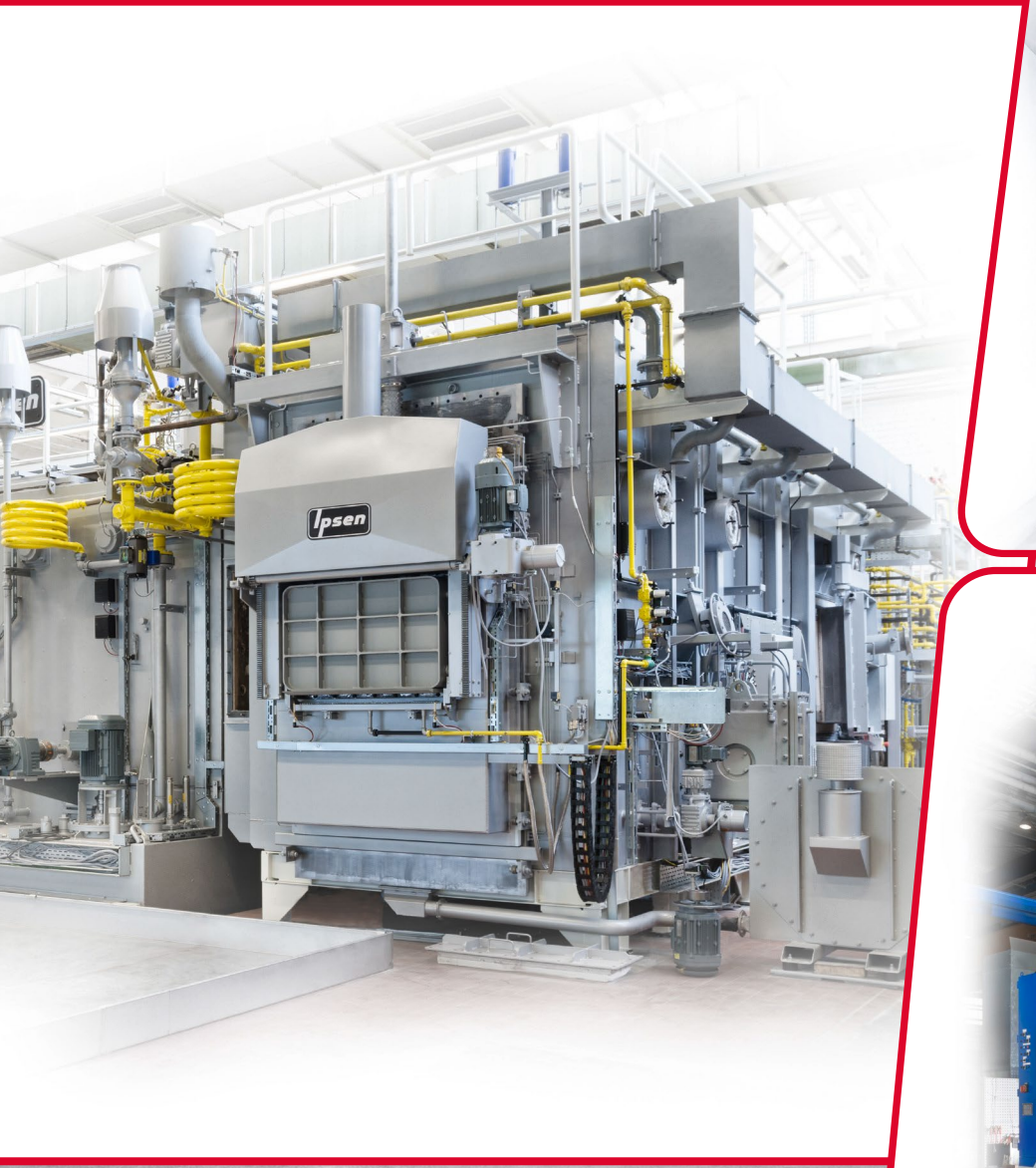
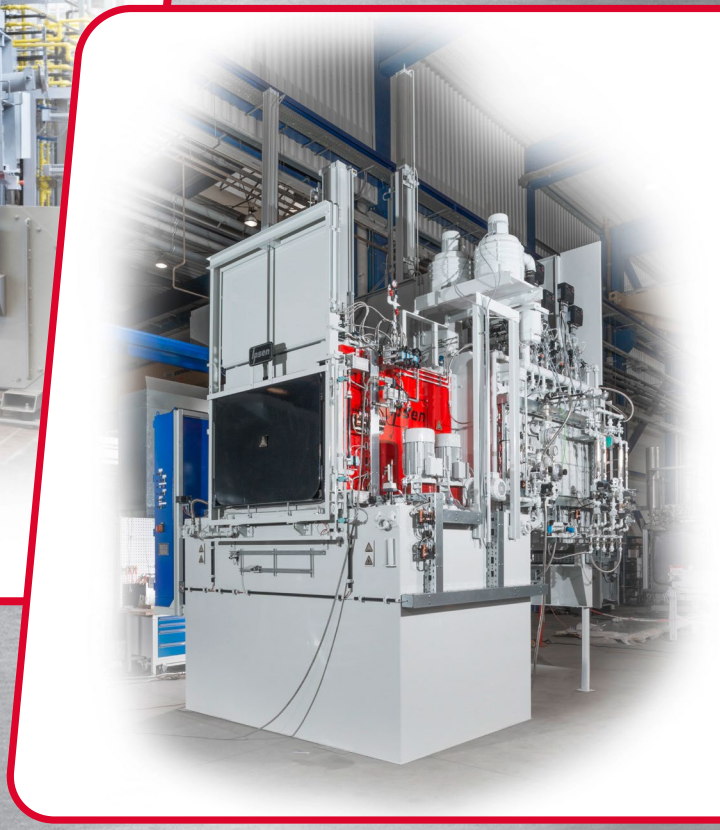
TRATER Press

SEPTIEMBRE 2021 • Nº 84

REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

www.pedeca.es





The Global Market Leader in Heat Treatment Solutions

Ipsen

metal madrid21

composites madrid21

robomática madrid21

17 & 18 NOVIEMBRE 2021
IFEMA, MADRID

EL EVENTO LÍDER EN INNOVACIÓN INDUSTRIAL

NEW FOR 2021
SURFACE MADRID
BRAND NEW AREA DEDICATED TO SURFACE TREATMENT

Regístrate gratis online
código 21045

www.advancedmanufacturingmadrid.com

Sponsors:

LUBRICANTS. TECHNOLOGY. PEOPLE. FUCHS · Hoffmann Group · TRUMPF · formlabs

www.advancedmanufacturingmadrid.com
advancedmanufacturing@easyfairs.com
+34 91 541 24 88

Part of
advanced manufacturing madrid21
The future of advanced materials and manufacturing technologies

Nuestra Portada

Ipsen International GmbH
Flutstrasse 78
47533 Kleve / Germany
www.Ipsen.de

Our Representative in Spain:
Proycotecme SL
C/Industria 113 nave I-K
Can Castell
Barcelona
Spain
www.proycotecme.com

SUMARIO | SEPTIEMBRE 2021 - Nº 84

Artículos

Así de fácil es estar seguro: El nuevo SmartDetect ISOMETER® iso415R 4
BIEMH volverá reforzada los días 13 a 17 de junio de 2022 6
FEINDEF 21 supera las previsiones al contar con más de 230 stands confirmados, a falta de DOS meses para la feria 8
Los principales retos del sector siderúrgico, a debate en STEEL TECH 2021 10
Pioneros en Sostenibilidad Industrial: Castolin Eutectic anuncia una nueva misión y estrategia junto con un nuevo equipo de dirección 12
La industria protagoniza la reactivación del calendario de Bilbao Exhibition Centre 14
El nuevo sistema de vacío y lpc de Nitrex aurora completamente operativo en septiembre 16
Las tecnologías de superficie Aalberts calientan para recibir un horno de enfriamiento CMe-T más rápido con apagado con nitrógeno 18
Coyuntura del metal 20
Fórum de ARCAS 24
El precio de la energía eléctrica, pilar de la competitividad 26
El peso territorial del Sector del Metal en España 28
Fluke Process Instruments presenta el nuevo sistema Furnace Tracker de Datapaq®, para aplicaciones exigentes de tratamiento térmico 30
Criterios para la selección de materiales de herramienta, para la fabricación de prototipos de aluminio mediante estampación en caliente 32
Algunas consideraciones sobre los aceros para deformación y estrusión en frío. Aceros al boro (Parte 1ª) 38

Guía de compras 46

Índice de anunciantes 50

Director: Antonio Pérez de Camino
Publicidad: Carolina Abuin
Administración: María González Ochoa
Redactor Honorífico: José María Palacios
Asesor Técnico: Manuel A. Martínez Baena
Colaboradores: Juan Martínez Arcas, Jordi Tartera

PEDECA PRESS PUBLICACIONES
Goya, 20 - 1º - 28001 Madrid
Tel.: 917 817 776
www.pedeca.es
pedeca@pedeca.es

ISSN: 1888-4423 - Dto. legal: M-53065-2007
Diseño y maquetación: Manuel Beviá
Impresión: Villena Artes Gráficas

Pedeca Press es miembro de:

Asociación colaboradora

Asociación de Amigos de la Metalurgia

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.
TRATER PRESS se publica seis veces al año: febrero, abril, junio, septiembre, noviembre y diciembre.
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 artículo publicado en TRATER PRESS sin previo acuerdo con la revista.

Síguenos en

ASÍ DE FÁCIL ES ESTAR SEGURO: EL NUEVO SMARTDETECT ISOMETER® ISO415R

El nuevo ISOMETER® iso415R es la solución segura de vigilancia del aislamiento para las aplicaciones básicas en sistemas IT. Combina un manejo sencillo, múltiples interfaces y posibilidades de aplicación flexibles en un diseño compacto. Con el primer equipo de la nueva serie SmartDetect, Bender vuelve a marcar la diferencia en la vigilancia del aislamiento en los circuitos de control.

Fácil integración en máquinas e instalaciones
El ISOMETER® iso415R ha sido desarrollado para formar parte de máquinas e instalaciones y cumple los requisitos de la Directiva Europea de Máquinas. Se trata de una solución sencilla con comunicación para los circuitos de control (24 V DC - 230 V AC) en la construcción de máquinas e instalaciones. Además, el iso415R puede utilizarse en circuitos principales de hasta 400 V en sistemas IT más pequeños sin variadores de frecuencia y con pocos consumidores.

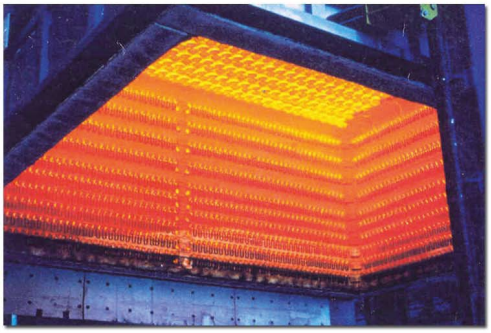
Instalación sencilla y control a través de App
Para garantizar la máxima facilidad de uso, los ajustes se pueden realizar mediante dos potenciómetros en el equipo. Gracias a la función NFC y a la App Bender Connect, el iso415R también se puede parametrizar fácilmente a través de un smartphone. El valor de respuesta individual, la dirección Modbus, el retardo, la función del relé y otros ajustes se pueden configurar en estado desenergizado del equipo, antes de la puesta en marcha e instalación. Esto es especialmente cómodo para aquellas configuraciones recurrentes, ya que una configuración ya creada puede cargarse en tantos equipos como sea necesario.

Comunicación sencilla con Modbus RTU y NFC
El nuevo iso415R tiene una interfaz Modbus RTU por cable. Además del clásico contacto de relé para la señalización de alarmas, el protocolo Modbus ha demostrado ser una interfaz muy fiable para la comunicación segura de datos. La interfaz permite la comunicación por bus, el relé permite la compatibilidad con los sistemas existentes. El ISOMETER® cumple con los requisitos de la norma actualmente vigente para dispositivos de detección de aislamiento IEC61557-8. Otro aspecto destacado es el posible acoplamiento del

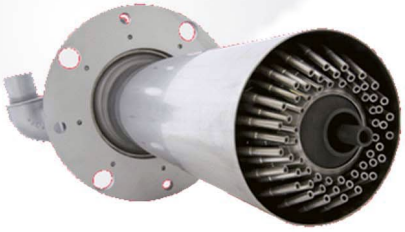
iso415R con un smartphone a través de la NFC. Esto permite configurar el vigilante de aislamiento a través de la aplicación Bender Connect.

Más espacio en el cuadro eléctrico
El iso415R es especialmente compacto y su ancho de 18 mm - 1 HP es el ancho de un disyuntor unipolar. Esto hace que sea significativamente más estrecho que otros productos y que sea ideal para condiciones de espacio reducido en aplicaciones de hasta 400 voltios. A pesar de su pequeño tamaño, la conexión a tierra es doble, se puede vigilar y se activa una alarma en caso de interrupción. Esto también se aplica a la conexión con la red a vigilar. Lo que se traduce en que el nuevo ISOMETER® iso415R sea una solución simplemente convincente y sencilla para muchas aplicaciones básicas de vigilancia del aislamiento en máquinas e instalaciones.

Hornos
Laboratorio e industriales



Quemadores
recuperativos y regenerativos



Reguladores de Potencia
a Tyristores:

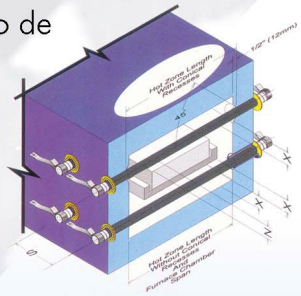
AEG
Power supply systems

Equipos de control de atmosferas:

mesa electronic

Sonda Lambda

Carburo de Silicio



Fabricación de resistencias,
en hilo o pletina conformadas a medida segun plano.

MoSi2 (Hasta 1800°C)

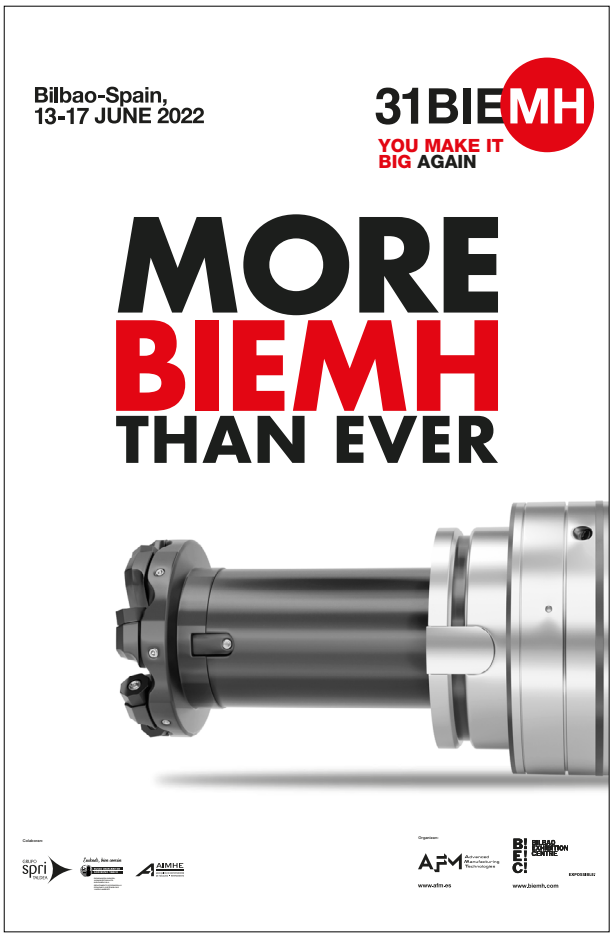
interbil
Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

P.I. Sangróniz, Iberre 1-M5
E-48150 SONDICA (Vizcaya)
Tel: 94 453 50 78 Fax: 94 453 51 45
bilbao@interbil.es

www.interbil.es

SYSTEM CERTIFICATION ISO 9001:2000 SGS ACREDITADO POR ENAC

BIEMH VOLVERÁ REFORZADA LOS DÍAS 13 A 17 DE JUNIO DE 2022



En un contexto de dinamismo e inicio de recuperación, BIEMH-Bienal Internacional de Máquina-Herramienta se prepara para regresar a Bilbao Exhibition Centre del 13 al 17 de junio de 2022 con su misma esencia de siempre, ahora reforzada. La cita, que es un referente internacional y una de las convocatorias industriales más importantes de Europa, ofrecerá la mejor versión de sí misma para convertirse en plataforma de reencuentro y espacio que genere confianza y motivación; que active contactos y favorezca la innovación, el negocio y las nuevas oportunidades. Así lo recoge su nuevo claim, MORE BIEMH THAN EVER (MÁS BIEMH QUE NUNCA), escogido para expresar el compromiso de BIEMH como foro aliado de la dinamización económica del sector.

Los objetivos estratégicos y líneas de acción prioritarias de la cita ya están sobre la mesa, después de que recientemente haya tenido lugar en las instalaciones de Bilbao Exhibition Centre la reunión del Comité Técnico Asesor del certamen. Los principales puntos que han conformado la agenda del Comité han sido la confirmación de fechas, la presentación de la imagen y claim para la edición de 2022 y la definición de los hitos de promoción y organizativos.

Asimismo, en la reunión se ha analizado la situación del sector de máquina-herramienta, que después de un periodo complejo presenta unas perspectivas positivas. Desde el pasado mes de octubre los pedidos están experimentando una recuperación notable, con cifras de captación que se acercan a las de 2019 en este primer cuatrimestre del año. Los paneles de prospectiva de AFM apuntan a un interesante crecimiento de pedidos cercano al 25% en el conjunto de 2021.

La solidez de BIEMH continúa siendo el reflejo de la fortaleza de sus expositores, posicionados en primera línea mundial en avances tecnológicos y soluciones a medida, por lo que el habitual eslogan que acompaña la marca “You make it big” se transforma en esta edición en “You make it big again” (tú la haces grande de nuevo). Con ello, el equipo organizador de BIEMH quiere agradecer de nuevo el compromiso, la fidelidad y la ambición de todas aquellas empresas que apuestan año tras año por participar en el certamen.

Las campañas de captación de expositores y visitantes trasladarán este mensaje y arrancarán los próximos meses. Para la primera, los esfuerzos comerciales se centrarán en países como Alemania, Austria, Bélgica, China, Francia, Holanda, Italia, Polonia, Portugal, Reino Unido, Suiza, Taiwán y Turquía, además de España, todos ellos líderes.

En la reunión del Comité Técnico Asesor han participado representantes de AFM-Advanced Manufacturing Technologies y Bilbao Exhibition Centre, entidades coorganizadoras del certamen, así como miembros de AIMHE – Asociación de Importadores de Máquina- Herramienta, entidad que participa como colaboradora junto con Gobierno Vasco.

HORNOS ELÉCTRICOS DE CONVECCIÓN PARA
TRATAMIENTO DE CARGAS
PESADAS EN ROTACIÓN
HEA
SINCE 1945
HORNOS INDUSTRIALES
www.alferieff.com • hea@hornoshea.com
Teléfono: +34 91 639 69 11

FEINDEF 21 SUPERA LAS PREVISIONES AL CONTAR CON MÁS DE 230 STANDS CONFIRMADOS, A FALTA DE DOS MESES PARA LA FERIA

FEINDEF 21, el foro de referencia que engloba al sector de Defensa y Seguridad en España, confirma la reserva de 232 stands de exhibición a día de hoy, que se ubicarán en sus más de 31.000 m² de los que dispondrá en IFEMA, lo que supone un porcentaje de ocupación del 77%.

Esta cifra refleja la gran acogida que FEINDEF 21 está teniendo, tanto a nivel nacional como internacional, y supone un 78% más respecto a los 156 expositores que participaron en la primera edición celebrada en mayo de 2019.

Las previsiones iniciales, que están siendo superadas gracias a la paulatina reactivación de la economía en los últimos meses, establecían el objetivo de alcanzar la cifra de 300 stands. Esta cifra supondría un incremento de más del 130% respecto a FEINDEF 19 y posicionaría a FEINDEF como una de las ferias de Defensa y Seguridad más importantes de Europa.

FEINDEF 21 ofrecerá un lugar de encuentro en el nuevo marco post COVID 19, donde empresarios, científicos, académicos, militares y miembros de las Administraciones puedan compartir conocimientos, experiencias e intercambiar ideas sobre los desafíos de seguridad más exigentes a los que se enfrentan las naciones y las Fuerzas de Defensa y Seguridad, y cómo pueden desarrollar e implementar tecnologías emergentes para lograr y mantener una ventaja tecnológica de seguridad competitiva, dentro de un extenso y escogido programa de coloquios, conferencias y mesas redondas.

coneQtia | Conectamos conocimiento desde 1925

Asociación de Prensa Profesional
y Contenidos Multimedia

Información para decidir

Solo aquella información basada en la responsabilidad y la calidad **nos hace libres para tomar las mejores decisiones profesionales**. En ConeQtia, entidad colaboradora de CEDRO, garantizamos contenido riguroso y de calidad, elaborado por autores especializados en más de 30 sectores profesionales, con el aval de nuestros editores asociados y respaldando el uso legal de contenidos. Todo ello con la finalidad de que **el lector pueda adquirir criterio propio, facilitar la inspiración en su labor profesional y tomar decisiones basadas en el rigor.**

Por este motivo, todos los editores asociados cuentan con el **sello de calidad ConeQtia**, que garantiza su profesionalidad, veracidad, responsabilidad y fiabilidad.

Con la colaboración de: CEDRO

coneqtia.com

LOS PRINCIPALES RETOS DEL SECTOR SIDERÚRGICO, A DEBATE EN STEEL TECH 2021

STEEL TECH, Congress & Expo, ofrecerá un programa de Jornadas Técnicas de alto nivel que contará con la participación de prestigiosos expertos los días 19 y 20 de octubre en Bilbao Exhibition Centre. El programa congresual del evento, orientado a la innovación y la tecnología del sector siderúrgico, se dividirá cada día en dos sesiones, de mañana y de tarde. En total, se impartirán más de una veintena de ponencias que comenzarán con una breve exposición de la persona invitada y que concluirán con una mesa redonda abierta al debate. En estas últimas participarán los principales clusters sectoriales y empresas del sector, y en ellos se debatirán las conclusiones más destacadas extraídas de las ponencias.

En este sentido, las "Soluciones y aplicaciones del acero en sectores usuarios estratégicos como la construcción, automoción, ferroviario y energía" protagonizarán las Jornadas Técnicas del primer día. El Dr. Hans-Willi Raedt, CEO de Prosimalys, será el responsable de abrir el encuentro con su keynote sobre las Tendencias actuales en la tecnología del acero en productos forjados; diseño ligero, nuevos aceros... Tras él, representantes de prestigiosas empresas como Gestamp, con una ponencia sobre los Desarrollos avanzados en acero para vehículos eléctricos; Thielmann, con su planteamiento estratégico sobre el Transporte y almacenamiento seguro de baterías de iones de litio dañadas en contenedores de acero inoxidable, y Windar Renovables, con su intervención sobre Revisión estratégica de los productos de acero estructural en el sector de la energía eólica, abordarán las últimas tendencias del sector del acero.

También lo hará Carlos Capdevilla, en representación del CENIM-CSIC (Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas), con su ponencia sobre los Aceros Resistentes a la fragilización para un modelo económico energético basado en el hidrógeno. El programa de la primera jornada se completará con las intervenciones de representantes de compañías como Tubacex Innovación, Vicinay Marine y Enagas, entre otras.

El "Acero en las próximas décadas, el futuro del acero" centrará la temática de la segunda jornada con ponencias sobre la digitalización, automatización, ciberseguridad y economía circular. La mañana dará comienzo con la keynote de Carlos Alba, Jefe del departamento digital de Arcelormittal

Global R&D, que presentará el posicionamiento de su empresa respecto a la digitalización. Le seguirán, entre otros, Miles Shepard, vicepresidente de desarrollo empresarial en Norteamérica de IDOM, con una ponencia sobre el Uso de herramientas digitales en plantas siderúrgicas; Enrico Plazzogna, en representación de Danieli Automation SPA, que hablará sobre la Importancia de la transformación digital para tener una planta sostenible e inteligente, y Eneko Sedano, de SARRALLE, que centrará su intervención en el Excelsior Steel Process Intelligence for EAF, el desafío para evolucionar de la dependencia de las personas a la autonomía de los procesos inteligentes.

Gisele Widdershoven, de Accenture The Netherlands, y Enrico Malfa, en representación de Tecnova Spa & Estep, también ofrecerán su visión sobre el sector con keynote sobre ciberseguridad y economía circular, respectivamente.

La gestión sistemática e integral de los residuos refractarios; la valorización de escoria blanca sobre materia prima, así como el análisis de investigaciones avanzadas en el ámbito de residuos industriales de base mineral, como materias primas secundarias para la formulación de nuevos productos ecológicos serán algunas de las temáticas que empresas como Sidenor I+D, Celsa Group y Acerinox Europa abordarán durante la sesión de la tarde. Para la tercera jornada, se programarán visitas técnicas a diferentes plantas.

En este contexto de dinamismo e intercambio de conocimiento, la cita se convertirá en foro de encuentro estratégico para acerías, transformadores, proveedores de maquinaria, equipos, componentes y usuarios de diversos sectores industriales. En efecto, Steel Tech ofrecerá la oportunidad de potenciar relaciones comerciales a través de distintos espacios creados para promover el networking, con acciones como Innovation Workshops, reuniones B2B y diversos eventos de ámbito más social, como una cena de gala.

Steel Tech, evento organizado por Bilbao Exhibition Centre y Siderex - Asociación Clúster de Siderurgia-, cuenta con la colaboración de Grupo SPRI- Gobierno Vasco y UNESID- Unión de Empresas Siderúrgicas, y el patrocinio platino de IDOM, oro de Sarralle y plata de Olarra, Tecnalia, Metalia y Harsco.

PIONEROS EN SOSTENIBILIDAD INDUSTRIAL: CASTOLIN EUTECTIC ANUNCIA UNA NUEVA MISIÓN Y ESTRATEGIA JUNTO CON UN NUEVO EQUIPO DE DIRECCIÓN

Equipo directivo (de izquierda a derecha): Norbert Finger, CFO I Patrick Fetzer, CEO I Tabish Wani, COO I Berthold Jansen, CHRO I Falta Martin Kirchgassner, CTO.

Bajo el credo de «Pioneros en Sostenibilidad Industrial», Castolin Eutectic lanza en septiembre su estrategia de crecimiento para los próximos años bajo el liderazgo de un nuevo y completo equipo de dirección ejecutiva con sede en Kriftel, área metropolitana de Frankfurt, Alemania.

A lo largo de más de 100 años, Castolin Eutectic ha aportado productos y soluciones innovadoras a clientes de industrias con alto grado de desgaste, esforzándose continuamente por ampliar la vida útil, reducir los costes de mantenimiento y aumentar la productividad industrial mediante tecnologías de soldadura eléctrica, soldadura fuerte y recubrimientos.

«Hemos pasado de ser una empresa familiar a una compañía global independiente, manteniendo nuestra experiencia en la industria, el enfoque en las personas y nuestra arraigada creencia en la sostenibilidad», explica Patrick Fetzer, Presidente y Director General desde octubre de 2020.

«De cara al futuro, cultivaremos el enfoque en la reutilización, con atención especial a los servicios de valor añadido cerca de nuestros clientes. Nuestra base de aplicaciones industriales y la huella del taller de servicios seguirán permitiendo una mayor expansión en las categorías de servicios y consumibles», afirma Martin Kirchgassner, Vicepresidente y Director de Tecnología.

Castolin Eutectic seguirá ampliando su base de clientes de las industrias clave y se distinguirá por su servicio al cliente, velocidad de comercialización, capacidad de respuesta y fiabilidad.

«Durante la pandemia de COVID-19 hemos aprendido una vez más la importancia de la productividad en tiempos de difícil crecimiento de los ingresos. A medida que aspiramos a crecer, también pretendemos inyectar a nuestra empresa inversiones muy necesarias, que no se han priorizado en los últimos años», explica Tabish Wani, nuevo Vicepresidente Ejecutivo y Director de Operaciones nombrado en Febrero de 2021.

«En el centro de nuestra Estrategia Empresarial está nuestra gente, de la que depende la realización de nuestros ambiciosos objetivos estratégicos. Por lo tanto, es evidente que en Castolin Eutectic nos

hemos comprometido a promover y desafiar las habilidades y el compromiso de nuestros empleados», afirma Berthold G. Jansen, Director Global de Recursos Humanos. «Nos centramos en una mezcla equilibrada de empleados experimentados y jóvenes, con una proporción adecuada de todos los géneros y orientaciones. Un primer escalón importante en esta dirección es la introducción de un programa de gestión ESG, que refleja nuestra orientación hacia el futuro sostenible».

Tabish Wani aporta una amplia experiencia práctica en el área de la cadena de suministro, fabricación y aprovisionamiento de grupos internacionales de bienes de consumo y productos industriales.

Norbert Finger, nombrado Vicepresidente Senior y Director Financiero el pasado 3 de mayo, asume la responsabilidad global de las actividades de Finanzas, IT, Contabilidad, Gestión de Riesgos y Fusiones y Adquisiciones. Con experiencia en los sectores de la automoción, los materiales de construcción, la venta al por menor y la fabricación, Norbert ha dirigido proyectos de importancia estratégica para empresas de capital privado en la integración posterior a la fusión, la transformación del negocio, así como la optimización del capital circulante y de los costes.

Berthold G. Jansen, el nuevo Vicepresidente y Director de Recursos Humanos, ha ocupado con anterioridad posiciones de liderazgo en materia de recursos humanos en los sectores de la industria de la automoción, la industria aeroespacial y la defensa. La experiencia de Berthold se centra en el diseño, gestión e implementación de proyectos de transformación de RRHH con un enfoque en el aumento de la eficiencia y la digitalización. Además de su función global de Recursos Humanos, Berthold dirige la Oficina de Asuntos Legales y de Cumplimiento de la Normativa de Castolin Eutectic.

Fundada en 1906, Castolin Eutectic es hoy líder mundial en soluciones de sostenibilidad para el mantenimiento y la reparación. La empresa se distingue por contar con una amplia fuerza de ventas territorial que ve los rápidos cambios en la industria e interviene en las instalaciones de los clientes como asesores técnicos. Al reacondicionar los componentes industriales dañados, Castolin Eutectic contribuye a ahorrar CO_2 y a conservar los valiosos recursos.

LA INDUSTRIA PROTAGONIZA LA REACTIVACIÓN DEL CALENDARIO DE BILBAO EXHIBITION CENTRE

Octubre será un mes para el reencuentro en Bilbao Exhibition Centre, donde profesionales de ámbitos tan relevantes como el marítimo, el energético, el siderúrgico o el de fabricación avanzada se darán cita para recuperar el contacto directo y dar un nuevo impulso a la innovación, el conocimiento, las alianzas personales y los negocios. La convocatorias industriales tendrán una presencia muy destacada en la reactivación del calendario del recinto vasco, que acogerá ya el próximo mes marcas muy reconocidas en su sector, y desplazadas en fechas por la pandemia, como World Maritime Week y +Industry, además de una nueva cita dirigida al acero, Steel Tech.

Ante el éxito de la campaña vacunacional y la progresiva flexibilización de medidas relacionadas con la movilidad internacional, BEC afronta con positivismo el último cuatrimestre del año, con la industria como gran protagonista. Así lo ha explicado este mediodía en rueda de prensa su Director General, Xabier Basañez, quien ha estado acompañado por representantes de los clústers Siderex-Asociación Clúster de Siderurgia, Gaia-Asociación de Industrias de Conocimiento y Tecnología de Euskadi y AFM-Advanced Manufacturing Technologies, todos ellos implicados en el desarrollo de buena parte de los eventos presentados.

"Llevamos muchos meses trabajando con el compromiso de lograr cuanto antes el desarrollo pleno de nuestro calendario de eventos y con él, del impacto económico que generan. Y ha llegado el momento: hoy presentamos una programación de certámenes que serán, sin duda, motor de recuperación y en los que la industria, que está en nuestro ADN, tendrá un papel predominante. La pandemia causada por la COVID-19 ha confirmado el valor de los encuentros presenciales como palanca económica de primer orden y su enorme efecto tractor sobre el turismo de negocios", ha asegurado Xabier Basañez en su presentación.

En este contexto de reactivación internacional, BEC celebrará los días 5 a 7 de octubre World Maritime Week, uno de los encuentros marítimos de referencia en Europa. La cita bienal con el mundo de la economía azul ha incorporado en su tercera edición nuevos contenidos que reforzarán la identidad de este foro, caracterizado por una cuidada agenda que combina programa congresual, encuentros B2B, espacios de networking y zona expositiva. Entre las principales novedades destaca la incorporación de dos congresos, Ocean Energy Conference y Oil&Gas Conference, que se sumarán a los habituales citas del sector pesquero en Eurofishing, naval en Sinaval y portuario en FuturePort.

Para mediados de octubre, los días 19 a 21, Steel Tech, Congress&Expo congregará en su primera edición a los principales agentes de la cadena de valor de la industria siderúrgica. El evento está organizado por Bilbao Exhibition Centre y Siderex-Asociación Clúster de Siderurgia, cuyo director general, Asier San Millán, ha subrayado que "el Congreso pondrá el acento en los retos y tendencias orientadas a la innovación y a la tecnología en el sector siderúrgico, en cuestiones muy relevantes como la doble transición digital y sostenible, la 'smartización', la

inteligencia artificial, la ciberseguridad, la economía circular y la valorización, reciclaje y gestión de chatarras, entre otros".

A finales de mes, del 26 al 28 de octubre, la programación de BEC dará paso a la celebración de + Industry, el primer gran encuentro del año en el Estado dedicado a la fabricación avanzada. Bajo el paraguas de su marca, la cita acogerá de forma simultánea 6 ferias -Industry Tools by Ferroforma, Subcontratación, Addit3d, BeDigital, Pumps&Valves y Maintenance- en las que participarán firmas expositoras comprometidas con la I+D+i y los nuevos paradigmas de la industria inteligente.

Por su parte, Xabier Ortueta ha hecho un análisis de la situación actual en el ámbito de la fabricación avanzada: "Tras una situación de parada casi total durante prácticamente un trimestre, el año 2020 mostró una buena tendencia de recuperación en el último tramo. Así, el año pasado fue malo, pero atenuado por la captación de 2019, que sostuvo la actividad, y animado por los pedidos de final de año, terminó en positivo. La buena captación ha continuado a lo largo de 2021, y esperamos poder alcanzar niveles de 2019, aunque la facturación irá más despacio. Lamentablemente, esta recuperación es todavía insuficiente y no es homogénea en toda nuestra industria".

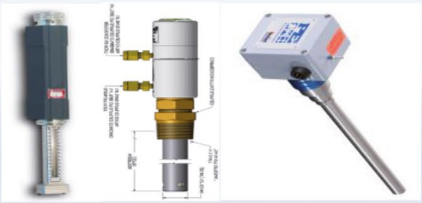
"Encaramos el futuro con muchos retos pero con optimismo", ha asegurado Ortueta. "Junto con el resto de los mercados, el mercado doméstico va arrancando, a la espera del inminente Renove y de nuestras ferias: +Industry en Octubre y por supuesto BIEMH en 2022. Comienzan también las ferias internacionales: EMO, +Industry, Fabtech, Blech Expo y Formnext. Como sector moderno, dinámico y con un papel principal en la transformación de nuestra industria, continuaremos aportando soluciones punteras, altamente digitalizadas, productivas, y sostenibles".

Para finalizar el recorrido por los distintos sectores industriales y certámenes, Xabier Basañez ha declarado que "presentaremos la mejor propuesta posible en tecnología, productos y servicios, y estamos convencidos de que todos estos certámenes ofrecerán contenido representativo y oportunidades muy interesantes, en un año que aún consideramos de transición y nos acerca a la ansiada consolidación de actividad, prevista para 2022. Para ese ejercicio trabajamos ya en proyectos como la citada BIEMH -que vuelve ofreciendo la mejor versión de sí misma, como contaremos próximamente en Milán-, Wind Europe, Food for Future, Empack y Logistics & Automation Bilbao y otros eventos internacionales, que iremos confirmando".

HOT técnicas en Hornos HOT, S.L.

AICHELIN Group

HORNOS DE TRATAMIENTO – MAQINAS DE INDUCCION - QUEMADORES



EQUIPOS DE CONTROL Y REGULACIÓN

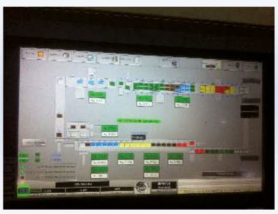
Lohmann
Qualität in Edelstahl

UTILLAJES – PARRILLAS - CESTAS

PINTURAS ANTICEMENTANTES - ANTINITRURANTES

DISEÑO Y CONSTRUCCION

HORNOS DE LABORATORIO E INVESTIGACION



SERVICIO TECNICO - REPUESTOS PARA HORNOS

TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.

Polígono Ibaiondo:
Pabellón nº 13.
20120 Hernani - Spain

TF : + 34 943 33 72 33
Mv. : + 34 609 20 00 90
e-mail: hot@tecnicashot.com

EL NUEVO SISTEMA DE VACÍO Y LPC DE NITREX AURORA COMPLETAMENTE OPERATIVO EN SEPTIEMBRE

La instalación de tratamiento térmico comercial Aurora de Nitrex se encuentra ahora en la fase de prueba en caliente de su sistema de carburación a baja presión (LPC) y vacío recién instalado, que se espera que comience la producción en septiembre.

En abril de 2020, Jason Orosz, presidente de Nitrex Heat Treating Services, anunció que la compañía estaba expandiendo la producción en su planta Aurora, ubicada al oeste de Chicago en Illinois, EE. UU. Esta inversión se centró en agregar un cuarto edificio en la propiedad para albergar un nuevo sistema LPC y un equipo de tratamiento térmico secundario.

"Tuvimos que construir e instalar esto durante COVID, por lo que obviamente ralentizó las cosas", dice Mark Hemsath, (Vicepresidente de Ventas, América). Estas adiciones ayudarán en gran medida a solidificar la posición de Nitrex en el mercado de carburización y tratamiento térmico al vacío en el área de Chicago, evalúa. "Esta es una inversión significativa para nuestras instalaciones de Illinois y básicamente duplica el sistema que tenemos en Franklin, Indiana".

Como la instalación de carburación, endurecimiento y carbonitruración más grande de Nitrex entre sus centros de servicio de tratamiento térmico de América del Norte, la planta de Aurora necesitaba expandir su capacidad de carburación,

según Mark Hemsath. Esta expansión y el nuevo equipo tienen como objetivo aumentar la capacidad de producción de la instalación y modernizar sus tratamientos térmicos, para convertirla en una instalación de endurecimiento al vacío, carburación al vacío y temple de clase mundial.

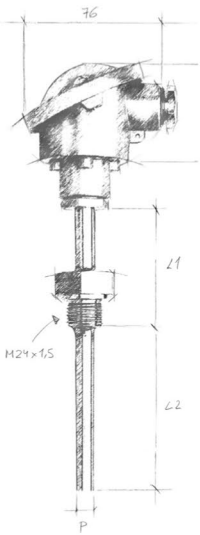
El nuevo sistema de horno "utiliza lanzaderas de transferencia para maximizar el uso de las dos opciones de enfriamiento (enfriamiento de aceite y enfriamiento de gas a 20 bar de alta presión). Tenemos la capacidad de agregar muchas más cámaras de calentamiento para más del doble de nuestra capacidad fácilmente. Esto significa que podemos seguir creciendo rápidamente con una mínima inversión futura", explica el Sr. Hemsath.

"También tenemos una buena capacidad de procesamiento al vacío en Aurora, y esta nueva instalación nos permite realizar una variedad más amplia de proyectos de acero para herramientas. Combinado con algunas de las capacidades de nitruración / nitrocarburación ferrítica (FNC) más grandes del país, Aurora es definitivamente el escaparate de nuestras instalaciones en América del Norte como tratador térmico de servicio completo".

Algunas ventajas del sistema LPC incluyen el hecho de que no hay oxidación intergranular ni descarburación de la superficie. Además, las temperaturas más altas del sistema conducirán a tiempos de ciclo más cortos, haciendo que el proceso de carburación sea más rápido, más exigente y competitivo en costos, especialmente para piezas de producción de programas a más largo plazo.

FABRICACIÓN SENSORES DE TEMPERATURA

- Fabricación propia de Termopares y Termoresistencias.
- Especializados en tratamientos térmicos.
- Fabricación especial AMS-27850-E.
- Fabricación especial para hornos de vacío.
- Condiciones especiales para fabricantes de hornos.



LABORATORIO CALIBRACIÓN in situ

- Laboratorio acreditado ENAC en temperatura, in-situ y en nuestras instalaciones.
- Calibración de instrumentación, sensores de temperatura y hornos (TUS y SAT).
- Especialización en AMS-2750-E.
- Control de periodicidades entre calibraciones.
- Plataforma de certificados on-line.
- NUEVO servicio de calibración de transmisores de vacío in situ y en nuestro laboratorio.

SCI Suministro y Calibracion Industrial s.l.

www.sciempresa.com

Ribera de Axpe 11, D2, L203, 48950 Erandio - Vizcaya • Tel. +34 944765276 • Fax: +34 944766021 • e-mail: sci@sciempresa.com

LAS TECNOLOGÍAS DE SUPERFICIE AALBERTS CALIENTAN PARA RECIBIR UN HORNO DE ENFRIAMIENTO CME-T MÁS RÁPIDO CON APAGADO CON NITRÓGENO

Un horno de vacío SECO / WARWICK CaseMaster Evolution y un horno de atmósfera BREW conformarán una nueva línea de producción en la planta comercial especializada de endurecimiento de Aalberts Surface Technologies Heat en Kalisz (Polonia).

El año pasado, la sucursal holandesa de Aalberts Surface Technologies Heat (anteriormente Hauck) en Eindhoven recibió un horno que funciona a alto vacío, con una cámara de trabajo de 1200x1200x2000 [mm], que no es solo el horno más grande con una cámara de calentamiento totalmente metálica, sino también el dispositivo más grande de este tipo que funciona en la región europea del Benelux (Bélgica, Países Bajos y Luxemburgo). Ahora, la rama polaca del proveedor de servicios y sistemas de tratamiento térmico con sede en Kalisz, ampliará su línea de producción y obtendrá una solución que solo puede describirse con el prefijo "the most".

Los nuevos hornos SECO / WARWICK crearán una línea de producción que se utilizará para sucesivos procesos de carburación al vacío (LPC) y temple de gas (horno CMe-T), seguido de recocido (horno BREW) para reducir la tensión interna de los metales tratados. La realización de tantos procesos es posible gracias a la combinación de tecnología de vacío con tecnología de atmósfera.

Rendimiento y respeto al medio ambiente del CMe-T

El CaseMaster Evolution-T de tres cámaras es un horno enorme con una capacidad de 1 tonelada por lote y una producción anual de hasta 2000 toneladas de piezas. Un dispositivo de este tipo puede reemplazar con éxito 3 hornos de atmósfera convencionales. Es interesante destacar que este horno tiene una cámara de nitrógeno de enfriamiento increíblemente rápido, logrando resultados similares al enfriamiento de helio y aceite, creando un sistema ultra-amigable con el medio ambiente. El uso del nitrógeno extraído y descargado del aire elimina tanto el uso de helio caro y difícil de obtener como de aceite de enfriamiento dañino. Esto permite reducir las emisiones de CO_2 en 300 toneladas anuales. Esta es exactamente la cantidad generada por tres hornos de atmósfera estándar.

"Aalberts Surface Technologies Heat tenía requisitos especiales con respecto a los componentes y las soluciones utilizadas, por lo que un CaseMaster Evolution de la serie T reemplazará los procesos semicontinuos existentes bajo atmósfera protectora, seguido de enfriamiento con aceite con tratamiento térmico de vacío completo con cementación a baja presión y enfriamiento con nitrógeno. (¡25 bar!), Brindando precisión y repetibilidad del proceso, y probablemente será el horno de enfriamiento más rápido en el campo con enfriamiento con nitrógeno", explicó Maciej Korecki, vicepresidente de segmento de negocios de vacío en SECO / WARWICK.

Por otro lado, la solución BREW 6810 permitirá realizar el proceso de recocido inmediatamente después de la carburación al vacío. Es un horno versátil que puede funcionar entre 300 y 750 °C. Está equipado con un sistema que permite el tratamiento en atmósfera de nitrógeno, evitando la oxidación de las piezas tratadas térmicamente.

CMe-T y BREW: un dúo tecnológico

El horno CMe-T puede reemplazar las líneas existentes y los generadores de atmósfera utilizados para el tratamiento térmico masivo bajo

atmósfera protectora y enfriamiento con aceite, mientras que garantiza una mayor precisión y repetibilidad del proceso. La solución destaca, no solo gracias a las tres cámaras, sino principalmente a la mejora de los resultados de la calidad del proceso y la reducción de costos, el doble de capacidad y una mayor flexibilidad de producción con un diseño compacto. La seguridad y la neutralidad medioambiental garantizada por los hornos CMe-T se ha vuelto cada vez más importante. Estas son algunas de las razones clave para elegir un horno de la serie CMe.

El BREW 6810 es un horno versátil para el recocido después de la carburación al vacío. Su gran ventaja es el sistema de enfriamiento turbo - enfriamiento forzado, que permite acortar significativamente el proceso de recocido. La combinación de estas dos tecnologías, es decir, la carburación al vacío y el recocido bajo una atmósfera protectora de nitrógeno, asegura una solución integral donde el método de tratamiento térmico requerido para ambos procesos se puede realizar inmediatamente uno tras otro.

Proyectos sucesivos

Ambas empresas han estado trabajando juntas durante muchos años, aumentando la capacidad de producción de las ramas individuales de Aalberts Surface Technologies Heat. Después de Eindhoven, ya era hora de que la sucursal polaca de esta empresa global de tratamiento térmico se actualizara.

"De acuerdo con nuestra declaración de misión, 'Best-in-class' no se trata de nuestras tecnologías centrales, sino de nuestro compromiso de hacer todo lo posible para que nuestros clientes tengan éxito", dijo Wojciech Matczak, gerente de planta de Aalberts Surface Technologies Heat Kalisz. "Nuestro socio comparte una misión similar, entregando a sus clientes soluciones de tratamiento térmico confiables, seguras y respetuosas con el medio ambiente que garantizan la eficiencia económica de su negocio. Aalberts eligió estas soluciones.

"Otra solución entregada a un cliente exigente, que opera a nivel mundial, en hasta 150 ubicaciones en todo el mundo, es una excelente recomendación".

COYUNTURA DEL METAL

Actividad Productiva

La producción industrial del Metal, medida con el Índice de Producción del Metal (IPIMET) corregido de efecto calendario, anota en el mes de junio una tasa del 11,6 % respecto al mismo mes del año anterior, tras el incremento del 37,6 % registrado en el mes anterior; en la serie original, aumentó un 11,8 % en junio.

En lo que va de año se registra una tasa de crecimiento del +18,5 % en la serie corregida de calendario (-22 % en 2020), y un +18,3 % en la serie original (-21,5 % en 2020). Respecto al índice promedio del mismo periodo de 2019, la tasa de variación es -7,6 %. Por ramas de actividad, en el mes de junio cabe anotar en la serie corregida de efecto calendario, resultados muy positivos en todas las actividades industriales del sector metal, a excepción de la fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques.

El Índice de Cifra de Negocios de la Industria del Metal (ICNMET) corregido de efecto calendario, que mide la evolución de la demanda actual y la facturación, aumentó en junio un 11,5 % (provisional), tras la tasa de variación del +47,1 % registrada en el mes anterior. En lo que va de año, se anota una tasa de variación anual del 25,3 % (-23,1 % en 2020). Respecto al índice promedio del mismo periodo de 2019, la tasa de variación es -3,9 %. La evolución de la cifra de negocios, según las ramas de actividad del Metal en el mes junio, ha sido positiva en todas ellas, menos es en la fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques.

Por otra parte, el Índice de Precios Industriales de la Industria del Metal (IPRIMET) registró una tasa de crecimiento anual en julio del 10,3 % (provisional), tras el aumento registrado en junio, un 8,9 %, acumulando en el año, una tasa de variación del 6,2 % (-1,1 % en el mismo periodo del año pasado). La evolución de los precios industriales en el mes de julio ha sido positiva en todas las ramas de actividad del sector del metal. Destaca el fuerte repunte de los precios en la metalurgia, fabricación de producción de hierro, acero y ferroaleaciones.

INDICADORES DE ACTIVIDAD DE LA INDUSTRIA DEL METAL

Tasas de Variación. Índices Base 2015=100

% sobre mismo período del año anterior y sobre series corregidas de efecto calendario	% variación - Índices de Producción			% variación - Índices de Cifra de Negocios			% variación - Índices de Precios Industriales		
	jun-21	may-21	ENE-JUN 21	jun-21	may-21	ENE-JUN 21	jul-21	jun-21	ENE-JUL 21
24. Metalurgia, fab. productos acero, acero y ferroaleaciones	30,5	45,0	21,9	63,6	73,5	42,8	40,8	34,9	24,3
25. Fab. prod.metálicos exepto maquinaria y equipo	17,5	39,3	18,9	26,8	50,6	25,3	8,5	7,3	4,5
26. Fab. prod. informáticos, electrónicos y ópticos	8,4	18,1	9,3	12,6	25,8	17,1	0,7	0,6	0,5
27. Fabricación de material y equipo eléctrico	22,8	33,3	17,6	25,8	28,5	24,4	2,8	2,8	1,9
28. Fab. de maquinaria y equipo n.c.o.p. (*)	24,9	24,7	21,5	12,4	27,7	17,3	1,4	1,2	0,8
29. Fab. vehículos de motor, remolques y semirremolques	-10,4	83,4	27,1	-18,4	61,7	30,1	1,1	0,8	1,1
30. Fabricación de otro material de transporte	3,6	8,4	2,4	4,9	15,0	-1,0	2,8	4,9	2,1
33. Reparación e instalación de maquinaria y equipo	5,6	21,7	9,3	24,8	22,1	5,1	0,4	0,6	0,5
Industria del Metal	**11,6**	**37,6**	**18,5**	**11,5**	**47,1**	**25,3**	**10,3**	**8,9**	**6,2**

(*) n.c.o.p.= no clasificado en otra parte. - Fuentes: INE y Confemetal

Comercio Exterior

Las exportaciones del Sector del Metal en junio aumentaron un 14,1 % en comparación al mismo mes del año anterior, frente a la tasa registrada en mayo, un +74,9 %. En el acumulado del año se registra una tasa de +29,9 %, frente a la tasa del -24,2 % del mismo periodo del año anterior. Por su parte, las importaciones del Metal se incrementaron en junio un 26,5 %, frente al incremento del 66,5 % registrado en mayo, con lo que en el acumulado del año se registra un aumento de un 25,4 % frente a la tasa del -24,1 % del mismo periodo del año anterior.

La diferencia de exportaciones e importaciones da como resultado en junio un saldo negativo de 471 millones, frente a los +379 millones del mes anterior, acumulando en el año un déficit de -2.526 millones (-3.747 en 2020).

Por tipos de bienes y para el periodo de enero-junio, las exportaciones de metales comunes y sus manufacturas han aumentado un 38,7 %, las de maquinaria, aparatos y material eléctrico han aumentado también, un 20,4 %, las de material de transporte, registran una tasa de +32,9 % y las de instrumentos mecánicos de precisión, un +29,6 %. Asimismo, las importaciones de metales comunes y sus manufacturas aumentaron un 32,2 %, las de maquinaria, aparatos y material eléctrico, también, un 24,6 %. Las importaciones de material de transporte han aumentado un 23,8 %. Finalmente, las de instrumentos mecánicos de precisión se han incrementado un 19,4 %.

Mercado Laboral

La media mensual del número de afiliados a la Seguridad Social en la Industria del Metal en el mes de agosto registró la cifra de 768.111 personas, lo que supone 7.077 personas menos (-0,9 %) con respecto al mes anterior, y 14.617 más que en el mismo mes del año anterior (+1,9 %). Por otra parte, se alcanza un promedio anual en el acumulado del año, de 763.788 afiliados, que supone una tasa de variación del +0,2 % respecto al promedio alcanzado en el mismo periodo del año anterior. Es destacable señalar que, a fecha 31 de agosto, sólo el 2 % de los trabajadores afectados por ERTES pertenecen a empresas industriales del sector metal.

Según los últimos datos publicados por la EPA, el número de ocupados en la Industria del Metal (divisiones CNAE 2009 del 24 al 30 y el 33) alcanzó la cifra de 1.023.700 en el segundo trimestre de 2021, 27.700 ocupados más que en el primer trimestre (+2,8%) y 51.700 más respecto al mismo trimestre del año anterior (+5,3 %).

El número de parados EPA en la Industria del Metal en el segundo trimestre de 2021 alcanzó la cifra de 40.700 personas, 20.500 menos (-33 %) respecto al trimestre anterior, y 42.700 personas menos respecto al mismo trimestre del año anterior (-51%) La población activa se mantiene por encima del millón de personas (1.064.400), aumentado un 1 % respecto al mismo trimestre del año anterior. La tasa de paro desciende hasta el 3,8 % de la población activa, desde el 5,8 % del trimestre anterior.

Evolución del Mercado de Productos de Acero

Productos Siderúrgicos Largos

La información facilitada por la Unión de Almacenistas de Hierros de España (UAHE) se refiere a la evolución de los precios medios de diversos productos siderúrgicos, referidos a un índice base=100. Este índice se calcula en base a los datos obtenidos en los diez primeros días de cada mes. El índice toma como referencia el precio del producto en el mes de octubre de 2003 al que se le da valor 100.

Precios de Acero Corrugado

La Cámara de Comercio de España elabora mensualmente el Índice de Precios para el Acero Corrugado en España. En la elaboración de este índice colaboran las empresas del sector, tanto productores de la materia prima, como demandantes.

El Índice Cámaras del Precio para el Acero Corrugado de agosto de 2021 fue 169,23 puntos, lo que supone una variación del -3,02 % respecto al dato de julio de 2021 (174,5). Con respecto al mismo mes del año anterior, el Índice de Precios ha aumentado un 79,76 %.

Por Confemetal

EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS MEDIOS (1) - PRODUCTOS SIDERÚRGICOS
(Índice Base Octubre 2003 = 100)

AÑO 2021	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
- Perfiles estructurales (HEB)	185	177	171	171	200	221
- Perfiles comerciales (angulares)	205	194	181	196	206	241
- Corrugado	190	170	165	174	205	236
- Chapa laminado frío	200	206	218	246	314	337
- Chapa laminado caliente	236	242	260	282	360	363
- Chapa galvanizada	220	226	241	244	318	323
- Tubos decapados	181	194	179	241	266	297

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

ÍNDICE DEL PRECIO PARA EL ACERO CORRUGADO

Índice Base enero 2014 = 100	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21
INDICE	116,26	119,55	150,31	164,63	174,5	169,23
% var. con respecto al mes anterior	-5,72%	2,83%	25,73%	9,53%	6,00%	-3,02%
% variación con respecto al mismo mes del año anterior	16,39%	20,88%	57,43%	74,66%	88,93%	79,76%

Fuente: Cámara de Comercio de España

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA EN TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE.

25 - 27
OCTUBRE 2022

Mar a Jue, das 13h as 20h

SÃO PAULO EXPO
SÃO PAULO - BRASIL

EBRATS

ENCUENTRO Y EXPOSICIÓN BRASILEÑA DE TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE

www.**ebrats**.com.br

Reserve sú STAND!

PÓNGASE EN CONTACTO CON NUESTRO EQUIPO COMERCIAL:
+ 55 (11) 5585-4355 | +55 (11) 3159-1010 | comercial@fieramilano.com.br

APOYO: SINDISUPER

MEDIO OFICIALE: Tratamento de Superfície

EVENTOS SIMULTÁNEOS: TUBOTECH – Feira Internacional de Tubos, Válvulas, Bombas, Conexões e Componentes; wire South America

LOCAL: São Paulo Expo Exhibition & Convention Center

ebrats.com.br

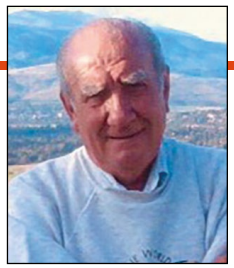
FIERA MILANO

REALIZACIÓN: Abts – Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície

CIPA FIERA MILANO

Septiembre 2021

FÓRUM DE ARCAS



Juan Martínez Arcas

Son varias las consultas o preguntas que nos han hecho desde diversos puntos de España, así como de México, Cuba, Chile, etc., todas ellas muy interesantes. Hemos seleccionado dos temas que iremos publicando en las próximas revistas de TRATER Press.
I. Reflexión para seleccionar un material para fabricar un Molde o una Matriz.
II. Mecanismos de fallo más habituales según sea su aplicación: trabajo en frío o trabajo en caliente y cómo solventarlos.

I-. REFLEXIÓN PARA SELECCIONAR UN MATERIAL PARA FABRICAR UN MOLDE O UNA MATRIZ

Introducción

Seleccionar un material para un molde requiere reflexionar en primer lugar sobre qué requerimientos deberá cumplir:

- Resistencia mecánica.
- Resistencia térmica.
- Resistencia química.
- Facilidad de procesado.

Cuando algunos de estos requerimientos no se logran por sí solos, se puede pensar en los recubrimientos y /o tratamientos de superficie (conviene tener presente que no todos los materiales aceptan el mismo tipo de tratamiento o recubrimiento).

Finalmente se debería reflexionar sobre los aspectos productivos:

- Durabilidad .
- Coste.

Por tradición y facilidad comercial, el material más utilizado ha venido siendo el acero, y más concretamente el acero para herramientas. Pero nuevos estudios e investigaciones están aportando al listado de los aceros otros materiales, puros o aleados, simples o compuestos, cuyo coste empieza a ser competitivo con los propios aceros.

En general, los materiales usados para herramienta deben soportar algún tipo de carga o esfuerzo durante su aplicación. Por desgracia, se trata de cargas o fuerzas complejas que además varían de un punto a otro de la herramienta. Es a través de la superficie como se comunican estos esfuerzos, tanto del material de trabajo como otros componentes del utillaje. Por ello el conocimiento y caracterización de las superficies de contacto es vital para garantizar la durabilidad y seguridad de la herramienta. A todo ello, se debe añadir el factor tiempo, en la mayoría de los utillajes tiene lugar un proceso de fatiga.

Durante la vida del utillaje los mecanismos de deterioro se manifestarán de forma simultánea y serán en muchos casos difíciles de aislar. Los mecanismos de fallo más relevantes son:

- Deformación plástica y posterior rotura debido a cargas que han superado el límite elástico.
- Fatiga del material seguido de la fractura.
- Desgaste del material por fricción con el material de trabajo.
- Exposición a altas temperaturas, provocando cambio de dureza, fases estructurales y composición química.

Ante ello, las dos propiedades más influyentes en la durabilidad de la herramienta van a ser la tenacidad y la dureza. La tenacidad, entendida como la resistencia de un material al impacto, será la responsable de evitar el fallo del material por fractura prematura o frágil. En cambio, la dureza, entendida como la resistencia de un material a ser penetrado, garantiza el comportamiento elástico evitando las deformaciones plásticas. Las demás propiedades a valorar son:

- Maquinabilidad
- Uniformidad e isotropía de la microestructura.
- Alta estabilidad dimensional en el temple y revenido.
- Alta resistencia y tenacidad a temperatura ambiente y altas temperaturas.
- Resistencia al desgaste.
- Alta resistencia a la oxidación.

La siguiente tabla muestra la correlación entre los principales mecanismos de fallo y las propiedades que pueden facilitar su retardo o evitar su aparición.

Mecanismo de fallo		Propiedades favorables o factores microestructurales
Gran carga mecánica		Alta dureza Tenacidad a fractura adecuada
Gran carga mecánica a alta temperatura		Alta dureza en caliente Alta estabilidad térmica de la microestructura
Carga mecánica repetitiva (fatiga)		Alta dureza Alta resistencia a fatiga Microestructura fina Bajo contenido y tamaño pequeño de los defectos internos
Desgaste	Abrasión	Alta dureza Alta fracción en volumen, tamaño y distribución óptima de las partículas duras
	Adhesión	Alta dureza Capa de óxido en la superficie Baja reactividad química entre la herramienta y el material de trabajo
	Fatiga superficial	Alta dureza Alta resistencia a fatiga
Alta temperatura		Alta estabilidad térmica de la microestructura Alta resistencia a la oxidación
Ciclos térmicos		Alta estabilidad térmica de la microestructura Alta dureza a elevada temperatura Alta resistencia a la fluencia Alta resistencia contra ciclos plásticos Baja expansión térmica Alta resistencia a la oxidación

La tabla muestra la correlación entre los principales mecanismos de fallo y las propiedades que pueden facilitar su retardo o evitar su aparición.

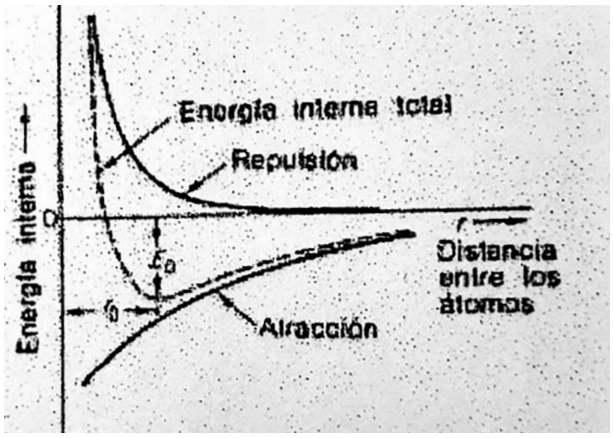
La mejor recomendación para la correcta selección de aceros en aplicaciones de moldes y matrices, es identificar el principal mecanismo de fallo y escoger un material con mayor resistencia a este fallo dominante.

Seguidamente pasar a valorar temas relativos al número de piezas a producir.

Estructura de los metales

Los metales están formados por átomos de elementos químicos de carácter metálico.

En estado sólido, los átomos tienden a adoptar posiciones relativamente fijas en el espacio,

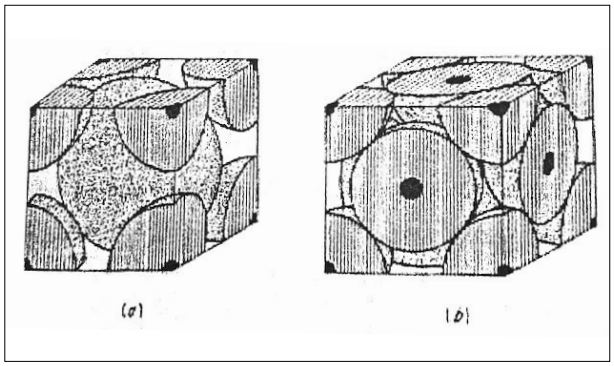


oscilando alrededor de un punto de equilibrio dinámico. La unión entre ellos es el enlace metálico, consistente en una nube de electrónica negativa moviéndose libremente entre iones metálicos positivos. Se establece así un equilibrio entre fuerzas de atracción y de repulsión, función de la distancia entre ellos, para conseguir una energía interna mínima Eo, a una distancia de equilibrio Ro.

Estas distancias son fijas para cada átomo y establecen estructuras cristalinas, tanto para los metales puros como para sus aleaciones y son caracterizadas por su red espacial, con sus parámetros reticulares: bordes y ángulos.

Existen 14 tipos de redes cristalinas, pero las más abundantes en los metales son la cúbica centrada en el cuerpo (b.c.c.) y la cúbica centrada en las caras (f.c.c.).

Al solidificar un metal desde el estado líquido, se produce la cristalización que tiene lugar en dos etapas: primero la formación de núcleos y después el crecimiento de los cristales.

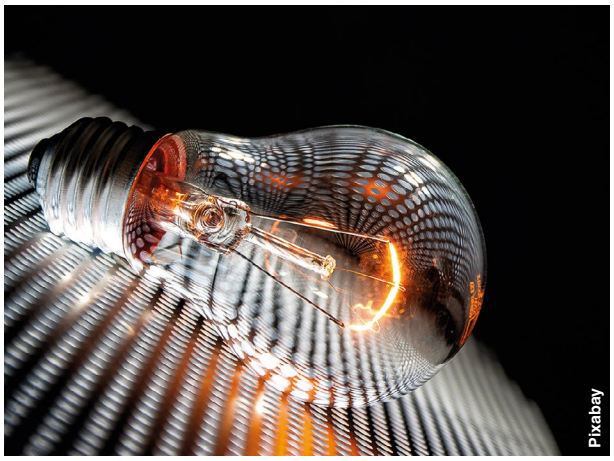


Cada cristal comúnmente llamado grano presenta una red cristalina propia.

Las superficies extremas de un grano interfieren con la del grano vecino en una zona llamada límite de grano. Y como en esta zona tiene lugar la fase final del enfriamiento, es aquí donde se encuentran las impurezas y los defectos.

En general, cuanto mayor es el tamaño de grano, mayor es la dureza y la resistencia mecánica, pero también aumenta la fragilidad del material.

EL PRECIO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, PILAR DE LA COMPETITIVIDAD


Pixabay

La evolución de los precios de la energía eléctrica en los últimos meses y sus efectos devastadores sobre la economía de hogares y empresas, que se ya se retroalimentan y potencian con los subsiguientes incrementos de la inflación, ha generado una atención que habría que aprovechar para, de una vez por todas, dar respuesta a uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la competitividad industrial en España.

Los elevados costes y precios de la energía a los que deben hacer frente los consumidores industriales en nuestro país, especialmente los más intensivos en uso de energía como son buena parte de los seg- mentos de actividad del Sector del Metal, son una seria desventaja competitiva tanto a nivel europeo como global.

De nada sirve la batalla del reparto de responsabilidades políticas, la búsqueda de culpas, las ocurren- cias que, obviando las evidencias técnicas y económicas, se basan solo en lo ideológico, o las decla- raciones voluntaristas de que todo va a mejorar, basadas únicamente en la oportunidad política o en estrategias de comunicación.

Nada de ello va a resolver los problemas si no se analiza con honradez intelectual donde están y cuáles son los factores que los provocan.

En España sufrimos altos costes en las redes de transporte y distribución, impuestos y cargas incor- poradas a las tarifas eléctricas finales que no tienen nada que ver con los costes de producción y que responden a decisiones compensatorias de diversas decisiones políticas.

Junto a ello, mantenemos una elevada dependencia energética externa, agravada por el hecho de que, pese a algunos proyectos, la Península Ibérica sigue siendo una isla energética, alejada del nivel de interconexiones transfronterizas de gas y electricidad mínimamente deseable. Asimismo, y si bien es cierto que en los últimos años se ha ido progresivamente reduciendo, España sigue presentando una intensidad energética superior a la media europea y a la de nuestros competidores directos.

En paralelo, hay mucho camino por recorrer en materia de ahorro y eficiencia energética sobre todo en las Pymes industriales que necesitan información y formación para mejorar sus ratios globales de intensidad energética y con ello, su competitividad. Además, la necesidad de dar cumplimiento a los compromisos internacionales adquiridos por España condiciona profundamente el presente y futuro de nuestro sistema energético.

Las limitaciones y los precios crecientes de las emisiones de gases de efecto invernadero, el cumpli- miento de la legislación relativa a calidad del aire y la necesidad de alcanzar el objetivo de penetración de renovables determinan en gran medida las tecnologías de generación disponibles para el diseño del mix energético español.

Un mix de generación que debe convertirse en materia para establecer una política de Estado y clave estratégica para generar certidumbre a la inversión en infraestructuras de generación y asociadas, y en el desarrollo y fabricación de los bienes de equipo en los que habrán de basarse. Un mix energético que no debe prescindir de ninguna tecnología energética madura, competitiva y de baja intensidad en carbono.

El deseable aumento del peso de la producción renovable, que reduce nuestra dependencia energéti- ca, no puede, sin embargo, hacerse a costa de elevar la variabilidad e intermitencia de la producción, incrementando la inestabilidad de la operación del sistema eléctrico, y recurriendo a mecanismos de gestión por restricciones técnicas y en tiempo real, de elevado coste asociado que pagan consumido- res domésticos e industriales.

Los problemas dejan de serlo si no hay soluciones o cuando están se encuentran y se aplican. En el caso de los precios de la energía eléctrica si existen soluciones probadas cuya aplicación a la mayor brevedad posible, permitiría mejorar la situación y contribuir a la recuperación de nuestra economía.

En primer lugar, es imprescindible que la competitividad se sitúe en el centro del debate de toda políti- ca energética, junto con la garantía de suministro y el respeto al medio ambiente para ser los tres ejes del diseño de nuestro sistema energético.

En las circunstancias actuales, para asegurar precios finales de la energía que permitan recuperar com- petitividad a los sectores productivos es imprescindible extraer de los costes regulados los sobrecostes derivados de decisiones políticas que no tienen que ver con los costes de producción, transporte o comercialización.

Debe también revisarse la actual estructura de peajes eléctricos, teniendo en cuenta en el proceso el nivel de eficiencia energética del usuario que, siguiendo el ejemplo de otros países europeos, concien- ciaría sobre el precio real de la energía y favorecería la competitividad de la industria.

El desarrollo o ampliación de infraestructuras eléctricas debe ser mejorado priorizándose el desarrollo de conexiones internacionales claves para reducir el precio final de la energía y para la creación de un verdadero mercado interior europeo de la electricidad que dará seguridad y competitividad al sistema. Por lo que respecta a las redes eléctricas de transporte y distribución, se precisa de un entorno regu- latorio que favorezca la inversión en su renovación. Las redes de transporte y de distribución deben mantenerse y mejorarse con el despliegue de nuevas tecnologías.

Las pérdidas del sistema no son un problema menor y deben reducirse a partir de un marco regulatorio que incentive la inversión en equipos y sistemas que mejoren la calidad de la infraestructura.

Junto al transporte, el almacenamiento de la electricidad abre un campo de investigación que, de desembocar en proyectos viables, podría elevar la flexibilidad y la eficiencia del sistema, y dotar de un potencial de innovación y competitividad a la industria.

El apoyo a las energías renovables debe servir para impulsar el desarrollo de un I+D+i propio que per- mita crear un tejido industrial nacional referente a nivel mundial y exportador de tecnología.

Ello implica centrar los esfuerzos en aquellas tecnologías que aporten a nuestro país una ventaja competitiva real. Mientras tanto, la integración de renovables no debe hacer sin tomar en cuenta la capacidad real de absorción de potencia adicional de nuestro sistema eléctrico.

También deben impulsarse actuaciones en materia de ahorro y eficiencia energética, y las que favo- rezcan el suministro a partir del autoconsumo en el sector industrial que reduciría el consumo, las emisiones, y los efectos de los incrementos en su competitividad de los precios de la electricidad.

En cualquier caso, es esencial acabar con la crónica inestabilidad regulatoria que arrastra en España el sistema de suministro energético, con continuos cambios normativos que imposibilitan acometer inversiones con las mínimas garantías. La normativa del mercado español de la energía debería dotarse de mecanismos de reacción rápida y de una mayor transparencia en su funcionamiento.

Si la seguridad jurídica es, sin duda, un elemento esencial en el funcionamiento de todo sistema econó- mico, lo es más en el ámbito energético en el que regulaciones improvisadas pueden poner en riesgo la estabilidad de todo el sistema.

Lamentablemente, el diseño de nuestro sistema energético se ha visto sometido a decisiones de ca- rácter puramente político, que en muchas ocasiones no han tenido en cuenta su efecto sobre la competitividad económica.

Es necesario cambiar esa tendencia poniendo el objetivo en la defensa de la competitividad, para lo que quizás sea necesario alcanzar un gran acuerdo nacional que permita encontrar soluciones, fijar el marco temporal para aplicarlas y facilitar las inversiones necesarias.

España precisa de un mix de generación equilibrado, que genere precios finales competitivos y en el que las diversas tecnologías se encuentren representadas en su justa medida, favoreciendo la inte- gración de las renovables en un sistema altamente gestionable, que permita aprovechar el uso de la potencia ya instalada.

Por último, debe promoverse la coordinación entre Comunidades Autónomas para evitar la prolifera- ción de legislaciones diferentes en el ámbito energético que perjudican las decisiones de inversión y la competitividad global.

Por Confemetal

EL PESO TERRITORIAL DEL SECTOR DEL METAL EN ESPAÑA

El Mapa Sectorial del Metal en España que, elaborado por CONFEMETAL con la financiación de la Fundación del Metal para la Formación, Cualificación y el Empleo, FMF, se presentó a finales del pasado mes de mayo, ofrece una completa y detallada información sobre la estructura y distribución de las actividades del Sector del Metal, Industria, Comercio y Servicios, en todo el país.

El Mapa está llamado a convertirse en una herramienta clave para el conocimiento de la realidad del Sector y, a partir de ello, en instrumento para definir estrategias y políticas sectoriales, prever los vectores de su desarrollo y diseñar las acciones más eficaces de formación, cualificación profesional, incorporación de nuevas tecnologías y sistemas de gestión y organización e impulso de la competitividad, la productividad y la calidad del empleo en el Sector del Metal.

El Sector del Metal, en su conjunto, representa algo más del 8 por ciento del PIB español, y da empleo a alrededor de 1.800.000 trabajadores y 320.000 autónomos, en 221.350 empresas, lo que representa un 6,5 por ciento del total de empresas en España. Es responsable del 42 por ciento de las exportaciones españolas, de las cuales, más de la mitad tiene como destino la zona euro y el 68,7 por ciento la Unión Europea 28, en la que el Metal español supone la quinta potencia, con un valor añadido del 5,6 por ciento sobre el total europeo y un 6,2 por ciento del empleo.

Pero, por primera vez, la distribución territorial de esa relevante actividad productiva en las distintas Comunidades Autónomas, que puede ser determinante a la hora de proyectar el futuro del Metal en España, se conoce ahora de manera fidedigna gracias al Mapa Sectorial.

Sobre la base de los datos de Afiliados en Alta al Régimen General de la Seguridad Social, se ha elaborado el Mapa que identifica 88 ramas de actividad CNAE a cuatro dígitos para la Industria del Metal, 26 para los Servicios del Metal y 36 para el Comercio del Metal.

La información sobre esas ramas, asociadas a provincias y Comunidades Autónomas, permite conocer los afiliados en cada territorio y tipificarlos en función de la importancia que las distintas actividades del Metal tienen en ellos, su nivel de empleo, y en consecuencia, analizar la evolución del mercado de trabajo y de la actividad económica de sectores y territorios.

La distribución del total de los afiliados en los tres sectores del Metal, Industria, Servicios y Comercio sitúa a Cataluña en primer lugar entre las Comunidades Autónomas, con 365.279 afiliados, un 19,6 por ciento del total, seguida por la Comunidad de Madrid con 288.440 afiliados y un 15,5. Las siguen Andalucía con 222.113 afiliados y un 11,9 por ciento, Comunidad Valenciana, 9,8 y 182.178 afiliados, y País Vasco, 155.834 afiliados y un 8,4 por ciento.

Estas cinco primeras Comunidades representan en conjunto el 65,2 por ciento de los afiliados totales en España y con las cinco siguientes; Galicia con el 5,9 por ciento; Castilla y León, el 4,8; Canarias, el 3; Castilla-La Mancha, el 3,6; e Islas Baleares el 2,1 por ciento; suman el 86,8 por ciento de los afiliados del Metal en España.

A partir de esas diez primeras Comunidades, el número de afiliados del Metal con respecto al total del conjunto del Metal nacional mantiene pesos porcentuales por debajo del 2 por ciento y, en términos absolutos, por debajo de 50.000 afiliados. Las siete Comunidades, junto a Ceuta y Melilla, suman un 13,2 por ciento.

En las Comunidades Autónomas con mayor peso del sector del Metal, como Cataluña o la Comunidad de Madrid, las grandes ciudades mantienen ese peso en todas o casi todas las actividades y segmentos del Metal, quedando las ciudades más pequeñas relegadas a puestos más bajos, lo que distorsiona la importancia relativa y la distribución geográfica que el sector del Metal y su actividad tiene dentro de cada Comunidad Autónoma.

Esta distorsión se hace más patente si el análisis se hace a nivel provincial, con provincias con actividades con un peso relativo elevado en su Comunidad Autónoma que a nivel nacional es mucho más reducido.

Así, cabe preguntarse si el empleo del Sector Metal en estas provincias con poca representatividad a nivel nacional, tiene o no relevancia dentro de su territorio, cómo pueden llegar a afectar oscilaciones al alza o a la baja de los afiliados ligados a actividades del Metal y cómo son de importantes dentro de cada Comunidad Autónoma.

Con un peso pequeño sobre el total, esos movimientos apenas tendrían trascendencia nacional, pero sí lo tendrían para el desarrollo provincial y regional. Así, es relevante conocer la importancia que tiene la actividad del Metal dentro del cada territorio respecto al conjunto de las actividades y de los afiliados dentro de su territorio y no con respecto al total del sector a nivel nacional.

Esta aproximación, centrada en el territorio y no en la comparación con el conjunto nacional, permite analizar la relevancia de las actividades del Metal-Industria, Servicios y Comercio- en el desarrollo económico de las provincias y Comunidades Autónomas.

Por provincias, la primera es Madrid, comunidad uniprovincial y obviamente con los mismos datos que la Comunidad Autónoma madrileña, 288.440 afiliados y el 15,5 por ciento del total.

En segundo lugar, Barcelona, con un total de 286.063 afiliados, lo que supone un 15,4 por ciento del total. La siguiente es Valencia, con un 6 por ciento, seguida de Vizcaya con un 3,8 y de Zaragoza con un 3,6 por ciento. A continuación, Sevilla, Guipúzcoa, Alicante, Pontevedra y Murcia con entre el 3 y el 2,5 por ciento del total del Metal.

El nivel de desagregación provincial permite conocer la ordenación, por importancia sobre el total nacional, de los afiliados del conjunto Metal en cada provincia española. Pero estos resultados no determinan la verdadera importancia del Sector Metal en cada provincia ni, dentro de él, el de cada actividad, Industria, Servicios y Comercio. El detalle de los pesos de cada una de esas actividades ofrece una primera visión de cómo se comportan cada uno de los sectores en cada provincia.

Así, Madrid tiene un porcentaje sobre el total más elevado en Comercio 19,2 por ciento y en Servicios, 18,5, sobre el total de afiliados en cada uno de los sectores. En Barcelona el mayor peso lo tiene Industria, 17 por ciento, mientras que Comercio suma un 16,3 y Servicios un 12,6.

Valencia registra un 6,5 por ciento en Industria, un 6,3 en Comercio y un 5,1 en Servicios. Vizcaya, 5,7, 2,5 y 2,8. En Sevilla destacan los Servicios con un 3,8, en Guipúzcoa el 5,3 por ciento de la Industria, en Alicante el 3,9 de Comercio, en Pontevedra el 3,8 de en Industria y en Murcia anotan el 3 por ciento Servicios y Comercio.

Pero el Mapa permite también analizar la estructura la composición del empleo de cada territorio y evaluar cuál es la importancia del Metal en el conjunto. En el País Vasco, el 20,7 por ciento del empleo es del Metal y en Navarra el 20,6. En la Comunidad de Madrid de cada cien empleos, diez son del Metal y en Cataluña, la proporción es de trece por cada cien.

El Mapa Sectorial del Metal en España ofrece una información que puede ayudar en la toma de decisiones, y en la definición de los vectores y palancas que permitirán mejorar la actividad, potenciar el empleo, reforzar la formación y valorar estratégicamente dónde será mayor la repercusión de las medidas que se tomen para impulsar un sector o un territorio en su desarrollo y en el del conjunto. Además, el Metal está relacionado con muchas otras actividades económicas y los datos y su análisis, van más allá del propio Sector y permiten completar una visión de conjunto de la economía española, rigurosa y fundada, que contribuye a potenciar sus fortalezas ante el futuro, global y cambiante.

Por Confemetal

FLUKE PROCESS INSTRUMENTS PRESENTA EL NUEVO SISTEMA FURNACE TRACKER DE DATAPAQ®, PARA APLICACIONES EXIGENTES DE TRATAMIENTO TÉRMICO

Las nuevas soluciones de perfilado térmico tienen nuevas barreras térmicas de enfriamiento sellado y un registrador de datos con clasificación IP67.

Fluke Process Instruments, líder global en la medición de temperatura por infrarrojos y soluciones de perfilado térmico para aplicaciones industriales, presenta el nuevo sistema Furnace Tracker de Datapaq®, que viene completo con registrador de datos TP6, barreras térmicas y software intuitivo.

El sistema está diseñado para un uso repetido dentro del proceso en los entornos más hostiles de fabricación, ofreciendo precisión y mapas de temperatura fiables dentro del proceso. Cada sistema ayuda a los usuarios a mejorar el rendimiento del proceso, disminuye los tiempos de parada, reduce los tiempos de elaboración de informes TUS (investigación de uniformidad de temperatura) y más.

El primer componente del sistema es el registrador de datos Datapaq® TP6, que puede soportar las condiciones de funcionamiento más duraderas y exigentes. El registrador tiene una caja de acero inoxidable de calidad 316 y una clasificación IP67 que lo hace resistente al agua. Este registrador de datos está disponible con 10 o 20 entradas para termopar y puede especificarse para su uso con termopares de metales comunes o nobles.

Los últimos modelos de barreras térmicas son ideales para procesos de tratamiento térmico de alta temperatura y han sido diseñados para proporcionar la máxima protección térmica, incluidas aplicaciones de vacío y atmósfera controlada, recalentamiento de planchas y envejecido de soluciones, entre otras. Las nuevas barreras térmicas patentadas de enfriamiento eliminan la necesidad de mantas de fibra. Fluke Process Instruments ofrece, además, servicios personalizados de diseño para crear una solución que se adapte concretamente al proceso del cliente.

Para completar el sistema, Fluke Process Instruments ofrece el software Datapaq Insight™ que transforma los datos brutos en analítica procesable, una interfaz clara de usuario, pantallas de ayuda contextual y opciones de asistencia para los usuarios esporádicos. Están disponibles tres opciones de software y se ofrece gratuitamente el Datapaq Insight para móviles. Esta aplicación móvil permite a los usuarios restablecer, descargar y analizar desde la misma planta de la fábrica y comprobar el funcionamiento del termopar antes de ejecutar un perfil térmico. El avanzado software TUS también ofrece perfiles completos de temperatura e informes trazables para normativas industriales como la AMS2750 y la CQi-9.

"El último sistema Furnace Tracker de Datapaq ofrece a los clientes una solución robusta, que está diseñada para entornos agresivos como los de temperaturas de enfriamiento y de temperaturas elevadas", dice Rob Hornsblow, director de producto en Fluke Process Instruments. "Los usuarios que trabajan tanto con materias primas como con productos acabados, pueden medir las temperaturas del producto y de la atmósfera de todo el horno, una tarea crítica para asegurar tanto la calidad del producto como la eficiencia del proceso. Datapaq sigue proporcionando datos de temperatura repetibles y en tiempo real, que pueden contribuir a mejorar el rendimiento y la precisión del sistema, reducir los tiempos de parada y mucho más".

"Nos hemos centrado de verdad en lo que los clientes querían cuando hemos diseñado este nuevo sistema, y estamos muy emocionados con la presentación de las barreras térmicas patentadas de enfriamiento, un registrador de datos con clasificación IP67 y la aplicación Insight para móviles, que permitirá a los usuarios comprobar el funcionamiento de los termopares antes de cada ejecución".

Ya está disponible el sistema Furnace Tracker de Datapaq, incluidos el nuevo registrador de datos TP6 y los modelos de barreras térmicas.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE MATERIALES DE HERRAMIENTA, PARA LA FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS DE ALUMINIO MEDIANTE ESTAMPACIÓN EN CALIENTE

1. Introducción

La selección de materiales es un factor de gran influencia en la rentabilidad de los troqueles de estampación en caliente. Afecta directamente al coste del utillaje, al tiempo de entrega de desarrollo de nuevos productos y a la productividad (cadencia + vida útil de la matriz). Se deben considerar tres propiedades con respecto al material de la herramienta [1]: resistencia al desgaste, conductividad térmica y tenacidad.

· Se requiere resistencia al desgaste para garantizar que los troqueles mantengan su forma dentro de los límites de tolerancia admisibles durante la producción. Si bien, habitualmente se aplica el criterio de la dureza para seleccionar materiales relacionados con el desgaste, en la estampación en caliente, esta correlación no es tan sencilla. Los trabajos que estudian el desgaste de las herramientas de estampación en caliente, muestran que aceros de herramienta con niveles de dureza análogos pueden conducir a tasas de desgaste significativamente diferentes [2]. Este comportamiento se asocia a diferencias microestructurales y composicionales entre ellos [3].

· La conductividad térmica elevada es un requisito específico de los materiales de las herramientas de estampación en caliente, ya que este proceso de producción combina una operación de conformado en caliente y un tratamiento térmico. La velocidad de enfriamiento de este tratamiento térmico determina las propiedades mecánicas del componente final y se ha convertido en un tema de interés tanto en aceros [4-7] como en aluminios [8-]. Un material de herramienta de alta conductividad térmica combinado con un sistema de enfriamiento interno adecuadamente diseñado, permite la correcta estabilización de la temperatura de la matriz [9] para las elevadas demandas de producción de la industria automotriz.

· La tenacidad también debe considerarse para soportar los factores de intensidad de tensiones que sufren los canales de enfriamiento. A menos que el material de la herramienta sea lo suficientemente resistente, se sabe que estos factores de intensidad de tensión causan fallos en el servicio.

Por reunir estas cualidades, los aceros de trabajo en caliente son la familia de materiales más atractiva para el desarrollo de troqueles de estampación en caliente. En consecuencia, el sector de la automoción, que es la aplicación industrial donde más extendida está la estampación en caliente, utiliza este tipo de aceros. La fricción y el desgaste relacionados de estos aceros se han estudiado ampliamente, siendo los aceros 1.2343 [10 -13], 1.2344 [14-17] y 1.2367 [18] las opciones más frecuentes. Algunos de ellos, también se han empleado para la estampación en caliente de acero recubierto de aluminio [17].

Sin embargo, el uso de aceros de trabajo en caliente no está claramente establecido como la mejor opción, cuando escenarios de producción alternativos permiten suficiente tiempo entre golpes de prensa, para que el troquel se enfríe por convección natural. En estas circunstancias el enfriamiento interno no sería necesario, haciendo que la conductividad térmica y la tenacidad sean menos relevantes en los criterios de selección de materiales. Este es el caso de las piezas fabricadas en aleación de aluminio estampado en caliente para la industria aeroespacial, donde el número de golpes que los troqueles deben durar es menor y los tiempos de producción son más largos que en la producción en masa automotriz habitual. En cadencias muy elevadas los canales de enfriamiento también serían innecesarios, como en una línea de transfer si se realiza el tratamiento térmico en una operación posterior.

Así, los materiales con menor tenacidad y conductividad térmica se convierten en candidatos para la fabricación de troqueles de estampación en caliente de aluminio. Materiales pertenecientes a las familias de acero para herramientas de trabajo en frío y fundición perlítica, como 1.2379, 1.2063 14], fundición nodular GJS-700-3 y fundición gris GJL-350 [19, 20], encajan en esta descripción y han sido estudiados en la literatura relacionada con la fricción y el desgaste de la matriz de estampación en caliente de aluminio. Por lo tanto, deben considerarse como opciones para la selección de material para la matriz cuando la fricción y el comportamiento de desgaste pesan más que la conductividad térmica y la tenacidad.

En este contexto, este trabajo contribuye a la selección de materiales para fabricar herramientas de estampación en caliente de aluminio para un escenario distinto a la producción en masa.

La Tabla 1 recoge los supuestos que se han realizado para las tres familias de materiales que se tendrán en cuenta para el desarrollo del criterio de selección. Estos supuestos han sido calificados en términos de "Bajo", "Medio" y "Alto" tomando como referencia un miembro promedio de cada familia.

La Tabla 2 reúne los escenarios que se han considerado para la selección de materiales, donde los volúmenes de producción "Bajo", "Medio" y "Alto" se consideran análogos a los volúmenes de piezas estampadas de prototipado, aeroespacial y automotriz, respectivamente. En términos de cadencia, "corta", "medio" y "larga" corresponden respectivamente a: "estampación en caliente sin temple en troquel", "estampación en caliente y temple en troquel con refrigeración interna del troquel" y "estampado en caliente y temple en troquel sin refrigeración interna".

2. Materiales y métodos

El acero para trabajo en caliente QRO90, el acero para herramienta de trabajo en frío 1.2379 y la fundición nodular GJS-700-2L representan a las familias de materiales de herramienta seleccionadas para este estudio. El QRO90 está muy extendido en el uso industrial para estampación en caliente de acero y, en condiciones de servicio regulares, ofrece una conductividad térmica de ≈33 W /m·K y una tenacidad de 15 J para muestras de impacto de ≈10x10 mm Kv. Por su parte, el 1.2379 es un acero de trabajo en frío de alto rendimiento, adecuado para operaciones de corte gracias a su alta resistencia al desgaste y cuya conductividad térmica se ve obstaculizada por una alta densidad de carburos, con ≈20 W /m·K como valor de referencia. Su dureza en términos de ensayos de impacto es <10 J y ≈28 MPa·m1/2 si se mide como KIC. El GJS-700-2L es un grado de fundición de hierro nodular desarrollado específicamente para el sector de la automoción y es ampliamente utilizado para fabricar herramientas de estampación en frío. Ofrece una conductividad térmica intermedia entre las otras dos opciones anteriores ≈(31 W/m·K) y una tenacidad de <10 J y ≈40 MPa·m1/2 [32] para ensayos de impacto y KIC respectivamente.

Material de herramienta	Conductividad térmica	Dureza	Coste	Plazo de entrega
Acero para herramientas de trabajo en caliente	Alto	Alto	Alto	Bajo
Acero para herramientas de trabajo en frío	Bajo	Medio	Medio	Medio
Fundición de hierro	Medio	Bajo	Bajo	Alto

Tabla 1. Resumen de la comparación preliminar de las tres alternativas de material de herramienta estudiadas.

		Cadencia		
		corta	media	larga
Volumen de producción	Bajo	Conformado en caliente sin temple de prensa	aeroespacial	prototipado
	Medio		automoción	aeroespacial
	Alto			N/D

Tabla 2. Resumen de la comparación preliminar de las tres alternativas de material de herramienta estudiadas.

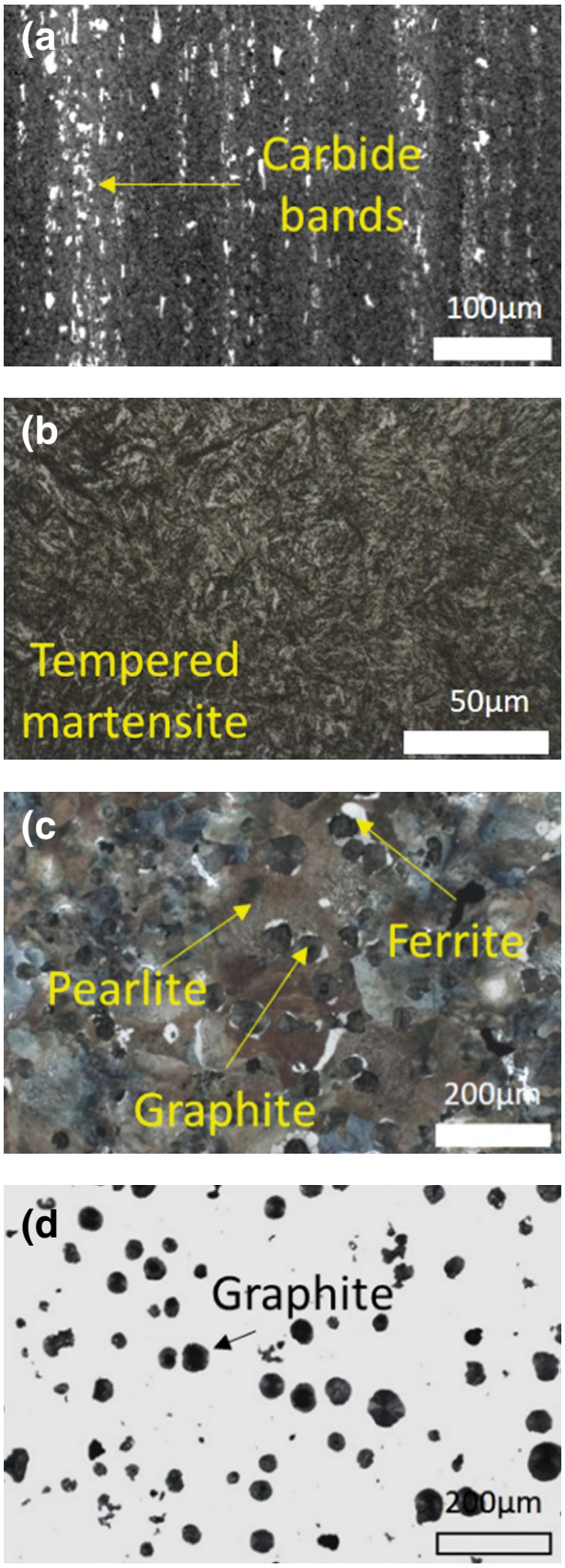


Figura 1. Microestructura de los tres lotes de material de herramienta empleados para este estudio, (a) 1.2379 acero grabado profundo para revelar bandas de carburo, (b) acero QRO90 grabado para revelar la martensita templada, (c) GJS-700-2L de hierro fundido grabado para revelar la relación ferrita-perlita y (d) GJS-700-2L de hierro pulido para revelar la distribución del grafito.

La microestructura de las tres muestras de material, que se muestra en la Figura 1, ha sido inspeccionada para asegurarse de que no presentaban ninguna desviación estructural.

Por su parte, en cuanto al material a conformar, las muestras de aluminio seleccionadas para el estudio pertenecen a la familia 2XXX. En cuanto a las propiedades físicas, su conductividad térmica es de ≈150 W/m·K y su resistencia a la tracción llega hasta 370 MPa, mientras que supera el 8% de elongación en la condición de servicio T6.

En las micrografías de este material, mostradas en la Figura 2, se puede observar que la microestructura de las muestras de aluminio está compuesta por una matriz de aluminio α que contiene CuAl2, precipitados intermetálicos que llevan Fe, Mn y Si (Figura 2a) y una distribución de Pb y Bi para facilitar el mecanizado. La identificación de las fases se realizó inicialmente mediante Microscopía Óptica de Luz (LOM) y posteriormente se confirmó mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Análisis de Rayos X de Dispersión Electrónica (EDX) (Figura 2b).

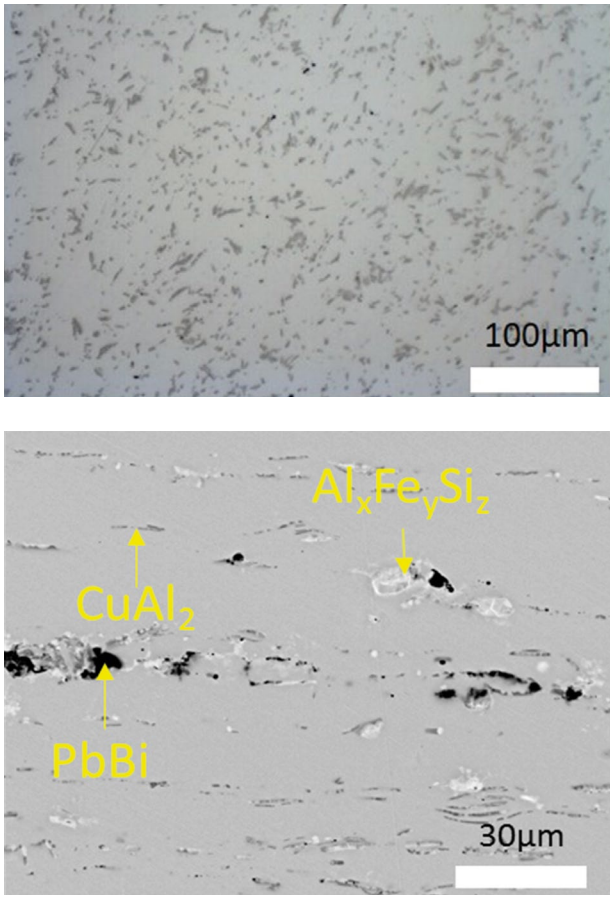


Figura 2. La microestructura de los dos materiales empleados en este estudio, (a) la micrografía LOM del 2011 (sección radial de la barra), (b) la micrografía SEM del 2011 con identificación de fase confirmada por EDX (sección longitudinal de la barra).

Parámetro de prueba	Valor
Carga [N]	31
Frecuencia [Hz]	15
Carrera [mm]	4

Tabla 3. Parámetros de testeo SRV.

El estudio de la fricción y comportamiento a desgaste se ha llevado a cabo con parámetros de ensayo (Tabla 3), que se han basado en un escenario de condición de contacto de estampación en caliente industrial.

3. Resultados y discusión

3.1. Coeficiente de fricción

El COF es una característica relevante para todos los procesos de estampación, ya que modifica la distribución de la fuerza de contacto durante el recorrido de prensa. La Figura 3 recoge los datos de COF correspondientes a una de las repeticiones para cada condición de prueba, para evaluar cómo se comporta cada material de herramienta en términos de este parámetro.

Las curvas muestran que en la mayoría de los casos el COF tiende a estabilizarse después de un transitorio inicial de aproximadamente 200 s y, una vez estabilizado, el COF está en el rango entre 0,5 y 0,9. Otros autores observaron resultados similares en pruebas similares, que involucraron acero de trabajo en caliente H13 y aluminio 2XXX.

A temperatura ambiente, ambos aceros de herramienta mostraron un COF promedio más consistente, cercano a 0,5 para el acero de trabajo en caliente y cerca de 0,65 para el acero de trabajo en frío. El hierro nodular, por otro lado, mostró un COF de 0,4.

Al comparar el COF a temperatura ambiente con el COF a 200°C, no se han encontrado diferencias importantes, con los valores en el rango 0,50-0,70.

A 450 °C todos los materiales de herramienta tienden a converger en el tiempo a un COF cercano a 0,55. Observando la Figura 3, cabe destacar que durante los primeros minutos de los ensayos a 450°C los pines trabajaron en la condición T6 dando COF cercanos a 1,0-1,2, mientras que, a medida que avanzaba la prueba, los precipitados de endurecimiento del aluminio se disolvieron progresivamente en una condición similar a la T4.

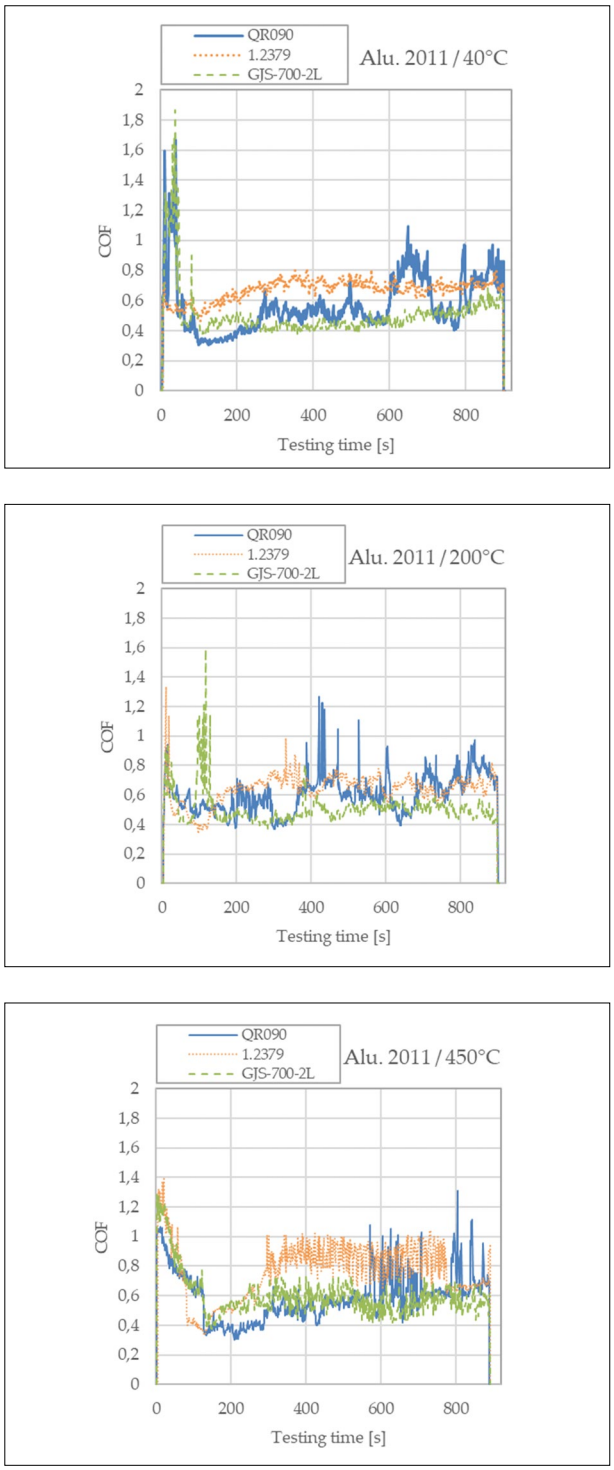


Figura 3. Evolución de COF para cada combinación de material de herramienta y aleación de aluminio. Los gráficos se han agrupado por temperatura de prueba.

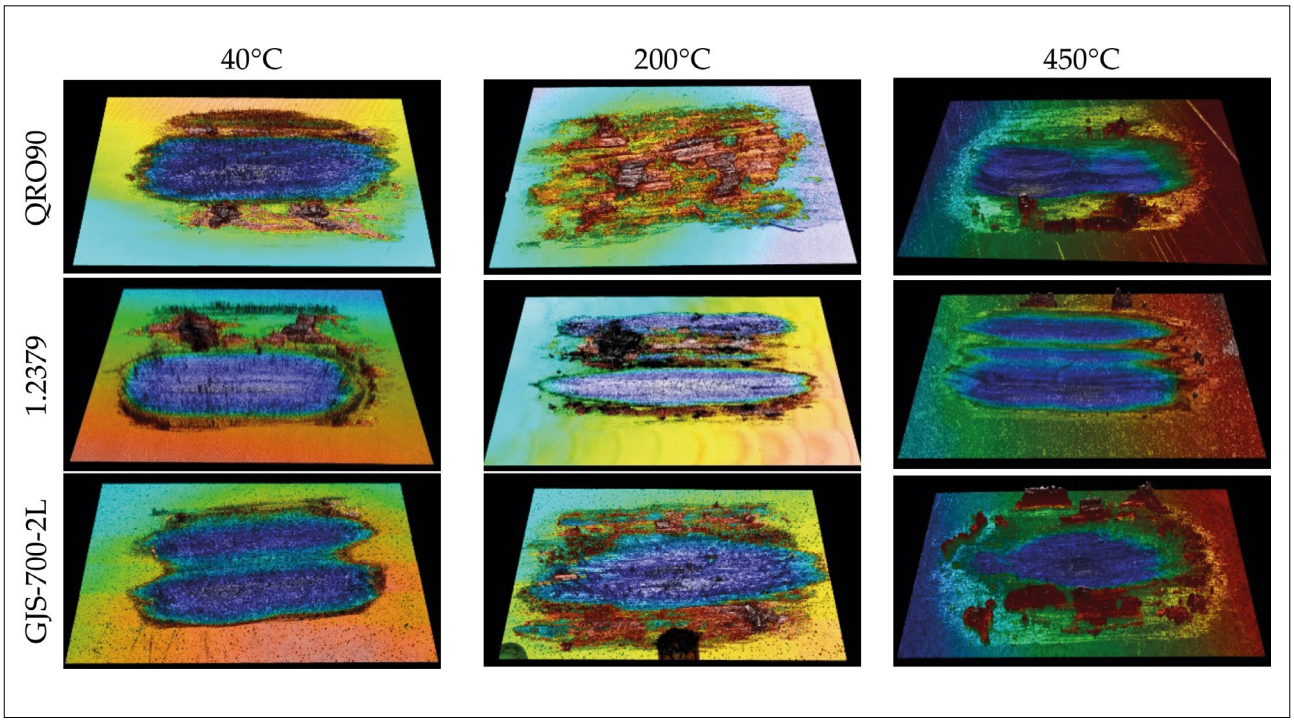


Figura 4. Huellas de desgaste para discos probados contra pines.

3.2. Desgaste del material de la herramienta.
El perfil de la trayectoria de contacto en los discos se caracterizó por microscopía confocal. La Figura 4 muestras las huellas de desgaste.

En todas las pruebas de desgaste realizadas a 40 °C, independientemente del material utilizado en el disco o en el pin, el desgaste abrasivo dominó sobre la rozadura, sin ninguna adherencia significativa que sobresaliese sobre la superficie del disco original. Los aceros de herramienta mostraron un desgaste similar entre sí, significativamente menor que las muestras de hierro fundido.

Los perfiles permiten observar que los aceros de trabajo en caliente muestran el peor rendimiento en términos de adherencia. A 200°C, una temperatura de matriz habitual en las tecnologías de estampación en caliente, el hierro nodular mostró el nivel más bajo de adhesión, pero un mayor desgaste. En condiciones extremas, como el ensayo a 450°C, los tres materiales de la matriz mostraron un comportamiento muy similar, siendo el acero de trabajo en caliente el más afectado por el rozamiento. Por lo tanto, en condiciones de prototipado para el sector aeronáutico, el coste sería el elemento impulsor para la selección de materiales, lo que conduce al hierro fundido como la opción más favorable.

4. Conclusión

Teniendo en cuenta todos los factores anteriores, el GJS-700-2L se considera la elección adecuada para la fabricación de prototipos de tirada corta para troqueles en estampación en caliente de aluminio, si el plazo de suministro no es un factor limitante. A pesar de que muestra un mayor desgaste que los aceros para herramientas a la temperatura típica de la matriz de estampación en caliente, los fenómenos de adhesión en los aceros para herramienta modificarían la geometría de la superficie de la herramienta en mayor medida, que el desgaste sufrido por la fundición nodular y requerirían operaciones de limpieza durante la producción del prototipo estampado.

Maider Muro, *Azterlan.*
Ines Aseguinolaza, *Batz S. Coop.*
Garikoitz Artola, *Azterlan.*

Financiación*: Los autores agradecen la financiación proporcionada por el proyecto Rib-On que ha recibido financiación de la iniciativa conjunta Clean Sky 2 en el marco del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención nº 755493.*
Este trabajo es un extracto del paper "Die Material Selection Criteria for Aluminum Hot Stamping", Muro, M.; Aseguinolaza, I.; Artola, G. J. Manuf. Mater. Process. 2021, 5, 15. https://doi.org/10.3390/jmmp5010015.

REFERENCIAS

1. Chantzis, D.; Liu, X.; Politis, D.J.; El Fakir, O.; Chua, T.Y.; Shi, Z.; Wang, L. "Review on additive manufacturing of tooling for hot stamping"; Int. Jour. Adv. Manuf. Tech.; 109; 87-107. https://doi.org/10.1007/s00170-020-05622-1.

2. Muro, M.; Artola, G.; Gorriño, A.; Angulo, C. "Wear and friction evaluation of different tool steels for hot stamping", Adv. Mat. Sci. and Eng.; 2018; Article ID 3296398. https://doi.org/10.1155/2018/3296398.

3. Muro, M.; Artola, G.; Leunda, J.; Soriano, C.; Angulo, C. "Compositional modification of tool steel to improve its wear resistance"; Met. Mat. Trans. A; 2019; 50; 3912-3921. https://doi.org/10.1007/s11661-019-05294-x.

4. Fernández, B.; González, B.; Artola, G.; López de Lacalle, N.; Angulo, C. "A quick cycle time sensitivity analysis of boron steel in hot stamping"; Metals; 2019; 9(2); 235. https://doi.org/10.3390/met902023.

5. Muro, M.; Artola, G.; Gorriño, A.; Angulo, C. "Effect of the Martensitic Transformation on the Stamping Force and Cycle Time of Hot Stamping Parts"; Metals; 2018; 8(6); 385

6. Mendiguren, J.; Ortubay, R.; Saenz de Argandoña, E.; Galdos, L. "Experimental characterization of the heat transfer coefficient under different close loop controlled pressures and die temperatures"; Appl. Therm. Eng.; 2016; 99, 813–824

7. Cortina, M.; Arrizubieta, J.I.; Calleja, A.; Ukar, E.; Alberdi, A. "Case study to illustrate the potential of conformal cooling channels for hot stamping dies manufactured using hybrid process of laser metal deposition (LMD) and milling"; Metals; 2018; 8, 102.

8. Lui, X.; El Fakir, O.; Zheng, Y.; Gharbi, M.; Wang, L. "Effect of tool coating on the interfacial heat transfer coefficient in hot stamping of aluminium alloys under variable contact pressure conditions"; Int. J. Heat Mass Transfer; 2019; 137; 74-83

9. Zheng, K.; Lee, J.; Xiao, W.; Wang, B.; Lin, J. "Experimental investigation of the in-die quenching efficiency and die surface temperature of stamping aluminium alloys"; Metals; 2018; 8(6); 385

10. Lui, Y.; Zhu, Z.; Wang, Z.; Zhu, B.; Wang, Y.; Zhang, Y. "Flow and friction behaviour of 6061 aluminium alloy at elevated temperatures and hot stamping of a B-Pillar", Int. J. Adv. Manuf. Tech.; 2018

11. Celik, G.; Polat, S.; Atapek, S. "Effect of single and duplex thin hard film coating on the wear resistance of 1.2343 tool steel", Trans. Indian Inst. Met.; 2017.

12. Wang, L.; Cai, J.; Zhou, J.; Duszcyk, J. "Characteristics of the friction between aluminium and steel at elvated temperatures during ball-on-disk tests"; Tribology Letters; 2009; 36; 183-190

13. Huttunen-Saarivirta, E.; Kilpi, L.; Hakala, T.; Metsäjoki, H.; Ronkainen, H. "Insights of tool steel-aluminium alloy tribopair at different temperatures"; Tribology International; 2018; 119; 567-584

14. Zaba, K.; Kita, P.; Nowosielski, M.; Kwiatkowsku, M.; Madej, M. "Influence of lubricants on wear resistance of aluminium alloy strips series 2XXX"; Arch. Metall. and Mater.; 2015; 60; 3; 1833-1837

15. Pujante, J.; Vilaseca, M.; Casellas, D.; Riera, M. "The role of adhesive forces and mechanical interaction on material transfer in hot forming of aluminium"; Tribology Letter; 2015; 59:10

16. Jerina, J.; Kalin, M. "Initiation and evolution of the aluminium-alloy transfer on hot-work too steel at temperatures from 20°C to 500°C"; Wear; 2014; 319; 234-244

17. Pujante, J.; Pelcastre, L.; Vilaseca, M.; Casellas, D.; Prakash, B. "Investigations into wear and galling mechanisms of aluminium alloy-tool steel tribopair at different temperatures"; Wear; 2013; 308; 193-198. https://dx.doi.org/10.1016/j.wear.2013.06.015.

18. Schwingenschlögl, P.; Weldi, M.; Merklein, M. "Investigation of the influence of process parameters on adhesive wear under hot stamping conditions"; J.Phys. Conf. Ser.; 2017; 896; 012048.

19. Dong, Y.; Formosa, D.; Fernandez, J., Li, X.; Zoltan, K.; Dong, H.; "Development of low-friction and wear -resistant for low-cost Al hot stamping tools"; 2015; MATEC Web of Conferences; 21; 05009. https://doi.org/10.1051/matecconf/20152105009.

20. Dong, Y.; Zheng, K.; Fernandez, J.; Li, X.; Dong, H.; Lin, J. "Experimental investigations on hot forming of AA6082 using advanced plasma nitrocarburised and CAPVD WC:C coated tools"; J. Mat. Proc. Tech.; 2017; 240; 190-199

Colabora:

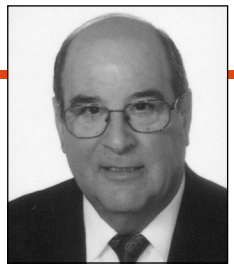
EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
EKONOMIAREN GARAPEN ETA AZPIEGITURA SAILA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO E INFRAESTRUCTURAS

Organiza:

BILBAO EXHIBITION CENTRE

www.subcontratacionbilbao.com

EXPOSSIBLE



Septiembre 2021

D. Manuel Antonio Martínez Baena
Ingeniero metalúrgico

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS ACEROS PARA DEFORMACIÓN Y ESTRUSIÓN EN FRÍO. ACEROS AL BORO (PARTE 1ª)

Introducción

Generalizando, todos los aceros se pueden conformar en frío. En los procesos de deformación en frío se emplean desde aceros dulces efervescentes, de bajo contenido en carbono (C ≤ 0,23%), hasta aceros de 1 por 100 de carbono (C = 1%) y 1,5 por 100 de cromo (Cr = 1,5%): como es el caso de los aceros destinados a la producción de bolas y rodillos para rodamientos. Hay sin embargo una marcada diferencia, como más adelante veremos, entre los distintos aceros respecto a la aptitud de su puesta en forma en frío. Normalmente suele haber una limitación de carbono (C ≤ 0,45%); **tabla I**.

ACEROS CON BORO									
Tipo de acero		Composición química de los aceros al BORO. Análisis de colada.							
Designación simbólica	Designación numérica	C %	Si %	Mn %	S % ≤	P % ≤	Cr % ≤	Mo %	B p.p.m.
17B2	1.5502	0,15÷0,20	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,30		8÷50
23B2	1.5508	0,20÷0,25	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,30		8÷50
28B2	1.5510	0,25÷0,30	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,30		8÷50
33B2	1.5514	0,30÷0,35	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,30		8÷50
38B2	1.5515	0,35÷0,40	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,30		8÷50
17MnB4	1.5520	0,15÷0,20	≤ 0,30	0,90÷1,20	0.025	0.025	0,30		8÷50
20MnB4	1.5525	0,18÷0,23	≤ 0,30	0,90÷1,20	0.025	0.025	0,30		8÷50
23MnB4	1.5535	0,20÷0,25	≤ 0,30	0,90÷1,20	0.025	0.025	0,30		8÷50
27MnB4	1.5536	0,25÷0,30	≤ 0,30	0,90÷120	0.025	0.025	0,30		8÷50
30MnB4	1.5526	0,27÷0,32	≤ 0,30	0,80÷1,10	0.025	0.025	0,30		8÷50
36MnB4	1.5537	0,33÷0,38	≤ 0,30	0,80÷1,10	0.025	0.025	0,30		8÷50
37MnB5	1.5538	0,35÷0,40	≤ 0,30	1,15÷1,45	0.025	0.025	0,30		8÷50
30MoB1	1.5408	0,28÷0,32	≤ 0,30	0,80÷1,00	0.025	0.025	0,30	0,08÷0,12	8÷50
32CrB4*	1.7076	0,30÷0,34	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,9÷1,2		8÷50
36CrB4*	1.7077	0,34÷0,38	≤ 0,30	0,70÷1,00	0.025	0.025	0,9÷1,2		8÷50
31CrMoB2-1	1.7272	0,28÷0,33	≤ 0,30	0,90÷1,20	0.025	0.025	0,4÷0,55	0,10÷0,15	8÷50

ACEROS SIN BORO									
DESIGNACIÓN		C %	Si %	Mn %	S % ≤	P % ≤	Cr %	Mo %	Ni %
Simbólica	Numérica								
C35EC	1.1172	0,32÷0,39	≤ 0,30	0,50÷0,80	0.025	0.025	-	-	-
C45EC	1.1192	0,42÷0,50	≤ 0,30	0,50÷0,80	0.025	0.025	-	-	-
37Mo2	1.5418	0,35÷0,40	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	-	0,20÷30	-
38Cr2	1.7003	0,35÷0,42	≤ 0,30	0,50÷0,80	0.025	0.025	0,40÷60	-	-
46Cr2	1.7006	0,42÷0,50	≤ 0,30	0,50÷0,80	0.025	0.025	0,40÷60	-	-
34Cr4	1.7033	0,30÷0,37	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	-	-
37Cr4	1.7034	0,34÷0,41	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	-	-
41Cr4	1.7035	0,38÷0,45	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	-	-
25CrMo4	1.7218	0,22÷0,29	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	0,15 ÷30	-
34CrMo4	1.7220	0,30÷0,37	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	0,15 ÷30	-
37CrMo4	1.7202	0,35÷0,40	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	0,15 ÷30	-
42CrMo4	1.7225	0,38÷0,45	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,90÷1,2	0,15 ÷30	-
34CrNiMo6	1.6582	0,30÷0,38	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	1,3÷1,7	0,15÷0,3	1,3÷1,7
41NiCrMo7.3.2	1.7076	0,30÷0,34	≤ 0,30	0,60÷0,90	0.025	0.025	0,70÷0,9	0,15÷0,3	1,65÷2.-

Tabla I.- Composición química de los acros para deformación y extrusión en frío. Aceros para tornillería según Norma UNE-EN 10263-4/2001.

Por ello, la elección de un determinado material para su puesta en forma depende: (1) del grado de deformación o de la severidad de conformado en frío; (2) de los aspectos económicos del proceso de conformación, frente a otros métodos o técnicas de fabricación; y (3) de las propiedades requeridas en el producto final.

Los aceros más utilizados son:
Aceros dulces. Aceros de bajo contenido en carbono (C ≤ 0,23%), bien sea efervescentes bien sea calmados con silicio (Si), o bien sea calmados con aluminio (Al). Los aceros efervescentes por su excelente condición superficial son muy indicados para algunas operaciones de conformado en frío, particularmente, para la fabricación de tuercas. En la fase de colada del acero líquido, en el proceso de elaboración del acero se añade azufre (S) en el centro del lingote en efervescencia, con el objeto de obtener en el producto laminado una superficie limpia y muy plástica para conformar la tuerca, y un núcleo con alto azu-

fre, fácilmente mecanizable para perfilar la rosca. Los aceros calmados tienen mejor calidad interna y mayor homogeneidad estructural; y, son, particularmente, los aceros calmados con aluminio (Al) los más utilizados, ya que son, por norma, aceros de tamaño de grano fino.

Aceros de cementación. Aceros al carbono y aceros aleados de baja y media aleación, generalmente calmados con silicio (Si) y con una pequeña adición de aluminio (Al), para obtener un tamaño de grano fino. En los aceros aleados la presencia de los elementos de aleación perjudica su conformabilidad en frío.

Aceros de temple y revenido. Aceros al carbono (C), aceros al carbono-manganeso (C-Mn), y aceros de baja y media aleación. Estos grupos de aceros presentan ya problemas de puesta en forma, debido a baja plasticidad, por lo que se requiere una adecuada estructura metalográfica de recocido –estructura globular– para aumentar el grado de conformabilidad del material. Para paliar, en lo posible, esa baja plasticidad se ha desarrollado un grupo de aceros aleados con bajo silicio (Si ≤ 0,10%) de gran plasticidad, utilizados en aquellos trabajos de muy alto grado de deformación y recalcado en frío.

Aceros al boro. La adición de una muy pequeña cantidad de boro [$B_{soluble}$ ≈ 20 ppm.] en aceros de bajo y medio carbono, aleados o no aleados, les proporciona una excelente templabilidad y una suficiente resistencia mecánica y tenacidad, sin merma del grado de conformabilidad en frío.

Aunque, realmente, los aceros al boro podrían incluirse en el grupo de aceros de temple y revenido, pero su gran difusión y excelente adaptación en tornillería nos ha llevado a incluirlos en un grupo aparte del que hablaremos, ampliamente, más adelante.

8.1.1. Características y propiedades fundamentales de los aceros para deformación en frío

Al considerar las características y propiedades más importantes de este grupo de aceros, hay que tener muy en cuenta las siguientes: (1) alta plasticidad en frío; (2) adecuada composición química; (3) adecuada estructura micrográfica; (4) limpieza y morfología de inclusiones, procurando que sean las menos perjudiciales; (5) buena condición superficial; (6) control de los contenidos en elementos residuales; (7) tamaño de grano. El tamaño de grano fino imparte ductilidad y mejor superficie de acabado; aunque con relación a la maquinabilidad del material, exigida en algunas ocasiones, no es lo más adecuado.

En realidad, todos estos aspectos debidamente conjuntados ente sí, dan lugar a la característica más importante de los materiales para deformación en frío, que podríamos denominar lo que es la "conformabilidad". Cualquier alteración en alguna de estas consideraciones puede dañar muy sensiblemente el criterio de conformabilidad.

8.1.1.1. Plasticidad del acero

La aptitud del material para ser conformado en frío depende en primer lugar de la plasticidad, es decir, de la capacidad que tiene el acero de dejarse deformar sin romperse. La plasticidad del material se valora de diversas maneras, pero hay opiniones encontradas sobre la validez de los diversos métodos empleados en su evaluación.

Hay que tener en cuenta que en el conformado y forjado en frío, se incluyen operaciones muy diferentes como puede ser un simple recalcado, un fileteado, una extrusión, un estirado, etc. Se han de tener también en consideración las condiciones específicas de esas operaciones que son muy distintas según sea la velocidad y grado de deformación, el lubricante empleado, el diseño del utillaje, etc.

8.1.1.1.1. Dureza

La dureza de suministro del material a trabajar puede ser un criterio interesante y en la actualidad se considera que juega un papel muy relevante, si se tiene en cuenta la poca importancia que años atrás se le venía concediendo. Otro concepto que define la capacidad del metal a ser conformado en frío es la relación entre límite elástico y resistencia (LE/R), cuyo resultado interesa que sea el más bajo posible, cuando se realiza el ensayo de tracción correspondiente, ya que tal relación puede definir la capacidad de deformación del material en la zona de plasticidad. Por norma, aquellos aceros que tienen una relación LE/R ≤ 0,60 se consideran aptos para los trabajos de conformación en frío.

8.1.1.1.2. Estricción

La estricción –reducción de área mediante el ensayo de tracción– ha sido utilizada, en multitud de ocasiones, como medida de la aptitud a la deformación en frío. Cuando se especifica un mínimo de estricción (Z ≥ 70%), con el objeto de garantizar una buena ductilidad del material; es natural que se indique, también, el nivel de resistencia a la tracción (R): R ≤ 55 Kg/mm² ≤ 540 MPa.

Otras investigaciones buscaron criterios que se han considerado mejores para caracterizar la aptitud a la conformación en frío; el ensayo torsión-tracción es un caso concreto que se aplica particularmente a los materiales que se han utilizar en trabajos de extrusión. El ensayo consiste en realizar, sobre probeta, primero una deformación por torsión y después hacer sobre la misma una tracción axial para medir la estricción habida (%Z). Una forma sencilla, que creemos muy válida y fácil de efectuar, es el ensayo de recalcado que nos da una valoración rápida del comportamiento del acero ante su conformabilidad en frío. La prueba consiste en cortar una probeta del acero a ensayar, de una longitud igual 1,5 veces su diámetro: se recalca a un tercio (1/3) de su altura y si la probeta no se agrieta, el material es apto para la estampación en frío: **figura 1**. El ensayo de recalcado (1/3) es, en la práctica, el ensayo más habitual en el sector de tornillería.

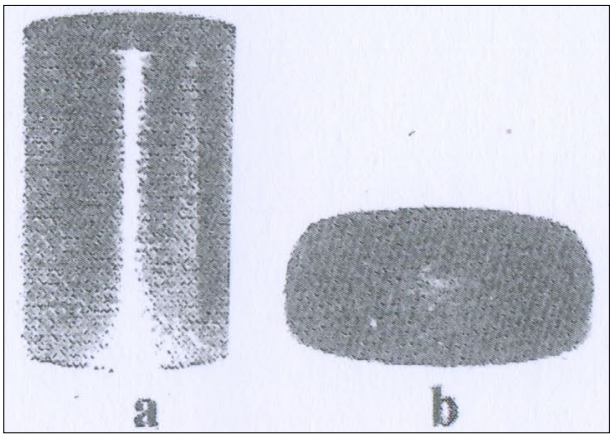


Figura 1.- Ensayo de recalcado: (a) probeta de altura h0 = 1,5 ø; (b) recalcado 1/3 h_0.

8.1.1.2. Composición química.

Aunque cualquier acero de construcción mecánica puede ser fabricado en la calidad ¨deformación en frío¨, su composición juega un papel determinante en la plasticidad del material a través de su propia dureza intrínseca de composición, o bien por la de su estado en bruto de laminación y/o, asimismo, por la dureza de recocido. Todos los elementos presentes en el acero contribuyen a su endurecimiento, pero cada uno de ellos en proporciones distintas y variables.

El carbono es el elemento más activo del endurecimiento, pero su presencia en el acero es indispensable en la mayoría de los casos.

Los elementos que tienen tendencia a formar carburos –cromo (Cr), molibdeno (Mo), vanadio (V), etc– presentan un mínimo efecto sobre el endurecimiento de la ferrita, siempre que los carburos formados estén suficientemente globulizados en la matriz ferrítica y en toda la masa del material. El efecto endurecedor depende, mayormente, del tratamiento térmico; endurecimiento que es creciente cuando en la composición química del acero, se pasa del molibdeno al cromo y del cromo al vanadio: Mo → Cr → V.

Los elementos que quedan en solución sólida en la ferrita –silicio (Si), cobre (Cu), manganeso (Mn) y níquel (Ni)– tienen un efecto endurecedor mayor: el manganeso y el níquel en menor cuantía. La presencia del boro (B), en muy pequeñas proporciones, no endurece la matriz ferrítica del acero en estado recocido, pero sí actúa muy significativamente sobre la templabilidad.

El silicio está considerado como un elemento "nocivo" de los aceros que se han de conformar en frío. El contenido máximo está limitado al 0,25 por 100 (Si ≤ 0,25%). En casos muy particulares se fija su cuantía en un máximo de 0,15 por 100 (Si ≤ 0,15%).

El cobre tiene un efecto endurecedor todavía más elevado. Por lo que su contenido en este tipo de aceros está limitado a un máximo de 0,10 por 100 (Cu ≤ 0,10), según especificaciones.

Teniendo en cuenta lo anteriormente indicado, se confirma el interés de las adiciones de boro (B) en los aceros para la deformación en frío. En estos últimos 40 años ha habido un gran aumento en la producción de aceros al boro, particularmente, diseñados para el sector de tornillería.

8.1.1.2.1. Tratamiento térmico de recocido

En el caso de piezas de cierta complejidad de hechurado y con un alto grado de conformado; si se quiere tener éxito en la operación de trabajado en frío, utilizando para ello aceros con carbono superior al 0,20 por 100 (C > 0,20%), es necesario que el material correspondiente, antes de su puesta en forma, presente una estructura globular: glóbulos de cementita repartidos en una matriz ferrítica; **figura 2**. Para alcanzar una estructura globular suficientemente correcta, se recomienda diversas formas de recocido, casi siempre, en función de la composición química del acero.

El material laminado en caliente se somete, preferentemente, a un recocido de globulización que, como se sabe, es un tratamiento con el cual se consigue una baja dureza y resistencia del acero. La globulización se consigue calentando y mante-

Figura 2.- Microestructura globular con 90% de globulización: glóbulos de cementita repartidos en una matriz ferrítica. Acero 36MnB4.

niendo el material largo tiempo a una temperatura de recocido ligeramente superior a la crítica Ac_1 [Tª = (725 ÷ 740 ºC)] –otras veces ligeramente por debajo de Ac_1 [Tª ≈ 700 ºC]–, según la composición del material. Finalizado el tiempo de calentamiento, se inicia el enfriamiento controlado de 10 ºC/hora hasta alcanzar una temperatura por debajo y próxima a 600 ºC; conseguida esta temperatura cesa entonces el enfriamiento controlado y el material se deja en el horno que se enfríe hasta la temperatura ambiente; **figura 3**.

El control final del material recocido, se efectúa mediante una toma de muestras, por carga de horno, con las cuales se realizan: (1) ensayos de tracción: resistencia [R ≤ 55 Kg/mm² ≤ 540 MPa] y estricción (Z > 70%); (2) examen microscópico de la estructura para determinar la tasa de globulización obtenida –valor admisible ≥ 90%– y se comprueba, también, el tamaño y distribución de los glóbulos de perlita; (3) ensayo de recalcado en frío a 1/3.

8.1.1.3. Condición superficial

El estado superficial y sus defectos, influyen de forma muy importante en el resultado de la puesta en forma en frío. Por lo cual se vigilan muy exhaustivamente las profundidades máximas de los defectos según las especificaciones de los usuarios y, mayormente, según las diferentes normas que sobre estos productos existen.

Hoy día ya no se habla de que los defectos superficiales admisibles sean menores de una profundidad determinada, sino que el receptor del material señala en sus pliegos de condiciones de suministro: ¨ausencia total de defectos superficiales¨. Dado que, la mayor o menor cuantía de los defectos tiene cierta dificultad de interpretación; las normas más usuales no se refieren a una profundidad máxima de defectos –algunos hablan de defectos ≤ 0.05 mm– sino que adoptan ensayos tecnológicos, preferentemente, el de recalcado a 1/3.

Para el ensayo de recalcado, como ya hemos adelantado, se deben extraer probetas rectas cuya longitud sea 1,5 veces su diámetro [h_0 = 1,5 d] del material a ensayar; las superficies finales de las secciones han de ser planas y paralelas entre sí; **figura 4**. Efectuado el ensayo hay que tener en cuenta, sobre todo, si ha habido grietas superficiales en la probeta aplastada: (1) si aparecen

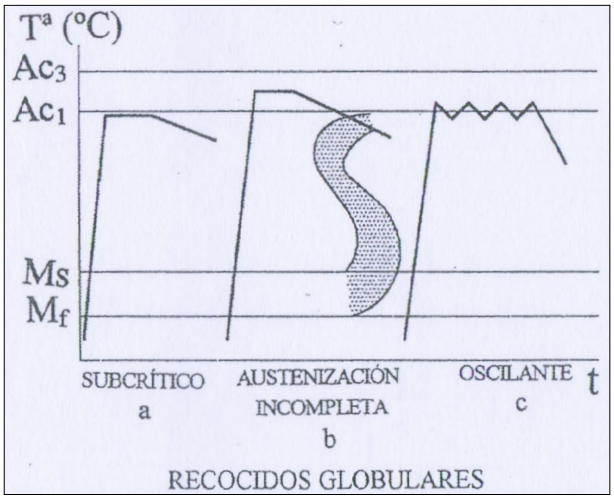
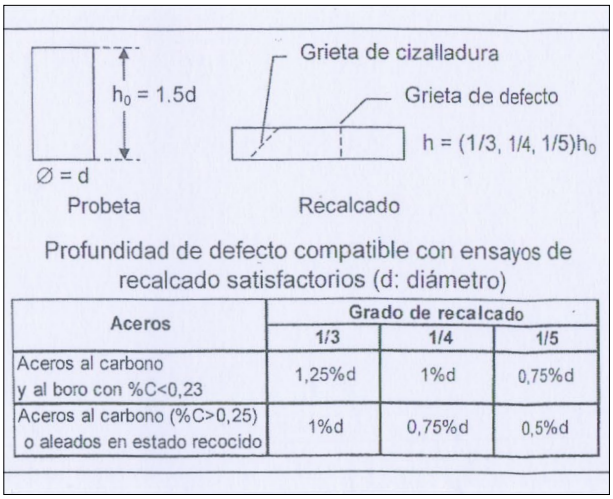


Figura 3.- Diagrama de secuencia temperatura-tiempo (TT) correspondiente a las distintas formas de recocido globular: (a) subcrítico; (b) de austenización incompleta; y (c) oscilante.



Profundidad de defecto compatible con ensayos de recalcado satisfactorios (d: diámetro)

Aceros	Grado de recalcado		
	1/3	1/4	1/5
Aceros al carbono y al boro con %C<0,23	1,25%d	1%d	0,75%d
Aceros al carbono (%C>0,25) o aleados en estado recocido	1%d	0,75%d	0,5%d

Figura 4.- Ensayo normalizado de recalcado y profundidad de defectos compatibles con ensayos de recalcado satisfactorios.

grietas en el sentido recto y perpendicular a su diámetro, entonces, existe la posibilidad de que en el material haya defectos superficiales; (2) cuando la grieta tiene una inclinación aproximada de 45º respecto a la dirección del esfuerzo aplicado –grietas de cizalladura–, indica que el material tiene una ductilidad insuficiente y, por tanto, no tiene la necesaria plasticidad. En ambos casos el material ensayado no es apto para ser conformado en frío; **figura 5**.

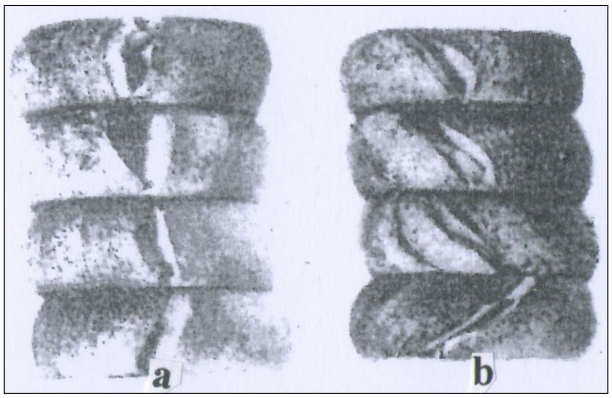


Figura 5.- Problemas que pueden surgir durante el recalcado del acero: (a) defectos superficiales presentes en el material; (b) falta de plasticidad del mismo.

Finalmente indicar que hay condiciones superficiales no aptas para la deformación en frío que proceden, eventualmente, de materiales estándar –colada convencional y/o de colada continua– con poros o defectos subcutáneos, que dificultan muy mucho su puesta en forma en frío.

8.1.1.4. Descarburación.

La descarburación total o parcial no presenta a priori ningún inconveniente; por el contrario su presencia puede suponer una ventaja, ya que una disminución del contenido de carbono en la superficie del acero aumentaría la ductilidad del material y, además, frenaría la propagación de fisuras.

Teniendo en cuenta que las piezas conformadas en frío, generalmente, son piezas acabadas o que han de sufrir algún tratamiento térmico posterior: –bonificado, cementación, carbonitruración, temple por inducción, etc– una disminución de carbono en la superficie de la pieza mermaría y, casi siempre dificultaría, la consecución de las características específicas requeridas en su trabajo mecánico.

Aunque en la mayoría de casos, se exige una ausencia total de descarburación –tal como ocurre en los productos torneados y rectificados–; en algunas ocasiones se admiten pérdidas de carbono parciales, superficiales, de hasta el 1 por 100 (1%) del diámetro o espesor del material estirado en frío o trefilado.

8.1.1.5. Inclusiones no metálicas.

Toda inclusión produce una discontinuidad en la matriz ferrítica del acero y es fuente de posibles grietas, o de fisuras, en el trabajo de conformación en frío del material. Las inclusiones que se generan en los procesos de elaboración del acero –a excepción de aquellas calidades de acero en las que se realiza, voluntariamente, adiciones de azufre (S), plomo (Pb), bismuto (Bi)....etc.– son, principalmente, sulfuros, óxidos y, eventualmente, carbonitruros de titanio (Ti), de circonio (Zr), de niobio (Nb). Las inclusiones de óxidos son del todo perjudiciales y no aptas para una buena conformación plástica en frío de los aceros. Por ello debe vigilarse intensamente la limpieza inclusionaria de los materiales utilizados en procesos de deformación en frío. Se han de vigilar, muy particularmente, las alúminas (Al_2O_3) que son las llamadas inclusiones duras. Los sulfuros son nefastos, también, para el trabajo de puesta en forma en frío. Los sulfuros alargados, precipitados en los límites de grano, originan una falta de cohesión del material y tienen tendencia a abrirse. Se puede evitar, en lo posible, tal tipo de inclusiones y con ello se aumenta, sensiblemente, la plasticidad del material:

Modificando la morfología de los sulfuros –globulización de los sulfuros con adiciones controladas de selenio (Se) o de teluro (Te)–, para obtener en el material la suficiente ductilidad que resista fuertes deformaciones.

Modificando la morfología de los silicatos y las alúminas –inclusiones duras– mediante una adición controlada de calcio (Ca) en el acero; las inclusiones disminuyen en número, se hacen más blandas, más uniformes y más pequeñas, mejorando muy mucho la plasticidad en frío del material. Con la adición de calcio (Ca) en el acero: (1) desaparecen las cadenas o rosarios de alúminas de elevada dureza; y (2) hay una reducción de los silicatos, formándose óxidos globulares de tamaño pequeño y, relativamente, más blandos.

Disminuyendo fuertemente el contenido de azufre (S) en el acero. Son conocidos distintos trabajos en los que, bajando el azufre en el acero a menos de 20 ppm (S ≤ 20 ppm), el material presenta una elevada conformabilidad sin necesidad de recurrir a tratamientos térmicos de globulización.

Los nitrocarburos –de Ti, de Zr, de Si, etc–, al igual que los óxidos y los sulfuros alargados, son perjudiciales para la plasticidad del acero; pero dado que sus contenidos son muy pequeños, su efecto global sobre la plasticidad del material es también, prácticamente, despreciable. Hay que tener en cuenta, además, los problemas de defectos internos –chevrons-- producidos en los procesos de extrusión de los materiales trefilados y calibrados en frío. Tales defectos son descohesiones internas en forma de punta de flecha, sombrero chino, en uve (V), etc; **figura 6**. Los chevrons se originan, preferentemente, en los procesos de extrusión directa, donde tienen una influencia negativa las segregaciones internas que pueda tener el material –falta de ductilidad–, así como la acumulación de inclusiones del mismo. En el origen de los chevrons influyen, además, otros parámetros que son ajenos al material, tales como: (1) ángulo de la hilera de estirado; (2) grado de reducción de la sección extrusionada; (3) coeficiente de rozamiento entre material/hilera, etc.

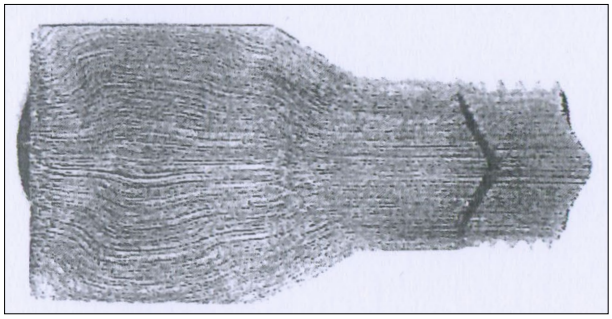


Figura 6.- CHEVRONS. Descohesiones internas en forma de V que se originan, básicamente, en los procesos de extrusión directa. Los factores más importantes que influyen en su origen son: (1) atribuibles al material–segregaciones internas y acumulación de inclusiones-; (2) factores al material –ángulo de la hilera de estirado, tasa de reducción de la sección transversal extrusionada, coeficiente de rozamiento material/herramienta-.

8.1.1.6. Tamaño de grano.

Los aceros para trabajos de deformación en frío han de ser de tamaño de grano fino y homogéneo [(5÷7) ASTM]. Cuanto mayor es el tamaño de grano, el grado de reducción de forja o estampado en frío es menor y, por tanto, menor es también plasticidad del material. Está confirmado que cuanto más heterogéneo es el tamaño de grano, mayor es la oposición del material a fluir, uniformemente, durante su puesta en forma en frío. El acerista tiene que poner gran atención en los procesos de elaboración del material en caliente, particularmente, en el control de las temperaturas finales de laminación; con el fin de obtener, en el acero, un tamaño de grano fino y homogéneo. Sobre todo, cuando el material va a ser conformado en frío sin recocido previo.

8.1.1.7. Elementos residuales.

Los elementos residuales aumentan ligeramente el límite elástico del acero y, por tanto, aumenta: (1) los esfuerzos necesarios para el trabajo de conformación en frío; (2) el desgaste de las herramientas; (3) los riesgos de fisuración y grietas, a partir de los eventuales defectos superficiales.

Las normas especifican los contenidos máximos de los elementos residuales de mayor influencia: cromo (Cr), cobre (Cu), estaño (Sn) y fósforo (P). El fósforo (P) y el estaño (Sn) son los elementos que tienen mayor influencia negativa sobre la ductilidad del material, particularmente cuando el acero se somete a trabajos de recalcado en frío.

A pesar de tan amplios argumentos sobre las exigencias de calidad, los aceros para forja y estampación en frío precisan de ciertos cuidados especiales, tal como hemos indicado a lo largo de este capítulo.

En los trabajos de puesta en forma en frío, el nitrógeno presente en el acero produce fragilidad debido al envejecimiento del material, que se traduce en un aumento de la dureza y del límite elástico, al mismo tiempo que se produce una marcada disminución de la ductilidad. Es por lo que es muy importante mantener, en los aceros para trabajos en frío, niveles de nitrógeno lo más bajos posibles; es aconsejable no sobrepasar las 80 ppm (N ≤ 80 ppm).

Resumiendo: en las normas de recepción de los aceros para trabajos de conformación en frío destacamos, fundamentalmente, los valores siguientes:

- Composición química.
- Resistencia máxima admisible y estricción mínima, en estado de suministro.
- Profundidad de descarburación parcial admisible.
- Calidad superficial, caracterizada por la profundidad admisible de los defectos; evaluados generalmente por el ensayo de recalcado.
- Dureza mínima (HRC ≥ 40) del material después del temple; dureza medida en el centro de la sección o núcleo de la probeta ensayada.

(Continuará)

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE

VOLÚMEN 1 "PRINCIPIOS DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS ACEROS"

Está ordenado en tres partes. **La primera parte** aborda los conceptos fundamentales que caracterizan las transformaciones que tienen lugar en el acero, tanto en el calentamiento como en el mantenimiento a temperatura de tratamiento, así como en el enfriamiento hasta final de ciclo: diagrama hierro-carbono (Fe-C); diagrama TTT (temperatura-tiempo-trasformación) y diagrama TEC (diagrama de enfriamiento en continuo).

La segunda parte define los tratamientos térmicos másicos: normalizado, recocido, temple revenido, bonificado. Los isotérmicos: austempering, martempering y patentado. Así como los tratamientos subcero y los criogénicos, acentuando los aspectos prácticos de este grupo de tratamientos sin descuidar las bases teóricas de los mismos.

La tercera parte se centra en los tratamientos superficiales: cementación, nitruración, carbonitruración y temples superficiales (temple por inducción, temple a la llama y temple por rayos láser. La importancia creciente y las continuas innovaciones quedan justificadas en los capítulos dedicados a ellos.

VOLÚMEN 2 "ACEROS DE CONSTRUCCIÓN MECÁNICA Y SU TRATAMIENTO TÉRMICO"

Describe de una forma práctica, clara y concisa, todo lo que concierne a los aceros finos de construcción mecánica y también a los aceros inoxidables. El libro está estructurado en dos partes. **La primera parte**, que consta de 9 capítulos, se examinan los aceros al carbono y aleados de temple y revenido, los de cementación y nitruración, los aceros para muelles, los de fácil maquinabilidad y de maquinabilidad mejorada, los aceros microaleados, los aceros para deformación en frío y los aceros para rodamientos. **La segunda parte** está dedicada al estudio de los aceros inoxidables; los dos primeros y extensos capítulos describen los aceros inoxidables y su comportamiento frente a la corrosión. Tras la clasificación de las distintas familias inoxidables, se profundiza en la soldadura de tal grupo de aceros y la relevancia que tiene el tratamiento post soldadura. Con este bagaje, el estudio de los mecanismos de las distintas formas de corrosión es claro y preciso.

El último capítulo está dedicado a los aceros maraging. Se describen los mecanismos del endurecimiento por precipitación de dichas aleaciones, así como los tratamientos más adecuados para alcanzar una extraordinaria y una muy alta tenacidad. Con los tratamientos termoquímicos y térmicos, aplicables a dichas aleaciones, termina el capítulo.

VOLÚMEN 3 "ACEROS DE HERRAMIENTAS PARA TRABAJOS EN FRÍO Y EN CALIENTE, SU SELECCIÓN Y TRATAMIENTO TÉRMICO. ACEROS RÁPIDOS"

Como el volumen 2 está dividido en dos partes, **la primera parte** se inicia haciendo una consideración sobre los criterios actuales de selección de los aceros para la fabricación de útiles y herramientas, las propiedades y características fundamentales que determinan la selección de un acero para herramientas, así como los factores metalúrgicos y tecnológicos que influyen en el comportamiento de las herramientas en servicio. Se discuten algunas consideraciones referentes a la teoría y práctica del tratamiento térmico de los aceros al carbono y de los aceros aleados para herramientas en general

Se profundiza sobre esta gran familia de aceros: aceros al carbono, aceros aleados para trabajos en frío, aceros aleados para trabajos en caliente; particularizándose sobre la extrusión en caliente y la fundición inyectada, así como de los aceros más cualificados para cada uno de sus componentes y herramientas correspondientes. Se analizan, al mismo tiempo, los aceros espaciales para la fabricación de moldes para la industria del plástico.

La segunda parte se destina por entero a una descripción profunda de los aceros rápidos y de su tratamiento térmico; ya que constituyen, por sus características intrínsecas y especiales, una categoría aparte en el contexto de los aceros aleados para herramienta.

VOLÚMEN 4 "FUNDICIONES DE HIERRO Y OTRAS ALEACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO TÉRMICO"

La primera parte del libro se refiere a las fundiciones de hierro, pasando revista a las fundiciones grises, a las atruchadas, así como a las blancas; insistiendo en los tratamientos de eliminación de tensiones, de ablandamiento, temple y revenido. Se incluyen también las fundiciones atruchadas y en los distintos tipos de fundiciones maleables; ferríticas, perlíticas, martensíticas o de corazón blanco.

Capítulo aparte merecen las fundiciones especiales: de grafito compacto o esferoidal, así como los tratamientos específicos de estas fundiciones. Igualmente reciben una atención especial las fundiciones ADI en las que se detallan, dada su especificidad, los tratamientos térmicos y un breve comentario sobre calidad ACI y las de calidad AGI.

La segunda parte del libro está dedicada a las aleaciones no férreas, tanto conformadas como fundidas y bonificables o no bonificables.

El **aluminio** y sus aleaciones son tratados con rigor tanto en su composición y propiedades como en los tratamientos térmicos que pueden y, en muchos casos, deben sufrir, ya sean tratamientos de endurecimiento por precipitación, de temple, de solubilización, de maduración o de recocido.

En el **cobre** y sus aleaciones se profundiza en el estudio de sus características principales. Dentro de la variedad de aleaciones de cobre se distinguen tanto los latones como los bronces o los cuproaluminios, cuprosilicios, cuproberilios y cuproníqueles, especificando los distintos recocidos de homogenización o recristalización, eliminación de tensiones, precipitación estructural o temple.

El **titanio** (Ti), metal descubierto en la última década del siglo XVIII. En un principio se tenía como mera curiosidad científica hasta que a mediados del siglo XX, una vez conocida sus excelentes propiedades mecánicas y tecnológicas, se reconoció su potencial como material que presenta, entre otras importantes propiedades, una muy alta relación resistencia/peso. Por su resistencia y relevante dureza, su extraordinario módulo específico, así como su baja densidad [Ti = 4,6 g/cm^3] se utiliza, cada vez más, en la moderna industria aeroespacial, desplazando a las aleaciones de aluminio y a los aceros inoxidables, etc. Su excelente resistencia a la corrosión, muy importante en agua de mar, permite su utilización –bastante generalizada– en la construcción de equipos marinos.

LOS MATERIALES METÁLICOS

Con la aparición del 4º volumen del título general

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS MATERIALES METÁLICOS

ACEROS Y OTRAS ALEACIONES SUSCEPTIBLES DE TRATAMIENTO TÉRMICO

se cierra el ciclo de esta extensa obra estructurada en 4 volúmenes.

4 VOLÚMENES

VOLÚMEN 4 — 35 €

VOLÚMEN 3 — 40 €

VOLÚMEN 2 — 40 €

VOLÚMEN 1 — 30 €

Puede ver el contenido de los libros y el índice en: www.pedeca.es
o solicite más información en: 91 781 77 76 / pedeca@pedeca.es

TERESA MARTÍNEZ HERNÁNDEZ
Abogada

Despacho de abogados multidisciplinar ubicado en Bilbao, disponibilidad geográfica en el País Vasco y Comunidades limítrofes.

• Dº Civil General: Contratos, herencias, dº inmobiliario, dª bancario, compraventas, arrendamientos, desahucios, reclamaciones a morosos, responsabilidad civil.

• Dº Civil Matrimonial: divorcios, medidas relativas a menores, pensiones de alimentos, liquidación de sociedad de gananciales.

• Dº Penal: Asistencia a comisarias y juzgados, denuncias, delitos leves, alcoholemias, violencia de género, accidentes de tráfico, delitos económicos, lesiones, delitos contra la seguridad vial.

• Dº Laboral: Despidos, reclamaciones de cantidad, incapacidades.

• Administración de Fincas.

Consúltenos y pida presupuesto sin compromiso

Tfno: 661.939.675 – teresa_martinez@icasv-bilbao.com

SU MEJOR COMUNICACIÓN
REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL
PUEDE DESCARGAR TODOS LOS NÚMEROS GRATUITAMENTE EN:
WWW.PEDECA.ES

Si nos envía un email a pedeca@pedeca.es le añadimos en el correo de distribución cada vez que se edite un nuevo número

PEDECA Press Publicaciones
SOMOS SU MEDIO
C/ Goya, 20. 1º. • 28001 MADRID • Telf.: 91 781 77 76 • pedeca@pedeca.es • www.pedeca.es

FABRICAMOS:

MÁQUINAS PARA EL DESENGRASE, LAVADO Y LIMPIEZA TÉCNICA DE TODO TIPO DE PIEZAS INDUSTRIALES

Lavar, Desengrasar, Fosfatar, Secar... Todo tipo de piezas eliminando: Óxidos, fangos, pastas de pulir, pegamentos, virutas, ferrichas, aceites, grasas, polvo...
En máquinas de tipo: TÚNEL, ROTATIVAS, CUBAS, CABINAS, TAMBORES.

*Disponemos de laboratorio propio para el control de calidad de la limpieza.

Bautermic S.A.
Tel: 933 711 558 - Fax: 933 711 408
www.bautermic.com
comercial@bautermic.com

GRUPO PIROVAL
Hornos, secaderos e incineradores industriales

Horno gas para tratamientos térmicos a 1.200º
Horno eléctrico para tratamiento de metales y productos en general a 300º
Horno eléctrico para tratamientos varios hasta 1.280º

www.hornosysecaderos.com grupopiroval@grupopiroval.com
961 668 836

HEA
SINCE 1945
HORNOS INDUSTRIALES
www.alferieff • hea@hornoshea.com
Tel: 916396911 • MADRID

HORNOS PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS AL VACÍO

- Temple Gas
- Temple Aceite
- Revenido
- Recocido
- Soldadura Brazing
- Sinterizado
- MIM
- Nitruración Baja Presión
- Nitruración Iónica
- Cementación Baja Presión

EL ESPECIALISTA EN HORNOS DE VACIO DESDE HACE MÁS DE 70 AÑOS

APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L
Polígono Erletxe. Plataforma B. Nave 5 - 48960 GALDACANO - ESPAÑA
Telf. (+34) 944 262 522 - Fax. (+34) 944 262 262
info@aplitec-tt.com - www.aplitec-tt.com - www.bmi-fours.com

INGENIERÍA DE REFRACTARIOS Y COMBUSTIÓN
Compromiso y fiabilidad
DEGUISA
www.deguisa.com

TECRESA®
TECNICAS DE REFRACTARIOS, S.A.U.
A member of the STEULER Group

EMPRESA LIDER EN MONTAJE, SUMINISTRO, MANTENIMIENTO Y SUPERVISION DE REVESTIMIENTOS REFRACTARIOS
Revestimientos Refractarios Industriales
Pavimentos Industriales – Protección de Superficies
Reparación y Refuerzo Estructural – Protección Pasiva contra Incendios
Ingeniería de Revestimientos Refractarios - Estudios de Eficiencia Energética

CENTRAL
Ribera de Zorrozaurre 15, 2º
Tf: +34 902 11 89 47·Fax: +34 944 48 37 32
48014 BILBAO
www.tecresa.com · tecresa@tecresa.com

DELEGACIONES
Asturias
Andalucía
Galicia
Cantabria
Madrid

Flexinox INDUSTRIAL
www.flexinox.com

ESPECIALISTAS EN LA FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PARA TRATAMIENTO TÉRMICO Y RECAMBIOS EN ACEROS REFRACTARIOS

TUBOS RADIANTES
MUFLAS
RETORTAS
UTILLAJES
CESTAS Y CRISOLES
CADENAS

REPARACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE HORNOS
(OBRAS REFRECTARIAS)

Representante para España de AUBE-LINDBERG

FILINOX, S.A.
C/ Sant Adrià, 76
08030 Barcelona
Tel.: 93 223 26 62
Fax: 93 223 26 67
customer@inoxidables.com

PYRO® CONTROLE
CHAUVIN ARNOUX GROUP

SSi SUPER SYSTEMS INC.

HITECH INSTRUMENTS LTD

TKK EREMA
TOKAI KONETSU KOGYO CO., LTD.

WINNER TECHNOLOGY CO.,LTD.
주식회사 위너테크

- Sondas de oxígeno
- Analizadores de gases
- Pruebas de uniformidad de temp. AMS2750D, E y CQI9 r3
- Sondas de temperatura
- Videoregistradores
- Reguladores de temperatura
- Thyristores
- Resistencias CSi y MoSi2
- Automatización de hornos

ENTESIS technology
Guitard 72 baixos, E-08014 Barcelona
Tel. (+34) 93 410 54 54, Fax (+34) 93 419 97 33
www.entesis.net · e-mail:info@entesis.net

APLITEC
Utillaje tipo mecano, cestas, tubos radiantes
Fundición acero inoxidable refractario
CFC
CODERE SA
Fabricante de hornos industriales para el tratamiento térmico
Utillaje forming
ECONOX SA
- Sonda de oxigeno.
- Regulador de atmósfera.
- Supervisión de taller.
RD TECHNOLOGIES
APLICACIONES TERMOTECNICAS, S.L Apdo. 4052 - 48080 BILBAO - ESPANA
Tel: +34. 94.426.25.22 Fax:+34. 94.426.22.62 info@aplitec-tt.com www.aplitec-tt.com

Fabricamos hornos y estufas industriales
Modelos stándars y especiales
tecno piro®
www.tecnopiro.com
Hornos del Vallés, S.A
Barcelona (Spain)
T/ 936 926 612
hdv@tecnopiro.com

PROYCOTECME
HORNOS INDUSTRIALES
Especialistas en tratamiento térmico
SOLO
Borel Special Furnaces
HORNOS VERTICALES, TRANSFER Y CONTINUOS
HORNOS Y ESTUFAS
PANELES DE GASES
PANELES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN
CONSUMIBLES Y CALDERERÍA
CONSUMIBLES FUNDICIÓN
Ipsen
Tel: +34 938 467 984
www.proycotecme.com
proycotecme@proycotecme.com

interbil

Ingeniería Térmica Bilbao s.l.

Ingeniería y Productos para Hornos y Procesos Térmicos

P.I. Sangròniz, Iberre 1-M5
E-48150 SONDICA (Vizcaya)
Tel.: 94 453 50 78
Fax: 94 453 51 45
bilbao@interbil.es

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

www.interbil.es

ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

HORNOS INDUSTRIALES

DISEÑO Y FABRICACION DE INSTALACIONES - ASISTENCIA TECNICA
METROLOGIA Y CALIBRACION - CONTROL DE ATMOSFERA
SISTEMAS INFORMATICOS PARA CONTROL Y REGISTRO DE DATOS

POLIGONO INDUSTRIAL ARGIXAO, PAB. 60
E 20700 ZUMARRAGA (GIPUZKOA) SPAIN
TEL. (+34) 943 72 52 71 FAX. (+34) 943 72 56 34
info@arrola.es www.arrola.es

Wheelabrator

Su Proveedor de soluciones en Tratamiento de Superficies

Maquinaria y consumibles para granallado, chorreado, shotpeening y acabado por vibración.

Gran Via de les Corts Catalanes 133, At.B, 08014 BARCELONA
Tel. +34 934211266 Fax. +34 934223137

wheelabrator
shaping industry

www.wheelabratorgroup.com • contact@wheelabratorgroup.es
Norican Group es la empresa matriz de DISA y Wheelabrator

alju

- Granalladoras.
- Instalaciones de chorreado manual y automático.
- Líneas de granallado y pintado.
- Filtros de aspiración.
- Piezas y calderería antidesgaste.
- Esmeriladoras pendulares.

FABRICANTES CON INGENIERÍA PROPIA

Teléf.: +34 944 920 111 • e-mail: alju@alju.es • www.alju.es

ACEMSA

Centro Metalográfico de Materiales

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

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.*

CRONITE

Better by design

Diseño y fabricación de soportes de carga para todo tipo de hornos de Tratamiento Térmico en aceros refractarios, grafito, CFC, o soluciones mixtas

Nuevas aleaciones CR para cementación a baja presión

Nova Loada
Nuevas cestas modulables para hornos batch

Cronistar
Nuevos montajes para hornos de pote

www.cronite-group.com

Cronite Ibérica
Tfno.: +33 763 458 499 - Fax: +33 243 212 463
arnaud.trocherie@cronite-group.com

ERVIN

The World Standard for Quality

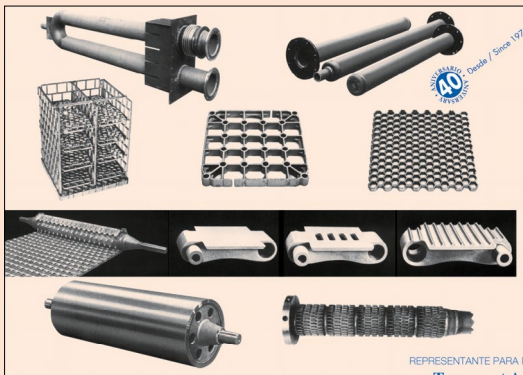
FABRICANTE DE GRANALLA DE ACERO Y GRANALLA DE ACERO INOXIDABLE

No sólo ofrecemos la mejor calidad de granalla del mercado, sino también un excelente servicio técnico.

- **Máxima productividad, mínimo coste**
- **Desgaste reducido**
- **Reducción del polvo y de la eliminación de residuos**

ERVIN 100 years

Por favor, póngase en contacto con el Sr. Manuel Forn:
M +34 628 531 487 • mforn@ervin.eu • www.ervin.eu



- Gran disponibilidad de modelos.
- Alta variedad de calidades.
- Piezas a medida según plano.
- Tubos radiantes.
- Rodillos.
- Parrilas.
- Cestones/cadenas.
- Muflas/Potes de recocido.
- Recuperadores.

SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS
GmbH & Co. KG

REPRESENTANTE PARA ESPAÑA Y PORTUGAL
Tecnymat Aceros, S.L.
Polígono Industrial Ugaldeguren 3 - Parcela 17-2, Nave 1
48170 Zamudio (Vizcaya)
Teléf.: 944 710 035 - Fax: 944 710 227
tecnymat@tecnymat.com

SOLO Switzerland
Hornos industriales para el tratamiento térmico
www.soloswiss.es
SOLO Swiss SA
email : mail@soloswiss.com - tel. : +41 32 465 96 00

Ipsen
www.Ipsen.de
Your Total Solutions Provider

Borel
Standard Furnaces & Ovens
Switzerland
Hornos industriales y estufas
www.borel-hornos.com
Borel Swiss SA
email : borel@soloswiss.com - tel. : +41 32 465 96 00

HOT técnicas en Hornos HOT, S.L.
- HORNOS PARA TRATAMIENTO TÉRMICO
- UTILLAJES, PARRILLAS, CESTAS
- PINTURAS PROTECTORAS
- HORNOS DE LABORATORIO
- DISEÑO, CONSTRUCCION Y ASESORAMIENTO
- SERVICIO TÉCNICO, REPUESTOS
AICHELIN Group
Lohmann Qualität in Edelstahl
Stop off paints LUISO®
TECNICAS EN HORNOS HOT S.L.
Polígono Ibaiondo
Pabellón nº 13
20120 Hernani - Spain
e-mail: hot@tecnicashot.com
TF : + 34 943 33 72 33
Fax : + 34 943 33 72 34
Mv. : + 34 609 20 00 90

Termopares especiales
calibraciones ENAC
automatización de procesos
Reguladores
Video-Registradores
pirometro infrarrojo
calibración hornos de vacio
experiencia
desde -200 a 2400ºC
Termopares
Suministro y Calibracion Industrial s.l.
sondas pt-100
instrumentación
servicio técnico
www.sciempresa.com
calibración insitu
calibración TUS
cámara termografica
todo en temperatura
Indicadores
consultoria AMS-2750-D
calibración SAT
expertos en normativa aeronáutica
Ribera de Axpe,11,d2,L203,48950 Erandio tel.944765276 sci@sciempresa.com

insertec
Furnaces & Refractories
Etxerre Kaminoa 21 \
48970 Basauri \
Bizkaia \ Spain
Tel.: +34 - 944 409 420
Fax: +34 - 944 496 624
email: insertec@insertec.biz
www.insertec.biz

Generación económica para un Vacío óptimo
Busch Ibérica S.A.
+34 (0)93 861 61 60
busch@buschiberica.es
www.buschiberica.es
BUSCH
Bombas y Sistemas de Vacío

AMETEK
MATERIALS ANALYSIS DIVISION
Analizadores Estacionarios de Metales
La solución integral para sus necesidades de análisis de metales
SPECTROLAB
Máximas prestaciones para la siguiente generación de analizadores de metal
SPECTROMAXx
El Analizador de Metales Preferido
SPECTROCHECK
Las máximas prestaciones y fiabilidad al precio más bajo posible
¡Celebramos 40 años!
SPECTRO 40 YEARS
944 710 401 • comercial@spectro.es

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

Septiembre 2021

ACEMSA	48
ALJU	48
APLITEC	47
ARROLA	CONTRAPORTADA
B.M.I	47
BAUTERMIC	46
BOREL SWISS	49
BUSCH	49
CONEQTIA	9
CRONITE	11
DEGUISA	47
EBRATS	23
ENTESIS	47
ERVIN	48
FLEXINOX	47
GRUPO PIROVAL	46
HEA	7
HORNOS DEL VALLÉS	13
HOT	15
INSERTEC	49
INTERBIL	5
IPSEN	PORTADA
LIBROS TRATAMIENTOS TÉRMICOS	44 y 45
METALMADRID	INT. PORTADA
PROYCOTECME	47
REVISTAS TÉCNICAS	INT. CONTRAPORTADA
SOLO SWISS	49
SPECTRO	49
STEEL TECH	21
SUBCONTRATACIÓN	37
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN	17
TECNYMAT	19
TECRESA	47
WHEELABRATOR	48

EN EL PRÓXIMO NÚMERO

NOVIEMBRE

N° Especial METALMADRID (Madrid).

Hornos de inducción. Quemadores. Estufas. Secaderos. Hornos para tratamiento térmico del aluminio y aleaciones ligeras. Aceros para herramientas, fundiciones y moldes. Construcción de herramientas. Medidas. Control no destructivo, temperatura, dureza

SU MEJOR COMUNICACIÓN

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

PUEDE DESCARGAR TODOS LOS NÚMEROS GRATUITAMENTE EN:

WWW.PEDECA.ES

Si nos envía un email a pedeca@pedeca.es le añadimos en el correo de distribución cada vez que se edite un nuevo número

PEDECA *Press* Publicaciones

SOMOS SU MEDIO

C/ Goya, 20. 1º. • 28001 MADRID • Telf.: 91 781 77 76 • pedeca@pedeca.es • www.pedeca.es

PORQUE LA DIFERENCIA SE MARCA DESDE EL PRINCIPIO

EL KNOW HOW UNIDO AL CUIDADO DE LAS PRIMERAS FASES DE FABRICACION MARCAN LA CALIDAD, FIABILIDAD Y DURABILIDAD FINAL DEL PRODUCTO.

MEDIANTE HORNOS DESARROLLADOS, INSTALADOS Y MANTENIDOS POR ARROLA SE FABRICAN COMPONENTES PARA LA MAS ALTA COMPETICION.

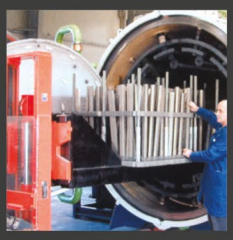
ARROLA®

SERVICIO INTEGRAL
PARA INSTALACIONES
DE TRATAMIENTO TERMICO

SERVICIO INTEGRAL

PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO Y GALVANIZADO EN CALIENTE

DISEÑO Y FABRICACION DE INSTALACIONES - ASISTENCIA TECNICA
METROLOGIA Y CALIBRACION - CONTROL DE ATMOSFERA
SISTEMAS INFORMATICOS PARA CONTROL Y REGISTRO DE DATOS



POLIGONO INDUSTRIAL ARGIXAO, PAB. 60
E 20700 ZUMARRAGA (GIPUZKOA) SPAIN
TEL. (+34) 943 72 52 71 FAX. (+34) 943 72 56 34
info@arrola.es www.arrola.es

publiadk.com