bajo duras condiciones de trabajo, en aplicaciones difíciles y realizando un importante esfuerzo físico.

La gama de herramientas PFERDERGONOMICS nace para mejorar estas condiciones y ofrece soluciones para obtener:

- Menores vibraciones.
- Reducción del nivel de ruido.
- Menor concentración de polvo.
- Manejo más cómodo y confortable de la herramienta.

La clave para beneficiar al usuario en el uso de herramientas PFERD reside en una correcta combinación de herramienta, aplicación, material y tipo de máquina. Eligiendo la herramienta más apropiada, usando ropa y equipos de protección individuales adecuados y siguiendo las indicaciones de uso, se pueden minimizar las cargas a las que se ve sometido el usuario en el puesto de trabajo.

Info 2

## La compañía italiana OMLER 2000

La compañía italiana OMLER 2000, en su primera participación en GIFA, ha presentado la gama tradicional y sobre todo los últimos e innovadores productos de su proyecto y producción: nuevas versiones adicionales de sus martillos neumáticos para desarenado, los RVC 70 MBR, MBL y MBR-A. Realizados con el objetivo de mejorar constantemente los productos para adaptarlos a las nuevas exigencias de los clientes, proporcionándoles nuevas tecnologías y nuevos materiales. Así como el nuevo sistema de monitorización de martillos neumáticos para desarenado, el sistema OMLER 2000 de monito-



rización de prestaciones y eficiencia de los martillos de desarenado THOR v.2.0 con sensores extensiométricos RB 2000, que es el accesorio más importante de estos martillos de desarenado. Puede ser conectado al PLC a través de salidas a rele, Ethernet y/o bien Profibus (CAN OPEN).

El instrumento de lectura Thor v.2.0 procesa los datos transmitidos por el sensor extensiométrico RB 2000, transformándolos en Frecuencia (Hz) y/o en golpes/minuto, éstos son visualizados sobre el display como golpes/minuto y/o frecuencia (Hz).

OMLER 2000 agradece a todos los que han visitado el stand, que pudieron conocer esta dinámica empresa italiana y les invita a visitar su website [www.omler2000.com](http://www.omler2000.com).

Info 3

## Nederman adquiere Dantherm Filtration

Gracias a esta fusión entre Nederman y Dantherm Filtration se ha producido una ampliación de los segmentos de clientes específicos y del número de mercados.

Nederman está fundamentalmente especializada en productos y sistemas ideados para garantizar la salud y la seguridad en espacios de trabajo, líneas de producción y unidades individuales.

DISEÑANDO Y FABRICANDO  
HORNOS Y ESTUFAS  
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

CONSTRUYENDO FUTURO

▶ AERONÁUTICA ▶ ESPACIO ▶ FERROCARRIL ▶ NAVAL ▶ AUTOMOCIÓN ▶ EÓLICA ▶ FOTOVOLTAICA ▶ TERMOSOLAR ▶ ELÉCTRICO ▶ I.PESADA

**HORNOS  
ALFERIEFF®**



Email: [hornos@alferieff.com](mailto:hornos@alferieff.com) - [www.alferieff.com](http://www.alferieff.com)



Dantherm Filtration está especializada en grandes sistemas de filtrado para limpiar el aire en líneas de procesado y en instalaciones de dimensiones significativas. Las soluciones de Nederman son aptas para un volumen de hasta unos 15.000 metros cúbicos, mientras que Dantherm Filtration funciona con una capacidad de hasta 150.000 aproximadamente.

Con frecuencia, las aplicaciones del mismo cliente necesitan sistemas grandes y pequeños. Gracias a esta fusión entre ambas empresas complementarias, Nederman puede ahora cubrir un área muy amplia dentro del entorno laboral y la limpieza de aire industrial, al mismo tiempo que puede ofrecer a sus clientes más productos y soluciones más amplias en filtración industrial.

Entre otros sectores, las soluciones Nederman tienen una importante implantación en:

- Industria del metal.
- Fundiciones y altos hornos.
- Mecanizado de materiales compuestos.

Info 4

## Hexagon Metrology y EADS: convenio marco hasta 2014

Hexagon Metrology y EADS confirman la prórroga de un convenio marco hasta finales de 2014 para todos los productos del ca-



tálogo de metrología de Leica Geosystems. Este nuevo convenio consolida la estrecha cooperación entre el proveedor de sistemas portátiles de metrología y el Grupo EADS. Desde el año 2002 existe un convenio marco entre EADS y Leica Geosystems.

Los equipos de la División de Metrología de Leica Geosystems son herramientas esenciales para poder garantizar la calidad del producto en las diferentes unidades de EADS. Estos equipos se utilizan frecuentemente en los procesos de fabricación, verificación y certificación de las herramientas y utillaje de producción y de las piezas, permitiendo un ensamblaje verificado mediante procesos metrología. Para EADS, el uso de innovadores equipos de metrología contribuye eficazmente a reducir la duración de los ciclos y los costes en un sector sumamente exigente.

«Este convenio corrobora nuestra capacidad para consolidarnos como uno de los privilegiados proveedores de soluciones globales en metrología portátil para el Grupo EADS. Nuestras soluciones para mediciones precisas, fiables e innovadoras confieren un valor substancial a los productos de EADS, así como a las mejoras incorporadas y a las nuevas gamas de aviones, como por ejemplo el Airbus A350 XWB y el A320neo », añade Méhand Idri, EMEA Business Development Manager para los productos de metrología de Leica Geosystems.

Info 5

## Brammer abre nuevo centro

Brammer Ibérica S.A., compañía líder dedicada a servicios y soluciones de mantenimiento para la industria, ha inaugurado hoy su Centro de Excelencia en Bilbao en una clara apuesta por la competitividad del sector industrial en España. Con una inversión de 300.000 euros, se trata del primer centro de estas características que abre la firma inglesa fuera de Gran Bretaña.

El nuevo centro de formación de Brammer ha sido inaugurado por el máximo responsable de la compañía en España, Neil Rogers, juntamente con el equipo de gestión de la compañía.



Los 170 metros cuadrados de la instalación se han dividido en tres grandes zonas: Aprendizaje, Exposición y Taller. El centro cuenta con múltiples muestras de producto de 18 de los principales proveedores en el mercado y 18 stands de exposición.

El nuevo centro proporcionará ensayos técnicos tanto para clientes como para el equipo interno de ingenieros y ayudará a mejorar habilidades y conocimientos mediante formación teórica y práctica de productos y talleres.

Info 6



# ¿Quieres Exportar?



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

Te lo ponemos fácil

## PLAN SECTORIAL ACTIVIDADES 2012

### MISIONES DIRECTAS:

- Arabia - EUA
- India
- Mexico
- Siria - Libano
- Brasil
- Rusia
- Polonia - Chequia
- EEUU - Canadá
- Argentina - Chile
- Singapur - Vietnam
- Sudáfrica
- Colombia - Peru
- Argelia- Marruecos
- Australia - N. Zelanda
- Feria LITMASH Rusia
- Congreso Mundial Fundición México

Cuenta con el Apoyo de ICEX que otorga Bolsas de Viaje por importes de hasta 3000 €

### FERIAS:

- FundiExpo (Mexico)
- Metal & Metallurgy (China)
- Ankiros (Turquia)
- Hannover Messe (Alemania)
- Midest (Francia)
- Subcon (Reino Unido)
- Aluminium (Alemania)
- Elmia (Suecia)
- ValveWorld (Alemania)



Cuenta con el Apoyo de ICEX que subvenciona el 25% - 50% del total de gastos incurridos.

### MISIONES INVERSAS:

- ENCUENTROS EMPRESARIALES, (Bilbao) coincidiendo con Congreso Español de Fundición.



Cuenta con el Apoyo de ICEX que subvenciona parte del coste total de la Misión.

## Otros Servicios

El principal cometido de FUNDIGEX / AMFEX es servir a sus empresas asociadas proporcionándoles servicios de valor que les ayuden en su internacionalización. Estamos a disposición de las empresas para ayudarles a resolver problemas de cualquier tipo, y atender sus necesidades. Para ello, contamos con una larga experiencia en comercio exterior y fundición con el que ofrecer asesoramiento en operaciones comerciales, y soluciones para todo tipo de conflictos.

- Boletines Informativos quincenales
- Envío de Demandas recogidas en Ferias y Oficina
- Bases de Datos de Potenciales Clientes y Agentes
- Envío de Estadísticas de Import/Export
- Estudios de Mercado sobre Fundición
- Área de Formación
- Gestión de Ayudas y Subvenciones
- Servicios Personalizados

Para más información,  
contáctenos en:



**FUNDIGEX**

FUNDIGEX (Asociación Española de Exportadores de Fundición, Maquinaria, Productos y Servicios)  
Gran Vía 13, 5ª planta, 48001 Bilbao, Vizcaya (Spain) T +34 94 470 65 12 [www.fundigex.es](http://www.fundigex.es) [fundigex@fundigex.es](mailto:fundigex@fundigex.es)

# La siderurgia europea demanda a la Comisión Europea

Por UNESID

**E**urofer (la asociación europea de la siderurgia) ha presentado un recurso ante el Tribunal de Luxemburgo contra la Decisión de la Comisión que asigna derechos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) a la siderurgia.

La Directiva de comercio de derechos de emisión prevé, para proteger a la economía europea del riesgo de deslocalización de la industria, la asignación de derechos de emisión, gratuitos, a las industrias sometidas a la competencia internacional, en base a un estricto sistema que beneficia a las instalaciones más eficientes (evaluación comparativa o "benchmark" en inglés). Las instalaciones más eficientes deberían disponer del 100% de los derechos de emisión con carácter gratuito.

La definición de los sectores en riesgo de deslocalización se realizó después de un escrutinio detallado de cada sector, de su exposición a la competencia internacional, los flujos comerciales, etc.

Sin embargo, la Decisión de la Comisión ha fijado un estándar para la siderurgia integral que es técnicamente inalcanzable, como la propia industria ha demostrado a la Comisión y a sus asesores externos.

Al fijar el estándar para la siderurgia integral, la Comisión ha decidido no tomar en consideración los gases de proceso, que se producen inevitablemente en la producción de acero, y que se utilizan para producir electricidad, sustituyendo el uso de combustibles fósiles.

El estándar fijado por la Comisión es inferior en un 17% a la media de las emisiones del sector en el periodo considerado de cómputo (2005-2008) y un 10% inferior al estándar propuesto por Eurofer, que corresponde a las instalaciones europeas más eficientes.

Como consecuencia de esta decisión, la siderurgia europea dejará de recibir entre 2013 y 2020 20 millones de derechos de emisión menos por año, lo que puede suponer, si se considera un precio conservador de los derechos de emisión de 30 €/t, un sobrecoste de 4.800 millones de Euros en el conjunto del periodo 2013 – 2020.

Adicionalmente, la industria siderúrgica está a la espera de que la Comisión adopte un reglamento para compensar a las industrias intensivas en energía de los sobrecostes que tendrá la energía eléctrica al aplicar la Directiva, a partir de 2013.

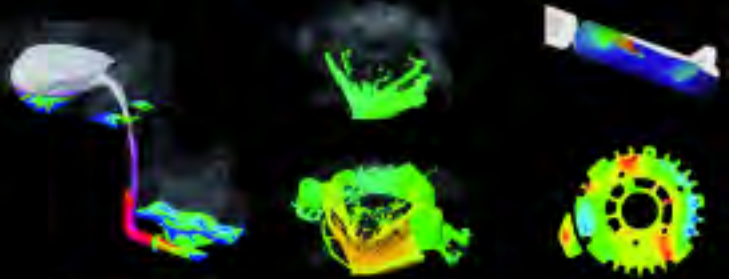
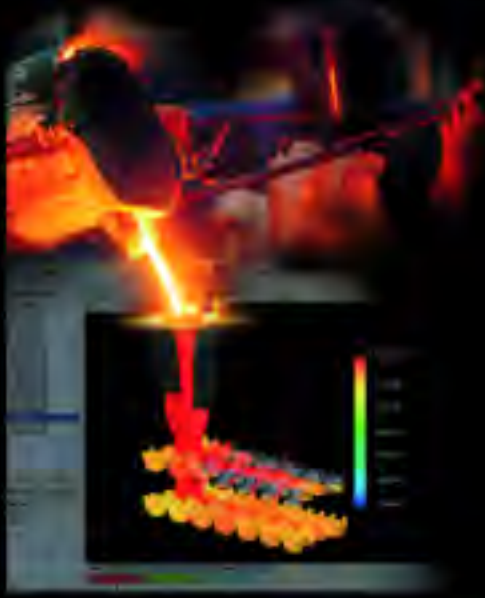
Eurofer ha solicitado del tribunal:

- Que se adopte el procedimiento de urgencia para fallar sobre el fondo del asunto, que reduciría los plazos a un año, permitiendo conocer la decisión del tribunal antes de que comience la aplicación efectiva de la Directiva
- Que suspenda cautelarmente la decisión de la Comisión, hasta el pronunciamiento del Tribunal.

La anulación de la Decisión de la Comisión, por aplicación incorrecta de la Directiva de Comercio de derechos de emisión.

**¿QUIERE AHORRAR COSTES Y MEJORAR SU KNOW-HOW?  
SIMULE SU PROCESO DE FUNDIDO CON**

**FLOW-3D®**



Proceso de llenado  
por gravedad

Fundición HPDC  
Llenado y solidificación

Defectología  
Tensiones y deformaciones

- Más de 30 años ayudando a nuestros clientes
- Las empresas punteras del sector ya son usuarios
- Manejo simple, intuitivo, customizable
- Interfaz FLOW-3DCast en castellano

**PIDA HOY UNA DEMOSTRACIÓN EN:**  
[www.simulacionesyproyectos.com](http://www.simulacionesyproyectos.com)  
[central@simulacionesyproyectos.com](mailto:central@simulacionesyproyectos.com)

**MAQUINARIA DEL MEDITERRANEO C.B.**



**Fabricante de periféricos  
para la fundición.**

**Resistencias, boquillas,  
punteras, crisoles...**



Polígono Ind. de Catarroja • Calle 29, Parcela 803  
46470 CATARROJA (VALENCIA)  
Teléf.: 961 273 451 • Móvil 639 632 600 • Fax: 961 269 371  
E-mail: [miguelangel@maquimed.com](mailto:miguelangel@maquimed.com)

## ASK Chemicals hace su presentación pública en la FENAF 2011 en su nuevo papel como operador global

**E**n la feria industrial FENAF 2011, celebrada en Sao Paulo (Brasil) entre el 4 y el 7 de octubre de 2011, ASK Chemicals GmbH se presentó por primera vez en Sudamérica como proveedor integral global dentro de la industria de la fundición. La selección de exposiciones disponible en el stand de la empresa daba una idea de la amplia gama de productos y servicios relacionados con la fundición que ofrece el operador global. La presentación realizada por uno de los especialistas de ASK como parte del foro del CONAF ofreció a los visitantes de la feria algunos conocimientos básicos acerca de los nuevos conceptos de recubrimiento

para obtener piezas de fundición sin residuos ni defectos. La Asociación Brasileña de Fundición, a través de su presidente, concedió a ASK Chemicals un premio en señal de agradecimiento por su contribución a los avances en la industria de la fundición en Brasil. Según Devanir Brichesi, Presidente de la Asociación Nacional de Fundición de Brasil (ABIFA), esperan que la recientemente ampliada cartera de suministros de fundición ofertada por ASK Chemicals suponga una contribución aún mayor. Confían, según dice, en una especial contribución a la oferta de productos y soluciones para una producción más sostenible en su industria, ya que el sector de la fundición sólo puede crecer contando con proveedores de gran confianza.

El especialista en productos químicos para la fundición hizo su primera aparición en los mercados sudamericanos en la FENAF 2011 con el objetivo de ayudar a los visitantes profesionales, tanto brasileños como de otros países de Sudamérica, a entender mejor la cartera global de productos para suministros de fundición y a transmitir la experiencia que ASK Chemicals ofrece, especialmente en lo relacionado con algunos temas de actualidad como son la compatibilidad medioambiental y la conservación de recursos.

Algunos de los especialistas de ASK Chemicals realizaron interesantes presentaciones como parte del foro técnico del CONAF, centrado en los nuevos conceptos de recubrimiento como medio para obtener piezas de fundición sin residuos ni defectos, en procesos de alta complejidad de fundición en serie de piezas para el automóvil. Además, todos los que visitaron el stand tuvieron la oportunidad



*Devanir Brichesi, Presidente de la ABIFA, concediendo el Premio ABIFA a Renato Carvalho, Director Ejecutivo de ASK Chemicals do Brasil.*

de informarse acerca de los últimos avances de la empresa en productos para filtración de metales y de los productos para la reducción de emisiones en la fundición. La empresa ilustró su amplia cartera a través de numerosas exposiciones en las que se detallaban todos los productos químicos auxiliares empleados en el sector de la fundición, como pueden ser los aglomerantes, los recubrimientos, los aditivos, los manguitos o los filtros, tanto orgánicos como inorgánicos, así como los productos metalúrgicos. Algunos expertos procedentes de filiales de Brasil, Europa y América estuvieron a disposición de la audiencia de profesionales para dar respuesta a las posibles preguntas. Esto permitió a los expertos responder a peticiones y necesidades, en persona, en más de 15 idiomas y hablar acerca de cómo los clientes podrían beneficiarse de las soluciones técnicas más recientes.

Renato Carvalho, Director Ejecutivo de la sección de Operaciones para Sudamérica, afirma que, en las numerosas conversaciones mantenidas con clientes y demás partes interesadas, sus productos, sus soluciones y su programa de servicio integral global han generado un gran interés, en especial los temas relacionados con los procesos

productivos que ahorran recursos y energía. Lo que impresionó especialmente a los clientes fue el centro de servicio integral de ASK Chemicals, en el que podían encontrar desde productos para la fabricación de machos (como aglomerantes o aditivos de arena) hasta productos de la línea de moldeo (como filtros, manguitos o recubrimientos refractarios), así como una amplia gama de inoculantes y aleaciones base.

En este sentido, ASK Chemicals se considera, sin lugar a dudas, un líder tecnológico. Las líneas de producto de la empresa son una muestra del uso de procedimientos productivos sostenibles, de la eficiencia energética y de materiales y, finalmente, de la reducción de las emisiones, siendo la optimización de procesos un aspecto en el que se trabaja día a día. Según comentarios del Director Ejecutivo Renato Carvalho en relación a la cartera de la empresa, el uso de sus productos y procedimientos aumenta la eficiencia, mejora la producción y la productividad y, al mismo tiempo, reduce las emisiones y protege los recursos. Con esta afirmación, queda claro que la empresa cumple con sus obligaciones para con el conjunto de la sociedad.

## Automatice el Control de su Horno



Un horno estacionario se vuelve automático utilizando un Actuador de Tapón TXP-5-E, en conjunto con un sensor ProH y su unidad de control. Esto puede asegurar un nivel de canal de 0,3 mm



Un horno basculante se vuelve automático utilizando un sensor ProH en conjunto con el sistema de control. Este sistema puede asegurar un nivel de canal de 0,5 mm

*"Automatizamos de principio a fin el flujo de metal en líneas de producción de lingotes, barras, slabs, láminas; tanto nuevas como ya existentes. Pregúntenos cómo le podemos ayudar."*

**PRECIMETER**®

PreciMeter Control AB, Sweden  
phone +46 31 764 55 20 fax +46 31 764 55 29  
sales@precimeter.com www.precimeter.com

Para contactar su representante local enviar e-mail a [info@precimeter.com](mailto:info@precimeter.com)

## “greentelligence” es el tema clave de HANNOVER MESSE 2012

**E**l aumento de los precios de las materias primas, la escasez de los recursos y los elevados costes de la energía, así como un nuevo comportamiento de la demanda hacen que tanto las pymes como los grandes consorcios empiecen a cambiar su modo de pensar a nivel mundial.

La industria se encuentra ante grandes desafíos, pues el desarrollo y la aplicación de productos y procesos con bajo impacto ambiental, así como las tecnologías verdes acaparan cada vez más el centro de atención de una gestión empresarial sostenible. “Gracias al tema central, greentelligence’ examinamos este desarrollo.

Nuestros expositores en las ocho ferias clave de HANNOVER MESSE 2012 van a poner de manifiesto que solo una conexión directa en la producción industrial de procedimientos eficaces, materiales ecológicos y productos sostenibles puede asegurar la competitividad en los mercados internacionales, que se desarrollan de modo tan dinámico”, afirma el Dr. Wolfram von Fritsch, presidente de la junta directiva de Deutsche Messe AG.

Del 23 hasta el 27 de abril las empresas presentan en HANNOVER MESSE 2012 las tendencias actuales del sector en los ámbitos centrales de la automatización, las tecnologías energéticas, la subcontratación y los servicios industriales, así como la investigación & desarrollo.

En este contexto se celebrará por primera vez la feria clave IndustrialGreenTec, que presenta conceptos de futuro y productos ya disponibles en el cam-

po de las tecnologías ecológicas y la sostenibilidad. Gracias a este certamen la industria cuenta por primera vez con una plataforma para poner en escena productos y procedimientos destinados a una producción sostenible.

Industrial Automation incluye asimismo “greentelligence”: aquí los expositores presentan entre otras cosas soluciones para una automatización de la producción y de procesos inteligente y de bajo impacto ambiental. Los procesos de automatización de eficacia energética se basan en TI inteligentes.

Digital Factory constituye un importante precursor de una producción y cadenas de procesos eficaces, suministrando las soluciones inteligentes necesarias para futuros productos finales.

Las ferias clave Energy y MobiliTec ya por su enfoque temático apuestan por “greentelligence”.

Estos ramos industriales contribuyen en gran medida al desarrollo de las tecnologías verdes, impulsando temas tales como la electromovilidad, los conceptos de producción de energía renovable y el desarrollo de altas tecnologías en la construcción convencional de centrales energéticas.

La feria clave internacional Industrial Supply constituye el núcleo en la aplicación de componentes y materiales de bajo impacto ambiental en la industria.

Los expositores del ámbito de la subcontratación

industrial, sumamente innovadora, contemplan como su función principal aumentar constantemente el uso eficaz de la energía y los materiales dentro de los procesos industriales, a fin de incrementar la rentabilidad, reduciendo a su vez el impacto ambiental.

Complementando los temas de la subcontratación de HANNOVER MESSE, los expositores de CoilTechnica muestran sus últimos procedimientos y materiales para fabricar bobinas, motores eléctricos, generadores y transformadores eficaces.

Research & Technology ofrece una panorámica exhaustiva del desarrollo y la futura aplicación de tecnologías, materiales y procedimientos ecológicos y sostenibles.

En la feria clave mundial de investigación y desarrollo se presentarán los últimos resultados de I&D a lo largo de toda la cadena industrial de valor añadido.

El País Asociado de HANNOVER MESSE 2012, China, reforzará el tema clave "greentelligence", centrando su presentación en HANNOVER MESSE 2012 en el tema clave propio "Green + Intelligence".

Según las declaraciones de Gu Chao, director general del departamento de ferias monográficas del Consejo Chino para la Promoción del Comercio Internacional, las empresas y centros de investigación chinos presentarán en Hannóver en abril de 2012 proyectos innovadores, entre otros de los ámbitos de producción energética sostenible, redes energéticas inteligentes y Green-Tech.

"El tema central 'greentelligence' se va a extender por toda la HANNOVER MESSE como un hilo conductor.

En la industria ninguna empresa ya no puede eludir estos requisitos del futuro", concluye von Fritsch.



## Libertad de movimiento. ROMER Absolute Arm con escáner integrado.

- La solución de escaneo universal: escaneo preciso de alta velocidad para todos los tipos de piezas y aplicaciones
- Solución de escaneo totalmente integrada: sin unidad de control o cables adicionales
- Sin tiempo de calentamiento
- Sistema de escaneo certificado según la norma 889.4.22
- Los codificadores absolutos simplifican el funcionamiento: sólo hay que encender el brazo para que esté listo para funcionar

Demo? Contacte con nosotros:

Hexagon Metrology

Tel: +34 93 594 69 20

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



 **HEXAGON**  
METROLOGY

# Grupo MAR CASTING, S.L. apuesta por el futuro

Por Juan Ramón López Oves. Director

**M**AR Casting, S. L. nace en el año 2000 como empresa de Servicios Industriales. Formada por personas de larga experiencia en su actividad y especializada en el Estudio, Suministro y Montaje de Revestimientos Refractarios para la Industria de la Fundición en General.

Desde el inicio el objetivo fue ofrecer a nuestros clientes un servicio personalizado, basado en el trabajo diario y que junto a nuestros colaboradores nos permitiese ofrecer la mejor solución técnica y económica, dirigida a optimizar sus recursos de producción.

Después de once años, y tras un primer periodo de posicionamiento en un mercado extremadamente competitivo, un posterior periodo al albor de un gran crecimiento económico, y otro de muy duros ajustes, mantenemos la sensación del trabajo bien hecho, que junto con nuestro afán de superación, aún en tiempos muy difíciles, y el deseo de continua mejora, hicieron que lejos de abandonar, emprendiésemos durante el año 2009 la reestructuración y diversificación de nuestras actividades, siempre sobre la base de un plan director 2010-2012, que aún hoy se continúa desarrollando.

En la actualidad como Grupo MAR Casting, atendemos distintas áreas de actividad en la Industria y Construcción. En donde cada Firma trabaja de forma autónoma, pero siguiendo todas ellas la misma dirección general y objetivos.

El Área Industrial es desarrollada por MAR Casting Hornos & Refractarios, que mantiene su atención a la

Fundición y a la Industria en General. Tanto con medios propios, como trabajando de forma muy estrecha con los distintos departamentos técnicos de nuestros Socios Comerciales y Firmas representadas, atendemos Proyectos de Desarrollo Industrial, Calderería en General, Estudio y Diseño de Revestimientos Refractarios, Optimización de Procesos, Elaboración de Informes Técnicos, Estudios Termográficos, Desarrollo de Maquinaria Especial, y la reparación, mejora e implantación de Sistemas de Calentamiento por Inducción. Suministramos una amplia gama de productos relacionados con todo tipo de Revestimientos Refractarios, Aislamientos Térmicos, Máquina-Herramienta y Productos Metalúrgicos, y somos distribuidores autorizados o en exclusiva de primeras Firmas Nacionales, Comunitarias e Internacionales.

Desde MAR Casting Inducto Cast Servicios, atendemos el montaje de todo tipo de revestimientos refractarios y aislamientos térmicos, tanto de nueva construcción, como reparaciones parciales y mantenimientos periódicos en el sector industrial, especialmente en Fundición, Metalurgia y Siderurgia.

Ha sido en este Área Industrial, donde durante los dos últimos años hemos realizado nuestros mayores esfuerzos, no sólo económicos, sino también estratégicos. Y es ahora donde empezamos a recoger el fruto de este esfuerzo.

Durante el primer semestre del año 2011, MAR Casting Hornos & Refractarios, ha obtenido la adjudicación de tres proyectos de importancia, que han supuesto el suministro de un total de 967 Tn de materiales refractarios, entre productos conforma-



dos y no conformados. Esto sumado a nuestro mercado habitual hace que en este periodo hayamos superado ya las 1.100 Tn de materiales refractarios suministrados, realizado más de 60 intervenciones de reparación. Ejecutado 3 obras "llave en mano" de interés y cerrado 2 contratos de mantenimiento integral. Todo ello durante un ejercicio especialmente duro.

Hemos cerrado un acuerdo, como socio comercial para todo el territorio nacional, con ALLIED MINERAL PRODUCTS, Inc., primera firma en EE.UU. fabricante de Productos Refractarios y puntera a nivel mundial en el sector de la Fundición, con quien iniciaremos a partir del último trimestre de este año una campaña global en este sector, al que aportaremos novedosos avances técnicos que sin duda servirán para mejorar la calidad de nuestros servicios y optimizar los recursos de nuestros clientes.

También hemos cerrado acuerdos, como socios comerciales para todo el territorio nacional, con la Firma E.C.T.P. Refractories, que nos permitirá atender el sector siderometalúrgico. Con la Firma ISOTECH, especializada en productos de mica en general. Y mantenemos conversaciones para cerrar en breve, acuerdos comerciales con otras dos firmas de prestigio, que nos permitirán competir en el mercado de los productos refractarios conformados.

Tenemos en desarrollo un proyecto de joint-venture conjuntamente con la Firma General Insulation Europe Ltd., especializada en aislamientos térmicos basados en fibras cerámicas.

Todo esto, sumado a las Firmas que desde hace años representamos y a una especial colaboración con SAINT-GOBAIN CERAMIC MATERIALS en determinados mercados, hace que no sólo no nos hayamos dejado vencer por el desánimo, sino que nos encontremos en óptimas condiciones para afrontar nuevos retos de futuro, pudiendo ofrecer a nuestros clientes alternativas de plena garantía.

Estamos convencidos que hoy, la diversificación de actividades, y la colaboración entre Empresas son la mejor forma de obtener rendimientos sostenibles y consolidar proyectos de futuro. Continuamos por ello receptivos a cualquier oportunidad de colaboración con Firmas afines a nuestras actividades.

Nuestro objetivo actualmente es la consolidación nuestra situación, iniciando un plan de expansión comercial, que sin duda servirá en el futuro para consolidar nuestro proyecto global. Y en este camino estamos seguros que nos encontraremos.

Núremberg, Alemania

17 - 19.1.2012



**EUROGUSS 2012**

9. Salón Internacional de la Fundición a Presión:  
Técnicas, Procesos, Productos



**¡Una valiosa fuente de información!**

Infórmese aquí sobre los productos y las tecnologías de unos 400 expositores. Sus conocimientos son su ventaja.

Más información:

[www.euroguss.de](http://www.euroguss.de)

¡Nos encantaría poder informarle!  
Nürnberg Fair, S.L.  
Tel. +34 93 2 38 74 75  
Fax +34 93 2 12 60 08  
[espania@nurnbergmesse.com](mailto:espania@nurnbergmesse.com)

Promotora  
NürnbergMesse GmbH  
Tel. +49 (0) 9 11 86 06-49 16  
[visitor@nurnbergmesse.de](mailto:visitor@nurnbergmesse.de)  
[nurnbergmesse.de](http://nurnbergmesse.de)

Patrocinadores  
VDD Verband Deutscher Druckgießereien, Düsseldorf

CEMAFON  
c/o VDMA, Frankfurt am Main

El que busca, encuentra:  
[www.ask-EUROGUSS.de](http://www.ask-EUROGUSS.de)  
¡Aquí encontrará a todos los expositores y productos!

[www.euroguss.de](http://www.euroguss.de)

**NÜRNBERG MESSE**

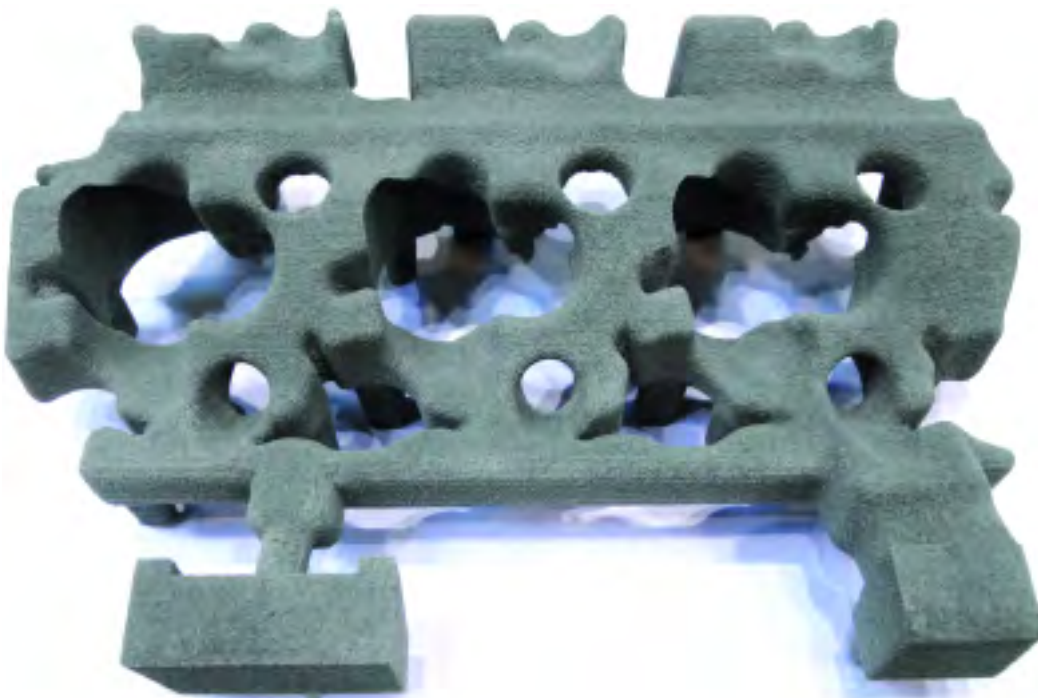
## Voxeljet presenta un sistema de ligado inorgánico

**V**oxeljet y Hüttenes-Albertus han sido los primeros en lograr producir moldes y núcleos ligados con medios inorgánicos. La producción se realiza sin herramientas en procedimientos de impresión 3D. Con esta innovación, la impresión 3D se suma a una tendencia cada vez más importante: la que lleva a utilizar materiales ecológicos en la fundición. El método también convence en términos de calidad y se presentó por primera vez en la GIFA de Düsseldorf (Alemania).

En todo el mundo, cada vez son más demandados procedimientos de producción modernos y respetuosos con el medio ambiente. Distintos sectores, entre los que destaca muy especialmente la industria automovilística, han dado prioridad a los aspectos de sostenibilidad y ecología de los procesos de producción. Desde hace ya algún tiempo se utilizan ligantes inorgánicos para la fabricación de núcleos de arena en la producción de motores. Frente a los ligantes orgánicos, los núcleos ligados

inorgánicamente ofrecen toda una serie de ventajas, desde su carácter respetuoso con el medio ambiente hasta las mejoras en calidad de las piezas fundidas finales.

Hasta ahora, la tecnología de Additive Manufacturing (AM) utilizada para producir moldes de arena en sistemas de impresión 3D a partir de datos CAD sin el uso de herramientas, no había sido capaz de utilizar ligantes inorgánicos. Voxeljet, un fabricante de sistemas de impresión 3D de alto rendimiento,



y Hüttenes-Albertus, fabricante líder de productos para el sector de la fundición, ofrecen ahora la solución perfecta para la impresión 3D respetuosa con el medio ambiente y de alta calidad. Y lo hacen de la mano de un sistema de ligado inorgánico apto para la producción en serie.

El sistema de material de moldeo desarrollado por Hüttenes-Albertus en colaboración con Voxeljet se puede utilizar en las impresoras 3D de la firma. En términos generales, el proceso de creación de capas es el mismo que con los ligantes orgánicos. En el nuevo sistema se aplica material de moldeo con ligantes inorgánicos (arena tratada inorgánica) en capas micrométricas sobre un área determinada. A continuación se imprime de forma selectiva con un líquido. La solución de impresión activa el ligante de la arena, que aglutina las partículas de material de moldeo circundantes.

Este proceso se repite capa a capa, hasta producir el molde deseado. Después de la impresión, el material de moldeo circundante se retira de moldes y núcleos. El material de partículas no impreso se

puede tratar y reintegrar en el proceso. Después del proceso de creación de capas, los componentes impresos se secan en un horno durante unas horas. Después, están listos para la fundición.

En algunos sistemas, los productos ligantes inorgánicos se basan en resina artificial. Y, frente a los productos orgánicos, los ligantes inorgánicos no se queman durante el proceso de fundición, evitando así las emisiones generadas por los sistemas orgánicos, dañinas tanto para la salud como para el medio ambiente. La nueva tecnología tampoco genera el olor habitual de los procesos de fundición como resultado del quemado de los materiales orgánicos. Así pues, el proceso de fundición está libre tanto de olores como de condensación. Y, con todo ello, el proceso es muy respetuoso con el medio ambiente. Al mismo tiempo, tiene también efectos muy positivos en la calidad de la fundición. Por ejemplo, en el caso de la fundición NE/L, la estabilidad térmica del ligante inorgánico durante la fundición mejora la estabilidad de los moldes de arena y, con ello, la precisión dimensional de los componentes.

## SYSTEM 4 LA MEJOR GAMA DISPONIBLE DE TERMÓMETROS DE ALTA PRECISIÓN

Los termómetros de la gama del Sistema 4 de Land proporcionan exactitud y flexibilidad dentro del rango de 0 a 2600° C para satisfacer las necesidades exactas de su proceso.

- Termómetros de alta y baja temperatura con y sin fibra óptica.
- Procesadores LANDMARK digitales o analógicos; simples o multicanal.



- Salidas industriales 4/20 mA, profibus y RS232
- Amplio rango de accesorios de montaje.
- Termómetros y procesadores completamente intercambiables.
- Exactos, fiables, medida sin deriva.

**LAND**  
An AMETEK Company

SOLUCIONES DE MEDIDA DE TEMPERATURA SIN CONTACTO

## GE presenta el primer sistema compacto de TC de 300 kV con detectabilidad de detalles 1 $\mu\text{m}$

**E**l nuevo phoenix v|tome|x m de la división de tecnologías de inspección de GE es el primer sistema compacto de tomografía computerizada de 300 kV del sector para metrología 3D y análisis de fallos con detectabilidad de detalles inferior a 1  $\mu\text{m}$ .

Este sistema proporciona una ampliación y resolución excelentes para muestras de metal de elevada

absorción. Con hasta 500 W, también dispone de suficiente potencia de tubo para examinar una amplia gama de piezas, incluso fundiciones de metales ligeros en sólo unos minutos. Su configuración opcional de doble tubo ofrece una nanoCT® de alta resolución de muestras de baja absorción. Esta versatilidad garantiza un amplio espectro de aplicaciones de este nuevo sistema en ciencia de los materiales, análisis de fallos industriales, control

de procesos y en metrología 3D en sectores industriales tan variados como el de la fundición y la electrónica o el de los plásticos, la geología y el aeroespacial, incluso en el de la inspección de álabes de turbina.

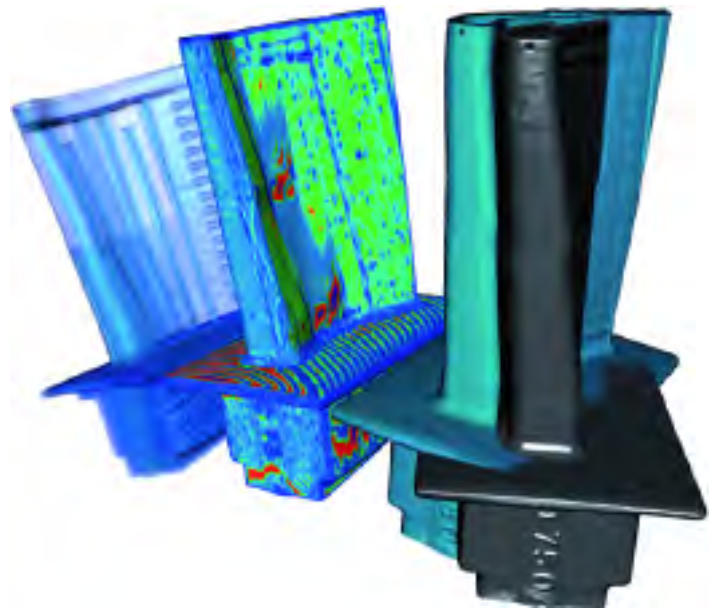
En palabras de Oliver Brunke, director de producto de CT de la línea de productos de radiografía phoenix de GE: "este nuevo sistema de TC amplía nuestra serie v|tome|x y nuestro exclusivo tubo de rayos X de 300kV/500W con microfoco. Está ahora disponible por primera vez en sistema compacto de laboratorio, complementando nuestra amplia versión v|tome|x L de acceso total, así como nuestro v|tome|x compacto. La calidad superior de imagen del phoenix v|tome|x m se debe al uso de tecnología interna en todos los componentes principales de hardware y software, in-



cluida la tecnología del tubo de rayos X de alta resolución y los arrays de detectores digitales de rayos X DXR con estabilización de temperatura de GE.

El nuevo sistema de TC de GE es apto para uso con muestras de 600 x 600 mm con un campo de visión de hasta 300 mm de diámetro, 600 mm de alto y hasta 50 kg de peso. Dispone de manipulación con base de granito y una cabina con control de temperatura para una medición y una repetibilidad de precisión extremadamente elevadas y está asimismo equipado con software CT phoenix datos|x 2.0 | que permite una adquisición de datos, un procesamiento y visualización de volumen totalmente automatizados, mediante la función de click & measure|CT del software. Los resultados de reconstrucción en 3D están disponibles en cuestión de minutos con la opción velo|CT del sistema.

La elevada ampliación del sistema proviene del diseño del tubo unipolar de 300 kV con microfoco de GE, cuya distancia de trabajo mínima desde el punto focal a la apertura de salida del haz de rayos X es de sólo unos 4,5 mm. Esto contrasta con los tubos bipolares convencionales, que cuentan con mayores distancias mínimas de trabajo, en los que au-



menta así la distancia del punto focal al objeto de destino y por lo tanto se limita la ampliación. Para escaneos de resolución especialmente alta, se puede seleccionar un tubo opcional de elevada potencia de 180 kV con nanofoco pulsando un botón.

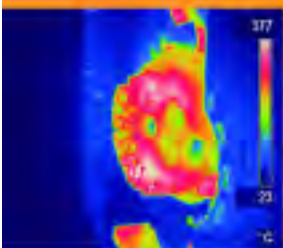
# METALFLOW®

Productos y servicios para Fundición Inyectada, Estampación y Forja

Desmoldeantes, lubricantes especiales, pastas, grasas, hidráulicos, lubricantes para mecanización y auxiliares.

Servicio técnico, laboratorio, auditorías, mejoras de proceso, estudios termográficos.

Equipos de dosificación y mezcla.



# CONFEMETAL propone medidas de política económica para revitalizar la industria

**E**n su último Informe de Coyuntura Económica y Laboral, la Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal, CONFEMETAL, ha lanzado una serie de propuestas para revitalizar la Industria que tras una crisis económica que dura ya cuatro años, se ha resentido considerablemente hasta situarse según el Índice de Producción Industrial en niveles de 1993.

La industria necesita, en primer lugar de un entorno normativo sencillo y previsible para las empresas, de una legislación que proporcione un marco estable, predecible y adecuado que movilice hacia la innovación y la competitividad, y que no sea un obstáculo a la inversión industrial.

Lamentablemente, la profusión legislativa nos ha dotado de un cuerpo legislativo inmanejable que supone altos costes formales y materiales, y la falta de coordinación legislativa entre Estado, Comunidades Autónomas y Entes Locales, deriva en una fractura de la unidad de mercado.

Sobre esa base de mercado con la suficiente masa crítica, la industria necesita para superar la actual situación de medidas específicas de apoyo hacia sectores estratégicos, como planes “prever” para bienes de inversión y consumo duradero, y el mantenimiento del esfuerzo inversor en infraestructuras productivas que se debería favorecer con fuentes de inversión privada, permitirían contrarrestar el negativo efecto que la escasez de crédito y los planes públicos de inversión cortoplacistas han generado.

En paralelo, es necesario reactivar el acceso de las empresas a la financiación en condiciones razonables y acabar con la morosidad, muy especialmente de las Administraciones Públicas, que está paralizando la capacidad productiva de algunos sectores

y comprometiendo, incluso, la viabilidad y la supervivencia de muchas empresas.

La limitación del acceso al crédito y la morosidad, están comprometiendo la solidez patrimonial de las empresas, lo que ralentizará el ritmo de la recuperación cuando se inicie y causará problemas de viabilidad futura, especialmente a las pymes.

La industria es el primer sector consumidor de energía y en base a ello necesita un suministro previsible, seguro y a precios competitivos. Más eficiencia y menos emisiones de carbono significan innovación e inversión, lo que adicionalmente ocasionará un impulso positivo a la economía española y a la Industria, siempre y cuando no se pierda en los caminos de más reglamentación y restricciones, y se centre en favorecer la asunción de tecnologías y productos energéticamente eficientes y ya disponibles hoy.

Es necesario modernizar toda la cadena de generación, transmisión y distribución de electricidad, para lograr una mayor seguridad energética, con mejores infraestructuras y redes, y con un “mix” de fuentes de generación, sin exclusiones por motivaciones no técnicas, que permita un suministro seguro, previsible y a precios razonables y sin distorsiones. La normativa energética debe centrarse realmente en trasladar la eficiencia energética al mercado –más que en regular y limitar las tecnologías– y en desarrollar las necesarias infraestructuras.

El futuro de la Industria es clave, más que las ayudas públicas y las subvenciones es una fiscalidad adecuada que pasa por una reducción del Impuesto sobre Sociedades, especialmente para las Pymes que si bien disfrutaban de un tipo inferior al de las grandes empresas, pagan sus impuestos con un tipo efectivo superior al no disfrutar del mismo nivel de deducciones.

Pero, según CONFEMETAL, la actividad industrial es, por definición, riesgo e innovación y su éxito depende de las inversiones en I+D y del desarrollo de productos innovadores que deben fomentarse orientando el esfuerzo de investigación al mercado. Adecuar el marco de la investigación a las necesidades de pymes industrial, simplificar el tratamiento fiscal de la inversión en I+D+i, fomentar la colaboración Universidad-Empresa, mejorar la financiación y simplificar procedimientos, normativas y reglamentaciones redundará en hacer más atractiva la inversión en investigación, desarrollo e innovación en España.

Actualmente la industria sufre una sobrerregulación y una dispersión normativa medioambiental que obstaculizan su desarrollo. La industria precisa criterios ambientales proporcionados, únicos y homogéneos en todo el mercado nacional, estabilidad y previsibilidad del marco normativo y un control real de productos, que no siempre cumplen los estrictos estándares medioambientales en sus países de origen y que inundan nuestros mercados.

En el terreno de la formación, en el que se juega una parte importante de nuestra competitividad, es necesaria la colaboración entre centros educativos y empresas, y un esfuerzo para que en todos los escalones formativos se haga atractivo el empleo industrial, muy especialmente entre las mujeres, insuficientemente representada en muchas de las profesiones tradicionales de la industria. Pero el gran reto formativo está en dotar a los trabajadores de la cualificación y las herramientas de adaptación profesional que les permitan afrontar crecientes cambios tecnológicos y exigencias competitivas.

Por último, el Informe de CONFEMETAL se refiere a la necesidad de un mercado laboral flexible que permita seguir ofreciendo empleo sólido y de calidad, para lo que serían necesarios la reducción y simplificación de las excesivas modalidades de contratación y despido, la flexibilización del despido, la reducción de las elevadas cotizaciones sociales empresariales y la solución al grave problema, económico y organizativo, que supone el absentismo laboral, muy especialmente por incapacidad temporal.

Bajo Coste de  
Propiedad

Sus Necesidades  
Nuestra Solución

## Analizador de Metal SPECTROMAXx

¿Luchando contra elevados costes operativos? ¡El SPECTROMAXx puede ayudarle! Con el más bajo consumo de argón, prácticamente ningún consumible y muy pocas exigencias de mantenimiento, el SPECTROMAXx ofrece una mayor capacidad de proceso de muestras y los costes más bajos del mercado.



Beneficiarse de las ventajas del líder del mercado:  
Hable con nosotros y averigüe por qué los analizadores de metal de SPECTRO son una inversión en mejor productividad y mayor rentabilidad

Tel. +34 94 471 04 01  
Fax +34 94 471 17 41  
comercial@spectro.es  
www.spectro.com



AMETEK  
MATERIALS ANALYSIS DIVISION

## Nueva Cámara Termográfica testo 885

**E**l nuevo testo 885 es el primer modelo de la nueva generación profesional de cámaras termográficas, dirigida a los profesionales más exigentes. Creada a partir de las necesidades de termógrafos especialistas y gracias a soluciones tecnológicas innovadoras, nunca antes una cámara termográfica había ofrecido una ergonomía, facilidad de uso y unas prestaciones similares en cualquier tipo de situación, por exigente que esta sea.

### Objetivo: la mejor calidad de imagen

La combinación de una óptica de primera clase con "luminosos" gran angular o teleobjetivo, un

gran detector de 320 x 240 píxeles, una NETD <30 mK y componentes de alta calidad consiguen un enfoque extremadamente preciso y un contraste excelente en cualquier termografía. Gracias a la tecnología SuperResolution, puede obtenerse una termografía de tamaño 640 x 480 píxeles en el software IrSoft.

### Para termógrafos profesionales en la industria y la construcción

En la construcción, si el objeto a medir es demasiado grande para que quepa en una sola termografía, el testo 885 incluye un asistente para formato panorámico, en el que pueden acoplarse, con precisión, varias termografías, manteniendo todo el detalle y resolución original. La tecnología SiteRecognition puede utilizarse para la realización eficiente de rutas de inspección. Ésta se encarga de reconocer automáticamente el lugar de medición, almacenar y administrar las termografías tomadas. La posibilidad de realizar mediciones en rangos de temperatura de hasta 1.200 °C permite que el testo 885 sea adecuado para una amplia gama de aplicaciones industriales.

Esto convierte al testo 885 en una interesante opción para todas las aplicaciones, no sólo en la construcción, sino también en la termografía industrial, donde la calidad de imagen y un manejo eficiente son esenciales.





## Expositores y visitantes avalan el futuro de la Cumbre Industrial

**C**umbre Industrial y Tecnológica 2011 se clausuró en un ambiente de positividad y optimismo, basado en el número de profesionales que asistieron al certamen y que alcanzaron la cifra de 8.077, y por la calidad de los contactos comerciales realizados durante el certamen que se celebró en las instalaciones de Bilbao Exhibition Centre, del 27 al 30 de septiembre.

Por tanto, en su condición de feria estatal única de estas características y de referente destacado en el ámbito continental, Cumbre Industrial y Tecnológica no sólo mantuvo su índice de actividad y diversidad de oferta gracias a la presencia de empre-

sas, grupos empresariales, cámaras de comercio y profesionales de 26 países, sino que garantizó su futuro como exposición.

Más de 8.000 profesionales, procedentes de Francia, Portugal, Brasil, Alemania, Italia, Reino Unido, México, Austria, Venezuela y Bélgica, entre otros países, participaron en la muestra, a la que también se acercaron representantes de todas las Comunidades Autónomas.

En concreto, la asistencia de profesionales de fuera de la zona norte se incrementó, un año más, hasta sobrepasar el 33% del conjunto de visitantes nacio-





nales. Por otra parte, la presencia de profesionales extranjeros supuso el 7% del colectivo total de visitantes.

Entre los sectores que destacaron por su interés entre los profesionales sobresalieron los de mecanización y transformación de piezas, ingenierías, fundición, moldes y matrices, plásticos y tratamientos térmicos.

Hay que subrayar el nivel de relevancia de los profesionales que asistieron a la Cumbre, que en un alto índice procedían de los departamentos técnico, compras y gerencia. Entre esos directivos estuvieron representantes de empresas como Mercedes, Siemens, Michelin, Sener, Alstom, Danobat, Aernnova, Areva, o la empresa de ferrocarriles francesa SNCF, entre otras.

### Satisfacción de los expositores

En cuanto a la satisfacción demostrada por los expositores al finalizar la feria cabe destacar los comentarios realizados por Aitor Guerra, Director de la Bolsa de Subcontratación de la Cámara de Comercio de Bilbao, quien señaló que “La Cumbre Industrial y Tecnológica sigue viva. Se ha conseguido celebrarla y mantenerla, y ahora hay que potenciarla. Hay que transmitir a las empresas que este certamen es importante tanto por la jornadas, que ha habido, con charlas interesantes, como por los productos expuestos, y convencerlos que hay que estar.” En cuanto a los visitantes profesionales, Aitor Guerra manifestó que “ha habido visitas de calidad”.

Por su parte, Mila Aibar, Responsable de Subcontratación de la Cámara de Bayona, manifestó que “esperaba más actividad. Pero hemos tenido buenos contactos, selectos, y de interés para el grupo”.

José Ramón Fernández, Director Gerente de Madrid Plataforma de Automoción- Madrid Network, comentó que “es la primera vez que participamos en el certamen y me ha causado una buena impresión. La organización impecable. Hemos tenido visitas interesantes de empresas que nos querían conocer para contactar. En general, el resultado obtenido ha superado las expectativas previstas con una suerte variopinta. Algunos ya pensamos volver la próxima edición con más asociados”.

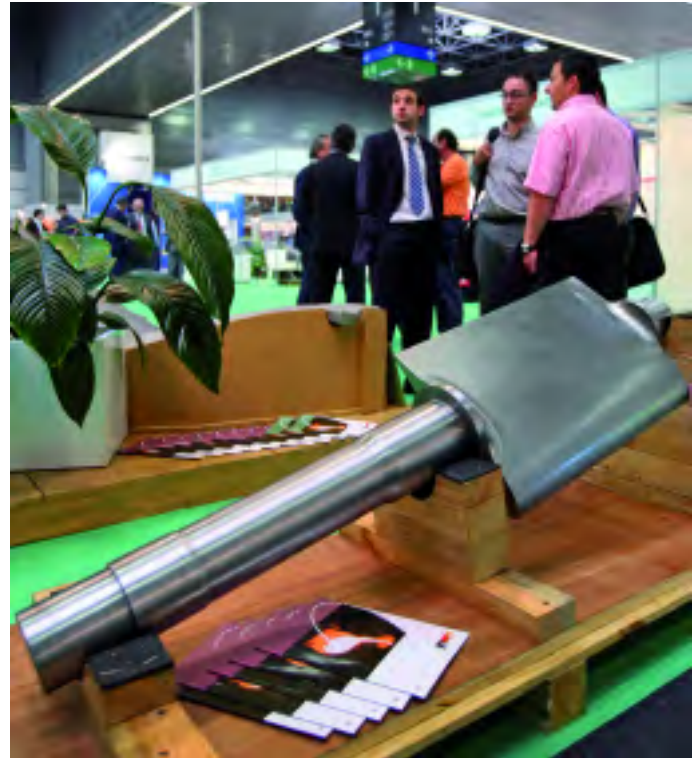
Borja García, Responsable Departamento de Marketing de UNILASER, (empresa de soldadura, corte y grabado láser en 3D), comentó que “La impresión es buena. Los contactos han sido buenos, y principalmente de los sectores automoción, máquina herramienta, aeroespacial, accesorios de maquinaria y naval. Volveremos sin duda”.

### DÍA DE FRANCIA Y JORNADAS TÉCNICAS

Con respecto a la celebración del “Día de Francia” y las más de una docena de Jornadas Técnicas, entre las que cabe destacar las organizadas por Siderex (Precluster de la Siderurgia del País Vasco), el VII Forum Técnico Internacional de la Fundición y las I Jornadas de Innovación y Desarrollo en el Sector Ferroviario, participaron 700 personas, que asistieron a las conferencias que se desarrollaron en diferentes salas de BEC.

Cumbre Industrial y Tecnológica 2011 contó con un total de 888 firmas expositoras, representativas de los sectores más relevantes relacionados con los procesos de fabricación, procedentes de Francia, Portugal, Italia, Alemania, Marruecos, Túnez, Reino Unido, República Checa, China y, por supuesto, España, entre otros países.

El certamen contó por vez primera, con la figura de Francia como "País de Honor". Entre las visitas ilustres destacó la del Viceconsejero de Industria y Energía del Gobierno Vasco, Xabier Garmendia, quien inauguró el certamen, así como el Diputado de Promoción Económica de la Diputación Foral de Bizkaia, Imanol Pradales, el Cónsul de Francia en Bilbao, Didier Ortolland, el Director General de UBI-France, Nicolas Mouscheron, y el agregado comercial de UBI-France, Jerome Revole. También asistieron al certamen el Embajador de la República Checa, Karel Beran, y los miembros de la Comisión de Industria de la Cámara de Comercio de Álava, encabezada por su Presidente, Amadeo Álvarez, entre otros.



## SUMINISTROS TÉCNICOS PARA LA INDUSTRIA DEL METAL FUNDICIÓN

POL. IND ELS MOLLONS CAMI MAS DEL MORET, 36

APARTADO DE CORREOS Nº 9

46970 ALAQUAS - VALENCIA

TEL +34 96 150 46 47 FAX +34 96 150 58 80

[admin@irtec.es](mailto:admin@irtec.es)

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

- Fabricación de pistones, contenedores y cuellos de cisne para inyectores de cámara fría y cámara caliente.
- Desmoldeantes, lubricantes especiales, pastas, grasas, hidráulicos para mecanización y auxiliares.
- Suministros para equipos y periféricos.

METALFLOW



COLOSIO

FONDERMAT

# Colada centrífuga

Por **HORMESA**

La Colada Centrífuga es un método de colar piezas con simetría axial. El método consiste en verter metal fundido en un molde cilíndrico que gira sobre su eje de simetría.

El molde se mantiene rotando hasta que se ha solidificado el metal.

Como materiales del molde dependiendo del metal a colar, se pueden utilizar acero, arrabio, grafito o arena.

La velocidad de rotación del molde centrífugo normalmente es de unas 1.000 rpm (puede variar de 250 a 3.600 rpm).

La figura muestra de manera esquemática una máquina de colada centrífuga.

El procedimiento de la colada centrífuga es el siguiente:

- La pared del molde se cubre con un revestimiento refractario cerámico (aplicando una masa cerámica, mezclándola, secándola y cociéndola).
- Se inicia la rotación del molde a una velocidad predeterminada.
- Se vierte el metal fundido directamente en el molde (no se utiliza un sistema de bebedero).
- El molde se para después de haberse solidificado la colada.
- Extracción de la colada desde el molde.

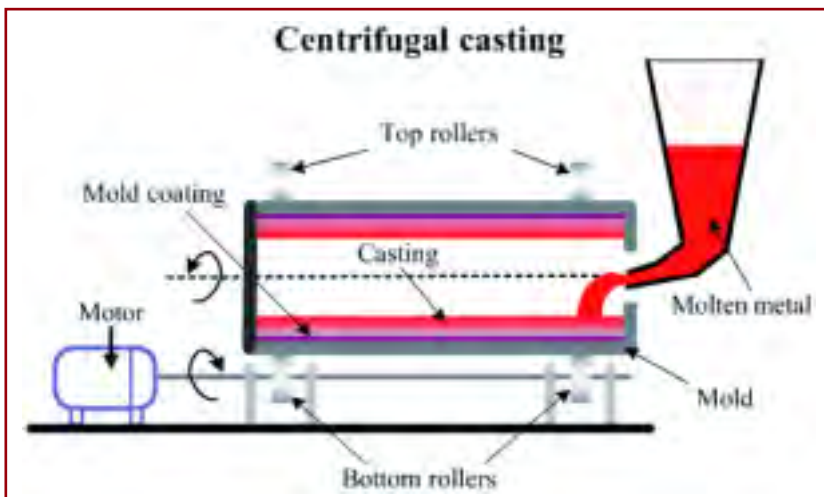
La colada se solidifica desde fuera alimentada por el metal líquido interno.

Las inclusiones no metálicas, la escoria y las burbujas de gas que son menos densas que el caldo, son empujadas a la superficie interna de la colada mediante las fuerzas centrífugas.

Esta zona impura se elimina más tarde mediante el mecanizado con herramientas.

La estructura resultante de las coladas centrífugas es buena.

La tecnología de la colada centrífuga es ampliamente utilizada para fabricar tubos de hierro, casquillos, llantas, poleas, cojinetes de acero-bronce y otras piezas con simetría axial.





**30€**

206 páginas



**40€**

316 páginas

Estos libros son 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 aquéllos 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.

El segundo volumen describe, de una manera práctica, clara, concisa y amena el estado del arte en todo lo que concierne a los aceros finos de construcción mecánica y a los aceros inoxidables, su utilización y sus tratamientos térmicos. Tanto los que han de utilizar como los que han de tratar estos grupos de aceros, encontrarán en este segundo volumen los conocimientos básicos y necesarios para acertar en la elección del acero y el tratamiento térmico más adecuados a sus fines. También es recomendable para aquéllos que, sin participar en los procesos industriales, están interesados de un modo general, en el conocimiento de los aceros finos y su tratamiento térmico.

El segundo volumen está dividido en dos partes. En la primera que consta de 9 capítulos se examinan los aceros de construcción al carbono y aleados, los aceros de cementación y nitruración, los aceros para muelles, los de fácil maquinabilidad y de maquinabilidad mejorada, los microaleados, los aceros para deformación y extrusión en frío y los aceros para rodamientos. Los tres capítulos de la segunda parte están dedicados a los aceros inoxidables, haciendo hincapié en su comportamiento frente a la corrosión, y a los aceros maraging.

Puede ver el contenido de los libros y el índice en [www.pedeca.es](http://www.pedeca.es)  
o solicite más información a:

Teléf.: 917 817 776 - E-mail: [pedeca@pedeca.es](mailto:pedeca@pedeca.es)

# La subcontratación en Europa

Por Daniel COUE – Consultor para el salón MIDEST

Los años se siguen pero no se parecen. Y está bien así, puesto que después del 2009 que fue un año especialmente calamitoso en todos los países europeos, hoy día asistimos a una notable recuperación. Es lo que podemos fácilmente extraer de la lectura de la tabla 1. Una simple comparación con el del año anterior indica un cambio de panorama radical.

En total en 2010, en el perímetro de la antigua Europa de los 15, la oferta de subcontratación se fijó en

389.600 millones de euros. Esta cifra supone un crecimiento de más del 19% respecto a 2009. Como comprobaremos en el capítulo siguiente, este incremento es bastante superior al que podemos estimar para Francia (+ 13%). Trataremos pues de analizar las razones. Por regla general comprobaremos que la recuperación se ha llevado a cabo de forma más significativa en los países de Europa del Norte. Pero, como siempre, existen excepciones que confirman la regla.

	Facturación realizada en subcontratación (en miles de millones de euros)	Plantillas dedicadas a la subcontratación	Número de empresas
Alemania	118,82	799.007	42.244
Francia	87,98	497.712	30.322
Italia	46,06	454.876	46.616
Reino Unido	38,99	380.461	31.084
España	35,89	560.273	49.430
Holanda	13,67	96.987	5.457
Austria	13,08	100.994	4.680
Suecia	10,92	70.360	10.634
Bélgica	10,72	75.044	4.327
Portugal	7,89	128.141	11.536
Finlandia	7,86	45.762	4.807
Dinamarca	6,23	55.879	2.697
Irlanda	5,51	59.998	7.157
Grecia	5,12	81.755	10.708
Luxemburgo	0,86	6.454	335
<b>Total UE 15</b>	<b>389,60</b>	<b>3.413.703</b>	<b>262.034</b>

Tabla 1. La oferta de subcontratación en la antigua Europa de los 15, en 2010.

Fuentes y metodología: ver nota \* al final del capítulo.



# 70<sup>TH</sup> 2012 MEXICO World Foundry Congress

**DEL 25 AL 27  
DE ABRIL  
DEL 2012**

Monterrey, Nuevo León

## 70º CONGRESO MUNDIAL DE FUNDICIÓN

### VENGA Y...

- ❑ Sea parte de las últimas tendencias internacionales
- ❑ Conozca a los expertos y los desarrollos más innovadores del sector
- ❑ Realice negocios con grandes empresas multinacionales
- ❑ Reúname con otros profesionales prestigiados
- ❑ Conozca el mercado regional de fundición

*... y mucho más*

### ACTIVIDADES:

- ❑ Pre-congreso del 23 - 24 de Abril 2012, Saltillo, Coahuila
- ❑ Un Programas de Conferencias Especialistas
- ❑ Conferencias Magistrales
- ❑ Sesiones Altamente Técnicas
- ❑ Talleres Técnicos
- ❑ Visita a Plantas
- ❑ Exposición Internacional
- ❑ Eventos Culturales y Sociales

**SI ES USTED PARTE DE LA INDUSTRIA DE FUNDICIÓN,  
USTED NO PUEDE PERDERSE ESTE EVENTO ÚNICO.**

### PARA MAYOR INFORMACIÓN:

Angélica Rodríguez Dufau • +52.55 1087.1650 Ext. 1159 • angelica@ejkrause.com

**WWW.WFC2012.COM**



Así, seis países han registrado crecimientos superiores a la media del 19%: Alemania, Austria, Finlandia, Holanda, Suecia e Italia. Dos “países pequeños” (Dinamarca y Grecia) alcanzan justo la media. Los otros siete se sitúan por debajo. España, Francia, Luxemburgo, Portugal y Reino Unido presentan sin embargo incrementos superiores al 10%. Tan solo Bélgica e Irlanda no alcanzan este umbral.

Estos buenos resultados han tenido, como se podía esperar, una incidencia positiva en el empleo. En efecto, las plantillas han crecido globalmente en algo más del 7%. Una cifra nada desdeñable, es cierto, pero muy inferior a la evolución de las actividades. Este fenómeno, a corto plazo, no se puede explicar del todo con incrementos de la productividad. Probablemente haya que interpretarlos como cierta prudencia, véase reticencia, por parte de los responsables a la hora de contratar debido a un futuro aún muy imprevisible. Mientras tanto, se prefiere recurrir al trabajo temporal.

Mientras esperamos a las cifras más precisas anunciadas anteriormente, hemos llevado a cabo unas estimaciones complementarias recogidas en la tabla 2 relativas a:

1. La oferta de subcontratación de los 12 nuevos países miembros de la Unión Europea (línea 2). Sumando las líneas 1 (UE 15) y 2 obtenemos la medición del potencial de subcontratación industrial de la Europa de los 27 (línea 3).
2. La oferta de subcontratación de Suiza y Noruega (que no son miembros de la Unión Europea), recogida en la línea 4. El cúmulo de las líneas 4 y 1 proporciona los valores globales de la oferta de subcontratación para el conjunto de Europa del Oeste (línea 5).

Para el conjunto de los 12 “miembros nuevos” de la Unión Europea, podemos estimar el incremento de las actividades en un 22,6%.

En Suiza y Noruega, también destaca un crecimiento en torno al 19%.

Para concluir, como en años anteriores, hemos evaluado el valor de las producciones de subcontratación realizadas en el “arco oriental de Europa”. Con este nombre designamos una amplia zona geográfica que abarca Turquía y el conjunto de los antiguos “países del Este” exceptuando los socios de la CEI (Comunidad de Estados Independientes). Esta oferta puede estimarse para 2010, en unos 107.000 millones de euros, lo que corresponde a un crecimiento de algo más del 24 %.

\* Todas las evaluaciones incluidas en las tablas de este capítulo se refieren a las actividades de las empresas de todos los tamaños que realizan parte (o la totalidad) de su facturación en los mercados de la subcontratación. La columna “facturación...” recoge únicamente las ventas de subcontratación (excluidas pues, las producciones propias y las operaciones de negocios). Las “plantillas afectadas a la subcontratación” corresponden a las personas empleadas (equivalente a tiempo completo) para la realización de las actividades de subcontratación.

Además, estas cifras se corresponden, para los diferentes países concernientes y para los totales y subtotales mencionados, con las ofertas de los sectores del trabajo de los metales, la transformación de los plásticos, composites y elastómeros, la electrónica, el textil, el cuero y los servicios industriales. Se establecen a partir de fuentes estadísticas relacionadas todas ellas con la nomenclatura ISIC (International Standard Industrial Classification) a pesar de las diferencias, en algunos casos importantes, entre los métodos de recogida y tratamiento de los datos. Por ello aplicamos a cada valor coeficientes de “corrección” o “ajuste” destinados a compensar estas diferencias. No cabe duda de que el resultado no puede pretender alcanzar la perfección estadística pero constituye, sin embargo, un acercamiento creíble a la realidad y una medición realista de la importancia de la subcontratación en el dispositivo industrial de Europa.

Líneas	Países o zonas	Facturación realizada en subcontratación (en miles de millones de euros)	Plantillas dedicadas a la subcontratación	Número de empresas
1	Total UE 15	389,60	3.413.703	262.034
2	12 miembros nuevos	63,55	1.068.440	142.665
3 = 1+2	Total UE 27	453,15	4.482.143	404.699
4	Suiza + Noruega	23,53	113.117	7.430
5 = 1+4	Europa del Oeste	413,13	3.526.820	269.464

Tabla 2. La subcontratación en Europa del Oeste en 2010.

Fuentes y metodología: ver nota \* al final del capítulo.



# Coyuntura del metal

Por Confemetal

La actividad productiva del Metal, medida por el Indicador de Producción del Metal (IPIMET) descendió en el segundo trimestre un -2,7%, después del 2,9% de crecimiento registrado en el trimestre anterior.

El dato de julio también ha sido negativo, un -3,7% de caída interanual, con lo que se acumula en lo que va de año 2011 un descenso del -0,5%, frente al 2,9% de incremento que se anotaba en el mismo período del año anterior.

El Índice de Entrada de Pedidos de la Industria del Metal (IEPMET) evolucionó peor que la cifra de negocios y se redujo un -2,9% en julio, tras el incremento del 1,9% de junio.

También se observa una reducción en las tasas de variación trimestrales, con un crecimiento en el segundo trimestre del 3,7%, frente al 10,3% del primer trimestre. El Índice de Cifra de Negocios de la Industria del Metal (ICNMET) creció en julio un 4% (3% en junio) si bien se observa una ralentización en el ritmo de crecimiento tri-

mestral, el 3,3% en el segundo trimestre después del 8% del trimestre anterior.

## Comercio Exterior

Las exportaciones del Sector del Metal en el mes de junio aumentaron un 10,6% en comparación al

% sobre mismo periodo del año anterior	IPIMET			IEPMET			ICNMET		
	1TR11	2TR11	Ene-Jul11	1TR11	2TR11	Ene-Jul11	1TR11	2TR11	Jun11
24. Metales, fabricación productos acera, acera y ferraleaciones	10,6	-0,9	3,7	27,9	4,3	13,4	32,5	8,4	17,0
25. Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria y equipo	7,4	-1,7	7,4	14,5	-1,8	5,0	12,2	4,3	7,0
26. Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	-15,3	-20,5	-16,5	20,7	22,5	18,0	27,5	-24,7	-22,9
27. Fabricación de material y equipo eléctrico	8,5	1,9	2,1	1,1	4,9	6,9	2,7	4,8	7,5
28. Fabricación de maquinaria y equipo (incluye "29")	10,4	6,4	6,8	2,6	8,6	3,8	14,0	5,8	8,3
29. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	9,3	6,8	6,8	5,7	10,4	6,8	8,6	8,0	7,1
30. Fabricación de otro material de transporte	-2,5	-13,7	-14,0	27,7	0,0	5,3	-22,4	-13,1	8,2
33. Reparación e instalación de maquinaria y equipo	-18,6	11,5	12,6	6,9	11,7	3,7	10,4	-7,1	-6,0
<b>Agrgado I. Metal</b>	<b>2,9</b>	<b>-2,7</b>	<b>-0,5</b>	<b>10,3</b>	<b>3,7</b>	<b>5,5</b>	<b>8,0</b>	<b>3,4</b>	<b>5,4</b>

(\*) No está clasificado en otra parte.  
Fuentes: INE (Índices de Producción Industrial) y Confemetal

**EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS MÍNIMOS DE VENTAS (1)**  
(Índice base Marzo 2004 = 100)

AÑO 2010-2011	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	Tendencia SEP
<b>PLANOS</b>							
- Lamnados en caliente	148,97	132,65	132,65	118,36	118,36	118,36	Igual
- Lamnados en frío	149,12	135,08	135,08	117,54	117,54	129,29	Igual
- Galvanizados	149,15	132,20	132,20	118,64	118,64	114,40	Igual
<b>LARGOS</b>							
- Perfiles estructurales	180,24	187,44	193,07	193,07	193,07	193,07	Estable
- Perfiles comerciales	286,78	296,81	296,81	311,65	311,65	311,65	Estable
- Redondos corrugados	116,67	120,17	126,18	129,97	132,56	132,56	Estable

(1) Estos datos deben tomarse como un punto de referencia, es mejor usarlos como referencia su base de precios. Fuente: IBERNOR, S.A.

mismo mes del año anterior, después del 12,9% de mayo, continuando el importante impulso de las exportaciones y con ello el apoyo a la actividad productiva del Metal. En el acumulado de los seis primeros meses de 2011, las exportaciones del Metal suben un 18,7%.

Por su parte, las importaciones, que venían creciendo a menor ritmo, han retrocedido en junio, un -6,9%, después del 1% interanual de mayo, acumulando en el primer semestre un incremento del 4,8% de aumento en comparación al mismo período del año anterior.

Según los tipos de bienes y para los seis primeros meses del año 2011, cabe destacar el aumento de las exportaciones de metales comunes y sus manufacturas un 22,3%, de las de maquinaria, aparatos y material eléctrico un 17,4%, las de material de transporte un 18,2% y las de instrumentos mecánicos de precisión, el 10,7%.

Por su parte, las importaciones de metales comunes y sus manufacturas aumentaron un 21,3%, las de máquinas, aparatos y material eléctrico un 1,7%, las de instrumentos mecánicos de precisión un 2,7% y las de material de transporte un 0,2%.

**Mercado laboral**

Según la EPA sectorial (CNAE2009) el número de ocupados en la Industrial del Metal (divisiones CNAE2009 del 24 al 30 y el 33) alcanzó la cifra de 973.700 personas en el segundo trimestre de 2011, lo que supone un aumento del 0,5% en comparación al mismo trimestre de 2010.

En términos absolutos se observa un aumento de 1.900 empleos con respecto a un año antes. En lo que va de año, el empleo en el Metal se ha reducido

un -1,2% en comparación al primer semestre de 2010, con un total de 958.700 ocupados de media, frente a los 969.600 ocupados del mismo período del año anterior.

El número de parados EPA en la Industria del Metal en el segundo trimestre de 2011, alcanzó la cifra de 90.000 personas, lo que supone una reducción del -1,7% en comparación a los 91.600

parados del mismo período del año anterior.

En el acumulado del año se registra una caída del -14%. La reducción del paro en el sector ha sido consecuencia del leve aumento del empleo, así como de la reducción de los activos (un -2,4% en la media del año).

Finalmente, la tasa de paro en la Industria del Metal subió dos décimas con respecto al trimestre anterior, hasta el 8,5% de la población activa, aunque se redujo en comparación al mismo período del año anterior en una décima.

El número de afiliados a la Seguridad Social en la Industria del Metal alcanzó en julio la 751.510 personas, lo que supone una caída del -2,1% en comparación a los 767.493 afiliados del mismo mes de 2010. En la media de los primeros siete primeros meses del año 2011 se alcanza la cifra de 749.081 afiliados, lo que supone una caída del -2,4%.

**Evolución del Mercado de Productos de Acero**

**Productos Siderúrgicos Planos**

Según la última información facilitada por la Asociación Española de Transformadores de Productos Planos Siderúrgicos (TRANSID), el mes de septiembre ha empezado fatal. Los precios son iguales a los del mes de Junio y no hay stocks.

**Productos Siderúrgicos Largos**

Según la última información facilitada por la Unión de Almacenistas de Hierros de España (UAHE), la demanda en estos momentos casi no existe y la estabilidad de los precios está pendiente de su aparición. ¿Tendremos que esperar a Diciembre?

## PRECIOS DE REFERENCIA DE LAS MATERIAS PRIMAS (METALES) EN LOS PRINCIPALES MERCADOS

### ◆ METALES - LONDRES.

Medias semanales		22 al 16 Agosto	29 Agosto al 7 sept	5 al 9 septiembre	12 al 16 Septiembre	19 al 23 Septiembre
COBRE (\$/Tm)	Contado	8.858,6	9.131,2	9.028,8	8.794,0	8.341,2
	3 meses	8.833,0	9.118,7	9.008,7	8.747,2	8.315,4
ZINC (\$/Tm)	Contado	2.195,0	2.256,4	2.205,6	2.180,5	2.099,8
	3 meses	2.157,7	2.207,5	2.193,3	2.158,3	2.115,0
PLOMO (\$/Tm)	Contado	2.330,5	2.389,8	2.413,8	2.402,3	2.332,0
	3 meses	2.358,5	2.527,8	2.458,5	2.383,0	2.338,7
ALUMINIO (\$/Tm)	Contado	2.359,0	2.384,7	2.403,8	2.370,5	2.326,2
	3 meses	2.325,7	2.370,4	2.370,8	2.347,0	2.289,6
NIQUEL (\$/Tm)	Contado	21.117,5	21.704,0	21.402,5	21.180,0	20.917,5
	3 meses	14.138,7	21.600,0	21.220,0	21.287,0	21.150,0
ESTAÑO (\$/Tm)	Contado	23.471,7	-	24.200,0	23.592,5	22.148,3
	3 meses	23.225,0	-	23.965,0	23.465,0	23.122,5

Fuente: Cinco Días/Expansión

### ◆ METALES PRECIOSOS – MADRID.

Medias semanales		22 al 18 Agosto	29 Agosto al 2 sept.	5 a 9 septiembre	12 al 16 Septiembre	19 al 23 Septiembre
ORO manufac.	Euros/gr.	45,91	45,11	47,01	47,68	47,26
PLATA	Euros/gr.	12,64	12,39	12,91	12,84	12,51
PLATINO	Euros/gr.	50,03	49,28	50,91	51,62	50,48
PALADIO	Euros/gr.	20,27	20,51	21,01	20,57	20,25

Fuente: Cinco Días

### ◆ METALES NO FERRICOS – MADRID (Precios base Metal laminados).

Medias semanales		22 al 16 Agosto	29 Agosto al 2 sept.	5 a 9 septiembre	12 al 16 Septiembre	19 a 23 Septiembre
COBRE	Euros/kg.	7,26	7,48	7,54	7,55	7,45
LATON 63/37	Euros/kg.	5,43	5,58	5,62	5,64	5,45
LATON 67/33	Euros/kg.	5,63	5,78	5,84	5,86	5,64
LATON 70/30	Euros/kg.	5,78	6,09	6,35	6,21	5,79
LATON 85/15	Euros/kg.	6,52	6,70	6,77	6,78	6,52
BRONCE 94/6	Euros/kg.	8,04	8,27	8,37	8,38	8,06

Fuente: Unicobre

### ◆ MERCADO DE PRODUCTOS DE ACERO (Precios mínimos de venta) <sup>(1)</sup>

Indices Base Marzo 2004=100	Productos Siderúrgicos Planos			Productos Siderúrgicos Largos		
	Laminados en caliente	Laminados en frío	Galvanizados	Perfiles Estructurales	Perfiles comerciales	Redondos corrugados
2010 Diciem	132,65	133,33	135,59	161,20	285,85	112,46
2011 Enero	132,85	133,33	135,59	178,10	300,18	129,33
2011 Febr.	142,85	143,85	144,06	163,85	297,18	120,28
2011 Marzo	148,97	149,12	149,15	180,23	286,78	116,67
2011 Abril	132,65	135,38	132,20	187,44	296,81	120,17
2011 Mayo	132,65	135,08	132,20	193,07	296,81	126,18
2011 Junio	118,36	117,54	118,64	193,07	311,65	129,97
2011 Julio	118,36	117,54	118,64	193,07	311,65	132,56
2011 Agosto	118,36	128,29	114,40	193,07	311,65	132,56

(1) Estos datos deben tomarse como un índice de tendencia, en ningún caso como referencia firme de precios.

Fuente: TRANSID, UAHE

## Presentación europea de OBJET

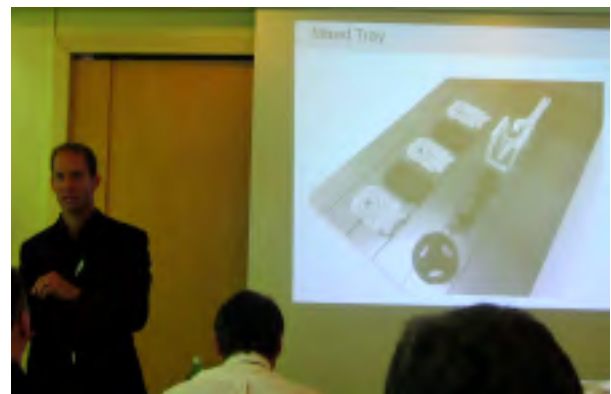
Los pasados 5 y 6 de julio, la compañía OBJET nos reunió a unos 30 medios de comunicación europeos en la ciudad alemana de Baden Baden, para su presentación europea. Destacar que la revista FUNDI Press fue el único medio de comunicación nacional presente en el evento.

A nuestra llegada el día anterior, una suculenta y amena cena en un restaurante de una típica y céntrica terraza de la ciudad, con las personas de la compañía y los demás medios, sirvió de presentación y acercamiento entre los asistentes.

Puntualmente a las 9:00 comenzó una interesante presentación, a la vez que amena y divertida por parte de Andy Middleton, General Manager Europa. Nos puso al día sobre la Compañía, los últimos desarrollos, noticias, novedades y previsiones para los próximos años. Destacó que es un producto utilizable en cualquier campo y proceso de fabricación.

A continuación Roe Reshef, como Eden-Conex Product Marketing, realizó una presentación muy interesante del nuevo producto. Explicó claramente y con ejemplos reales, que es la única tecnología que permite la mezcla de 2 materiales para producir nuevos materiales con propiedades, texturas y colores diferenciados. A partir de una base de 14 materiales preparados en cartuchos, los usuarios pueden crear hasta 51 composites, Digital Materials, basados en distintas combinaciones de los 14 originales.

Los usuarios pueden imprimir un modelo o prototipo compuesto por hasta 14 elementos materiales diferentes. Tales prototipos y modelos pueden constar de elementos suaves y flexibles similares al caucho, unidos perfectamente con elementos transparentes o rígidos con diversos colores y tonalidades. Esta capacidad ofrece al usuario una experiencia única para la simulación de juntas, cie-



res, bisagras, suelas para calzado, neumáticos y muchas otras aplicaciones suaves al tacto.

Mostró con claridad más de 30 ejemplos presentes y entregó como muestra a cada asistente una cabeza de dinosaurio realizada en dicho material.

A su vez, la introducción y desarrollo con partes del cuerpo humano en materiales con una textura muy próxima a la realidad, es un proyecto en marcha y con muchos avances.

ZEDAX (compañía situada La Neuveville (Suiza) y creada en 2005 es un ejemplo claro. Trabaja para 650 fabricantes y realiza más de 5.000 prototipos/año. Arquitectura, industrial, médico, micromecánica, educación, ... son sus clientes.

Con el desarrollo de un reloj y todos los componentes que lo forman, dejó bien claro hasta dónde se puede llegar con este sistema de prototipado.



Roland Essmann de Edster Group, compañía de materiales avanzados, nos mostró diversos productos y aplicaciones que están realizando para la industria de la fundición inyectada.



A continuación del Coffe Break, fue Zehavit Reisin quien nos introdujo en la simulación de los distintos tipos de plásticos estándar, como polietileno, policarbonato, metracrilato, ...y su correspondiente resistencia a la temperatura, con respecto a su dureza. Transparencia From Fit and Form to Function, Alta Calidad, resistencia a la temperatura entre 65 y 90 °C. Impacto de resistencia 65-75 j/m.

Automoción, aeronáutica, (desde vibración hasta prueba de vuelo) desarrollo de Materiales digitales, son amplias posibilidades del producto.



Gary Miller de Heat of 3D Printing & Rapid prototyping, ipf desde 1969 en London, "plastingmaching and fabrication" se dedican a simulaciones de trabajos de maquetas, mascotas, piezas de museo, equipos de sonido, trofeos, estaciones base para iPhone...

En 6 años han logrado la confianza de casi 500 fabricantes actualmente.

Aplicaciones en arquitectura, lentes, ... cualquier producto por crear.



Después del almuerzo, nos trasladamos a las oficinas de OBJET en Baden Baden, donde pudimos ver la nueva máquina trabajando y con todas las explicaciones que necesitábamos en directo.

Esta máquina se basa en la tecnología de impresión 3D por inyección de tinta patentada por la compañía, el único sistema de prototipado rápido del mundo capaz de inyectar dos materiales al mismo tiempo. Esta tecnología permite a los usuarios elegir entre una amplia selección de materiales composite al crear modelos 3D, como el material similar a ABS presentado recientemente por Objet. El sistema también permite imprimir una réplica de modelo compuesta por 14 materiales individuales en un único trabajo de impresión.

La impresora Objet260 Connex permite a los usuarios crear prototipos que contienen distintos ele-

mentos materiales, tales como paredes rígidas con juntas flexibles similares a caucho o modelos que combinan piezas transparentes y opacas.

La verdad que fue una jornada bien aprovechada y productiva.



# Nueva cámara de termografía fija FTI-E 1000 de Land Instruments Int.

La nueva cámara FTI-E 1000 es ideal para aplicaciones de alta temperatura, ya que trabaja en una longitud de onda de  $1 \mu\text{m}$ , y combina la alta resolución de imágenes térmicas con una medida precisa de la temperatura, desde 600 hasta  $3.000 \text{ }^\circ\text{C}$  con una gama de 4 modelos.

La cámara FTI-E 1000 es una solución instantánea para aplicaciones de alta temperatura donde se efectúa la medición de objetivos muy pequeños o en movimiento.

El detector de alta resolución junto con una óptica de precisión, permite visualizar objetivos tan pequeños como  $0,013 \text{ mm}$  cuadrados, y con el software de procesamiento de imágenes LIPS los problemas de alineación, simplemente desaparecen.

Con una longitud de onda de  $1 \mu\text{m}$  y la compatibilidad de la cámara FTI-E 1000 con los accesorios de montaje del Sistema 4, LAND ofrece una solución de imágenes térmicas para aplicaciones donde tradicionalmente se han utilizado pirómetros puntuales de longitud de onda corta.

Otras ventajas importantes de la cámara FTI-E 1000 son: una alta precisión de medida de temperatura para optimizar el control de procesos; instalación simple y de fácil uso, 2 años de garantía y no requiere certificados de exportación, lo que permite un suministro rápido y sin complicaciones.

Además dispone de lentes de enfoque corto opcionales para garantizar que la cámara coincide exactamente con su aplicación.



El software LIPS NIR permite capturar imágenes térmicas y vídeo en tiempo real, además de ciertas funciones como: adquisición temporizada, gama de medidas de temperatura (puntual, rectángulo, polígono, isoterma, histogramas), paletas de colores y funciones de alarma.

La nueva FTI-E 1000 está diseñada para aplicaciones tales como, Colada Continua, Calderas, Hornos de Cemento, Soldadura de Tubos, Hornos de Vidrio, Metal Líquido, Procesos de Revestimiento, Trenes de Laminación, etc.

# Fabricación de camisas para motores diésel (Parte 5)

Por Susana de Elío de Bengy; Enrique Tremps Guerra; Daniel Fernández Segovia y José Luis Enríquez

Si algún lector necesita alguna imagen ampliada, comuníquenoslo a [pedeca@pedeca.es](mailto:pedeca@pedeca.es) y se le enviará a mayor tamaño.

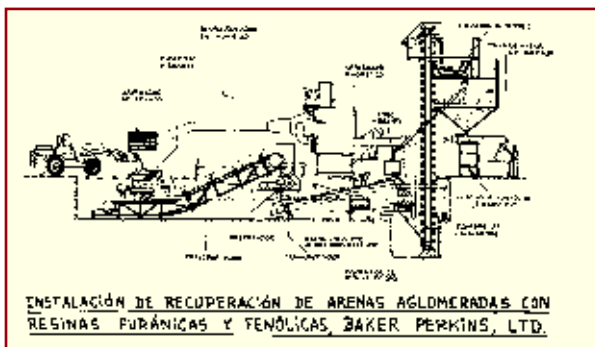


Figura 67.

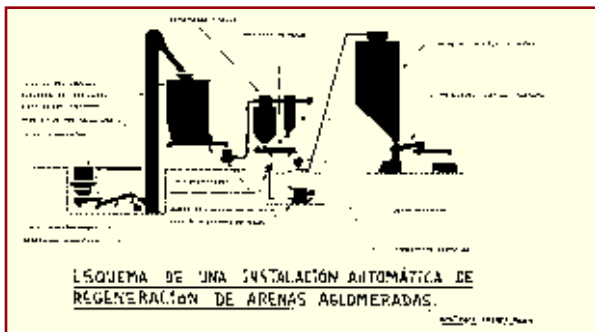


Figura 68.

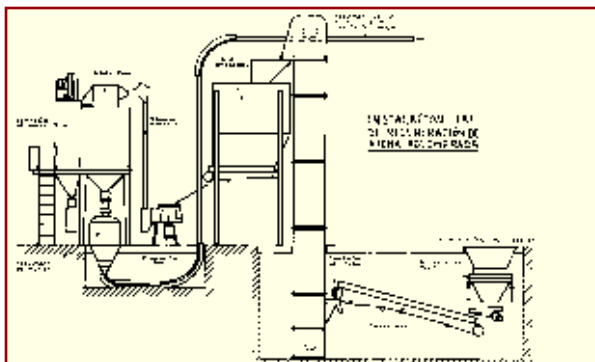


Figura 70.

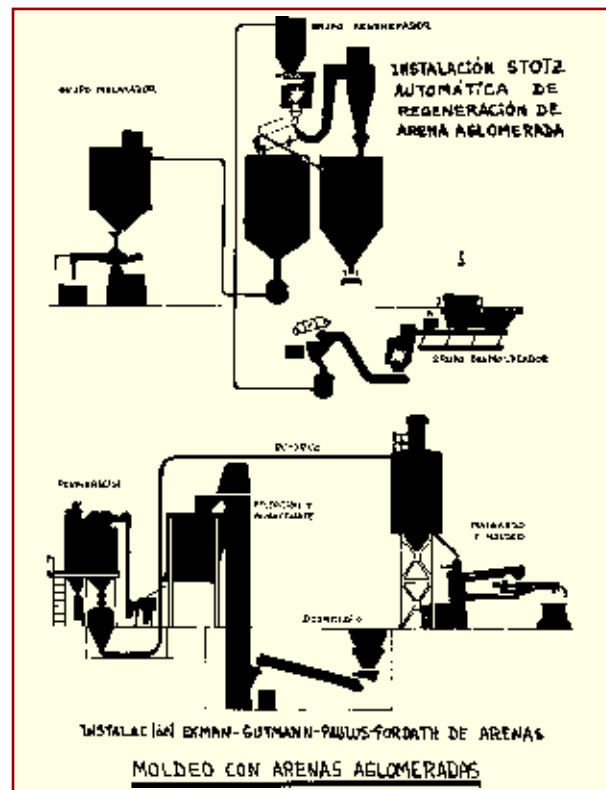


Figura 69.

## 2.7. Variantes del método para camisas grandes

En su tiempo, las fundiciones alemanas y centro-europeas contaban con excelentes arenas naturales para el moldeo, por lo que no necesitaban utilizar en gran escala el moldeo con arenas más fuertes. Estos materiales (que no precisan de sacudidas para extraer la placa modelo) tienen una buena constancia de medidas. Los machos para camisas muy grandes se hacían de barro o de arena



al cemento. Se cuidaba mucho la calidad de las arenas, el estañado o pulido de los soportes del macho, etc. En general, trabajaban con una gran calidad de materiales y procesos. Un ejemplo típico era la casa M.A.N. de Augsburgo.

Las camisas se moldean de forma similar al proceso hasta ahora descrito, es decir, en dos semimoldes que se cierran y se cuelan después en posición vertical. La placa portamodelos lleva el modelo de la pieza propiamente dicho junto con los modelos correspondientes a portadas de machos, anillo distribuidor y bajadas de los bebederos, esta últimas diametralmente opuestas entre sí. La holgura que hay entre el macho central y la "galleta" o macho filtro para colada en cortina oscila entre 3 mm en camisas pequeñas y 8 mm en camisas grandes. La artesa de colada tiene forma de media corona circular, teniendo las bajadas de los bebederos posicionadas en los extremos del diámetro tal como puede apreciarse en las FIGURAS 38, 39 y 40 anteriormente vistas.

Se sigue la práctica de llenar la artesa con todo el peso de caldo calculado para la pieza, más el correspondiente a su sistema de llenado y alimentación. Cuando todo el caldo ha llenado la artesa se abren los tapones por medio de un mecanismo articulado y mando seguro. Estas camisas presentan formas masivas en su parte inferior, que tienden a salir rechupadas. Para obviar esta dificultad se emplean enfriadores externos de forma anular, que se sujetan al molde por pinchos. En la FIGURA 15 ya

se vió que la placa modelo tiene los salientes que dejarán en el molde los huecos en los que se han de alojar estos enfriadores externos.

En la FIGURA 71 se describe la técnica empleada para una camisa M.A.N. de 300 kg de peso neto. Molde de arena aglutinada estufado posteriormente; macho de arena autofraguante de estufado. Como se ha dicho en epígrafe anterior, hoy día estas composiciones de arena han sido sustituidas por las aglomeradas basadas en resinas de caja fría. La pintura utilizada es grafitada de alta calidad. Para evitar arrastres, las bajadas del bebedero y los respiros se hacen insertando tubos de material cerámico refractario de 60 mm de diámetro para el bebedero y de 40 mm de diámetro para los respiros. Los ataques están dispuestos "en cortina", y el peso de la mazarota de alimentación para esta camisa es de unos 100 kg, lo que indica un buen rendimiento de alimentación.

La FIGURA 72 describe una camisa tipo M.A.N., de 1.000 kg de peso neto y 900 kg de mazarotaje; las arenas utilizadas son similares a la anterior. El sistema de colada empleado ahora es de artesa con un pocillo central del que, por rebose, fluye el caldo a unos orificios (sistema de lluvia) que vierten directamente a la mazarota sin que haya canal distribuidor. El moldeo se hace, dadas sus grandes dimensiones y la excelente salida del modelo, en cajas superpuestas en lugar de hacerlo longitudinalmente en semicajas; esto se debe a que las cajas serían

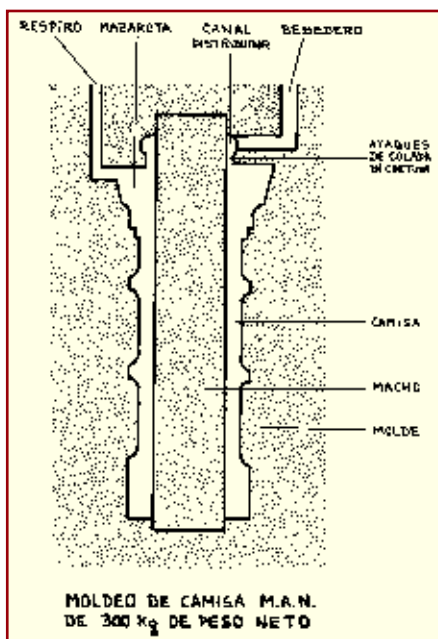


Figura 71.

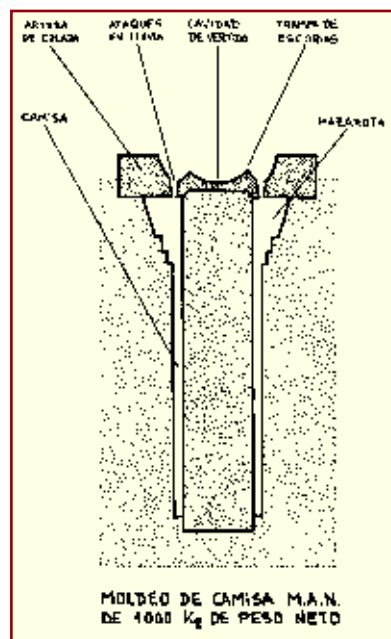


Figura 72.

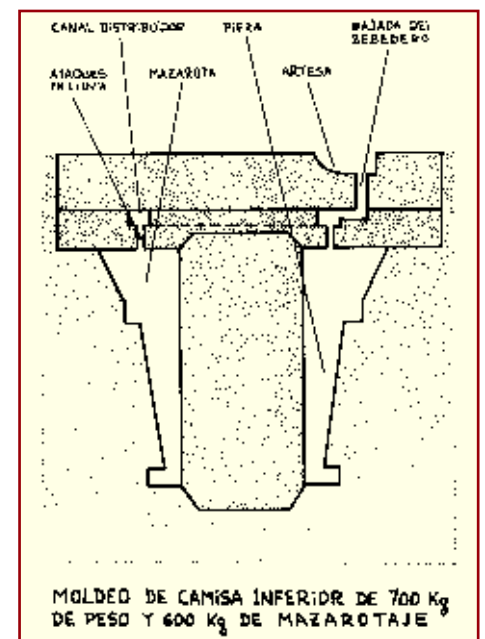


Figura 73.

carísimas y a que habría, por otra parte, riesgo de que por la elevada presión ferrostática se reventara el molde y se fugara el caldo.

En la FIGURA 73 se puede ver el molde de una camisa inferior, de 700 kg de peso y 600 kg de mazarotaje. Se funde también en cajas múltiples superpuestas. Molde y macho de arena autofraguante para estufa.

En todos estos casos resulta por lo menos sorprendente que se trabaje con tanto peso de mazarotaje en comparación con el peso de pieza neta, poco frecuente en piezas de fundición gris coladas verticalmente; Esto parece deberse al objetivo primordial que es garantizar la sanidad de la pieza y la ausencia de poros o defectos de contracción que se descubrirían al mecanizar.

En el caso de motores de dos tiempos, las cosas se complican. Las culatas de motores de dos tiempos son más fáciles de moldear y fundir que las de cuatro tiempos, mientras que hay más dificultad en el moldeo de camisas de dos tiempos debido a la necesidad de practicar las lumbreras de admisión y escape. Es decir, lo que se simplifica en la culata se complica en la camisa. Las lumbreras salen en bruto de colada mediante machos que pueden montarse incrustados en el central y solidarios con él (FIGURA 74) o sujetarse a la pared del molde (FIGURA 75).

Se toman precauciones extremas para la colocación de estos machos. Es preciso sujetar perfectamente el conjunto de machos al central o a la pared del molde para evitar penetración del caldo por las juntas; este defecto, además de encarecer el mecanizado, daría lugar a filetes de enfriamiento y aristas templadas. Por otra parte, hay que asegurar la estanqueidad de los conductos de escape de gases de estos machos, ya que su defectuosidad daría lugar a poros y sopladuras que inutilizarían la pieza o darían lugar a pérdidas en la prueba de presión. Las camisas Sulzer, fueron en su día ejemplo de difícil y delicada fabricación.

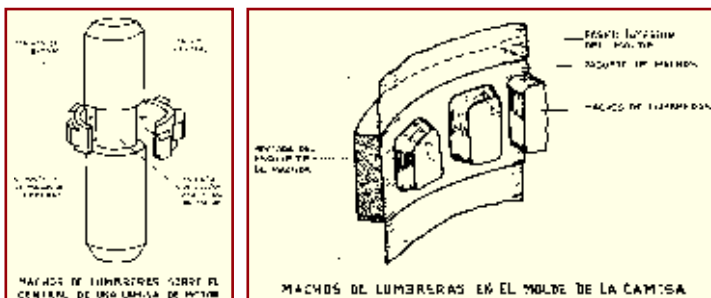


Figura 74.

Figura 75.



Figura 76.



Figura 77.



Figura 78.



Figura 81.



Figura 79.



Figura 82.



Figura 80.



Figura 83.

Otro problema originado por las lumbreras es el de acumulación de calor en puntos calientes de última solidificación. Para solucionarlo se hace uso de los enfriadores internos, que igualan las velocidades de enfriamiento de toda la masa metálica que solidifica, en la cual quedan embebidos, llegando a fundirse con ella (FIGURA 58, ya vista). Hay que tomar precauciones; los enfriadores deben estar perfectamente pulidos, desoxidados y exentos de humedad. Con esta técnica se evitan rechupes y otros defectos de contracción.

### 2.8. Trabajo en una fundición británica

A continuación se revisan los métodos en una fundición británica de piezas para construcción naval, especialmente motores marinos de hasta 20.000 HP de potencia (2.900 HP por cilindro) con camisas de 360 a 950 mm de diámetro interiores, fundidas en moldes elaborados con resina furánica con ácido fosfórico como catalizador. En la FIGURA 76 puede verse que el macho se ha atacado en posición vertical en una caja en dos mitades. En su centro el macho lleva un tubo de refuerzo con agujeros para venteo.

Con la sustitución de arena aglutinada por aglomerada el tiempo de fabricación del macho pasó de ser tres o cuatro días a reducirse a unas pocas horas.



Figura 84.

Para no frenar el trabajo de otras secciones por ocupación de puentes-grúa, los machos se hacen en taller aparte y se trasladan hasta la zona de cierre y los fosos de colada mediante un carro transfer.

Las camisas fabricadas pesan, en bruto de colada y con su sistema de alimentación (3 t), unas 9,5 t, con la composición siguiente: 3,4 % carbono, 0,9 % silicio, 0,6 % manganeso, 0,12 % azufre, 0,25 % fósforo, 1,00 % cobre y 0,15 % vanadio.

La pieza (FIGURA 77) se hace con una mazarota superior muy alta y otra inferior que garantiza sanidad y ausencia de contracción en la zona de

Aplicaciones		C %	Si %	Mn %	P %	S %	Ni %	Cu %	Cr %	Mo %	Dureza Brinell
A. Motores pequeños y medianos	1. Camisas	3,1	1,65	0,85	0,30	0,10	—	1	0,3	—	220
	2. Culatas	—	—	—	—	—	0,6	1,2	0,35	—	235
		3,1	1,65	0,85	0,15	0,10	—	1,5	0,3	—	240
	3. Segmentos	3,3	2,5	0,65	0,3	0,08	—	1,3	0,2	0,3	260-290
		3	2,3	0,65	0,4	0,08	—	1,5	0,35	0,45	260-330
		3,8 3,9	2,5 3	0,4 0,7	0,3 0,5	0,05	—	0,2 0,4	—	0,1 0,3	
B. Motores grandes	1. Camisas	3,1 3,3	1,65 2,00	0,85 0,70	0,15 0,10	0,10 0,09	—	1,5 0,5-1,8	0,3 0,9	—	240 —
	2. Culatas	3,1	1,65	0,85	0,15	0,10	—	1,5	0,3	—	230-240
		3,25	2,0	0,7	0,3	0,10	—	0,6	0,4	0,5	220
	3. Segmentos	3,2	1,3	0,5	0,35	0,05	0,15	0,35	—	0,4	180-240
		3,6	2	0,8			0,30	0,55	—	0,6	

Tabla 1.

lumbrecas. Se disponen también enfriadores que en algunos casos se refrigeran por circulación de agua. En la FIGURA 78 puede verse la pieza, una vez cortada la mazarota y con los enfriadores aún sin separar. Después se cambió el diseño y las cámaras se mecanizan a partir de metal macizo (FIGURA 79). Una vez mecanizada totalmente, la camisa tiene el aspecto que muestra la FIGURA 80.

Más recientemente se han simplificado los métodos de trabajo y sistemas de colada. Así se han suprimido las mazarotas situadas bajo las lumbrecas y en lugar de combinación de canales de llenado por arriba y por abajo, ahora hay una artesa de colada cuya capacidad permite contener todo el caldo que se va a llevar la pieza y el sistema de alimentación. Las FIGURAS 81, 82 y 83 muestran tres fases de la fabricación según este procedimiento.

El caldo sale de la artesa a través de dos orificios cuyos tapones se abren simultáneamente con un solo mando. Se mantiene una altura en exceso de caldo que se cubre con polvo exotérmico para alargar en lo posible el tiempo de solidificación y alimentación eficiente. Las zonas bajo lumbrecas sujetas a recalentamiento tienen cerca enfriadores de carburo de silicio o de grafito.

En la FIGURA 84 se tiene una camisa cuyas lumbrecas no salen de colada sino que se mecanizan posteriormente a partir de la pieza ciega. La camisa pesa unas 4,2 t de las que unas 0,8 son de mazarotaje. De 3,6 m de longitud y 600 m de diámetro interior, se cuelga verticalmente, con un clareo de 5 mm entre el macho y la artesa de colada. Para ahorrar arena, las cajas son redondas, dejando sólo un espesor de 100 mm entre ellas y la cavidad de molde.

(Continuará)

**Banneo**.es  
www.banneo.es

## Su Especialista en Publicidad On-Line

Le ofrecemos un servicio integral de comunicación para la presencia de su empresa en internet.

- Páginas Web
- Microsites
- Banners (todos los formatos)
- Presencia en Redes Sociales
- Community Management y Reputación Social
- Posicionamiento Web (SEO)

Póngase en contacto con nosotros, para darle presupuesto sin compromiso. [Info@banneo.es](mailto:Info@banneo.es)

también nos puede encontrar en:



[www.facebook.com/banneo](http://www.facebook.com/banneo)

[www.twitter.com/banneo](http://www.twitter.com/banneo)

[www.flickr.com/photos/banneo](http://www.flickr.com/photos/banneo)

viriato, 2 • 28010 madrid • telf.: +34 91 447 56 57

# El caballo de Leonardo da Vinci

Por Jordi Tartera

## Introducción

Las esculturas ecuestres han sido siempre una demostración de la pericia y el arte del escultor, tanto si son caballos solos, caso de los caballos de San Marcos en Venecia, o jinetes a caballo como la estatua de Felipe IV con el caballo piafando. Pero si hay dos estatuas que sobresalen son, precisamente, las que no existen: la de Luis XIV destruida durante la Revolución Francesa, pero cuyo estudio de moldeo nos demuestra el arte del fundidor y el caballo de Leonardo da Vinci, la escultura que nunca se fundió.

La publicación en FUNDI Press, y en otras revistas internacionales de fundición, de un artículo sobre la simulación del llenado del célebre Caballo de Leonardo da Vinci, es una buena ocasión para recordar esta extraordinaria escultura que nunca llegó a fundirse entera, aunque existan dos copias en Milán y en Grand Rapids, Michigan (EE.UU.).

Leonardo da Vinci consideraba la escultura como un arte de menos ingenio que la pintura, ya que la tenía por un puro ejercicio mecánico. Así, en sus notas nos dejó escrito: "La escultura es menos intelectual que la pintura y carece de muchas características de la naturaleza. Yo mismo he practicado tanto la escultura como la pintura y, habiendo hecho en el mismo grado, me parece que, sin ánimos de ofender, puedo manifestar mi opinión sobre cuál de las dos tiene más mérito, dificultad y perfección. En primer lugar, la escultura requiere una luz determinada, que proceda de arriba, mientras que un cuadro lleva consigo siempre su propia luz.

Así, la escultura debe su importancia a la luz y la sombra, aspecto en el que el escultor recibe la ayuda de la naturaleza del relieve que le es inherente, mientras que el pintor, cuyo arte expresa los aspectos accidentales de la naturaleza, coloca sus efectos en los lugares donde la naturaleza debe producirlos necesariamente".

Sin embargo, siendo aprendiz en el taller de Verrocchio practicó la escultura, aunque menos que la pintura, y reconocía sin falsa modestia que estaba bien dotado tanto para una como para la otra. Aunque sólo se le reconoce una pequeña escultura de bronce, un jinete a caballo, se cree que muchas piezas atribuidas a Verrocchio de la época en que Leonardo era su aprendiz eran realmente obra de éste. No hay que olvidar que Leonardo da Vinci, entre otras muchas cosas fue un hábil fundidor de cañones.

## La génesis del caballo

Ludovico el Moro, duque de Milán, propuso a Leonardo construir la mayor estatua ecuestre en honor de su padre Francisco Sforza. La idea original del monumento era representar a tamaño natural un jinete sobre un caballo al galope, pero al darse cuenta de las dificultades de ejecución cambió el galope por el paso (Fig. 1), decidió fundir caballo y jinete por separado y varió las dimensiones, dándole una altura de 12 codos (7,2 m). Lo cierto es que sólo llevó a cabo el modelo del caballo.

Leonardo era muy consciente de que la calidad del caballo era muy importante para realzar la catego-



Figura 1. a) Dibujo inicial del caballo al galope; b) al paso sin jinete.

ría del personaje, por lo que estudió la anatomía y el movimiento de los caballos, realizando muchos dibujos preparatorios en las caballerizas de Milán

(Fig. 2). Los dibujos que representan las partes más bellas de la anatomía de cada caballo vienen completados con notas como “Morel Florentino es



Fig. 2. Dibujos de caballos con notas sobre los mismos.

grande y tiene un cuello y una cabeza muy bonitos” o “Rozone que es blanco tiene patas hermosas y se encuentra en Porta Comasina”. La intención de Leonardo fue elegir lo más bello de cada caballo para conseguir el animal perfecto que eclipsara todas las estatuas ecuestres anteriores, especialmente la de Colleoni de Verrocchio y la de Gattamelata de Donatello.

Durante 16 años estuvo trabajando intermitentemente desarrollando las proporciones del caballo perfecto y los procesos adecuados para fundirlo. En 1493 Leonardo completó el modelo en arcilla a tamaño real del caballo y se exhibió en la Piazza del Castello de Milán bajo un arco de triunfo, con motivo de las bodas del emperador Maximiliano con Bianca María Sforza. Según Vasari: “Todos los que vieron el gran modelo de barro aseguraron que era la más excelente y magnífica obra que habían visto nunca”.

Fundir una pieza de estas dimensiones presentaba muchas dificultades que fue resolviendo de modo ingenioso, como muestran los documentos de la Colección de Windsor y los Códices de Madrid. Datos entre los años 1491 y 1505, contienen innumerables dibujos y croquis a tinta, algunos simples bocetos pero otros muy minuciosos. Primero dibujaba y a continuación añadía los textos explicativos en los huecos que dejaban las figuras.

El Códice Madrid II está compuesto por dos partes diferentes, la segunda de las cuales, a la que se refiere como “Dell’Armatura del cavallo” fue añadida posteriormente (folios 141-157) y, a diferencia del resto del Códice, fue ilustrado a sanguina. Aun-

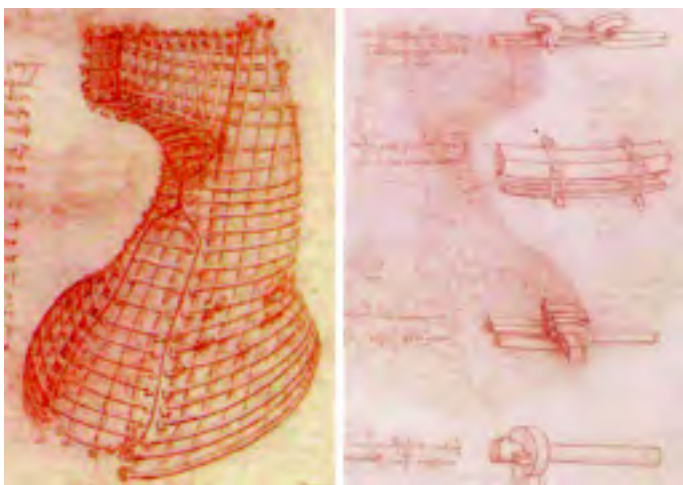


Figura 3 Dibujo del modelo de la cabeza y el cuello del caballo, junto con su armazón y sus hierros.

que no tiene la magnitud de “Sulla scultura” de Benvenuto Cellini, en ella fue anotando todo lo referente a la ejecución del modelo, el molde y la fusión de la enorme escultura –el caballo debía ser fundido de una pieza– y describe las ingeniosas soluciones para fundir piezas colosales, incluyendo métodos para el control de la temperatura en los hornos, la forma de añadir el estaño al cobre y los procesos de fusión demostrando que su genialidad iba más allá de su habilidad como pintor, escultor e ingeniero.

Así, junto a los dibujos del modelo de la cabeza del caballo, dice: “El hocico tendrá una pieza, sujeta a ambos lados con dos piezas que corresponderán a la parte superior de las mejillas. Por debajo se sujetará al molde de la frente y al molde de debajo de la garganta. El cuello debe formarse con tres piezas: dos a los dos lados y una delante”, tal como se muestra en la figura 3.

Dadas las dimensiones del modelo fue necesario diseñar el armazón del caballo (Fig. 4).



Figura 4. Armazón para la construcción del modelo.

También da indicaciones para construir el molde. “Si desea hacer moldes sencillos rápidamente, hágalos en una caja de arena de río humedecida con vinagre” o bien, “el aglomerante debe ser hecho con excrementos humanos calcinados y secados lentamente produciendo unas sales que una vez destiladas son muy resistentes”. “El interior de los moldes debe ser pintado con aceite de linaza o de trementina y luego se echa un puñado de bórax y betún griego con aguardiente para evitar que puedan dañarse con la humedad”. “Una vez hecho el molde sobre el caballo, deberá hacer el grosor del metal con arcilla” indicando que son necesarios “tres refuerzos que sujetan el molde”.

Como el molde, dadas sus dimensiones no cabía en ningún edificio, se construyó a la intemperie en una viña cercana al castillo de Sforza. La técnica tradicional de la cera perdida no podía asegurar un



espesor uniforme de la pieza y, dadas sus dimensiones, se corría el riesgo de que se rompiera durante las manipulaciones y que no hubiese suficiente metal para el llenado. Para resolver el problema, partiendo del original modelado en arcilla lo revistió de escayola para obtener el negativo según el método tradicional. Sin embargo, para que no se rompiera al desmodelar lo cortó en tesselas, marcadas adecuadamente a fin de recomponer los dos semimoldes de escayola. Con pincel aplicó la cera hasta dar el grueso requerido y fabricó el macho interior de arcilla reforzándolo con soportes metálicos (Fig. 5).

Separado el molde de escayola procedió a alisar la superficie de cera y hacer los retoques finales. Tras esto, se realizó el molde de arcilla y se le trasladó al foso para proceder a la eliminación de la cera y la cocción del molde.

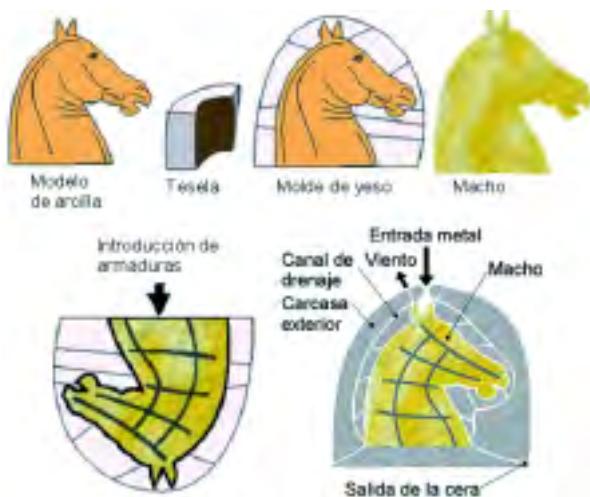


Figura 5. Preparación del molde.

Además del diseño del sistema de llenado -no olvidemos que sus conocimientos de hidráulica eran muy avanzados (Fig. 6) , previó la construcción de varios hornos para fundir la gran cantidad de bronce que requería la estatua. Como en el estudio de moldeo contemplaba dos posibilidades de fundir la pieza, en posición vertical o acostada, previó la distribución de los hornos para cada caso (Fig. 7). Finalmente la solución adoptada fue la colada vertical. También los hornos fueron ideados por Leonardo (Fig. 8) y en sus notas recomienda que se controle el tiempo necesario para fundir 100 quintales de bronce.

Desgraciadamente Leonardo no pudo fundir el caballo porque las 70 toneladas de bronce previstas para la estatua fueron destinadas a fabricar caño-

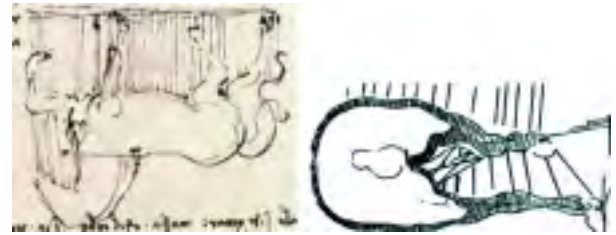


Figura 6. Sistemas de llenado.



Figura 7. Disposición de los hornos para fundir el caballo: a) vertical invertido; b) horizontal.



Figura 8. Diseño de horno para fundir el bronce.

nes debido a la guerra entre los Sforza y el rey de Francia. Aunque no hay ninguna constancia escrita, es de suponer que quien dirigió la fusión de los cañones fue el mismo Leonardo.

Cuando en 1499 el ducado de Milán fue conquistado por las tropas francesas, el molde en arcilla del colosal caballo fue utilizado por los arqueros gascones del rey de Francia para efectuar prácticas de tiro. Los agujeros causados por las flechas permitieron la entrada de agua en el molde que con el paso de los años quedó totalmente destruido.

## El caballo de Charles Dent

Tras el descubrimiento en la Biblioteca Nacional en 1966 de los Códices de Madrid que, junto a la Colección Windsor contienen mucha información sobre el Caballo, la National Geographic publicó en 1977 un artículo titulado "El caballo que nunca existió" que despertó el interés de Charles Dent quien se propuso erigir el caballo como homenaje a Leonardo y a Italia. Dent reunió a especialistas del Renacimiento, escultores y fundidores, y creó una fundación ex profeso para recoger los fondos necesarios a fin de que su sueño fuera realidad. Infortunadamente, al igual que Leonardo, no pudo ver acabado el caballo ya que murió en 1994.

Por encargo de Dent, la escultora Nina Akamu realizó, a partir de los dibujos de Leonardo, un modelo de 2 m de altura (Fig. 9). Akamu inspiró su escultura en un detallado estudio de los dibujos de Leonardo y afirmó que la estatua no era una recreación de los dibujos de Leonardo, sino un homenaje y una síntesis del maestro. Suponiendo que Leonardo quería fundir un caballo guerrero, enfatizó las zonas del caballo bajo tensión para que expresaran la energía, el poder y la perseverancia. Luego, mediante pantógrafos se amplió hasta los 7,2 del diseño original (Fig.10) y Nina con un equipo de siete escultores retocaron la musculatura y detalles superficiales para que fuese una copia exacta del modelo reducido (Fig. 11).



Figura 9. Modelo de Nika Akamu.

Se hizo un molde de silicona de unos 6 mm de espesor que sirvió para el posterior molde madre fabricado con resina de poliéster y fibra de vidrio. Como se consideró imposible fundir el caballo en-



Figura 10. Ampliación del modelo mediante pantógrafos.



Figura 11. El equipo de escultores.

tero se decidió hacerlo en varias secciones. Tras decidir qué partes del caballo se moldearían en arena y cuáles a la cera perdida, se dividió el modelo en 60 partes de aproximadamente 0,4 m<sup>2</sup> cada una. La mayoría de ellas se moldeó en arena y para las partes más delicadas como la crin, la frente, las orejas y la cola se utilizó la cera perdida. Las piezas fundidas se agruparon en siete secciones. El interior de cada una fue reforzado con piezas de acero inoxidable (Fig. 12) y se procedió al montaje del ca-



Figura 12. Secciones del caballo.

ballo en el taller de la fundición Tallin, donde se había construido, para los acabados finales (Fig. 13). Una vez terminado se desmontó de nuevo.

De las dos copias que se hicieron del caballo, una, como regalo de los Estados Unidos a Italia, se llevó al hipódromo de Milán donde se montó definitivamente sobre un pedestal de mármol (Fig. 14). Otra



Figura 13. Montaje del caballo en el taller.



Figura 14. Montaje del caballo y tal como puede admirarse en Milán.

copia está en los jardines y parque de esculturas Frederik Meijer en Michigan.

### El próximo caballo

Desde que Leonardo concibió el caballo, todos los estudios que se hicieron sobre él en los cinco siglos siguientes, concluían que era imposible fundir el caballo de una pieza porque la pieza estaría llena de bolsas de gas, si no es que se producirían explosiones durante el llenado.

Sin embargo, las potentes herramientas de computación y los programas de simulación actuales nos dicen que Da Vinci no se había equivocado, que sí es posible fundir el caballo de una pieza. El Instituto y Museo de Historia de la Ciencia de Florencia utilizando el programa Flow-3D ha conseguido, guiados por toda la información dejada por Leonardo, simular el llenado del molde tanto en posición vertical (Fig. 15) como horizontal (Fig. 16)

Es curioso constatar que ambos sistemas de llenado, vertical y horizontal, desarrollados por Leonardo pueden funcionar, de modo que en 3-4 minutos se cuecen las 70 toneladas de bronce. Si tenemos en cuenta que se tardaron varias horas para fundir el célebre Perseo de Benvenuto Cellini, hay que reconocer aquí también, el genio de Leonardo.

La secuencia de llenado puede verse en la figura 17, constatándose que se produce un llenado tranquilo e uniforme.

Los expertos del museo estudiaron durante dos a-

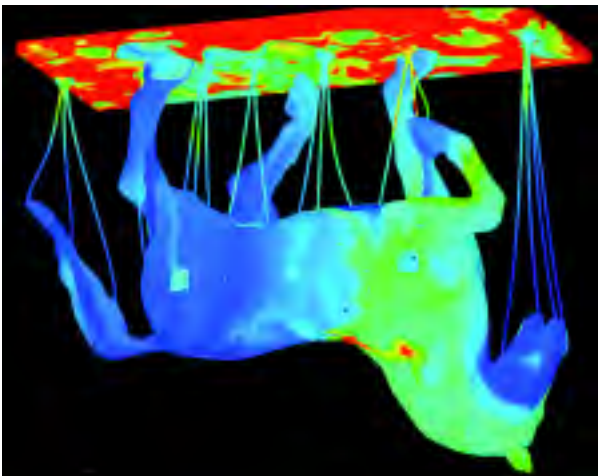


Figura 15. Simulación del llenado en posición vertical, con indicación de las zonas problemáticas.

ños las notas de Leonardo con todas las posibilidades de ejecución de la estatua. Se pretende que para la Exposición Universal de Milán en 2015 pueda fundirse a la vista de todo el mundo el extraordinario caballo. Merecerá la pena verlo.

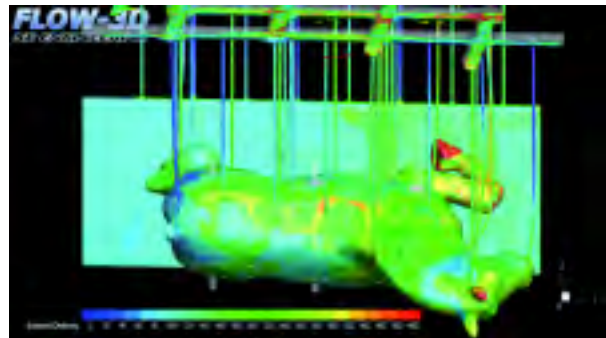


Figura 16. Simulación del llenado en posición horizontal, con indicación de las zonas problemáticas.

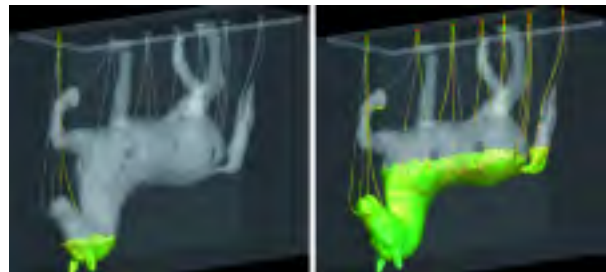


Figura 17. Secuencia del llenado del caballo.

# SU MEJOR COMUNICACIÓN

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

**FUNDI** *press*  
**MOLD** *press*  
**TRATER** *press*  
**SURFAS** *press*

**PEDECA** *press* Publicaciones  
S O M O S S U M E D I O

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

# Técnicas en fundición: Materiales tradicionales vs actuales

Por Sorroche Cruz, A.; Lozano Rodríguez, I.; Durán Suárez, J.A.; Peralbo Cano, R.; y Montoya Herrera, J.

Departamento de Escultura. Grupo HUM 629. Universidad de Granada

## Introducción, antecedentes y objetivos

El hombre ha buscado los materiales que le permitieran expresarse con mayor eficacia y rentabilidad a través del arte, sobrepasando poco a poco el descubrimiento y adaptando esos materiales y métodos al desarrollo de su tiempo. De aquellos primeros pasos dados para entender el desarrollo, el porqué de esa búsqueda y la adaptación que la fundición contemporánea, hace de aquellos materiales tradicionales, junto con la aparición de una metalurgia más activa, todo ello, va a ser el trasfondo de este trabajo en el que no sólo se clasificarán los distintos materiales utilizados hasta ahora como modelos de fundición, sino hacer evidente que no podríamos entender los nuevos procesos sin aquellas primeras técnicas heredadas. Destaca el modelo como punto de partida del proceso de fundición. Es la imagen definitiva de la forma que se obtendrá en metal y determina la técnica con la que se fundirá la pieza, por tanto éste debe tener el tamaño, forma y textura definitivos para reproducir en metal. Existen numerosos materiales con los que se puede diseñar el modelo: arcilla, yeso, madera, etc., pero ha sido la cera la que ha marcado la evolución del proceso metalúrgico desde sus inicios hasta la actualidad. Nuestra aportación en este trabajo consiste en la investigación de modelos elaborados en un material que es consustancial en nuestras vidas: el poliestireno expandido. Por otra parte se presenta un panorama general de las principales técnicas de fundición, analizando las tradicionales frente a las actuales y haciendo referencia a diversos materiales-útiles de las referidas técnicas.

## Materiales tradicionales empleados en procesos de fundición

La cera ha sido y es el material clásico con el que se elabora un modelo de fundición. Desde la antigüedad ha ido unida a la técnica de “fundición a la cera perdida”, y su empleo para modelar pequeñas esculturas y abocetados, siendo habitual en distintas culturas como la egipcia y la griega, entre otras, y continúa hoy. Los romanos usaban este material para modelar las máscaras de los antepasados y así preservarlas. En el Renacimiento adquiere su carácter definitivo en obras de Miguel Ángel o Bologna y en otras esculturas que finalmente fueron fundidas por el proceso de la cera perdida. Desde esa época de esplendor, su uso es bien conocido en multitud de quehaceres humanos: en la fabricación de velas y cirios en iluminación, como ingrediente pictórico, en la escritura antigua sobre tablas de madera encerada, etc., pero en la escultura, sin embargo veremos cómo es un material de vital importancia para el modelo, a partir del cual comienza el proceso, y que por sus características esenciales, y su progresivo perfeccionamiento y adaptación, será uno de los más usados en las técnicas de fundición en nuestros días. Como señala Georges Didi-Huberman: “la cera palpita: ella se calienta en mi mano, toma la temperatura de mi cuerpo, en ese momento es capaz de involucrarse en el detalle de mis dedos, de recoger mis huellas, de pasar, dulcemente y biológicamente, de una forma a otra [...] este material contra mi carne, se vuelve mi carne [...] tal es su sutileza, su fragilidad, su sensibilidad”.

Su permanencia hasta nuestros días ha hecho que podamos ver su empleo en las escuelas y facultades de arte, rememorando la técnica a la que da nombre, para la fundición por microfusión (joyería, miniaturas y otros usos), o incluso mostrándonos su versatilidad en combinación con nuevos materiales en el proceso de fundición.

Las ceras son ésteres de los ácidos grasos con alcoholes de peso molecular elevado. Son sustancias altamente insolubles en medios acuosos y a temperatura ambiente se presentan sólidas y duras. Desde el punto de vista escultórico presentan ventajas tales como la plasticidad, para ser modeladas fácilmente, la resistencia a la deformación, conservando la forma dada, la estabilidad química, es decir, incompatibilidad con otros elementos; ello la hace idónea en trabajos de restauración, formando barreras contra el vapor de agua por su carácter hidrófobo y otros. Destacar también el bajo punto de fusión, pasando a estado líquido con temperaturas inferiores a 100 °C; el corto intervalo de temperaturas en el que cambia de un estado a otro hace que su modelado sea fácil y accesible, la viscosidad, palpable en su estado líquido y que al perder temperatura, comienza a solidificarse y endurecerse. Este aspecto es importante en fundición, ya que cuanto menor sea la viscosidad de la cera, mayor fluidez tendrá en el molde, por lo que es más fácil que penetre en las secciones más finas antes de que solidifique. Otras características destacadas son el carácter traslúcido, que le aporta gran semejanza con la piel humana, valorada en la creación escultórica, para reproducir con gran realismo formas antropomórficas, así como la adherencia, aspecto esencial en un proceso de creación por adición como es el modelado. Su adherencia se encuentra implícita en su constitución química grasa, pudiéndose aumentar incorporándole resinas.

En definitiva, la cera que tiene mejores características para ser utilizada en la confección de modelos es aquella que es más flexible, no quebradiza, sólida a temperatura ambiente y no debe fundir hasta acercarse al punto de ebullición del agua. Así mismo, durante su manipulación aparecen dos principios básicos a tener en cuenta: la temperatura (a mayor temperatura se vuelve progresivamente más blanda) y su propiedad para repeler el agua.

Atendiendo a su procedencia, las ceras pueden clasificarse en ceras vegetales, animales, minerales y sintéticas. Las ceras vegetales se producen por la exudación de ciertas plantas, que cubren sus zonas aéreas para conservar el agua del vegetal. Entre ellas podemos nombrar; cera candelilla, car-

nauba, etc. Las ceras animales son las producidas por las glándulas ceras del animal como insectos. Son conocidas el esperma de ballena y la cera de abejas. Las ceras minerales son las derivadas del petróleo y del carbón mineral: parafina, vaselina, microcristalinas, etc. Este tipo son las más utilizadas en fundición. Por último encontramos las ceras sintéticas, que se componen de las anteriores ceras naturales con productos químicos que elevan su punto de fusión y hacen el material más duro.

En el proceso metalúrgico ha sido durante siglos (y continúa hoy) una de las materias definitivas del modelo a reproducir en metal. El procedimiento más antiguo para la obtención de piezas en metal fundido desde que surgiera la metalurgia es el método "a la cera perdida". Resumidamente consiste en la creación de un modelo en cera para reproducir, el moldeo de la cera con un material refractario, el posterior horneado controlado del molde para eliminar la cera de su interior, dejando vacío el hueco que ocupará el metal fundido, el vertido del metal en el molde y finalmente el desmoldeo.

En estos procesos de fundición el modelo en cera debe tener las dimensiones, formas y texturas finales que se pretendan obtener en el vaciado definitivo. Entre los métodos de trabajo con cera destaca el modelado, proceso en el que la cera, expuesta al calor suave de los dedos debe permitir su modificación y adherencia para realizar uniones sin aportación de calor externo. Las ceras pueden modelarse doblando, retorciendo, estirando, quitando y poniendo material con ayuda también de herramientas a las que se aplica calor para obtener la forma deseada. También puede trabajarse la cera mediante talla, proceso sustractivo análogo al empleado en la talla de madera o piedra, eliminando progresivamente materia para definir formas y volúmenes, si bien los útiles pueden ser distintos. Otro sistema de trabajo interesante es mediante construcción, procedimiento caracterizado por la unión directa de partes de cera mediante soldadura, como si se tratara de elementos individuales metálicos que se ensamblan para formar una pieza. Además, la cera puede trabajarse mediante vaciado. Este proceso consiste en hacer un molde partiendo de un original en cuyo interior verteremos cera líquida tantas veces como sea necesario hasta obtener un espesor adecuado.

Otros materiales tradicionales utilizados excepcionalmente en procesos de fundición han sido las maderas. Durante el proceso de horneado la madera se carboniza y deja el espacio que ocupará el metal fundido, previa limpieza interior del molde. Tam-

bién se ha empleado la arcilla que es uno de los materiales más primitivos en el uso artístico, tanto para obras definitivas en barro, como para piezas a las que se les confecciona un molde a partir del cual se obtendrá en metal. A lo largo de la historia y en la actualidad se modelan piezas en barro sobre las que se configura un molde por partes, a partir del cual se obtendrá la pieza en metal. Así mismo también se ha empleado el metal para la elaboración de modelos de fundición, aunque resultan muy costosos. Paralelamente, señalar el uso excepcional de animales, vegetales y minerales, fundamentalmente insectos, pequeños reptiles, fragmentos de animales, flores, hojas, conchas, caparazones, etc., que pueden presentar el mismo problema que la madera: su incompleta incineración. Así también se han empleado los materiales sintéticos, como las telas, cuya incorporación en el Renacimiento o Barroco es bien conocida. Donatello por ejemplo, puso en práctica esta técnica en su obra "Judith" al ejecutar el velo que cubre su cabeza con un tejido real que cubrió en cera caliente y fundió en bronce. Estos materiales tradicionales continúan en la actualidad, en combinación con una infinidad de materiales actuales, susceptibles de ser incinerados y eliminados por combustión.

### **Materiales actuales en procesos de fundición. El poliestireno expandido (EPS)**

El poliestireno expandido (comúnmente conocido como "corcho blanco", "poliexpan" o "porexpan") es el material resultado de la nueva era tecnológica, cuya principal aportación en la fundición escultórica es la posibilidad de ser eliminado por gasificación. Se trata de un material termoplástico espumado y un polímero de gran interés industrial, que tras una profunda investigación y experimentación se ha introducido en el ámbito artístico. Este material está fabricado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de poliestireno expandible con una estructura celular cerrada compuesta por un 98% de aire. Son conocidas sus aplicaciones en la edificación, envases, embalajes, reducción de carga, aislamiento, etc., pero en sus inicios fue aplicado en la industria aeronáutica para complicadas piezas de fundición, y hoy lo extrapolamos al ámbito artístico, adaptándolo a él, siendo material para modelos en procesos de fundición, a partir del cual obtendremos la pieza definitiva en metal. Su capacidad gasificable supone una economía y evolución en el proceso de trabajo, porque no es necesaria su evacuación del interior del molde mediante horneado, sino que será el propio metal fundido el que gasifique el material con su entra-

da en el interior del molde. Así mismo, dentro del campo artístico encontramos al poliestireno también como material definitivo en escenarios, maquetas de dimensiones reales, etc.

Los antecedentes del PE surgen a partir de la investigación y los procesos tecnológicos, proporcionando nuevos materiales como alternativas a productos naturales y tradicionales, como el plástico, antecedente directo del PE. En 1862 el primer plástico semi sintético (nitrato de celulosa) fue presentado por el británico Alexander Parker, quien realizaría numerosos experimentos sin éxito. Fue en 1870 cuando Wesley Hyatt, presentándose a un concurso para la fabricación de bolas de billar, da a conocer un método de procesamiento del nitrato de celulosa, sin embargo el nitrato al ser inflamable no podía ser moldeado para transformarse. Tras numerosas pruebas en 1907 se patenta el primer plástico sintético, la baquelita, utilizado en teléfonos, cámaras fotográficas, etc., y en 1930 aparecen el celofán, el PVC, y el PVA entre otros, así como los derivados del petróleo. Los plásticos pueden diferenciarse, según su procedencia, en naturales, entre los que se encuentran los de la celulosa y el caucho, y los sintéticos, que son los más utilizados en la actualidad y provienen de la destilación del petróleo, entre los que se encuentran polímeros, acrílicos y policloruro de vinilo, así como el EPS, que va a caracterizar la modernidad en la fundición artística. La tipología de estos plásticos sintéticos variará según la disposición de las moléculas que lo forman y su comportamiento frente al calor. Diferenciamos los termoplásticos, cuyas macromoléculas se disponen libremente sin enlazarse; es un plástico deformable y puede ser calentado, reblandeciéndose con el calor, pudiéndose adquirir la forma deseada que conserva al enfriarse. Paralelamente los termoestables, cuyas macromoléculas se entrecruzan formando una red cerrada, se convierten en materiales rígidos cuando se funden y enfrían, de modo que sólo pueden deformarse una vez. Por último los elastómeros, cuyas macromoléculas se ordenan en una red con pocos enlaces, permitiendo que sean muy elásticos y recuperen su forma cuando cesa la presión en ellos.

El Poliestireno expandido (figuras 1 y 2) es un material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de poliestireno expandible que presentan una estructura celular cerrada y llena de aire, de gran interés industrial y artístico. El origen del EPS está relacionado con la resina de ámbar líquido. Remontándonos 3.000

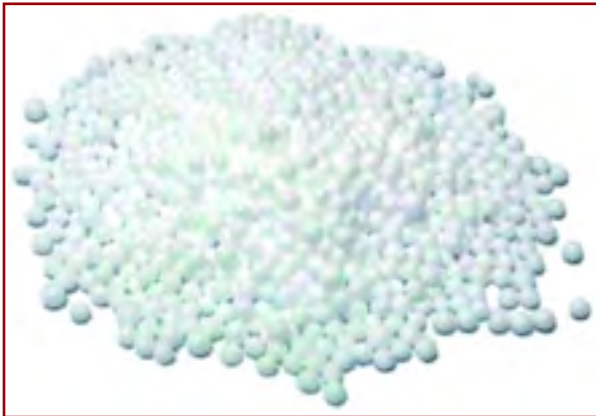


Figura 1. Perlas de EPS.

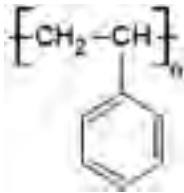


Figura 2. Fórmula de EPS.

años a.C., los egipcios embalsamaban los cadáveres como una manera de preservarlos en el viaje que les esperaba hasta el más allá, proceso en el que utilizaban la resina extraída del árbol oriental del ámbar líquido (*liquidambar orientalis*), entre otras numerosas sustancias. Muy Posteriormente en 1870, un científico inglés tuvo la idea de destilar la resina de ámbar líquido para extraer un fluido que bautizó con Styra. Éste se utilizó durante años como un estimulante de las vías respiratorias. Posteriormente dos químicos franceses se propusieron aislar la molécula de estireno a partir de Styra, desarrollando un método de "síntesis de laboratorio de estireno". Ya en 1925 un químico alemán de la I.G. Farbenindustrie (Interessen-Gemeinschaft Farbenindustrie AG) consiguió ensamblar varias moléculas de estireno en el proceso de polimerización. Al polímero resultante lo llamó Poliestireno. En la década de los 50, otro químico alemán, el Dr. Stastny, del grupo químico alemán BASF, realizó la primera expansión del poliestireno expandido, estableciendo las bases de la nueva industria. Stastny desarrolla e inicia la producción de un nuevo producto, el poliestireno expandible, bajo la marca Styporor. Ese mismo año fue utilizado como aislante en una construcción dentro de la misma planta de BASF. Es durante la II Guerra Mundial cuando aparece el interés por estos productos orgánicos porque son una materia prima ideal para fabricar el caucho sintético. Sin embargo, tras investigaciones llevadas a cabo por numerosas

empresas americanas, se interesan en él como un material aislante y de gran resistencia al choque. Debido también a sus propiedades termoplásticas, adecuación de reblandecimiento y fluidez a partir de los 16 °C, lo hacen apto para conformación en caliente y moldeo por inyección.

La materia prima para la fabricación del EPS es el Poliestireno expandible, que consiste en un polímero de estireno (el cual se obtiene a partir del etileno y diversos compuestos aromáticos generados mediante el procesado de gas natural y el petróleo), que contiene un agente expansivo (un hidrocarburo de bajo punto de ebullición, habitualmente pentano). El estireno junto con el agente expansivo sufre un proceso de polimerización mediante suspensión en agua, dando lugar al poliestireno expandible. La polimerización tiene lugar en unos reactores equipados con mecanismos agitadores que producen la división del estireno en pequeñas gotas suspendidas en el agua.

El proceso de fabricación del EPS consta de tres partes: preexpansión, reposo intermedio o estabilización, y transformación o moldeo final. El proceso de preexpansión consiste en la expansión de la perla de poliestireno mediante vapor de agua. La preexpansión es el reblandecimiento de las partículas de materia prima por efecto del calor y el consecuente hinchamiento de las mismas, derivado del aumento de volumen del agente de expansión (pentano). Para este proceso, la materia prima se calienta en unas instalaciones especiales denominadas pre expansores, con vapor de agua a temperaturas situadas entre aprox. 80 y 110 °C. En este proceso, las perlas compactas de la materia prima se convierten en perlas de plástico celular con pequeñas celdillas cerradas que contienen aire en su interior. El lecho fluidizado es una instalación de secado, colocada a la salida del pre expansivo y donde se secan las perlas dentro de una corriente de aire ascendente consiguiéndose una estabilización mecánica de las mismas. Este tratamiento de reblandecimiento se puede conseguir con vapor de agua, y mediante otros dos métodos: por vacío o por aire a presión. Por su parte, en el proceso de reposo intermedio o estabilización, al enfriarse las partículas recién expandidas, se crea un vacío interior que es preciso compensar con la penetración de aire por difusión. Finalmente, en el proceso de transformación o moldeo final, la perla pre expandida entra en un bloque, aplicándole nuevamente vapor de agua. Las perlas con la nueva expansión se sueldan entre sí formando una estructura poliédrica durante un período que varía según el tipo de densidad aparente de la



pieza a obtener. Después de un proceso de estabilización, se obtiene un bloque de este material.

Podemos diferenciar 5 tipos principales de poliestireno. El poliestireno cristal es rígido, transparente y quebradizo. Por debajo de los 95 °C su estado es vítreo, pero por encima de esa temperatura se vuelve blando con posibilidad de moldearse. El poliestireno choque o de alto impacto es opaco. Resulta de la mezcla en el proceso de polimerización de un 14% de caucho, normalmente, polibutadieno. Por otro lado el poliestireno expandido es el resultante de inyectar a un 95% del poliestireno común, un 5% de gas, que forma burbujas que reducen la densidad del material. A su vez el poliestireno extruido es una variante del anterior, ya que su composición química es igual, sin embargo la diferencia radica en su proceso de conformación que produce una estructura de burbuja cerrada, lo que le permite mojarse sin perder propiedades. Finalmente el Poliestireno sindiotáctico se diferencia del poliestireno atáctico normal porque los grupos fenilo de la cadena polimérica están unidos alternativamente a ambos lados de la misma, no desordenados. Es cristalino y funde a 270 °C, pero su coste es más elevado. En la figura 3 se observa un ejemplo de la estructura molecular de un poliestireno atáctico y sindiotáctico.

El EPS presenta unas cualidades y propiedades que lo hacen idóneo para múltiples usos con una gran duración. Algo fundamental en los nuevos materiales es su capacidad para ser reciclados. El EPS presenta la ventaja de ser 100% reciclable. Mediante reciclado mecánico permite la fabricación de nuevas piezas tras ser trituradas las originales, la mejora de suelos al ser mezclados los residuos de EPS con tierra, favoreciendo su drenaje o en la elabora-

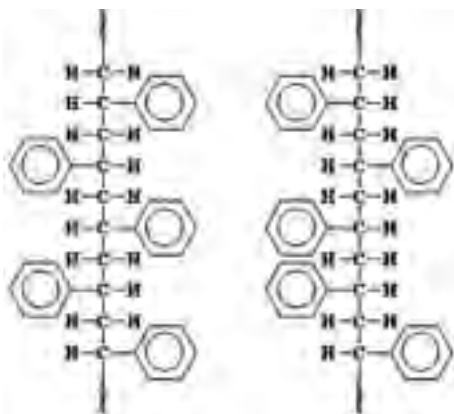


Figura 3. Estructura molecular de un poliestireno sindiotáctico (izda.) y uno atáctico (dcha.).

ción del compost, la incorporación a otros materiales de construcción en la fabricación de ladrillos ligeros, de la producción de granza de poliestireno tras procesos sencillos de fusión o sinterizado, obteniendo de nuevo el material de partida. También permite su reciclado obteniendo energía, normalmente en forma de calor, a partir de la combustión de los residuos y, cuando ninguna de estas opciones es posible, los residuos pueden destinarse al vertido con total seguridad, ya que el material es biológicamente inerte, no tóxico y estable (Gremi de Recuperació de Catalunya, 2010). Además posee resistencia al envejecimiento, amortiguación de impactos, presenta excelente aislamiento térmico, versatilidad y facilidad de conformado, resistencia a la humedad, resistencia mecánica, resistencia química, carácter higiénico y ligereza.

En cuanto a sus propiedades físicas, podemos señalar que su densidad está situada en el intervalo que va desde los 10 kg/m<sup>3</sup> hasta los 50 kg/m<sup>3</sup>. Los productos de EPS son ligeros pero resistentes. La resistencia mecánica se mide en función a la resistencia de este material a la compresión, flexión, tracción y esfuerzo cortante y sus valores varían dependiendo de la densidad del EPS, aunque generalmente los productos de EPS tienen una deformación por fluencia de compresión del 2% o menos, después de 50 años, mientras estén sometidos a una tensión permanente de compresión de 0,30  $\sigma_{10}$ . También posee un buen aislamiento térmico frente al calor y al frío, utilizándose como material aislante en edificios, envases, etc., ya que el 98% del volumen del material es aire y solo el 2% materia sólida. Con referencia a su comportamiento frente al agua y el vapor del agua debemos señalar que el EPS no es un material higroscópico, de modo que sumergiendo el material completamente en agua, los niveles de absorción son mínimos (entre el 1% y el 3% en volumen). Sin embargo, el vapor de agua sí puede penetrar en el interior de su estructura celular. Por otra parte, es un material estable frente a la temperatura. El rango de temperaturas a que este material puede ser sometido es amplio sin modificaciones de su estructura. Pero el límite se sitúa alrededor de los 80-100 °C. Sin embargo, bajo la acción prolongada de la radiación ultravioleta, la superficie del EPS amarillea y se vuelve frágil y pueden erosionarlo.

En cuanto a las propiedades químicas (resistencia química), hay que señalar que es un material estable frente a jabones y soluciones de tensoactivos, a soluciones salinas, lejías, ácidos diluidos, ácido clorhídrico (al 35%), ácido nítrico (al 50%), solucio-

nes alcalinas, y alcoholes (etanol), resultando relativamente estable (en una acción prolongada, el EPS puede contraerse o ser atacada su superficie) a los aceites de parafina y vaselina, y a los aceites de silicona. No es estable frente a ácidos concentrados (sin agua) al 100%, frente a disolventes orgánicos (acetona, ésteres, ...), hidrocarburos alifáticos saturados, aceite de diesel y carburantes.

En lo referente a las propiedades biológicas, el EPS no enmohece ni se descompone. No obstante, en presencia de mucha suciedad, puede ser portador de microorganismos. Los productos de EPS cumplen con las exigencias sanitarias, de higiene y seguridad establecidas. No tiene ninguna influencia medioambiental perjudicial, incluso ni para las aguas. No daña la capa de ozono al no contener en su fabricación gases de la familia de los CFCs y HCFCs y es 100% reciclable, y su proceso de transformación consume poca energía y no genera residuos.

En cuanto a sus características eléctricas, son similares a las del aire. La constante dieléctrica del EPS tiene un valor de 1 en un rango de frecuencias entre 100 Hz y 1 GHz a la temperatura de 25 °C. La resistencia de superficie es de 1011 a 1013 Ohm a humedad relativa del 50% (Teppers et al., 2003).

Finalmente, referido a su comportamiento frente al fuego, hay que señalar que las materias primas del EPS son polímeros de estireno, por tanto materiales combustibles. Expuestos a temperaturas superiores a 80 °C, empiezan a reblandecerse, se contraen y se funden.

Estas características hacen del EPS un material óptimo para numerosas aplicaciones, tanto en edificación (como aislamiento térmico y acústico), en envases y embalajes de productos alimentarios (en especial de pescados y mariscos frescos, productos cárnicos y avícolas, lácteos, frutas y hortalizas), en electrónica de consumo e informática, en material eléctrico, muebles, herramientas y maquinaria, componentes de automoción, óptica, fotografía y aparatos de precisión, juguetes, horticultura y jardinería, en la industria farmacéutica, perfumería y cosmética, en obra civil, reducción de carga en obra, como material de cimentación y en ingeniería civil hidráulica, además de como material de cascos, flotadores, planchas y tablas de surf, etc. (ANAPE, marzo, 2011, y ANAPE, abril, 2011). Así también, en una línea más artística, nuestro trabajo de investigación presenta al PE como un material que puede ser trabajado manual o mecánicamente para ser dispuesto tanto en superficies absorbentes como no absorbentes.

Permite ser aserrado, cortado, perforado, cepillado, lijado, elastificado, atornillado, adherido, etc., permitiendo conformar la forma deseada ya sea como material transitorio como modelo en procesos de fundición o como material definitivo en otras aplicaciones técnico-artísticas. Trabajado de forma manual (figura 4) generalmente se utilizan herramientas sencillas y cotidianas, de fácil acceso y manipulación: cuchillos, alambres, alfileres, clavos, fundidores eléctricos o superficies metálicas calentadas (cucharas, cuchillos o cualquier trozo metálico con la forma deseada) que permitan gasificar el material. Así también, como sistema constructivo y de unión se utilizan adhesivos y colas especiales para EPS (destacamos Ceys Porex para EPS, Cola Blanca Unifix y Bostik 1454 de contacto), u otros materiales de sujeción mecánica como clavos, alfileres, alambres, grapas, que en ocasiones pueden formar parte del diseño de la obra. En procesos de trabajo mecánico, método que utiliza la industria, generalmente se emplean termo soldaduras u otras máquinas de reciente creación, así como las máquinas de corte por hilo caliente, que permiten ajustar el ángulo de giro y la creación de objetos 3D con facilidad.

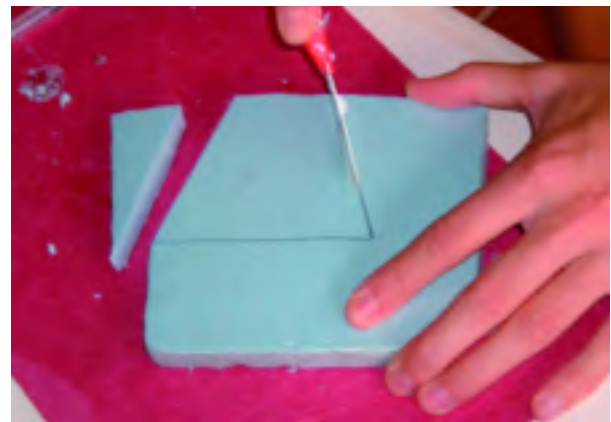


Figura 4. Método de trabajo manual del EPS.

En otro sentido, los procesos de fundición actuales han avanzado mucho en los últimos años al incorporar a los mismos algunos de los resultados de la investigación en ingeniería, entre ellos el denominado LOST FOAM (espuma perdida), basado en la utilización de modelos no permanentes de EPS. Estos nuevos procesos, se inician con el registro de la patente "U.S. 2830.343" por H.F.Shroyer, en 1958, en la que propone como material de modelo para fundición, una variedad de EPS. La técnica descrita en las primeras patentes, no fue usada a gran escala para la producción de fundiciones industriales, sino exclusivamente para producción artística, siendo e-

jemplo la escultura “Pegasus”, obra en bronce de 150 kg de peso, proyectada por A. Duca, escultor y metalúrgico del instituto de Tecnología de Massachusetts. El interés del EPS para la fundición escultórica actual, radica en la aportación novedosa consistente en que el vertido del metal se realiza con el modelo en el interior del molde, sin tener que ser extraído previamente, gracias a la gasificación instantánea del EPS. Para estos procesos es recomendable utilizar el EPS, cuyo peso por unidad cúbica es inferior a 20 kg/m<sup>3</sup>, aunque también pueden emplearse otras variedades de poliestireno, con densidades mayores.

Esta característica gasificable del EPS, sumado a su buena trabajabilidad como material escultórico ha propiciado su desarrollo como modelo de fundición en la actualidad, utilizándose en diversos sistemas de moldeo. El moldeo en verde es un proceso que ha sido escasamente utilizado en el ámbito escultórico con otros materiales como modelos, debido a la dificultad que presentaba el moldeo con piezas mínimamente complicadas, así como a la obligatoriedad de extracción del modelo antes de la colada. Gracias al EPS esta limitación ha sido superada, puesto que la pieza no requiere ser extraída del molde debido a la gasificación del material al aproximarse el metal fundido. En nuestra investigación hemos utilizado arena natural con las características genéricas siguientes: plasticidad, que proporciona fidelidad de copiado o cualquier huella a reproducir, finura, para obtener calidad superficial, y refractariedad, que dota a la arena de resistencia al metal fundido y facilidad de evacuado de gases por su porosidad. El molde se obtiene mediante compactación de la arena introducida en la caja de moldeo (figura 5), de modo que deja impresa la huella del modelo y el hueco que ocupará el metal fundido con la pieza de EPS en su interior. Los moldes se conforman generalmente en dos cajas. La compactación de la arena puede ser manual (apisonada) o mecánica mediante moldeadoras (por sacudidas, prensado, vibración, vacío, o aire comprimido, aplicado en la industria). La pieza en bronce permanece en el molde tras la colada hasta alcanzar la temperatura de desmoldeo. Otro sistema de moldeo, el moldeo químico, surge de la reciente investigación industrial para la mejora en la calidad de los productos y la simplificación en el proceso de producción. El material de moldeo es una mezcla de arena con un aglutinante químico, generalmente resinas sintéticas (furánicas y fenólicas), que endurecen y dan consistencia al molde (figura 6). Paralelamente, otro sistema de moldeo destacado es el moldeo horneado, cuyos precedentes los encontramos en los antiguos moldes de olla, general-



Figura 5. Sistema de moldeo en verde, con la correspondiente caja de moldeo.

mente de ladrillo molido, escayola y agua, que contenían en su interior un modelo en cera. Estos moldes eran utilizados ya en el siglo XVII y han ido evolucionando hasta sustituir a la tierra arcillosa inicial. La mezcla que se realiza en la actualidad es de tres partes de ladrillo molido refractario y dos partes de escayola y agua. A diferencia de los procesos de moldeo químico y moldeo en verde, el EPS no se gasifica con la entrada del metal, sino en el horneado del molde. Este hecho anula la producción de gases en la colada. Es un proceso adecuado para composiciones huecas, por la facilidad de recubrimiento de la mezcla, que llega a zonas de difícil acceso (figura 7), asegurando la obtención de secciones menores que en los procesos en verde y autofraguante.

### Otros materiales actuales

En los procesos de fundición artística actuales se pueden utilizar otro tipo de materiales, entre los que destacamos la plastilina y la espuma floral. La plastilina es un material plástico compuesto de sales de calcio, vaselina y otros compuestos alifáticos, principalmente calcio esteárico. Aunque el plástico termoestable, reúne características especiales como son su flexibilidad y baja resistencia a altas temperaturas. En la escultura, es un material transitorio y de esbozo para posteriores obras en madera, piedra o cera para fundir. A través de la experimentación e



Figura 6. Sistema de moldeo químico.



Figura 7. Sistema de moldeo horneado, proceso de colada del material refractario.

investigación, lo incorporamos a la fundición artística como material para modelos y en combinación con otros materiales. Por su parte, la espuma floral proviene de la familia del EPS y es una espuma fenólica de célula abierta, que absorbe rápidamente el agua, y es conocida para servir de soporte a centros florales, de ahí su nombre. La incorporamos novedosamente al ámbito de la fundición por sus propiedades gasificables y excelentes resultados obtenidos en nuestros trabajos.

### Conclusiones generales

A modo de conclusión general, una vez dibujado el panorama global de las técnicas actuales y tradicionales de fundición, podemos señalar que son ingenieras las alternativas que recogidas desde la tradición nos permiten obtener piezas escultóricas. Aquellas primeras técnicas metalúrgicas se han ido adaptando a las nuevas etapas artísticas, históricas e industriales, tanto en los procesos como en los materiales y su composición. Y es precisamente fruto de ese avance y la aparición de nuevos materiales con los que se abren nuevas alternativas y posibilidades en la fundición artística. Así pues aquellos materiales tradicionales adaptados conviven hoy (y en ocasiones se unen) con otros como el EPS, destacado material de la modernidad con subrayada validez en su empleo en el proceso artístico con excelentes resultados, tanto como material definitivo como material transitorio en procesos de fundición.

### Agradecimientos

Los resultados 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.

### Referencias bibliográficas

- ANAPE (Asociación Nacional del Poliestireno Expandido), (2011): "Las mil y una aplicaciones del EPS", en Infopack n° 168, marzo.
- ANAPE (Asociación Nacional del Poliestireno Expandido), (2011): "Versatilidad del EPS en envases y embalajes", en Revista IDE (Información del Envase y el Embalaje), n° 590, abril.
- Didi-Huberman, G. (1997). L'empreinte". Ed Centre Georges Pompidou. París.
- Gremi de Recuperació de Catalunya, (2010): "El ciclo de la vida del EPS", en Recupera, n° 67, diciembre.
- Tepper, Hans (Coordinador) et al. (2003): Libro Blanco del EPS. Documento de antecedentes para la Normalización Europea del EPS, editado por EUMEPS, disponible en <http://www.anape.es/pdf/Libroblanco.pdf>

# Inventario de Fundición



Por Jordi Tartera

*Siguiendo el camino emprendido en la revista Fundición y después en Fundidores, ofrezco ahora en exclusiva 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.*

## MACHOS

### Cambios dimensionales en moldes y machos químicos

Lowe, K.E. y R.E. Showman. En inglés. 10 pág.

Los moldes y machos químicos sufren cambios dimensionales durante el curado, la manipulación y el almacenamiento que, generalmente, son mínimos pero que pueden resultar enojosos en algunos casos. El tipo de arena influye en la contracción debido a que su forma, tamaño y distribución granulométrica afecta el número y tamaño de los puentes de resina. La presión de disparo y las consecuentes diferencias en la densidad del macho no influyen en la contracción, excepto si las diferencias de densidad son muy importantes. No debe contarse como cambio de dimensión en los machos de caja caliente al salir de la caja, debido a la contracción térmica que ya debe estar prevista en su construcción. Una vez fríos ya no sufren variaciones dimensionales. En los moldes y machos de caja fría, la contracción es debida a la evaporación de los disolventes de la resina. La presión de vapor de los disolventes afecta la contracción, siendo mayor cuanto más disolvente volátil contenga la resina. A las 48 horas de fabricado el macho la contracción puede ser del 0,1% debido a la evaporación de los solventes. Cuanto mayor es el porcentaje de aglomerante menor es la contracción. Ello es debido a que con más resina los puentes de unión son de mayor tamaño y presentan una menor relación superficie:volumen que retardará la pérdida de disolventes y, en consecuencia, la contracción del macho.

AFS Transactions 119 (2011) p. 251-60

Puede descargarse en <http://www.moderncasting.com/images/stories/webonly/11-007.pdf>

## FUNDICIÓN DÚCTIL

### Mejora de la calidad metalúrgica de la fundición dúctil mediante acondicionadores

Ochoa de Zabalegui, E., J. Arriarán, J.C. Bicandi y D. Ferrer. En inglés. 7 pág.

Mis buenos amigos de Edertek y Fosco presentaron este interesante trabajo en el Simposio Cast Iron de Egipto, que completa la tesis de Edurne Ochoa. Mediante análisis térmico se estudió la evolución de la calidad metalúrgica observándose un notable deterioro durante el tratamiento de nodulización en el horno eléctrico. Para aumentar la calidad metalúrgica se ha establecido una fase de acondicionamiento antes del tratamiento con magnesio. Para ello, se diseñó una cuchara especial que permite una reacción más rápida y elimina la necesidad de proteger el FeSiMg con una plancha de acero. Como acondicionadores se ha empleado ferrosilicio, conteniendo Ba o una mezcla de FeSiBa y FeB. Con el primero la matriz es ferrito-perlítica, mientras que con el segundo hay más ferrita. De este modo se puede asegurar la estructura de la matriz. El uso de un acondicionador aumenta el número de esferoides de grafito y su distribución, lo que permite disminuir el inoculante. Por otra parte, al reaccionar con S y O<sub>2</sub> reduce la cantidad necesaria de FeSiMg para la nodulización, lo que se traduce en menor formación de escoria y un mayor rendimiento de la nodulización. El análisis químico sólo detecta un ligero incremento en la cantidad de B, pero las curvas de enfriamiento en los diferentes estadios de tratamiento son similares, confirmando la ventaja del uso de acondicionadores.

Key Engineering Materials 457 (2011) p.487-92

**Sensor control**  
Experts in sandhandling

Preparación de arenas de moldeo y control desde el desmoldeo hasta la máquina de moldeo.

**SE BUSCAN REPRESENTANTES**



Phone: + 49 (0) 26 31 / 96 40 00 E-Mail: info@sensor-control.de  
Fax: + 49 (0) 26 31 / 96 40 40 Web: www.sensor-control.de

DESCUBRA EL SECRETO DE LAS EMPRESAS DE FUNDICIÓN MÁS COMPETITIVAS DEL MUNDO...

**FLOW-3D**



Más de 30 años de experiencia en el sector  
Predicción de defectos de llenado y solidificación  
Manejo simple e intuitivo, customizable  
Predicción de generación gas en mañosos | UNICO /  
Interfaz FLOW-3D Cast ahora | EN CASTELLANO !

PIDA HOY UNA DEMOSTRACIÓN EN: [www.simulacionenproyectos.com](http://www.simulacionenproyectos.com)  
[www.flow3d.com](http://www.flow3d.com)  
(+34) 91.803.4482

**tecno piro®**



-temple -soldadura -recocido -sinterizado -revenido

**HORNOS DEL VALLES, S.A.**  
Mancomunitat,3 08290 CERDANYOLA DEL VALLES  
(Barcelona) T/ 93 682 66 12 Fax 93 580 08 27  
hdv@tecniopro.com [tecniopro.com](http://tecniopro.com)

**AMV ALEA™**

SOFTWARE PARA FUNDICIONES

SELECCIÓN ÓPTIMA DE CARGA PARA CUALQUIER TIPO DE FUNDICIÓN

HASTA UN 40% DE AHORRO

DEMO GRATUITA EN [WWW.AMVSOLUCIONES.COM](http://WWW.AMVSOLUCIONES.COM)



**AM** MANUFACTURING SOLUTIONS

- DESARROLLOS A MEDIDA
- CONEXIÓN A BASE DE DATOS DEL CUENTE

**PROSIDER**  
[www.prosider.es](http://www.prosider.es)



**FERRAL - VIQ, S. L.**  
[ferralviq@ferralviq.com](mailto:ferralviq@ferralviq.com)

**PRODUCTOS PARA LA SIDERURGIA Y FUNDICIÓN**

**PRODUCTS FOR SIDERURGY AND FOUNDRY**



**labecast**  
Heat Engineering & Service

**Labecast, S.L.**  
Parque Empresarial Zurzu  
Edificio Europa, Planta 5ª, local 2  
20018 Donostia - San Sebastián  
Tfno. 943 225 985 - Fax: 943 225 986  
[j.gard@labecast.com](mailto:j.gard@labecast.com)  
[www.labecast.com](http://www.labecast.com)



**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)  
Avda. Reyes Católicos, 2 - 1ª B - 28220 Majadahonda (Madrid)  
Tel: +34 91 639 69 11 - Fax: +34 91 639 48 18 - Email: hornos@alferieff.com

# IMF diecasting

- Repuestos para máquinas de inyección.
- Compraventa de maquinaria de segunda mano del sector de la fundición inyectada.
- Reparaciones y asistencia técnica.
- 24 horas al servicio de nuestros clientes.

**Representantes**  
**Italpresse**  
**Gatss**  
**Industrial Frigo**  
 Para España y Portugal

**IMF DIECASTING**  
 Ind. Maqu. Inyección S.L.L.  
 Camí fronte a l'estació  
 43800 Valls (Tarragona) SPAIN  
 GSM: +34 690 074 627  
 Telf: +34 977 803 904 /Fax: +34 977 804 266  
[www.imfdiecasting.com](http://www.imfdiecasting.com)  
[comercial@imfdiecasting.com](mailto:comercial@imfdiecasting.com)

## SERVICIO Y CALIDAD

**METALOGRAFÍA DE LEVANTE S.A.**  
**TRATAMIENTOS TÉRMICOS**

- Temple en Vacío
- Cementación
- Nitruración, Nitro
- Carbonitruración
- Temple en Atmósfera Controlada
- Tembles de muelles, series, etc.
- Estabilizados, normalizados, recocidos
- Deshidrogenados, Recristalización, etc.
- Laboratorio Metalúrgico
- Espectrometría
- Consultig
- Recogidas y entregas de material

Polígono Industrial Sagrat de la Creu  
 Parcela 88-4, Barrio de Santa Fe  
 08190 S. Feliu de Guíxols  
 08190 S. Feliu de Guíxols  
 T. 93 85 11 11 - F. 93 85 11 12  
 E-mail: [metalografia@levante.com](mailto:metalografia@levante.com)

What you see is what you get  
 what you measure is what you get

Service today is a significant factor  
 when you purchase an instrument

Being focused on what you do  
 helps you do it better

# BRUKER

## ESPECTRÓMETROS OES PARA ANÁLISIS DE METALES ANALIZADORES ELEMENTALES C/S/N/O/H ANALIZADORES PORTÁTILES DE RX

**Bruker** @instrumencios @guipolce S.A.  
 Parque Empresarial Pinar Futuro  
 C/ Barrio Guiso 3, Edificio A16- Planta Baja  
 20027 Pinar Ventanilla (Guipúzcoa)  
 Telf: +34 943 640400 - fax: +34 943 640401  
[instrumencios@guipolce.com](mailto:instrumencios@guipolce.com)  
[www.bruker.com](http://www.bruker.com)

## Shaping industry

Su Proveedor de soluciones en Tratamiento de Superficies  
 Maquinaria y consumibles para el acabado,  
 diámetro, shotpeening y acabado por vibración

Juan Valverde Carreras (15) Av. B. 2004, BARCELONA  
 Tel: +34 93 490 6100 Fax: +34 93 490 6101

**wheelabrator**  
 Shaping industry

[www.wheelabratorgroup.com](http://www.wheelabratorgroup.com) [contact@wheelabratorgroup.com](mailto:contact@wheelabratorgroup.com)  
 Barcelona - Valencia - Madrid - Murcia - Sevilla - Zaragoza

# 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)

# Lenard

## bcn S.L.

### Tejidos técnicos

Pol. Ind. «Sot dels Pradals»  
 C/ Sabadell 3  
 08500 VIC (Barcelona)  
 SPAIN

Tel: +34 93 886 92 12  
 Fax: +34 93 886 92 30  
[info@lenardbcn.com](mailto:info@lenardbcn.com)

# ialonso

## EQUIPOS Y PRODUCTOS PARA LA FUNDICIÓN

- MÁQUINAS DE REBABADO AUTOMÁTICO
- CUCHARAS DE COLADA Y TRATAMIENTO
- EQUIPOS PARA ARENA QUÍMICA
- EQUIPOS PARA ARENA EN VERDE
- MÁQUINAS DE MOLDEO
- CENTRIFUGADORAS
- SOFTWARE PARA SIMULACIÓN Y ANÁLISIS TÉRMICO

- LINGOTE
- FERRO-SILICIO
- CARBURO DE SILICIO
- FILTROS DE COLADA
- MODULIZANTES
- INOCULANTES
- REFRACTARIOS
- TAZAS

Tel: 985 31 31 52 Fax: 985 31 44 61 [info@ialonso.com](mailto:info@ialonso.com) [www.ialonso.com](http://www.ialonso.com)

## FUNDICIÓN. EQUIPOS Y SISTEMAS

**M. IGLESIAS**

Presenta muy importantes referentes para el sector de la fundición, bien sea de gran serie o usuadora de un molde químico (arenas autofraguantes)

**CONSTRUCIONES**  
 Proyectos y fabricación de equipos vibrantes con tecnología punta para la industria de la fundición. Compañía de primer orden mundial.

**B.G.S.T.**  
 La última tecnología (Scrubbers) en la Depuración de las arenas y su neutralización.

**SFT**  
 Nuevo diseño y soberbia robustez en el nuevo Colissa II, compactador/tractor de coladas, maceradoras o piezas de derecha.

TEL: 94 346 45 99 • FAX: 94 346 56 87 • [mih.ing@vodafone.es](mailto:mih.ing@vodafone.es)



Discover  
the  
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 97 41 - [comercio@spectro.es](mailto:comercio@spectro.es)

SPECTRO Hispania, S.L.  
P.A.E. Anasim, Edificio Enkuri - Nave 3  
48950 ERANDIO (Aizoa) - Vizcaya

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



We advance your casting



Aproveche toda la experiencia del conocimiento en fundición global

ASK Chemicals España S.A.U.  
Muelle Tomás de Olabarrí N.4-3º  
48930 Las Arenas (Vizcaya)  
Tel. +34 94 490 4846  
Fax +34 94 464 8861  
[www.ask-chemicals.com](http://www.ask-chemicals.com)



## 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)



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



Tratamientos Térmicos de Aceros Aleados y  
Consulting Técnico - Metalúrgico

Polígono Industrias ARTIA  
48291 - ATXONDO - Bizkaia  
TEL.: 94 621 55 90  
Fax: 94 630 33 70

[administracion@industriasteoy.com](mailto:administracion@industriasteoy.com)



- GRANALLADORAS
- INSTALACIONES DE CHORREADO MANUAL Y AUTOMÁTICO.
- LINEAS DE GRANALLADO Y PINTADO.
- FILTROS DE ASPIRACIÓN
- PIEZAS Y CALDERERIA ANTIDESGASTE.
- ESMERILADORAS PENDULARES.

### SOMOS FABRICANTES CON INGENIERIA PROPIA.



Talleres ALJU, S.L.  
Cda. San Vicente, 17-48510 VALLE DE TRÁMAGA-ETZAKO-ESPAÑA  
Tel.: +34 944 820 101 Fax: +34 944 921 212  
e-mail: [alju@alju.es](mailto:alju@alju.es) [www.alju.es](http://www.alju.es)

## 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:



o/ Ramón y Cajal, 2 Bto - 4º Dpto. 8 - 48014 BILBAO (SPAIN)  
Tel. (34) 944 761 241 - Fax: (34) 944 761 247 - E-mail: [euroequip@euroequip.es](mailto:euroequip@euroequip.es)  
[www.euroequip.es](http://www.euroequip.es)



Ingeniería Térmica Bilbao s.l.  
Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

PL. Barrio de la Torre y Ab. E-48150 SONDOKA (Vizcaya)  
Tel.: 94 451 50 75  
Fax: 94 451 51 45  
[interbil@interbil.es](mailto:interbil@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)



**TARNOS**

DISÑO 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  
 TL. 91 656 92 91 / Fax. 91 676 52 85 / tarnos@tarnos.com / www.tarnos.com



**DEGUISA, S.A.**  
 Polígono Industrial Saratxo s/n  
 01470 AMURRIO - ALAVA  
 deguisa@deguisa.com  
 www.deguisa.com



**Innovación Constante,  
 Voluntad de Servicio**

**REFRACTARIOS:**

- Refractarios para cuchetas de tratamiento, trasvase y colado.
- Tapones de soplado y agitación.
- Productos conformados para aplicaciones especiales.
- Equipos de válvula corredera para colado de arena.

**COMBUSTIÓN:**

- Ingeniería de equipos de combustión y sistemas de control.
- Asistencia técnica, supervisión y mantenimiento de instalaciones.
- Componentes de procesos térmicos industriales.

**RÖSLER**  
*finding a better way ...*

Rösler International GmbH & Co. KG  
 Götz-Dollars-G / Riera, 7 08151 Rubí (Barcelona)  
 WWW.ROESLER.ES

Tel.: 90 586 65 65 / roesler@roesler.es  
 Fax: 93 536 32 93  
 Tel Cel: 93 607 83 28 / COMERCIAL@roesler.es

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

www.roesler.es

**INSTALACIONES PARA TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE**

MAGNINNO DE PRODUCCION INDIA, S.L.



POL. IND. CAN RIUÓ-CANER HONELL S  
 08811 BADALONA  
 Tel.: 93 300 40 40  
 E-mail: info@mpes.es  
 Tel.: 93 464 01 70



• CENTROS DE MECANIZADO CONTROLADO

• CENTROS DE MECANIZADO



• BANCO DE PRUEBA PARA VALVULAS

• TORRETES REVOLVER

• CENTROS DE MECANIZADO TRANSFERENCIADOS



• GRUPOS DE TRABAJO PRODUCTO



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

**MODELOS Y UTILLAJES DE PRECISION POR CAD-CAM**  
**MODELOS EN:**

Madera, metal, plástico y poliestireno, coquillas de gravedad, coquillas para cajas de machos calientes, placas para cáscara.

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

**BERG, S.L.U.**

Pol. Ind. Can Carner, 57  
 c/ Terra Alta, 57  
 08211 Castellar del Valles (Barcelona)  
 Telf. 937 473 636 - Fax. 937 473 628  
 berg@bergsl.com

Artículos para inyectado:

- Gránulos lubricantes para pistón.
- Desmoldeantes.
- Barras y pistones de cobre berilio.
- Pistones de acero de larga duración.
- Evacuadores de aire para moldes "Chill-vent".
- Calentadores de gas para moldes.

Y otros artículos para fundición:

- Aditivos de arena.
- Aglomerante inorgánico GEOPOL A.
- Arena preparada PETROBOND.

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

testo

testo 350

Instrumentos y sondas de medición portátiles y electrónicos, fabricados conforme el estándar ISO 9001, para los siguientes parámetros:

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad
- Presión
- Análisis de los productos de la combustión
- Medidor calidad acústica de cocinar
- Emisiones
- Calidad del interior (CO2)
- Análisis de agua
- Luz/sonido
- rpm

Instrumentos testo S.A. - Zona Industrial c/B n°2 - 06301 Cobrià (Barcelona)  
 Tel. 93 753 85 25 - Fax. 93 753 85 26 - [www.testo.es](http://www.testo.es) - [info@testo.es](mailto:info@testo.es)

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



ARL es el líder mundial en el análisis de metales por espectroscopia de emisión óptica (OES).  
 Para más información, contacte con nosotros en: [info@arl.com](mailto:info@arl.com) o al teléfono: +34 91 400 1111.  
 También puede contactar con nosotros en: [info@arl.com](mailto:info@arl.com) o al teléfono: +34 91 400 1111.

**Thermo**  
 SCIENTIFIC

## INDICE de ANUNCIANTES

ABRASIVOS Y MAQUINARIA .....	62	INTERNACIONAL ALONSO .....	61
ACEMSA .....	62	IRTEC .....	25
ALJU .....	Contraportada 4	LAND INSTRUMENTS .....	17
AMV SOLUCIONES .....	60	LENARD .....	3
ASK CHEMICALS .....	62	LIBRO TRATAMIENTOS TÉRMICOS ...	27
BANNEO .....	43	M.IGLESIAS .....	61
BERG .....	63	MAQUINARIA DEL MEDITERRÁNEO ...	9
BIEMH .....	Contraportada 2	METALFLOW .....	19
BRUKER .....	61	METALOGRAFÍA DE LEVANTE .....	61
DEGUISA .....	63	MODELOS VIAL .....	63
EURO-EQUIP .....	63	MPE .....	63
EUROGUSS .....	15	PRECIMETER .....	11
FERRAL VIQ .....	60	REVISTAS TÉCNICAS .....	Contraportada 3
FUNDIGEX .....	7	RÖSLER .....	63
HEXAGON METROLOGY .....	13	SENSOR CONTROL .....	60
HORNOS ALFERIEFF .....	5	SIMULACIONES Y PROYECTOS .....	9
HORNOS DEL VALLÉS – TECNOPIRO ..	60	SPECTRO .....	21
ILARDUYA .....	PORTADA	TARNOS .....	63
IMF DIECASTING .....	61	TEY .....	62
INSERTEC .....	61	THERMO FISHER .....	63
INSTRUMENTOS TESTO .....	63	WFC 2012 .....	29
INTERBIL .....	62	WHEELABRATOR .....	61



## Próximo número

DICIEMBRE

Nº Especial **EUROGUSS** (Alemania). Fundición a presión. Moldes. Productos para fundición inyectada. Robots. Tratamiento superficial. Limpieza, hidrolimpiadores. Montaje, carga y descarga. Instrumentos de control y medición. Reguladores. Refractarios. Simulación.