TRATER Press
NOVIEMBRE 2020 • Nº 79
REVISTA DEL TRATAMIENTO TÉRMICO
www.pedeca.es

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

The Next I&M Summit

Industry & Manufacturing

Nuevas Fechas

PRÓXIMAMENTE

Auditorio Rafael del Pino - Madrid

Innovation Partner

TRUMPF

DELTECO

Event Partner

INDUSTRY
FROM NEEDS TO SOLUTIONS
BARCELONA

Media Partner

IMHE

MOLD Press

Powered by

grupo metalia

www.thenextsummit.es

Nuestra Portada

Hornos HEA de alta homogeneidad de temperatura empleados en el curado de rotores bobinados, o en Hot Bonding de piezas aeronáuticas de materiales compuestos de fibra de carbono.

HEA
Hornos industriales
Tel.: 916396911
Madrid
www.alferieff.com
hea@hornoshea.com

SUMARIO | NOVIEMBRE 2020 - Nº 79

Artículos

Fórum de ARCAS 4

Etorki, nuevo agente de Ebner para España y Portugal 5

El impacto de la COVID-19 en el Sector Metal 6

Subcontratación 2021, foro de negocio para pymes y proveedores 8

El investigador de IDEKO David Barrenetxea, elegido miembro permanente del principal foro internacional de fabricación industrial 10

La ingeniería ITERA abre en China una oficina para ofrecer soporte a los clientes asiáticos 12

Molde de control de caudal de ABB para mejorar la calidad, el control y la productividad en una nueva fábrica de chapa de acero de EE. UU. 14

La industria aeroespacial mundial se enfrenta a las consecuencias de la pandemia 16

Reinicio exitoso de ferias comerciales en China: la feria líder de Düsseldorf, THERMPROCESS, celebró su estreno en Shanghai 18

Nuevo desarrollo de Phoenixtm – inspecciones visuales de hornos sin interrupción de la producción 20

El Sector Aeroespacial de Euskadi se enfrenta al más grave reto de su historia 22

FLHYSAFE 28

El tratamiento térmico del acero: de "arte a ciencia" 30

Guía de compras 38

Índice de anunciantes 42

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
Creatividad, diseño y maquetación: Pedeca Press
Impresión: Villena Artes Gráficas

Asociación colaboradora

Asociación de Amigos de la Metalurgia

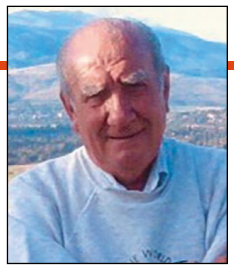
Por su amable y desinteresada colaboración en la redacción de este número agradecemos sus informaciones, realización de reportajes y redacción de artículos a sus autores.
TRATER PRESS se publica seis veces al año: febrero, abril, junio, septiembre, noviembre y diciembre.

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

Noviembre 2020

FÓRUM DE ARCAS



Juan Martínez Arcas

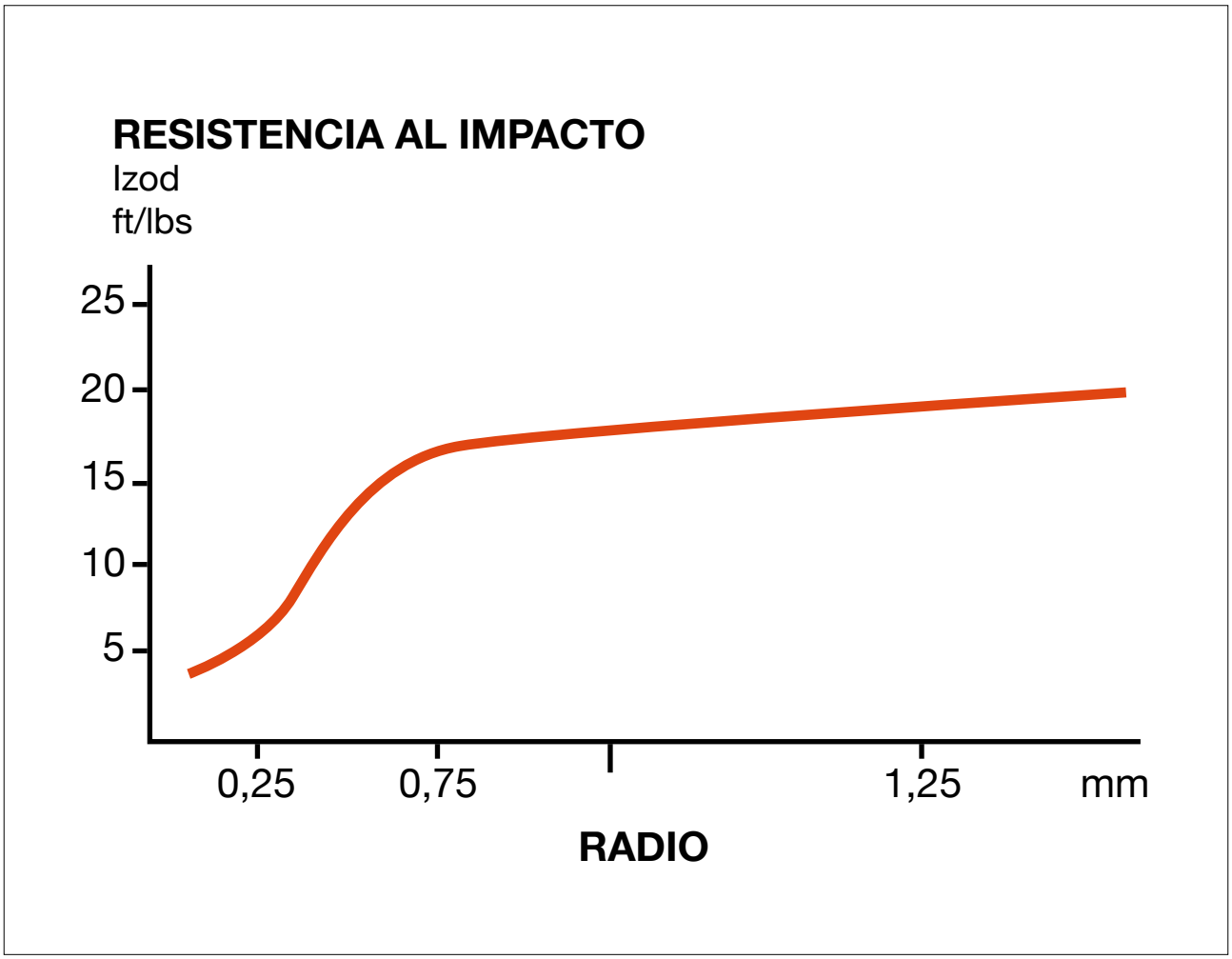
En publicaciones anteriores nos habló sobre los Factores determinantes del éxito o fracaso de una herramienta (Moldes y Matrices) y que el Diseño *era uno de los factores determinantes a tener en cuenta.* Nos gustaría que nos ampliara la importancia que tienen los cambios de sección o también llamados CANTOS, en el argot profesional.

Un buen diseño de una matriz o molde ha de tener siempre en cuenta el **factor metalúrgico** en cuanto a la diferencias de masas, radios, taladros, esquinas (cantos), espesores, complejidad, etc.

El hecho de evitar los cantos y las esquinas agudas siempre que sea posible, es un buen ejemplo de cómo un proyectista experimentado puede mejorar la vida del molde o matriz, así como la productividad.

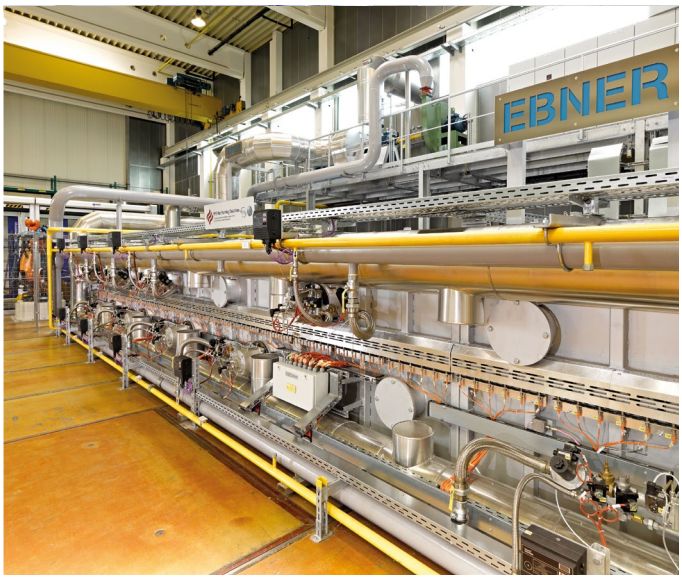
Las esquinas agudas en las piezas moldeadas, y en consecuencia en el molde, son puntos potenciales de iniciación de tensiones y futuras grietas, tanto en la pieza como en el molde. Aumentando el radio de las esquinas de la pieza moldeada o conformada, el proyectista puede mejorar de forma significativa la resistencia al impacto del molde. El resultado es un molde más resistente, con gran capacidad de soportar grandes presiones tanto de cierre como de inyección.

En el siguiente cuadro vemos el efecto del radio en la resistencia al impacto (acero: F-5318-UNE , con TT a 46-47 HRC). Probeta tomada de la superficie en sentido longitudinal.



Nota importante: Seguiremos en el próximo número de TRATERpress con la ampliación del Factor Metalúrgico dentro del Diseño.

ETORKI, NUEVO AGENTE DE EBNER PARA ESPAÑA Y PORTUGAL



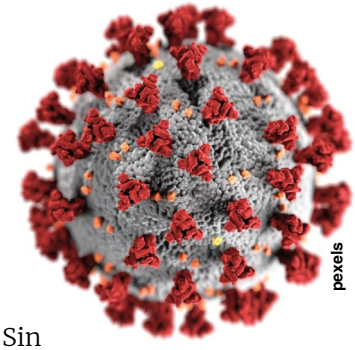
Etorki, con una experiencia acumulada de más de 40 años en el sector del metal como especialista en materiales abrasivos y maquinaria, será el nuevo agente de EBNER para España y Portugal.

La firma austríaca EBNER, con fábricas en Europa, América y Asia, tiene una dilatada trayectoria como fabricante de hornos industriales para el tratamiento en fábricas productivas de acero, aluminio, aleaciones de cobre y otros metales: hornos de campana para bobina o alambre, hornos de solera de rodillos, hornos verticales para bobina, flotante, tipo batch, etc. En cualquiera de los casos, especialista en atmósfera controlada con H_2.

EBNER es una firma líder en su sector con clara orientación innovadora y de desarrollo de nuevas soluciones en el campo de los tratamientos térmicos.

EBNER se une a las actuales marcas representadas por etorki orientadas a la industria de fabricación del metal, como Braun, Silvercut o Nakanishi.

EL IMPACTO DE LA COVID-19 EN EL SECTOR METAL


pexels

La crisis sanitaria por el COVID-19 ha supuesto un profundo cambio en nuestra manera de vivir y trabajar. Es evidente y, tras largos meses de incertidumbres e impactos, vale la pena sentarse a reflexionar y tratar de determinar cuál es la naturaleza real de los cambios y retos a los que nos enfrentamos, sabedores de que los esfuerzos a realizar para recuperar la actividad económica serán significativos, como también lo deben ser las políticas y medidas que se adopten para garantizar un ecosistema que favorezca la tan aclamada reactivación de la actividad industrial y de cuantos sectores vinculados participan de su red de comercio y servicios.

En este ejercicio hemos querido desde Confemetal pulsar de la mano de nuestras organizaciones miembro directamente a las empresas de la industria, el comercio y los servicios del metal. Aunque, a partir de tal trabajo se elaborará un informe detallado del conjunto de respuestas recibidas, una primera aproximación ya nos permite ver lo complejo de un análisis general sectorial, sobre algo tan amplio y variado como es eso que llamamos "metal" y que supone un entramado tan extenso como diverso de empresas en términos de actividad, tamaño, implantación, acción exterior, dependencia externa,...

La encuesta realizada es fruto de la colaboración con nuestras organizaciones miembro, lo que nos ha permitido testar a más de 1.000 empresas de las distintas ramas de actividad de nuestro sector, en aquellos aspectos que entendíamos que más les preocupaban, fruto de consultas previas realizadas a sus organizaciones miembro. Lo realmente interesante del resultado obtenido es que son las propias empresas las que constatan algo que ya intuíamos y es que cuanto más pequeña es la empresa más le impacta la crisis sanitaria y que, siendo evidentemente mayor la preocupación de pymes y micropymes por el impacto de la actual crisis sanitaria, ello ha determinado también una mayor aportación de respuestas a la encuesta.

Asimismo hemos podido observar cómo cuanto mayor es la caída de la actividad, mayor es el impacto sobre el empleo en términos de despidos. Sin embargo el sector se esfuerza y mucho por mantener el empleo y su compromiso se muestra mayoritario cuando se trata de estimar la situación a final de año. Así, siendo nada menos que un 91% de los encuestados los que consideran que el futuro de su actividad empresarial es incierto y la evolución de la facturación esperada de la empresa a final de año es que empeorará o en el mejor de los casos no variará, asumen como evolución esperada del empleo en su empresa el poder mantener su plantilla al completo (un nada desdeñable 66,5% de los encuestados).

El informe muestra asimismo que las empresas han tenido mayoritariamente que recurrir a ERTES, si bien el número de empresas que siguen aplicándolos se ha reducido con el paso de los meses a un tercio de las que inicialmente lo solicitaron.

El impacto de la crisis se ha hecho notar asimismo en la caída de las exportaciones, siendo estas inferiores al 30% para la mayoría de las empresas de la muestra considerada. Destaca sin embargo en el extremo contrario que para un 11% de las empresas la caída de sus exportaciones ha sido de más del 50%.

Atendiendo a cuestiones clave para las empresas como son los impactos en la liquidez o el acceso a ayudas y el impacto sobre la misma de otras medidas adoptadas, el resultado de la encuesta muestra que la actual crisis sanitaria tiene como nos temíamos un impacto sobre la morosidad, cuestión fundamental para las pymes. Tal impacto llega incluso a ser estimado por casi un 9% de los encuestados, como una amenaza seria a la viabilidad futura de la empresa. Otro aspecto interesante que se observa es la apreciación bastante generalizada de que se han endurecido las condiciones de acceso a seguros de crédito.

Por cuanto respecta al acceso de ayudas y otras medidas adoptadas por las empresas, se observa que las principales medidas que se han adoptado son el recurso a créditos ICO, los aplazamientos

fiscales o fraccionamientos de pagos, la moratoria en la cotizaciones a la Seguridad Social, solicitud de otro tipo de ayudas o líneas de crédito (incluidas líneas de financiación autonómicas).

Por último caben ser destacadas las incidencias operativas identificadas por las empresas durante este ya largo periodo de pandemia. Dada la gravedad de la crisis actual y el impacto de la pandemia en el conjunto de actividades, no es de extrañar que un mayoritario 86,95% de los encuestados hayan sufrido de una u otra forma incidencias relevantes en la operativa de las empresas. Estas van desde problemas de abastecimiento de suministros y materias primas (mayoritariamente destacado por el conjunto de las empresas de la muestra, un 57,81%), a problemas para adaptar las instalaciones a los protocolos antiCOVID19, contagios y confinamientos de trabajadores, problemas en la contratación de personal especializado, dificultades asociadas a la contratación de servicios de instalación y mantenimiento industriales, de desplazamiento transfronterizo de trabajadores, o asociadas a la actividad exportadora de las empresas.

La lista es bastante amplia y recoge asimismo cuestiones tan variadas apuntadas por los encuestados como son la ralentización del ritmo de trabajo, el miedo de clientes, el impacto por la caída del sector turístico, las dificultades o problemas para acceder a clientes potenciales, restricción de visitas, conciliación de la vida familiar de empleados o inversiones que quedan pospuestas.

En definitiva, este amplio ejercicio de análisis y reflexión nos ha permitido constatar algunas de las cuestiones que ya anticipábamos en nuestros primeros informes sobre el impacto de la crisis sanitaria en el sector, pero también y muy especialmente poder cuantificar hasta qué punto uno u otro impacto identificado, es relevante en nuestro sector y puede amenazar con comprometer el futuro de nuestras empresas. Desde ese punto de partida es desde el que queremos construir, conjuntamente con nues- tras organizaciones miembro, las nuevas propuestas para un plan de recuperación efectivo y sostenible con el apoyo de las administraciones públicas responsables.

Fuente: CONFEMETAL

SUBCONTRATACIÓN 2021, FORO DE NEGOCIO PARA PYMES Y PROVEEDORES

Se celebrará del 1 al 3 de junio en el marco de +INDUSTRY.

Subcontratación, Feria Internacional de Procesos y Equipos para la Fabricación, celebrará una nueva edición en Bilbao Exhibition Centre del 1 al 3 de junio de 2021. Este importante foro de negocio constituye una cita indispensable para todas aquellas pymes subcontratistas que buscan establecer nuevos contactos, mejorar y ampliar su modelo de negocio y avanzar en su desarrollo. El encuentro, que el próximo año celebrará su vigésima edición, se ha consolidado como la única feria de procesos y equipos para la fabricación del Estado dedicada a las pymes subcontratistas y, además, como foro de referencia en el marco de la fabricación avanzada.

En el área expositiva de Subcontratación 2021 compartirán espacio empresas dedicadas a procesos de fabricación como la fundición, la mecanización de piezas y los moldes, modelos, matrices y troqueles, entre otros, y las dedicadas a equipos y maquinaria para fundición, soldadura, siderurgia, forja y tratamiento de superficies, principalmente. Con ello, estarán representados desde los procesos más esenciales hasta las tecnologías más avanzadas, así como los procesos completos de fabricación.

Esta oferta especializada atraerá a visitantes internacionales de los sectores de automoción, aeronáutica, máquina-herramienta, siderurgia, naval, petrolero, energía, ferroviario o bienes de equipo, principalmente. Subcontratación está dirigido a gerentes, responsables de compra, de subcontratación, directores-jefes de proyectos, directores-jefes de producción, y técnicos cualificados de empresas fabricantes de un amplio colectivo de sectores, interesados en conocer nuevos mercados y llegar a nuevos clientes.

En 2021 el encuentro mantendrá su esquema comercial de ediciones anteriores, que combina el apartado expositivo con encuentros B2B de gran formato. En este contexto, uno de los grandes atractivos de la cita será la posibilidad de participar en el **XIX Encuentro Europeo de la Subcontratación**, que está organizado por la Cámara de Comercio de Barcelona, junto a Cámara Bilbao y Bilbao Exhibition Centre, en colaboración con la Red de Bolsas de Subcontratación de España. En 2019, con motivo de la última edición del certamen, tuvieron lugar más de un millar de entrevistas con compradores procedentes de países como Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, España, Francia, Finlandia, Suiza, Italia, Marruecos y Serbia, permitiendo a expositores y visitantes establecer relaciones de calidad y formalizar acuerdos comerciales concretos.

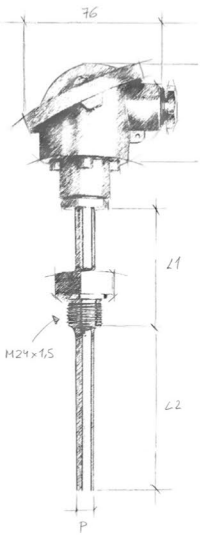
+ INDUSTRY, sumando ferias, creando industria

La celebración de Subcontratación en el marco de +Industry generará nuevas sinergias dentro de la propia feria y también en interconexión con otras seis importantes ferias industriales. Así, Subcontratación 2021 reforzará su perfil como espacio para los negocios y la transferencia de conocimiento gracias a la celebración de manera simultánea de **ADDIT3D**, Feria Internacional de Fabricación Aditiva y 3D; **INDUSTRY TOOLS by Ferroforma**, Feria Internacional de las herramientas y suministros para la Industria; **BeDIGITAL**, foro dedicado en exclusiva a la aplicación industrial de las tecnologías digitales; **MAINTENANCE**, Feria de Mantenimiento Industrial, y **PUMPS & VALVES**, Feria Internacional de Sistemas de Bombas, Válvulas y Equipamientos para Procesos Industriales.

La suma de las siete ferias en un mismo espacio transformará a Bilbao Exhibition Centre en el mayor punto de encuentro dedicado al Smart Manufacturing del país; un espacio en el que convivirán visitantes altamente especializados y más de 1.300 firmas especializadas de todo el mundo.

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

EL INVESTIGADOR DE IDEKO DAVID BARRENETXEA, ELEGIDO MIEMBRO PERMANENTE DEL PRINCIPAL FORO INTERNACIONAL DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL

El investigador de IDEKO David Barrenetxea ha sido escogido Fellow Member de la Academia Internacional para la Ingeniería de Producción (CIRP), el principal foro internacional dedicado a la investigación en fabricación avanzada. El nombramiento, con carácter permanente, supone un nuevo reconocimiento a la especialización en el desarrollo de tecnologías de fabricación del centro tecnológico vasco por parte de la prestigiosa entidad.

Mediante la elección de Barrenetxea, IDEKO, miembro de Basque Research and Technology Alliance, afianza su representación en el CIRP. El experto ha sido distinguido por la organización internacional por su trayectoria en la investigación y desarrollo de soluciones de rectificado, uno de los procesos de mecanizado industrial más complejos y exigentes.

"Esta distinción es fruto del trabajo en I+D en el ámbito llevado a cabo a lo largo de más de 20 años, por el grupo de personas que han formado el equipo de rectificado de IDEKO y es el resultado de la colaboración y la suma de fuerzas del resto de investigadores del centro tecnológico", asegura Barrenetxea.

El nombramiento se suma a la concesión de la medalla Taylor al investigador de IDEKO Xavier Beudaert el pasado mes de agosto, un galardón con el que el CIRP reconoce los mejores trabajos de investigación realizados por profesionales menores de 35 años.

Dentro de las diferentes categorías para los miembros de la Academia, los titulares del reconocimiento Fellow son investigadores que cuentan con una trayectoria acreditada en su ámbito de especialización, por lo que pasan a ser integrantes del organismo internacional de por vida.

El número de miembros Fellow es limitado y su elección implica un proceso largo y riguroso basado en la excelencia demostrada en la trayectoria investigadora de la persona escogida, para la que, entre otros requisitos, se necesita la esponsorización de otros cuatro expertos que ya cuenten con esa distinción.

Se trata del primer experto en rectificado del Estado que alcanza este reconocimiento y el segundo investigador de IDEKO en lograrlo tras la elección en el año 2009 de Mikel Zatarain. En estos momentos, el CIRP cuenta con alrededor de 170 miembros permanentes Fellow y 137 miembros asociados.

"Con el nombramiento de David Barrenetxea, IDEKO afianza su representación en el CIRP y consigue dar continuidad a su representación en un foro, que se encuentra en la vanguardia de la investigación aplicada a la fabricación. Muchos de los grandes hitos tecnológicos que han contribuido a revolucionar el sector de la fabricación industrial, tienen su origen en la investigación llevada a cabo por los miembros del CIRP", asegura la directora general de IDEKO, Nerea Aranguren.

Una trayectoria dedicada a la fabricación

El doctor David Barrenetxea ha desarrollado su carrera investigadora en el ámbito de los procesos de acabado, destacando su actividad en la simulación y análisis del comportamiento dinámico y estático de las rectificadoras sin centros. En concreto se ha centrado en ámbitos como la simulación dinámica y la regeneración geométrica de procesos de rectificado sin centros, la eliminación de vibraciones mediante técnicas de velocidad variable y la configuración de ciclos óptimos de rectificado.

Muchos de estos trabajos han sido transferidos e implementados con éxito por fabricantes de rectificadoras, un extremo que ha sido valorado por los miembros activos de la academia que, además del componente científico del trabajo de Barrenetxea, también han destacado la transferencia al mercado de sus desarrollos.

El CIRP lidera la investigación en el ámbito de la ingeniería de producción, abarcando diferentes ámbitos como el diseño, optimización, control y gestión de procesos, máquinas y sistemas, a nivel mundial.

LA INGENIERÍA ITERA ABRE EN CHINA UNA OFICINA PARA OFRECER SOPORTE A LOS CLIENTES ASIÁTICOS

Itera, ingeniería especializada en movilidad y referente en el sector de automoción, ha abierto en septiembre su primera oficina en China. Ubicada en la ciudad de Shanghai, esta oficina tiene como objetivo ofrecer soporte a los clientes con los que ya cuenta la firma española en el gigante asiático y es una réplica de las capacidades de Itera en España.

Itera China está formada por ingenieros con experiencia en proyectos en multinacionales. De este modo, desde esta oficina se podrán acometer proyectos de ámbito local y centrados en China y proyectos globales.

Además, por las características de los ingenieros que se han incorporado a esta oficina con capacidad multidisciplinar, desde Itera China se ofrecerá desarrollo de producto, así como soporte de ingeniería para lanzamiento y vida serie.

Itera cuenta con una larga trayectoria como ingeniería de Ford, y tras su experiencia con la firma del óvalo, ha ampliado su negocio hacia proveedores de Nivel 1 de la industria automovilística, otros fabricantes de vehículos y ha comenzado un proceso de diversificación, hacia el sector ferroviario y aeronáutico.

Oficinas de Itera

Esta oficina se une así a las instalaciones que la empresa ya dispone en India, Reino Unido, Alemania y Rumanía, y que responden al objetivo de la compañía valenciana de ubicarse cerca de sus clientes para los que trabaja en modo de "ingeniería ***onsite***", es decir, sus ingenieros se instalan en las oficinas del cliente para el desarrollo del proyecto.

Para Rafael Dolz, CEO de Itera, "*nuestra compañía trabaja codo con codo con nuestros clientes. No solo diseñamos los componentes, sino que estamos en el proceso de fabricación y de implantación. Nos manchamos las manos de aceite y estamos con ellos hasta que cada pieza encaja en el vehículo. Participamos tanto en el lanzamiento de vehículos,*

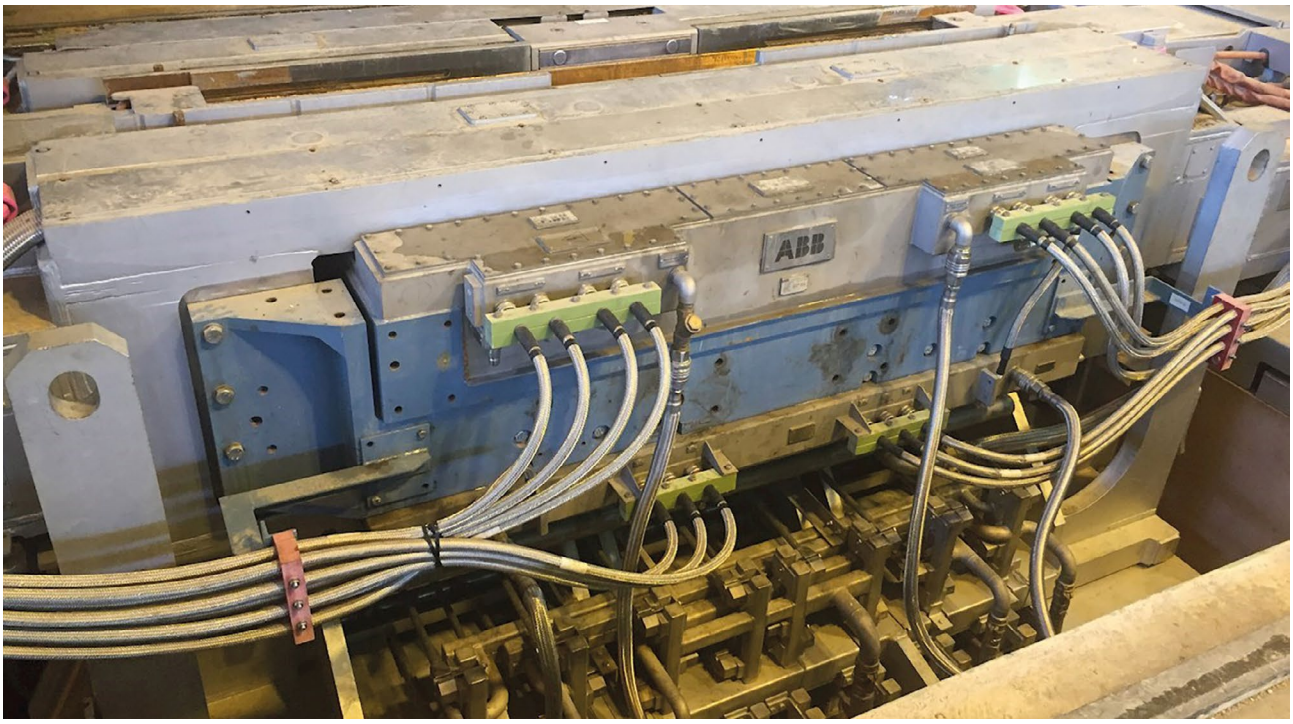
como en toda la vida productiva del modelo para colaborar en la mejora de la calidad, de la fiabilidad y de la productividad. De ahí la necesidad de contar con oficinas allá donde tenemos clientes y proyectos. Tenemos que estar cerca porque somos una ingeniería que participa en el desarrollo de cada proyecto".

Itera es una ingeniería de origen valenciano y proyección internacional que diseña, implanta, corrige y mejora los proyectos de los fabricantes de vehículos. Desde el año 2017 ha experimentado un plan de diversificación que le ha permitido acercarse a otros sectores como el ferroviario y el aeronáutico.

Su origen se remonta a 2003 de la mano de Jordi Cebolla y ha ido adquiriendo tamaño hasta alcanzar los 98 ingenieros y una facturación prevista el ejercicio 2020 de 9 millones de euros.

Además, Itera es el origen de un ecosistema de empresas relacionadas con el sector industrial que, bajo la sociedad de inversión Bouwen, participa en Hidragrup, Ingesis y Sinfiny.

MOLDE DE CONTROL DE CAUDAL DE ABB PARA MEJORAR LA CALIDAD, EL CONTROL Y LA PRODUCTIVIDAD EN UNA NUEVA FÁBRICA DE CHAPA DE ACERO DE EE. UU.



La última tecnología electromagnética de agitación y frenado ayudará a Nucor Steel Brandenburg a producir más rápido acero más limpio, con menos mantenimiento y a menor coste.

ABB ha sido seleccionada para suministrar su solución electromagnética de agitación y frenado para controlar el caudal de molde (FC mold), para una de las máquinas de colada continua de planchones más anchas del mundo en la nueva fábrica de chapa de acero de Nucor Corporation en Brandenburg, Kentucky (EE. UU.).

Esta máquina, con capacidad para planchas de hasta 305 mm de espesor por 3.150 mm de anchura, es la más ancha que se ha equipado con un FC mold. El pedido, realizado por el Grupo SMS, un proveedor de máquinas de colada, estará operativo para el año 2022.

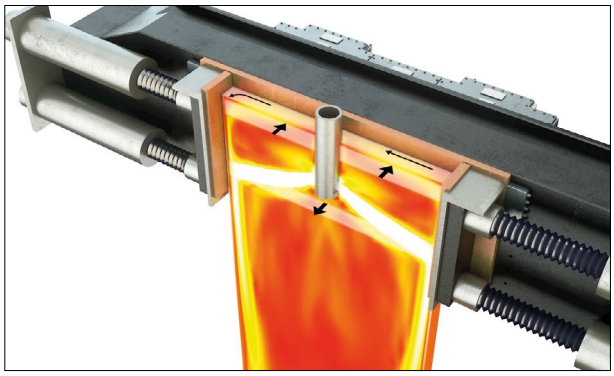
En la colada continua de planchones son cruciales las condiciones en la zona del menisco del acero en proceso de solidificación para determinar la calidad del producto final, e influyen mucho en la productividad y los costes generales de explotación. El FC mold, integrado en la máquina de colada, emplea campos electromagnéticos para controlar las fluctuaciones y la velocidad del caudal del menisco, a la vez que contribuye a evitar que queden atrapadas burbujas de gas e impurezas en el acero en solidificación.

Los resultados de más de cuarenta instalaciones en todo el mundo, han demostrado que el FC mold ofrece una mayor productividad y calidad, y conlleva menos costes de explotación para máquinas de colada que funcionen a todas las velocidades. Normalmente, la instalación del FC mold conlleva una reducción considerable de defectos, rechazos y productos más pobres. Además, el molde FC puede permitir un aumento en la velocidad de colada.

«Llevamos muchos años disfrutando de una productiva relación con el Grupo SMS y este es nuestro primer pedido para Nucor Brandenburg y para un FC mold en EE. UU.», declaró Anders Lehman, vicepresidente de Productos metalúrgicos de ABB. «El formato de colada de la instalación, al ser tan ancho, supone todo un desafío, pero el FC mold, además de mejorar la calidad del planchón, también ayudará a optimizar su funcionamiento considerablemente. Estamos deseando demostrar las numerosas ventajas de nuestra última tecnología de agitación y frenado electromagnético en este nuevo proyecto».

El Grupo SMS es un conglomerado de empresas con actividad internacional en la construcción de plantas e ingeniería mecánica para la industria del acero y de metales no ferrosos. El único propietario de la sociedad de cartera SMS GmbH es la Familia Weiss Foundation.

Nucor y sus empresas vinculadas son fabricantes de acero y productos de acero, con instalaciones operativas en Estados Unidos, Canadá y México. Entre sus productos se incluyen: acero al carbono y aleado —en barras, vigas, láminas y planchas—,



tubos de sección estructural hueca, conductos eléctricos, pilotes de acero, vigas y viguetas de acero, cubiertas de acero, acero de refuerzo de hormigón fabricado, acero acabado en frío, moldes de precisión, fijaciones de acero, sistemas de construcción metálicos, rejillas de acero y alambre y malla metálica. Nucor, por medio de The David J. Joseph Company, también negocia con metales ferrosos y no ferrosos, arrabio y hierro briquetado en caliente/hierro esponja, suministra ferroaleaciones y procesa chatarra ferrosa y no ferrosa. Nucor es el mayor reciclador de Norteamérica.

INNOVATIVE FURNACES FOR ALUMINIUM

T4, T6 TREATMENT LINE FOR WHEELS AND CAST PARTS

OTTOJUNKER
WE UNDERSTAND METALS

OTTO JUNKER GMBH - GERMANY | ✆ +49 2473 601 0 | ✉ SALES@OTTO-JUNKER.COM
JUNKER INC - NORTH AMERICA | ✆ +1 630 231 377-0 | ✉ SALES@JUNKERINC.COM

WWW.OTTO-JUNKER.COM

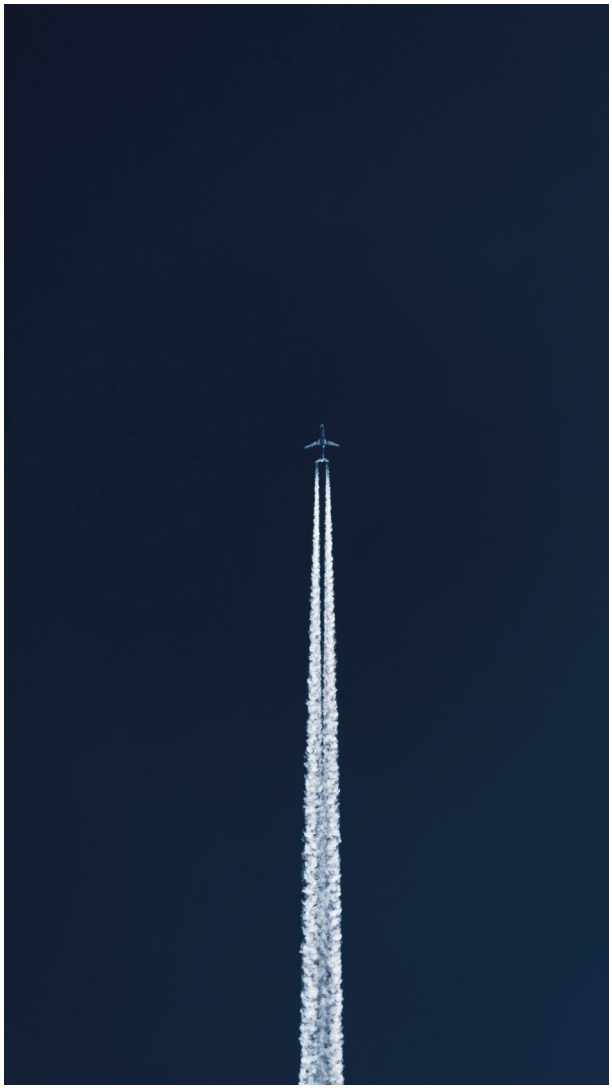
WE UNDERSTAND METALS

LA INDUSTRIA AEROESPACIAL MUNDIAL SE ENFRENTA A LAS CONSECUENCIAS DE LA PANDEMIA

El aumento de los contagios por la COVID-19 frena la recuperación de la demanda de pasajeros en el segundo semestre de 2020. Después de que la temporada de verano se viera interrumpida en Europa y Norteamérica, como consecuencia del aumento de los contagios por la COVID-19, y del descenso de los viajes en avión por parte de la población, el tráfico aéreo mundial, medido por los Ingresos por pasajero/Kilómetro recorrido (RPK por sus siglas en inglés), se contrajo un -75% interanual en agosto, tras una caída del -80% en julio. A medida que las restricciones sanitarias se vuelven más estrictas, Euler Hermes prevé que el tráfico aéreo de todo el año 2020 podría reducirse en un 60% en comparación con 2019. Los niveles anteriores a la crisis no se recuperarían hasta el año 2024.

Esto ha supuesto un golpe para las nuevas entregas de aviones, especialmente para los aviones de gran capacidad. Los desafíos a los que se enfrentan las aerolíneas se han visto reflejados en la situación de la industria aeronáutica a nivel mundial, por ejemplo, en el aplazamiento de las entregas de nuevos aviones, junto con una caída en la demanda e incluso cancelaciones directas, dependiendo del tipo de avión. Si se analizan estos datos en profundidad, se observa que la crisis de la COVID-19 ha golpeado la demanda de aviones de fuselaje ancho (pasillo doble) más que los de fuselaje estrecho (pasillo único), ya que los viajes internacionales de larga distancia han sido los que más se han visto afectados por la crisis. Según los pronósticos de la aseguradora, se prevé que Airbus y Boeing registren un descenso en las entregas de nuevos aviones de -57% y -26% en 2020 y 2021, respectivamente, en comparación con 2019. En este contexto, los fabricantes de aviones se han visto en la necesidad de reducir sus tasas de producción a unos 40 aviones al mes, muy por debajo de su objetivo de 60 al mes establecido hace un año.

La reducción de las tasas de producción pone en peligro la rentabilidad de los actores del sector aeroespacial. Se espera que los fabricantes de aviones registren pérdidas de 4.000 millones de dólares en 2020 y que el margen operativo medio de los fabricantes de aviones caiga hasta el -2,5%, tras haber registrado un máximo histórico del 9%



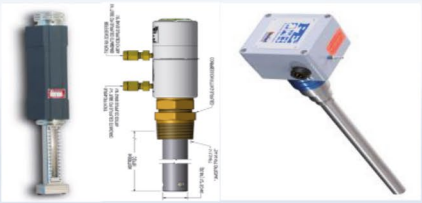
hace tan solo dos años. Esto se debe principalmente a que los aviones de fuselaje ancho más rentables de Airbus y Boeing, son los que se enfrentan también a mayores recortes de producción. Los proveedores de piezas de aviones y motores, por su parte, registrarían un margen operativo que rondaría el 3% en 2020 y 2021, frente a la media mundial del 11% registrada en la última década.

A largo plazo, los fabricantes y proveedores de aviones europeos podrán enfrentarse a mayores desafíos. A diferencia de los actores estadounidenses, que pueden contar con grandes presupuestos provenientes de defensa, los fabricantes y proveedores europeos no solo tendrán que esperar a que los niveles de producción de los nuevos aviones se recuperen, sino que también tendrán que hacer frente a las pérdidas de capacidad consecuencia del enorme gasto en I+D requerido, para cumplir las ambiciosas expectativas de desarrollo de un avión cero emisiones propulsado por hidrógeno para 2035.

HOT técnicas en Hornos HOT, S.L.

AICHELIN Group

HORNOS DE TRATAMIENTO – MAQINAS DE INDUCCION - QUEMADORES



EQUIPOS DE CONTROL Y REGULACIÓN

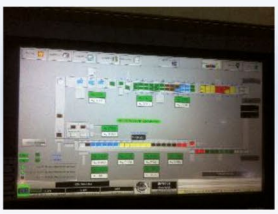
Lohmann
Qualität in Edelstahl

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

REINICIO EXITOSO DE FERIAS COMERCIALES EN CHINA: LA FERIA LÍDER DE DÜSSELDORF, THERMPROCESS, CELEBRÓ SU ESTRENO EN SHANGHAI

La feria internacional THERMPROCESS China celebró su lanzamiento como parte de Wire and Tube China en el Shanghai New International Expo Center (SNIEC) del 23 al 26 de septiembre de 2020. Junto con Saw EXPO China, que también estaba celebrando su estreno, unas 20 empresas presentaron sus innovaciones tecnológicas en un pabellón temático de 500 metros cuadrados.

El pabellón fue organizado por socios chinos e internacionales en cooperación con Messe Düsseldorf Shanghai. Las empresas alemanas de la industria del termoprocesamiento recibieron el apoyo oficial del Ministerio Federal de Economía y Energía (BMWi) en su participación en

la feria. En el marco de una empresa conjunta "Pabellón alemán" en condiciones atractivas, gigantes de la industria como Aichelin Holding GmbH / Noxmat, EMAG eldec Induction GmbH, Karl Dungs GmbH & Co. KG, WS-Wärmeprozesstechnik GmbH, Himmelwerk GmbH u Optris GmbH participaron para mantener un punto de apoyo en el mercado de crecimiento más importante del mundo, China. Los expositores internacionales de THERMPROCESS China incluyeron nombres conocidos como Guangdong Shunde Seko Machinery & Technology Co., Ltd., Handuk R-Feco Co., Ltd., Huzhou Zhongrui Precision Technology Co., Ltd., Calefaction industrial, Tianchang Filet High Tech Metals Co., Ltd. y Wieland Electric Trading (Shanghai) Co., Ltd.

El relanzamiento del negocio de ferias comerciales en China tras el cierre del coronavirus fue un éxito, con salas bien visitadas que crearon un buen ambiente para los 1.650 expositores en Wire, Tube, THERMPROCESS y Saw EXPO China. Durante los cuatro días de feria, unos 36.000 visitantes tuvieron la oportunidad de conocer tendencias y temas relacionados con los distintos sectores, beneficiándose de los numerosos efectos de sinergia presentados por las cuatro ferias en un solo lugar. "En todos los pabellones era evidente que el negocio de las ferias estaba volviendo a la normalidad. Todo esto ocurre naturalmente de acuerdo con el concepto de higiene y protección contra infecciones que coordinamos con las autoridades", dice Gerrit Nawaracala, Director de Proyectos de Tecnologías de Metalurgia y Fundición. "El mercado chino está en auge en el segmento específico de la metalurgia, y el interés de nuestros expositores de THERMPROCESS en presentar sus productos y servicios en el mercado en crecimiento de China, fue grande a pesar de las difíciles condiciones de viaje. Nuestra decisión de integrar la feria de tecnología de procesos térmicos del cuarteto de ferias comerciales de Düsseldorf GMTN en las ferias comerciales líderes en alambre y tubo de China, fue recompensada por los comentarios consistentemente positivos en los stands durante los cuatro días".

Desde hornos industriales, plantas industriales de tratamiento térmico y procesos térmicos hasta componentes, equipos y accesorios, hasta control, automatización, elementos calefactores, materiales aislantes térmicos y refractarios, producción de gas industrial, instrumentos de medición, tecnología de prueba, consultoría, servicios e ingeniería. La feria y el simposio internacional THERMPROCESS cubrieron todo el espectro de la tecnología de termoprocesamiento, reuniendo a proveedores internacionales de equipos con expertos y tomadores de decisiones de la industria de fabricación de máquinas, las industrias metalmecánica, fundición, automotriz y aeroespacial, y otros sectores importantes de la industria.

Los expositores de THERMPROCESS China utilizaron la plataforma para el intercambio internacional y quedaron extremadamente satisfechos con el desarrollo de la feria.

"La feria líder mundial THERMPROCESS está siguiendo los mercados de destino, y el último estreno en China la acerca un paso más a los clientes por razones que van más allá de la crisis del coronavirus. La primera edición de la feria puede describirse como bastante exitosa, incluso si la combinación con el alambre y el tubo no atrajo a todas las partes interesadas a Shanghai. Es un concepto de feria comercial probado con potencial adicional para proveedores internacionales".

Harald Berger, director de comunicaciones de mercado de AICHELIN Group

"Desde su fundación en Alemania en 1950, nuestra empresa se ha dedicado al desarrollo y fabricación de convertidores de alta y ultra alta frecuencia, que se utilizan ampliamente en la soldadura y el tratamiento térmico de tubos de acero. Somos muy optimistas sobre el potencial de desarrollo del mercado chino, lo que nos impulsó a participar en el pabellón THERMPROCESS lanzado en Tube China este año".

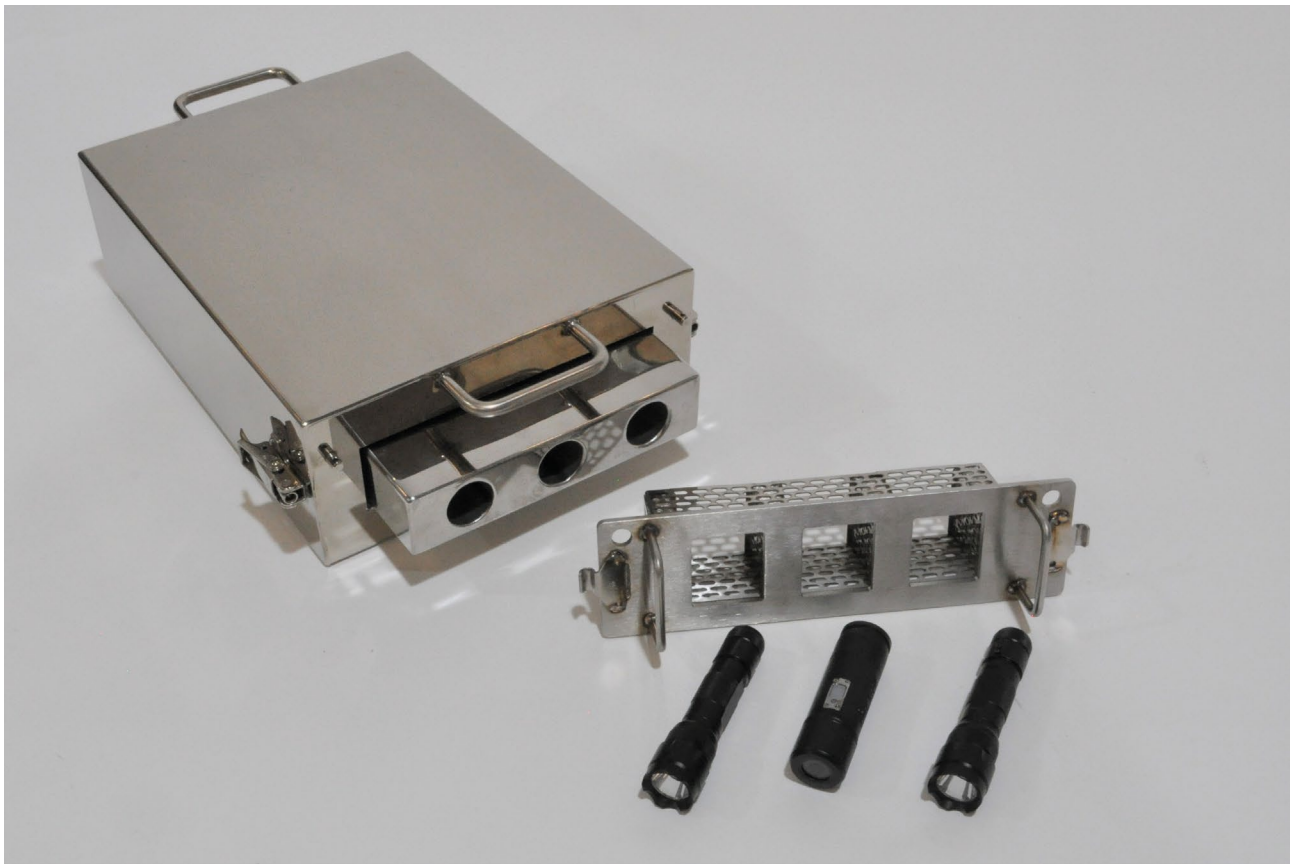
Jeff Ma, director general de HIMMELWERK China

"El pabellón THERMPROCESS será una nueva incorporación a Tube China este año. El propósito de mi visita es comprobar algunos de los sistemas y tecnologías avanzados de tratamiento térmico de metales, y los resultados han sido bastante fructíferos. Esperamos que cada vez más empresas profesionales de tratamiento térmico exhiban equipos de alta tecnología, tecnología ecológica y de ahorro de energía en el próximo Tube China".

Fu Tian Quan, supervisor de taller en la fábrica de procesamiento de calor de Yuepu en el distrito Baoshan de Shanghai

La próxima exposición de THERMPROCESS China with wire and Tube China, así como Saw EXPO China, se llevará a cabo en Shanghai del 26 al 29 de septiembre de 2022.

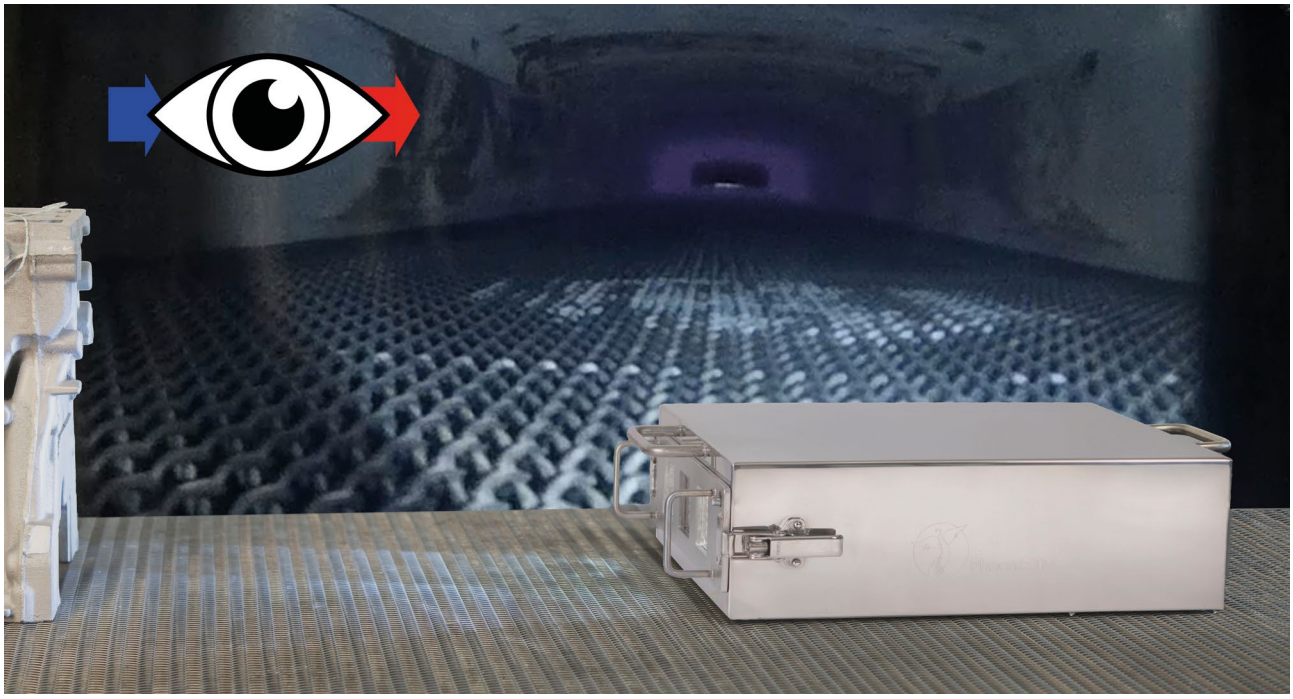
NUEVO DESARROLLO DE PHOENIXTM – INSPECCIONES VISUALES DE HORNOS SIN INTERRUPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN



Los hornos de tratamiento térmico necesitan inspeccionarse y chequear la precisión de su sistema de control regularmente. Además de problemas en la temperatura de proceso, puede haber muchos otros problemas en el proceso de producción. Por ejemplo daños físicos en la cinta del horno, formación de depósitos de restos de flux u otros problemas que requieren mantenimiento del horno. El aislamiento se puede fragilizar y romper obstruyendo el horno, los ventiladores pueden fallar, el producto puede quedar obstruido en el horno o posarse en la cinta transportadora de manera inestable... Pueden ocurrir muchas cosas que generalmente necesitan una parada de producción.

¿Qué hacer?

La inspección de los hornos es necesaria, pero nunca es una tarea fácil y rápida. El horno necesita ser enfriado y chequeado para evitar cualquier riesgo de pérdida de Calidad. El tiempo de enfriamiento debe ser largo, para permitir a los ingenieros un acceso seguro para realizar la inspección y las acciones correctivas. Hay otro retraso de producción asociado a volver a tener el horno en condiciones de producción (subir y estabilizar la temperatura). Esto requiere, según el modelo de horno y la temperatura de trabajo al menos 36-48 horas de parada de producción. Las paradas de producción implican pérdida de productividad. Para evitar esto, PhoenixTM ha desarrollado una solución técnica innovadora. El resultado es un sistema que puede viajar por el horno en condiciones de producción. Esto maximiza el valioso tiempo de producción y a la vez es fácil de usar por los técnicos, que ahora pueden ver el interior en condiciones de trabajo con el horno totalmente cargado, de forma segura y fácil en remoto. PhoenixTM toma ventaja de su know-how obtenido de



sus equipos de medida en proceso, que se usan en sus sistemas de medida de temperatura.

El sistema óptico consiste en una video cámara, y según el horno, una o dos potentes linternas LED. Esto se coloca dentro de una Barrera térmica similar a las usadas en medidas de temperaturas y viaja por el horno grabando un video del producto y las condiciones del horno durante el tratamiento térmico. No hay necesidad de enfriar el horno completamente, ya que el sistema puede soportar fácilmente temperaturas de hasta 650 ºC. La Barrera térmica tiene ventanas para la cámara y las linternas en el frontal, protegidas con vidrio resistente a altas temperaturas. La estructura multicapa de los cristales evita que se formen nieblas o se rayen.

¿Por qué la monitorización visual?

El sistema de monitorización visual se puede usar solo o como complemento del registro de temperaturas. El sistema viaja por el horno y graba un video del paso por el horno. Este video permite al técnico evaluar el proceso y las condiciones del horno. Se pueden comprobar por ejemplo daños y desgaste en el aislamiento del horno o en el sistema de transporte de la carga, sin largos periodos de enfriamiento del horno y después de vuelta a las condiciones de producción. Puede ser también interesante observar el paso del producto por el horno de brazing, para ver físicamente donde el metal se funde y el flujo del metal de aporte alcanza el efecto capilar deseado.

Conclusiones

Los sistemas de Mantenimiento regular y optimización de los hornos pueden evitar problemas de funcionamiento y pérdidas de producción. Con una combinación de la información ofrecida por el sistema de inspección visual y las medidas de temperatura, los técnicos son capaces no sólo de comprender, sino también de controlar, optimizar y validar el proceso de tratamiento térmico para proteger la calidad y la productividad. La exploración de los puntos débiles en el aislamiento del horno y las zonas frías o calientes que originan y su eliminación, puede reducir de forma efectiva el consumo de energía del horno y sus emisiones. Esto ahorra dinero y protege al medio ambiente.

EL SECTOR AEROESPACIAL DE EUSKADI SE ENFRENTA AL MÁS GRAVE RETO DE SU HISTORIA

Carlos Alzola y Ana Villate, Presidente y directora del Cluster HEGAN.

Las cifras de 2019 de los socios del Cluster de Aeronáutica y Espacio HEGAN fueron consecuentes con la tendencia de los últimos años, confirmando las previsiones que el sector tenía hasta esa fecha. Ahora bien, esa tendencia se ha desplomado, enfrentándose las empresas a un proceso de severa depresión del sector aeronáutico, ante la caída del tráfico aéreo motivado por la crisis sanitaria provocada por el Covid-19. La recuperación de la actividad a niveles anteriores a la pandemia podría posponerse hasta dentro de 4 ó 5 años, según expertos del sector y los propios OEMs, afectando a su producción de aviones comerciales y a toda su cadena de valor. El sector aeronáutico analiza actualmente medidas para reforzar su competitividad y retener talento de cara a la reactivación futura.

Asamblea General 2020

La Asociación Cluster de Aeronáutica y Espacio HEGAN celebró su Asamblea General anual por vía telemática, en un acto inaugurado por Arantxa TAPIA, Consejera de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente del Gobierno Vasco; y en la que Carlos ALZOLA, Director General de ITP Aero, ha sido reelegido Presidente del Cluster por otros dos años.

En ese acto, se presentaron los datos 2019, en los que se observaron tasas de variación anual correspondientes a las previsiones manejadas hasta el primer mes de este año 2020, antes de desplomarse. Es de destacar el dinamismo del sector aeroespacial en Euskadi, que con tan solo el 2,5% del empleo industrial generó el 5,7% del PIB industrial, en un proceso que aumentó durante los

últimos años y que revela la importancia de este Cluster en cuanto a generación de empleo de alta calidad y capacitación.

A pesar de estas cifras, la totalidad de los Socios, en el seno de esta Asamblea, estuvieron de acuerdo en que el Sector en general, y el de Euskadi en particular, se encuentran ante uno de los mayores y más graves retos a los que se hayan enfrentado nunca en su historia debido a la profunda y, previsiblemente, larga crisis mundial que está causando la pandemia producida por el SARS-CoV-2.

Previsiones del Sector

La llegada de la enfermedad Covid-19 ha ocasionado una crisis sin precedentes en la industria de aviación, provocando una grave caída del tráfico aéreo internacional y restricciones y cancelaciones de los viajes y las operaciones. Según EUROCONTROL, el tráfico aéreo en Europa llegó a descender hasta el 90% (un 80% a nivel internacional según IATA) al inicio de la Pandemia. En este momento estamos a unos niveles de reducción del 56% del tráfico de pasajeros respecto a estas fechas hace un año. Esto ha conllevado a una brusca caída de la demanda de aviones por parte de las Aerolíneas y Operadores, haciendo que se pospongan y cancelen pedidos y entregas, con el consiguiente impacto en la cadencia de fabricación de aeronaves. De ese modo, suministradores y proveedores han visto reducidos repentina y bruscamente sus niveles de producción entre el 40% y el 60%.

Los fabricantes de aviones no son optimistas. Estiman que la demanda de pasajeros sólo se recuperará en el medio y largo plazo, y debido a la necesidad de conectividad y la fortaleza de la movilidad. Desgraciadamente, esta paulatina recuperación del tráfico aéreo no repercutirá positivamente en la industria aeronáutica, hasta después de un lapso de tiempo que se prevé muy largo. De hecho, las previsiones y diferentes informes y estudios aún no ponen fecha exacta a la recuperación del sector, siendo la opinión más extendida que ésta no se producirá hasta al menos dentro de 4 ó 5 años.

Esta situación impacta de lleno en el empleo y pone presión sobre el riesgo de pérdida de capacidades estratégicas (talento y competitividad) de la industria, vitales para una salida simétrica (en condiciones equivalentes con el resto de países con los que competimos y con sectores muy protegidos) en la primera fase de la recuperación.

Reactivación del Sector

En este contexto complejo, la industria aeroespacial está trabajando de forma conjunta y a nivel europeo, nacional y local, en una labor coordinada entre empresas, administraciones y agentes sociales, pensando en el futuro y en contribuir a la recuperación económica, mediante el reforzamiento de un tejido industrial imprescindible para el país. El Gobierno Central y las distintas administraciones autonómicas han reiterado recientemente su apreciación, sobre el carácter estratégico del sector aeronáutico para la economía española, una actividad que el año pasado contaba con 45.000 empleos directos (100.000 indirectos), con una facturación superior a los 10.500 millones de euros, que representan una contribución al PIB industrial del Estado del 6%.

El Cluster HEGAN cree que es preciso seguir trabajando con las distintas administraciones para diseñar y poner en marcha medidas, con la necesaria ambición presupuestaria, que permitan preservar una actividad fundamental para nuestra economía. Es, igualmente, el momento de adoptar iniciativas de apoyo a la cadena de suministro que les ayude a superar las dificultades de liquidez, a garantizar la supervivencia de las empresas y a mantener el nivel tecnológico del que hoy disfrutamos -que tanto ha costado conseguir- para impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías para la aviación del futuro.

Algunas, no todas, de estas necesarias acciones están recogidas en el acuerdo suscrito por el Gobierno Central y Airbus a finales del pasado mes de julio, y que se van poniendo en marcha paulatinamente. Entre otros, la puesta en marcha de nuevos programas aeronáuticos para la compañía AIRBUS que puedan ir materializándose, servirá para preservar las capacidades tecnológicas e industriales, reforzando así el sector y sus industrias auxiliares, intentando minimizar el impacto en el empleo que está generando esta crisis. Esto podría permitir que el sector mantuviera un cierto nivel de actividad, impacto positivo sobre un número de puestos de trabajo de alta cualificación y seguir participando en la fabricación de los nuevos aviones, que den respuesta a los retos medioambientales y tecnológicos actuales.

También, en ese mismo Acuerdo, se prevé la constitución de un Fondo de Apoyo a la cadena de suministro que permita su desarrollo, consolidación, contribuir a superar el momento actual y a preservar las competencias clave, principalmente de aquellas PYMEs que tengan necesidades financieras urgentes (en este fondo participará Airbus como empresa tractora, así como empresas privadas y administraciones). También se asegura el incremento en más de un 25% de la inversión de la Administración Española en los programas de la ESA, o el impulso de un Plan Tecnológico Aeronáutico – PTA, entre los años 2020 y 2023, que estaría financiado por los Fondos de Recuperación de la EU y que será gestionado por la Agencia Española de la Innovación (CDTI) y dirigido a financiar el mantenimiento y el refuerzo de las actuales capacidades del sector aeronáutico y preparar la próxima generación de tecnologías de energías sostenibles y cero emisiones.

Clean Aviation

Luchando contra el COVID-19 y ante el gran reto del Cambio Climático, que continúa siendo una prioridad, la UE ha lanzado la iniciativa Clean Aviation: Strategic Research and Innovation Agenda. Un marco de apoyo a la I+D aeronáutica que le permita a Europa mantener un papel de liderazgo mundial en aviación y en su industria. Esta iniciativa surge como continuación del notorio programa europeo público-privado Clean Sky que en los últimos 13 años ha sido la vanguardia en el desarrollo de las tecnologías para las aeronaves más sostenibles, y en el que los Socios del Cluster han participado activamente.

Para la agenda política de la UE, el éxito del Green Deal en la aviación, o lo que es lo mismo un Pacto Verde Europeo destinado a ser el primer continente climáticamente neutro, depende de la capacidad de la industria aeronáutica europea para mantener su posición en el escenario mundial, a través de su capacidad para exportar sus aviones y tecnologías. En este contexto, la UE plantea hacer un uso inteligente de los programas de recuperación que se están preparando en términos de aceleración de la transición tecnológica hacia un nuevo sistema de aviación sostenible con aviones, motores y sistemas ecológicos que puede posicionar a los sectores de la aviación y la aeronáutica europeos en situación idónea para asumir un papel de liderazgo en una cadena de valor estratégica global, asegurar capacidades críticas y establecer nuevos estándares globales en sostenibilidad. Arquitecturas híbridas eléctricas y completamente eléctricas, Arquitecturas de aeronaves ultraeficientes y Tecnologías disruptivas para permitir aviones propulsados por hidrógeno, son los tres ejes clave para los esfuerzos de I+D+I que impulsarán la eficiencia energética y la reducción de emisiones de los futuros aviones.

Industria Inteligente

En Euskadi también se está preparando la transición de la Fabricación Avanzada a la Industria

Inteligente. Desde la perspectiva del planteamiento estratégico global de la FA en Euskadi en los 10 últimos años, el reto de la sostenibilidad y el aprovechamiento de las oportunidades de la Inteligencia Artificial, son los nuevos elementos que marcan la evolución desde la Estrategia de Fabricación Avanzada (2010-15) a la que siguió la estrategia Basque Industry 4.0 (2016-20).

La Industria Inteligente es la generación y aplicación de innovación y tecnologías de fabricación sostenibles y digitales de vanguardia, para la creación de productos y servicios de alto valor añadido y el desarrollo de nuevos modelos de negocio con gran potencial de impacto en términos de riqueza, empleo y minimización del impacto ambiental. Incluye el diseño de productos y procesos desde la perspectiva del ciclo de vida, la utilización de materiales y procesos sostenibles y la aplicación de soluciones digitales que mejoran la funcionalidad, eficiencia y/o experiencia de uso y/o aportan valor a través de la explotación del dato.

Nuestro Sector ha participado en un proceso de contraste, junto al resto de organizaciones dinamizadoras vascas, para enriquecer la definición de esta estrategia que permitirá a Euskadi impulsar la innovación, el desarrollo tecnológico, la sostenibilidad y el talento como palancas de competitividad de su industria y de posicionarse como líder en algunos nichos de negocio de una economía cada vez más global.

Acerca del Cluster

La Asociación Cluster de Aeronáutica y Espacio del País Vasco (HEGAN) está integrada por 70 miembros, posicionados prácticamente en toda la cadena de valor aeroespacial. Entre los Socios se encuentran 5 Tier1, 49 compañías industriales, 6 centros tecnológicos, 4 universidades y 6 aliados-cluster. Actualmente, los miembros de HEGAN cuentan con un total de 171 instalaciones alrededor del mundo, con 85 centros en Euskadi, 58 en el resto de España y 28 ubicaciones en el exterior (Alemania, Brasil, China, Estados Unidos, India, Malta, México, Polonia, Reino Unido y Rumanía).

Los Asociados generaron una facturación agregada en 2019 de 2.615 millones de euros en la totalidad de sus plantas alrededor del mundo, con un crecimiento del 6,4% sobre el año anterior, y dieron empleo directo a 15.273 personas, lo que supuso un incremento de plantilla del 2,8%. Por subsectores, Aeroestructuras representó el 53% de la facturación total del sector en 2019; Motores supuso el 41%; Sistemas y Equipos, el 3,6%, y Espacio, el 2,4%. La media del crecimiento anual de facturación en los últimos 10 años es del 8,5%.

En cuanto al crecimiento del empleo, pormenorizado por áreas geográficas, éste fue mayor en Euskadi, con un alza del 5,2 por ciento; correspondiendo un crecimiento del 2,4 % a las plantas del resto de España, y un descenso del 1% al resto del mundo. En los últimos 10 años, la media del incremento de empleo ha sido del 4,6% anual.

Por su parte, la inversión en I+D alcanzó los 121 millones de euros en 2019 (de los cuáles, casi el 78% corresponden a autofinanciación), lo que supone un porcentaje del 4,6% sobre la cifra de ventas. La media anual de I+D sobre ventas desde el año 1993 se mantiene por encima del 14%. En los últimos 10 años esta inversión acumulada en I+D se eleva a 1.643 millones de euros.

Las exportaciones de los socios del Cluster HEGAN se situaron en 1.830 millones de euros, lo que representa el 70% de las ventas totales. Por países de destino, destacan las exportaciones de este periodo a Reino Unido (32%), Francia (17%), Estados Unidos (16%), Alemania (15%) y Canadá (4%).

Ejercicio 2019 y variación 2018

DATOS	2019	Δ	2018
FACTURACIÓN TOTAL (M€)	**2.615**	**6,4%**	**2.457**
FACTURACIÓN EUSKADI (M€)	966	-2,4%	990
INVERSIÓN EN I+D (M€)	**121**	n/a	**143**
EXPORTACIÓN (M€)	**1.830**	n/a	**1.630**
EMPLEO TOTAL	**15.273**	**2,8%**	**14.856**
EMPLEO PAÍS VASCO	5.244	5,2%	4.985

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

FLHYSAFE

FLHYSAFE es el proyecto de investigación financiado por FCH 2 JU, que tiene el objetivo de demostrar que un sistema modular de pila de combustible puede reemplazar la actual turbina de emergencia (RAT), al tiempo que actúa como una unidad de energía de emergencia (EPU) a bordo de un avión comercial, proporcionando funcionalidades de seguridad mejoradas.

Hoy en día los fabricantes de aviones y equipos están orientados hacia una tendencia más respetuosa con el medio ambiente, denominada "More Electric Aircraft". Esta filosofía apuesta por aviones más eléctricos, en los que los sistemas hidráulicos y neumáticos tradicionales son sustituidos por sistemas eléctricos que ofrecen un mayor rendimiento y fiabilidad, junto con menores costes operativos. Los fabricantes también buscan una reducción de emisiones contaminantes a través de una disminución del consumo de combustible, mediante la introducción de fuentes de energía eléctrica alternativas. La tecnología de los sistemas de pila de combustible a base de hidrógeno es la solución más prometedora para suministrar energía no propulsora a la aeronave. Sin embargo, todavía se necesitan algunos desarrollos en los componentes específicos, actualmente en TRL 3-4, a un TRL de 5-6 para obtener un sistema de pila listo para su certificación en las condiciones ambientales reales de vuelo.

Iniciativas internacionales tan importantes como Clean Aviation o la hoja de ruta multisectorial de Hydrogen Europe, orientadas con los

objetivos del recientemente publicado Green Deal, apoyan el despliegue del hidrógeno y de las pilas de combustible, que actualmente necesitan demostrar a la sociedad y a la industria sus beneficios y viabilidad técnica.

El proyecto FLHYSAFE

El proyecto FLHYSAFE (Fuel celL HYdrogen System for AircraFt Emergency Operation) es un proyecto de investigación colaborativa, financiado por Fuel cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (FCH 2 JU) con 5,5 millones de euros, dentro del Programa Europeo de Investigación e Innovación Horizon 2020. Supone una continuación de la línea de investigación en pilas de combustible para aplicaciones aeronáuticas iniciada con el proyecto HYCARUS (2013-2018), en el que se construyó y calificó en condiciones ambientales de vuelo un sistema que proporcionaba energía a unidades no esenciales como las cocinas de una aeronave.

FLHYSAFE, cuya ejecución se extenderá hasta 2022, es un proyecto coordinado por Safran Power Units y reúne un equipo multidisciplinar de destacados expertos y actores clave, que cubren las disciplinas involucradas en la tecnología de pila de combustible, desarrollo de baterías, aplicaciones finales, integración y ensayos de sistemas.

El consorcio FLHYSAFE está formado por 7 organizaciones de 3 países europeos que incluyen a Francia, Alemania y España:

- El principal proveedor de equipos de aviones de Europa y desarrollador del sistema de pila de combustible: Safran Power Units (Safran Group) (Francia).
- El líder mundial en equipos y sistemas a bordo de aeronaves y diseñador del sistema de pila de combustible: Zodiac Aerotechnics (Francia), actualmente integrado dentro de Safran Group.
- El principal centro de investigación y desarrollador de Europa en pilas de combustible: CEA - Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (Francia).
- Reconocidos centros de investigación aeroespacial y centros de ensayos: INTA - Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas (España), DLR -Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt (Alemania) y Universität Ulm (Alemania).
- El líder europeo en consultoría de I+D: ARTTIC (Francia).

Objetivo

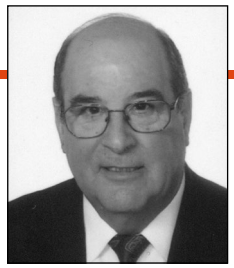
El objetivo del proyecto FLHYSAFE es demostrar que un sistema de pilas de combustible modular de coste eficiente, puede ir más allá de aplicaciones no esenciales y reemplazar los sistemas embarcados más críticos. Esto implica ser utilizado como una unidad de energía de emergencia (EPU) a bordo de un avión comercial, proporcionando funcionalidades mejoradas y seguras. Adicionalmente, el proyecto pretende demostrar virtualmente la viabilidad de integración del sistema en los diseños de aeronaves actuales, respetando tanto los volúmenes de instalación como las restricciones de mantenimiento.

Con el fin de pasar de los niveles de demostradores (logrados en otros proyectos), al nivel de producto listo para certificar, es necesario optimizar los diferentes componentes del sistema de pila de combustible para reducir su peso, aumentar su vida, asegurar su fiabilidad, certificar su seguridad y hacer sus costes compatibles con las exigencias del mercado. Dentro del FLHYSAFE, un consorcio impulsado por dos grandes fabricantes de equipos (OEM) aeronáuticos de nivel 1, construirá un sistema utilizando pilas de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM) con convertidores de potencia integrados y compresores de rodamiento de aire. Gracias a la experiencia de los participantes en proyectos anteriores como el mencionado HYCARUS, se realizarán las pruebas necesarias para demostrar su compatibilidad con los requisitos de seguridad y ambientales del entorno aeronáutico, establecidos en la normativa DO-160.

El objetivo de FLHYSAFE es concluir el proyecto con un nivel de madurez de TRL 5 para los componentes a nivel subsistema y parcialmente TRL 6 a nivel de sistema completo, partiendo de TRL 3 y TRL 4 en las tecnologías disponibles.

El INTA dirige y lleva a cabo los ensayos ambientales del prototipo para demostrar su correcta operación en el entorno aeronáutico, especificado por la normativa DO-160. El Laboratorio de Pilas de Combustible e Hidrógeno aporta su experiencia en la integración, ensayo y operación de forma segura de este tipo de equipos. Para ello, el INTA cuenta con las instalaciones de ensayo del Área de Armamento (CEMIS) y con las de ensayos climáticos y ambientales, todos ellos pertenecientes al campus Esteban Terradas de Torrejón de Ardoz, especializados en la calificación de equipos aeronáuticos y espaciales.

Noviembre 2020



D. Manuel Antonio Martínez Baena
Ingeniero metalúrgico

EL TRATAMIENTO TÉRMICO DEL ACERO: DE "ARTE A CIENCIA"

Desde mi juventud.... será porque procedo de una antigua y arraigada familia de maestros herreros, conocí muy pronto y de primera mano el ¨arte¨ del temple.... soy un apasionado de la metalurgia y gran entusiasta de los tratamientos térmicos. Más de cincuenta años de vida profesional, unido a los aceros y a su tratamiento térmico, así lo avalan. Amo profundamente esta profesión y he disfrutado con ella; actividad que me ha proporcionado muchas y gratas satisfacciones y algún que otro quebradero de cabeza. A pesar de todo, esto ha sido constante en mí esa vehemencia metalúrgica; y, fiel a ello, sigo todavía con gran entusiasmo la evolución del sector en nuestro país.

He vivido muy de cerca la gran transformación tecnológica, ocurrida a lo largo de estos últimos setenta años. No se puede narrar con palabras la importante evolución, jalonada en el tiempo, que ha sufrido en este periodo.

Mis felicitaciones y recuerdo a aquellos ¨tratamentistas¨ responsables de este milagro... hombres aguerridos que supieron sobreponerse a todas las vicisitudes y problemas de un inicio incierto: precarias instalaciones, falta de medios técnicos y de materias adecuadas, poca preparación del personal de taller debido a las grandes dificultades del momento, pobre preparación técnica y académica de los mandos, y un muy largo etc. Todo esto se suplía con un gran entusiasmo y una mezcla de ingenio, magia y empirismo, con lo cual se obtenían resultados espectaculares: cigüeñales, bielas, ejes de levas, engranajes y otras muchas piezas, tratadas térmicamente en sus talleres, accionaban con excelente resultado los motores de los automóviles de la época; por ejemplo, el espectacular y mítico Hispano Suiza.

El camino recorrido ha sido arduo y difícil... Pero llegó la renovación, no exenta de dificultades, y se pudieron incorporar nuevas tecnologías, sin olvidar ese cierto ingenio y empirismo ganado, –*hornos de tratamientos térmicos* y *termoquímicos de última generación*, *laboratorios metalográficos* y *de ensayos mecánicos*, *certificaciones del sistema de calidad, etc.*– con el aspecto más humano de la técnica aplicada. Todo esto motivado y alentado, fundamentalmente, por la dinámica de potentes sectores metal-mecánicos: automóvil –*ligero* y *pesado*–, máquinas herramienta, y últimamente, el aeronáutico; de los cuales se nutre y se sustenta, actualmente, gran parte del sector de los tratamientos térmicos.

Nuevas técnicas, nuevas estrategias, equipos humanos bien formados y una buena gestión comercial, han hecho del sector de los tratamientos térmicos, dentro del mundo de la subcontratación, un sector fuerte y seguro de gran competencia, y con alta fiabilidad de los productos que trata.... ¡Mi felicitación más sincera y efusiva a todos los integrantes del ¨Gremio Tratamentista¨!

Introducción

El tratamiento térmico ha sido desde tiempo inmemorial un arte, hasta que a principios del siglo XX los estudios de metalúrgicos de la época, unidos a los de otros científicos, permitieron establecer y comprobar las teorías de los fenómenos que en el tratamiento térmico se producían y, como primera consecuencia, establecer su clasificación.

Hace probablemente más de 3.000 años que el ser humano utilizó los tratamientos térmicos con el propósito principal de mejorar las características de corte y desgaste de las herramientas que usaba, tanto las de la paz como las de la guerra. No nos cabe duda, que durante este periodo, se ha tratado de explicar lo que sucede en el acero al ser sometido a cada una de las operaciones de recocido, temple, y/o revenido.

Hoy día el metalúrgico puede presumir gracias a la ayuda de la física, de la química, y de otras ramas de la ciencia, de tener un conocimiento racional y lógico de los fenómenos que se producen en los tratamientos térmicos, aunque no por ello, deje de haber todavía algunas lagunas en los mecanismos de estos fenómenos que no están suficientemente claros. Tal vez dentro de un cierto tiempo tengamos que desdecirnos, un poco sonrojados, de alguna de las opiniones que hoy estamos afirmando, ya que cabe la posibilidad con el uso de nuevas técnicas, de las que no tenemos aún idea, se obtengan datos y se hagan descubrimientos que obliguen a una modificación, o revisión total, de conceptos que hoy consideramos como axiomas.

Los tratamientos térmicos del acero se clasifican en dos grupos fundamentales: uno cuya finalidad es llevar el acero a un estado de mínima dureza; y otro que persigue, por el contrario, el endurecimiento del acero.

El ablandamiento del acero se consigue mediante el recocido: calentando el acero a temperatura algo superior a la crítica y enfriándolo a continuación, bien al aire o bien dentro del horno, a una velocidad de enfriamiento prevista que varía según el acero tenga o no elementos de aleación. Por encima de la temperatura crítica es estable la **austenita** y al bajar, por efecto del enfriamiento lento, a la temperatura ambiente se obtiene la estructura deseada que es una mezcla de **ferrita** y de **cementita**. Estructura ésta, que por sus propiedades o características mecánicas, permite que el acero de medio y bajo carbono pueda ser trabajado y conformado en frío, mecanizado mediante arranque de viruta, etc. En algunos granos de esa estructura, en los que el contenido de carbono es de 0,80% (C = 0,80%), la ferrita y la cementita se sitúan en láminas alternadas dando lugar a la **perlita**. La formación de la perlita se ha estudiado intensamente y se considera que es debida a un fenómeno de nodulación y crecimiento. Dos metalúrgicos, Mehl y Zener, entre otros, contribuyeron con sus investigaciones a contestar a la pregunta:

¿Cómo y cuándo se forma la perlita?

La proporción de perlita que puede formarse en las condiciones antes citadas de calentamiento y de enfriamiento lento se determina, con bastante aproximación, mediante el diagrama de equilibrio **Fe-C** (**Figura 1**), en el cual vienen indicadas asimismo las temperaturas críticas de tratamiento.

Al aumentar el contenido de carbono se incrementa, ligeramente, la dureza de los aceros en estado de recocido, ya que la proporción de perlita habida es mayor. Hay un ligero aumento de la dureza, aún mayor, cuando se le añade en composición otros elementos tales como el **Mn**, **Cr**, **Ni**, etc. que son solubles en la ferrita. Se ha de tener en cuenta que, las características de la perlita –*ductilidad* y *tenacidad*– dependen en gran parte de la ferrita; es decir, de las propiedades que a la ferrita le transmiten los aleoelementos que en ella se disuelven.

El segundo grupo de tratamientos tiene mayor interés en cuanto que las características mecánicas que mediante ellos se consiguen, son mayores que las que se obtienen con el tratamiento de

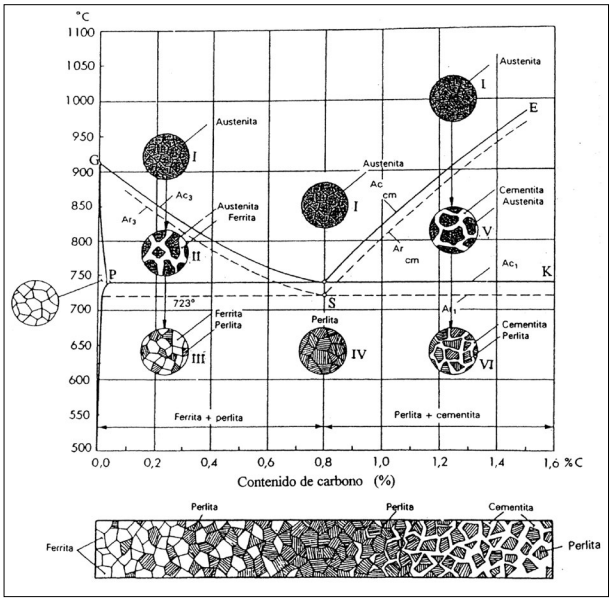


Figura 1. Diagrama Hierro-Carbono. Representación de los procesos de transformación estructural que sufren aceros de distinto carbono *-acero hipoeutectoide, acero eutectoide, acero hipereutectoide-* cuando se enfrían muy lentamente desde la fase austenítica hasta que se sobrepasa la línea crítica $\mathbf{A_1}$ del diagrama.

recocido; aunque en el acero recocido la resiliencia y la tenacidad sean mayores. El endurecimiento del acero depende de la formación de la estructura llamada **martensita**. (**Figura 2**).

Figura 2. Martensita.

Volvamos atrás el reloj de los días, principios del siglo XX, cuando Ledebur, Hadfied, Arnold, Roberts, Austin, Campbell, Osmond, Howe, Suaveur, entre otros, discutían las teorías entonces en boga a cerca del endurecimiento del acero.

En tales discusiones se sustentaba que al templar el acero se fijaba a temperatura ambiente, una estructura especial que era estable a alta temperatura –*temperatura al* "rojo"–, e inestable a temperatura baja. La explicación de este fenómeno se hacía por dos hipótesis distintas: (1) la de los que creían que el endurecimiento del acero era debido a un cambio de forma del carbono según la

temperatura; y (2) los que creían que era debido a una transformación del hierro en estado alotrópico beta (β), de naturaleza dura y quebradiza.

El estudioso de trabajos antiguos sobre metalurgia y metalografía, no puede dejar de reconocer que aquellos científicos e investigadores tenían ya conceptos muy aproximados a los que se han confirmado en épocas posteriores, mediante aparatos más precisos y técnicas también más depuradas. Llegando circunstancialmente algunos de ellos a sugerir ideas, tan avanzadas para su tiempo, que no fueron aceptadas por la comunidad científica de su época. Así, **p.ej.**: Le Chetelier, que a principios del siglo XX sospechó que la velocidad de transformación en el acero seguía las leyes generales que rigen los fenómenos químicos. Al mismo tiempo comprobó que tales transformaciones se realizaban a velocidades variables, como indican los diagramas **TTT**, hoy tan útiles para nosotros en el actual desarrollo de los tratamientos térmicos, según se verá más adelante.

En año 1926 el profesor Sauveur, decano de los metalúrgicos americanos, y probablemente el primer metalúrgico industrial de Estados Unidos, cursó un cuestionario a una treintena de sus colegas, todos ellos metalúrgicos de reconocida solvencia científica.

Contenía su cuestionario cuatro preguntas con las cuales quería comprobar los distintos conceptos que en aquel tiempo se tenía sobre el endurecimiento del acero.

El resultado fue el siguiente:

1. No se creía en la existencia del hierro beta (β)

2. Los análisis por difracción de rayos X del hierro y del acero, realizados por Westgren, demostraron sin lugar a dudas que el hierro gamma (γ) y la solución sólida del carbono en el mismo, austenita, poseían una red cúbica centrada en las caras (ccc). El hierro alfa (α), ferrita, y el hierro presente en la martensita revenida tenían una red cúbica de cuerpo centrado (cc). (**Figura 3**).

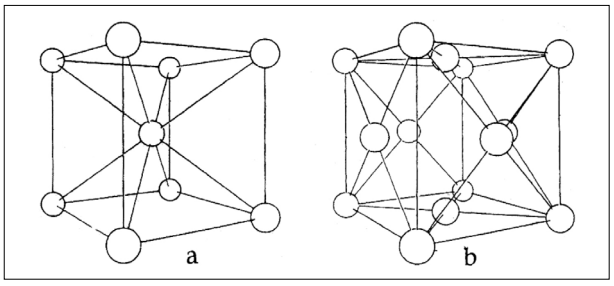


Figura 3. Formas alotrópicas del hierro. Redes cristalinas: cada esfera representa la posición relativa de un átomo en el cubo unidad... (**a**)= hierro alfa (**Fe α**); (**b**)= hierro gamma (**Fe γ**).

3. Unos creían que la dureza de la martensita era debida a la presencia de cristales submicroscópicos de ferrita; y otros, en cambio, la atribuían a la distorsión producida en el enrejado cristalino por la intrusión de átomos de carbono al formarse la solución sólida.

¿Qué avances más relevantes tuvieron lugar en los fundamentales primeros 50 años del siglo XX?

[*Espacio de tiempo donde se hizo realidad el tratamiento térmico como ciencia*].

Dentro del amplio grupo de avances conseguidos en la primera mitad del siglo XX; y, donde se hizo realidad el tratamiento térmico como ciencia, enumeramos los siguientes:

1. El hierro beta (β) es sólo hierro alfa (α) de red cúbica centrado en cuerpo (cc), que ha perdido su ferromagnetismo.

2. La simplificación de las nomenclaturas microscópicas. Los metalúrgicos se encontraban frecuentemente, todavía se encuentran algunos casos, con los términos ¨troostita¨, ¨osmondita¨, ¨sorbita¨; hoy día en desuso por su significado ambiguo. Se consideraban, entonces, a estos constituyentes como producto de la descomposición de la martensita, y sus límites no estaban bien definidos. La diferencia entre tales estructuras, mezcla de ferrita y de cementita, estriba en el tamaño de los granos de la cementita y su grado de dispersión en la ferrita. En la actualidad el nombre de martensita revenida, unifica todas esas definiciones; y, por ejemplo, cuando decimos martensita revenida a 45 Rockwell C, tiene el mismo significado en Barcelona, en Madrid, en Paris, en Detroit, en Pekín, en Tokio, etc... Opinión que ayuda al progreso tecnológico, simplificando la terminología.

3. La determinación, mediante la difracción de rayos X, de la posición de los átomos de carbono en la red de la austenita (ccc) y su posición en la red de la martensita (Tcc).

4. La transformación austenita-martensita depende, únicamente, de la temperatura.

5. Las transformaciones austenita-perlita y austenita-bainita, dependen de los varios factores: temperatura y tiempo, velocidad de transformación, tipo de estructura y cantidad transformada.

6. La dureza en un acero depende únicamente de su contenido en carbono.

7. La capacidad de temple, templabilidad del acero, depende fundamentalmente de los elementos de aleación.

8. Las características mecánicas de un acero con estructura de martensita revenida, son superiores

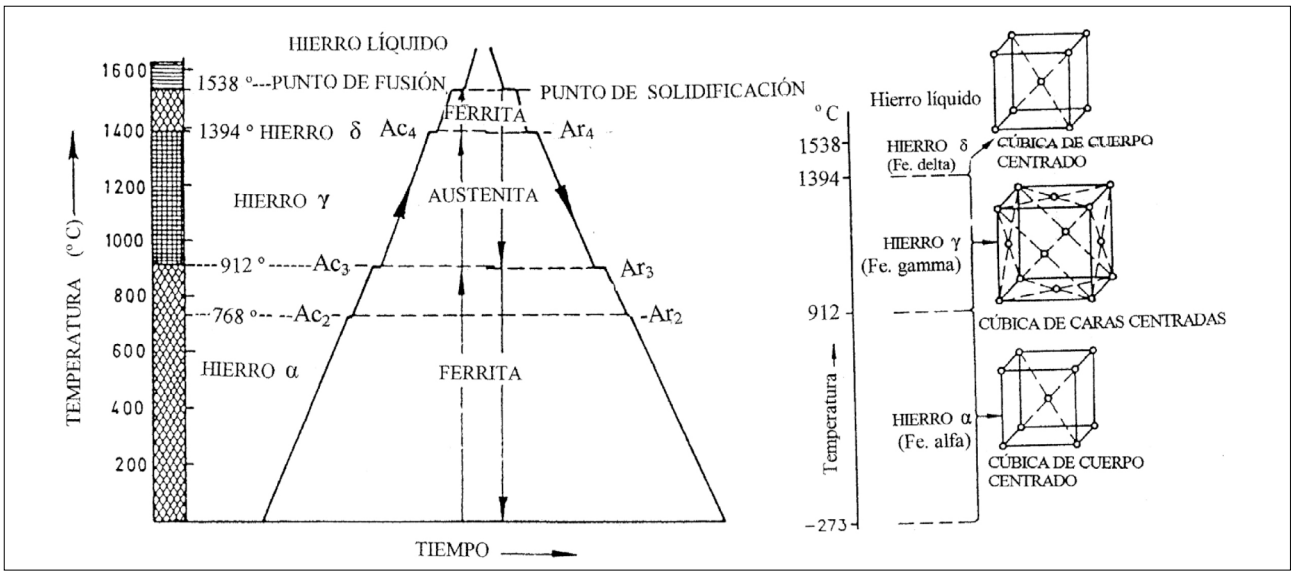


Figura 4. Diagrama de calentamiento y de enfriamiento del hierro. Redes cristalinas del hierro.

a las del mismo acero con estructura bainítica o perlítica, considerándose en ambos casos la misma dureza.

Partiendo del diagrama hierro-carbono [**Fe-C**].... Desde la temperatura ambiente hasta aproximadamente 910 ºC (**Figura 4**), el hierro cristaliza en el sistema cúbico de cuerpo centrado (cc) con un parámetro reticular de 2,8 Å. A la temperatura ambiente, la ferrita puede sólo disolver un máximo de 0,008% de carbono y a 730 ºC poco más de 0,02%. Al calentar el hierro puro por encima de los 910 ºC, su sistema cristalino se transforma en cúbico de caras centradas (ccc), con un parámetro reticular de 3,62Å. Este estado alotrópico del hierro (γ) puede disolver proporciones notables de carbono, según la temperatura. La solución sólida ya existe a partir de los 730 ºC, pero la solubilidad máxima de carbono (**C** = 2%) se sitúa en 1.130 ºC.

La posición de los átomos de carbono en la austenita fue determinado por Petch en el año 1942. En un acero con 1% de carbono sólo una posición, de las 21 existentes, está ocupada. Se contempla, por tanto, las muchas posibilidades de ubicación del carbono en la austenita; pero la posición de los átomos de carbono dentro de la austenita no se realiza al azar, sino siguiendo un plano determinado que, según Lyman es el [020].

Cuando se enfría lentamente un acero eutectoide (**C** = 0,80%) –*diagrama de equilibrio* **Fe-C**– la austenita, toda ella, se transforma en el eutectoide: **perlita**; estructura ésta constituida por una mezcla de láminas alternadas de ferrita y cementita, bien caracterizadas al microscopio. La cementita es un compuesto intermetálico (**Fe_3C**); su estructura cristalográfica es ortorrómbica, determinada por difracción de rayos X, con 16 átomos en su celdilla elemental (**Figura 5**). La cementita puede retener en su célula átomos de distintos metales, sustituyéndolos por otros tantos átomos de hierro.

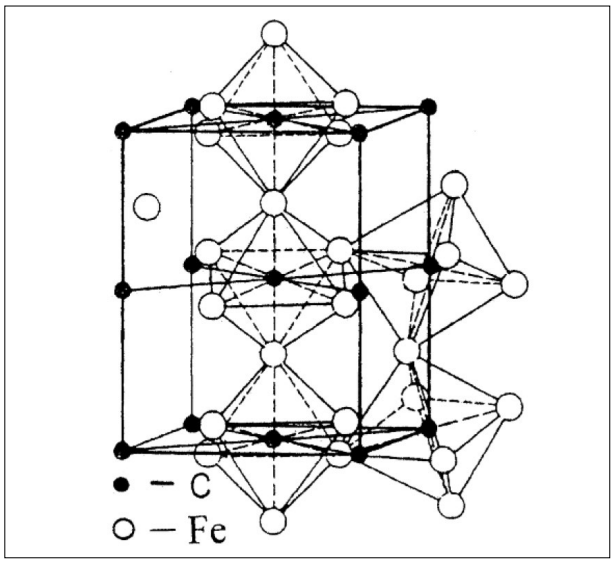


Figura 5. Red cristalina de la cementita (**Fe_3C**).

¿Qué sucede cuando se enfría la austenita?

Según la composición del acero y las condiciones en que se realice el enfriamiento se puede conseguir en su estructura: perlita, bainita, bien solas o mezcladas y, posiblemente, junto con ferrita o cementita y algo, también, de austenita retenida.

Según Cohen, presenta el máximo interés el fenómeno de la transformación de la austenita en martensita, y este interés puede tener razones de carácter industrial, pero el carácter teórico es fascinante.

Normalmente la austenita se enfría a velocidad suficiente para su transformación en la estructura deseada y, de alguna manera, con la participación del tiempo. Pero el modo de como interviene el tiempo no fue, claramente, puesto de manifiesto hasta que Davenport y Bain, allá por el año 1929, estudiaron los cambios producidos en el acero cuando éste se mantiene a temperatura constante de enfriamiento durante periodos de tiempo largos. Con esto demostraron: (1) que la austenita se transforma, cuando se mantiene durante un tiempo determinado a cualquier temperatura constante e inferior a la crítica $\mathbf{A_1}$; (2) que el tiempo necesario para transformación de la austenita y del producto de la transformación, varían de forma sistemática con la temperatura.

De la observación de tales cambios, Davenport y Bain fueron capaces de construir un diagrama de transformación, para temperaturas constantes de enfriamiento, en función del tiempo: "diagrama de transformación isotérmica de la austenita", diagrama **TTT** [Temperatura, Tiempo, Transformación] o curva de la "**S**". Para cada acero se ha trazado su correspondiente diagrama **TTT.** (**Figura 6**).

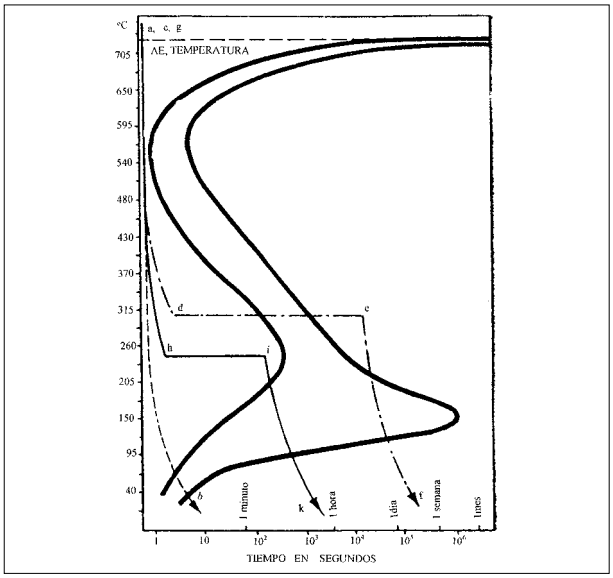


Figura 6. Diagrama TTT. Curva de la "S" (según Davenport y Bain).

Como antes se ha comentado, la curva de la "**S**" es un diagrama que representa la relación entre la austenita y los productos de su transformación isotérmica a temperatura constante; y caracteriza la velocidad crítica de temple y, por tanto, dan idea de la templabilidad del acero.

De la forma y manera como se determinan existe abundante bibliografía, por lo que no insistiremos en ello.

En los diagramas **TTT** están indicadas, asimismo, las temperaturas críticas (Ac_3 y Ac_1) del acero correspondiente. Entre tales temperaturas y la "nariz" de la "**S**"*–primera curva* C– se forma únicamente perlita cuando el acero es de composición eutectoide; en los aceros hipoeutectoides se forma primero ferrita, hasta que el resto de austenita se enriquece lo suficiente en carbono, formándose entonces, el eutectoide perlita. En los aceros hipereutectoides se forma fundamentalmente cementita, aunque algunas veces se encuentra algo de bainita y de perlita.

Por debajo de la "nariz" perlítica se halla la **región de la bainita**; el contenido de carbono es, en esa región, el mismo de la aleación considerada. No ocurre así en el caso de la perlita, ya que su carbono corresponde al del eutectoide (**C** = 0,80%).

Las propiedades de la **bainita** varían según la temperatura a que se forma**:** (1) la formada en la zona superior, ***bainita superior***, próxima a la "nariz" *–primera curva* **C–**, tiene dureza similar a la de la perlita fina; y (2) la que se forma a temperaturas bajas, en el "flanco" de la curva "**S**" próximo a la línea **Ms**, ***bainita inferior***, tiene dureza semejante a la de la martensita. (**Figura 7**).

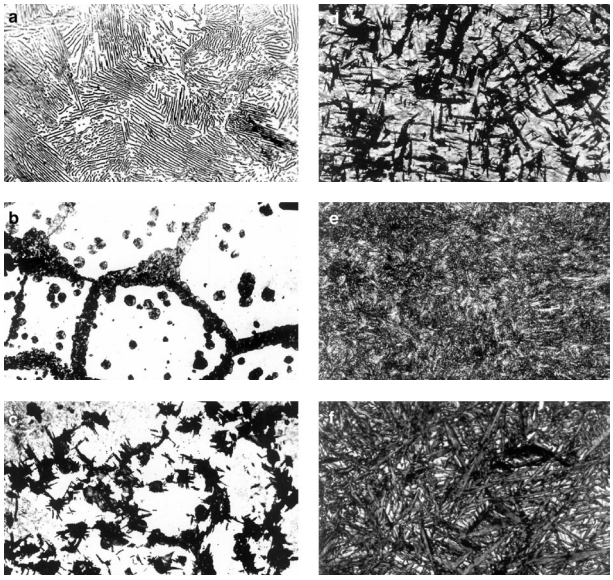


Figura 7. Microestructuras que se obtienen a distintas temperaturas y velocidades de enfriamiento isotérmico de la austenita: (**a**) Perlita; (**b**) Troostita; (**c**) Bainita superior; (**d**) Bainita inferior; (**e**) Sorbita; y (**f**) Martensita.

La bainita es una mezcla de cementita muy bien dispersa en la fracción ferrita. Por debajo de ciertas temperaturas, la austenita se transforma en martensita y la proporción que de este constituyente se forma, es únicamente función de la temperatura. Luego existe una temperatura a la cual toda la austenita se transforma en martensita.

¿Qué es la martensita? ¿Cómo se forma la martensita?
En el año 1906 Fink y Campell demostraron, mediante difracción de rayos X, que la martensita es un constituyente que cristaliza en el sistema tetragonal de cuerpo centrado (Tcc). Más tarde se comprobó que el parámetro de la red cristalina varía linealmente con el contenido de carbono en solución sólida austenítica. Extrapolando los parámetros ***a*** y ***c*** de la martensita a 0% de carbono (**C** = 0%), se halla el valor 2,80 Å, que es el parámetro del hierro alfa (Fe α), o ferrita (**Figura 8**). Por tanto se puede considerar a la martensita:

1. Como ferrita distorsionada, según la dirección **Z**.

2. También se puede considerar la martensita como una solución sólida de carbono en ferrita, la cual puede disolver el carbono debido a la distorsión de su retículo atómico.

Greninger y Troiano, años 1940, comprobaron que los átomos de carbono en la martensita se sitúan en el plano [110] correspondiente al plano [020] de la austenita. De esto se deduce que no hay necesidad de movimiento de los átomos de carbono durante la transformación; esto, efectivamente, concuerda con las bajas temperaturas a las que tiene lugar tal transformación, y en las que la difusión no es posible. Esta ausencia de difusión es, precisamente, la característica fundamental de las transformaciones martensíticas.

El temple
En el temple del acero, la austenita forma placas como agujas de martensita debido a un proceso de cizallamiento. Esta transformación es ruidosa y puede apreciarse, durante el temple, mediante un fonocaptor adecuado –*aquéllos que hemos templado en agua multitud de piezas de acero al carbono* (**C** ≥ 0,45%), *de geometría uniforme* y *de sección relativamente importante*, *hemos percibido esos ruidos*, *que llamábamos ¨gritos del acero¨*, *sin necesidad de aparato alguno*–. La velocidad de formación de las agujas de martensita, a una determinada temperatura, es rapidísima. No se ha logrado desplazar su temperatura de formación aún con velocidades de enfriamiento del orden de los 15.000 ºC por segundo.

Para Cohen, el fenómeno de transformación de la austenita en martensita presenta un gran interés, tanto en lo industrial como en lo teórico. El teórico, para él, es fascinante. Con sus asociados, año 1943, realizaron un estudio detallado del endurecimiento del acero, empleando para ello conceptos termodinámicos que explicaban la formación de la martensita.

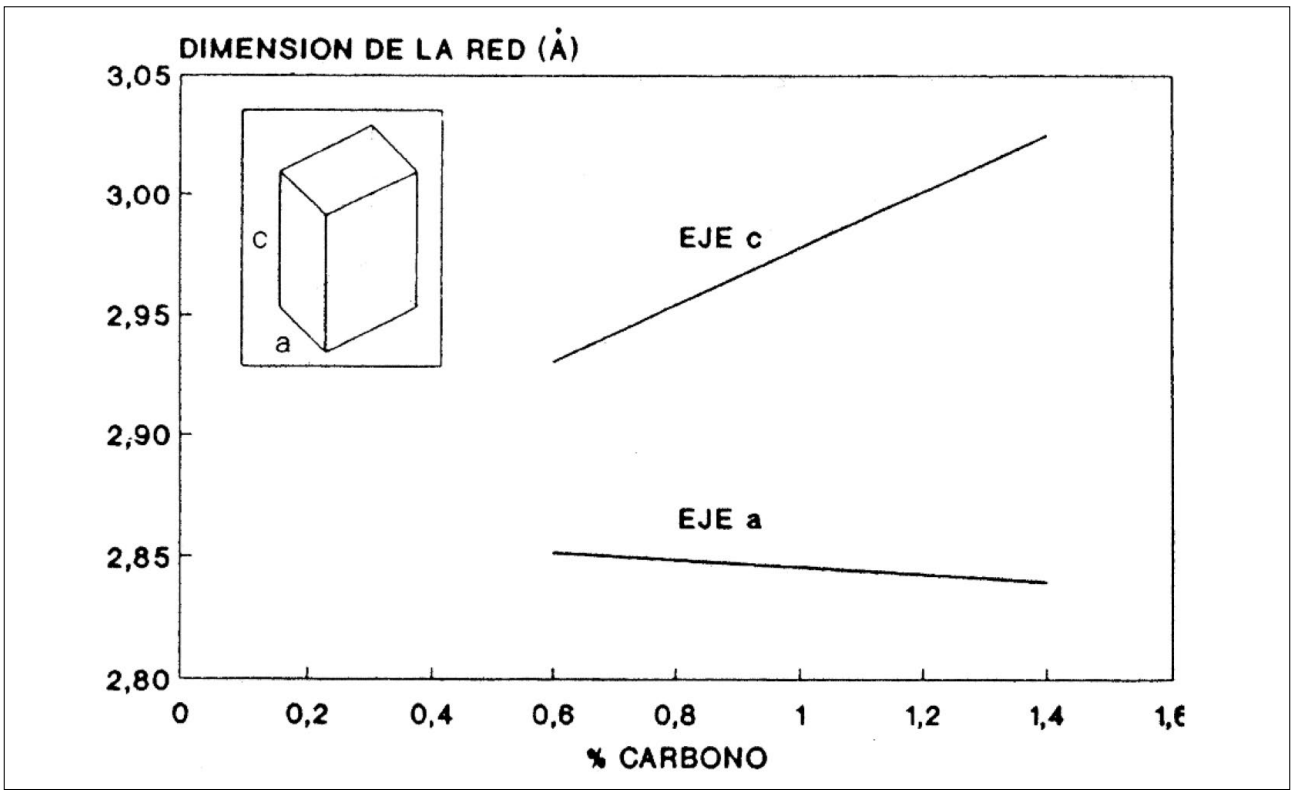


Figura 8. Red cristalina de la martensita **Tcc** (Tetragonal Cuerpo Centrado). Dimensiones de la red tetragonal de la martensita en función del contenido de carbono del acero.

Cohen, basándose en estudios teóricos y experimentales, considera que existen gérmenes y núcleos de martensita, cuyo número varía con la temperatura de austenización, aún en aceros de la misma composición química. Los núcleos de martensita al cizallarse para formar las agujas, que observamos al microscopio, transmiten una fuerza –*desplazamiento*– que se comunica a la austenita que las envuelve, regresando después a la velocidad del sonido. De esta forma el núcleo de martensita recibe una señal que le indica las condiciones del medio envolvente. Si las condiciones del tal medio son favorables y la fuerza de empuje es suficiente para vencer la resistencia de la austenita envolvente, se propaga en forma de onda y así tendrá lugar la formación de las agujas de martensita. Si la fuerza de propagación es insuficiente, la acción de cizallamiento no progresa y el núcleo de la martensita permanece inactivo hasta que, a una temperatura más baja, la fuerza de desplazamiento adquiere valores lo suficientemente altos para que se formen, de nuevo, las agujas de martensita.

Los núcleos de martensita que pueden tener tensiones de distorsión, actúan individualmente; es decir, cada uno de ellos origina, al mismo tiempo, una aguja de martensita. Este proceso da lugar a una reducción de energía libre.

Otros investigadores opinan que la martensita se forma por nucleación y crecimiento; y algunos estiman que la martensita se origina por cizallamiento. La teoría de Cohen satisface las condiciones termodinámicas, por la hipótesis del cambio de energía libre; y, también, por la existencia en la austenita de regiones activas donde se puede iniciar la transformación martensítica.

El revenido

La martensita, o mejor dicho, la estructura constituida por martensita y austenita retenida, no se adapta generalmente a usos industriales y, por ello, hay que someterla al tratamiento térmico de revenido. ***¿Qué sucede entonces?...*** El revenido ha de producir una relación equilibrada de las características mecánicas, dureza y tenacidad; y al mismo tiempo, una estabilidad dimensional debido a la eliminación de las tensiones producidas en el temple.

El revenido se realiza mediante un calentamiento por debajo de la temperatura crítica $\mathbf{A_1}$ y sigue, siempre, a la operación de temple. Se ha demostrado, mediante difracción de rayos X, que al revenir un acero templado a una temperatura baja, 100 ºC, la red tetragonal de la martensita (Tcc) comienza a transformarse en cúbica de cuerpo centrado (cc), propia de la ferrita un poco distorsionada. Hay emigración de los átomos de carbono formándose, al mismo tiempo, una fina precipitación de transición. (**Figura 9**).

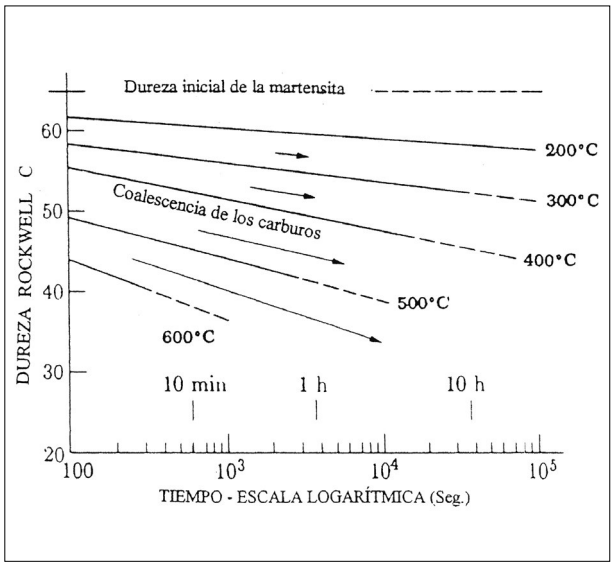


Figura 9. Martensita revenida.

A temperaturas un poco más elevadas, entre 120 y 200 ºC, la observación microscópica descubre un ligero oscurecimiento de la estructura martensítica; esto es debido a una ligera precipitación habida en las agujas de martensita, que se atacan más rápidamente por los reactivos metalográficos. Al incrementar la temperatura de revenido, de 200 a 350 ºC, se observa que las áreas blancas de austenita retenida, presentes en la estructura de temple, van desapareciendo gradualmente a medida que aumenta la temperatura de tratamiento.

Mediante difracción de rayos X se puede comprobar, también, la reducción que sufre la fracción o volumen de austenita retenida. A temperaturas de revenido de 350 ºC desaparece prácticamente, no apreciándose tampoco líneas de cementita alguna. A temperaturas mayores sí hay presencia de cementita.

En el estudio metalográfico de la cementita observamos que se va separando de la zona oscura de la estructura martensítica, tanto más cuanto mayor es la temperatura de revenido. Por encima de 500 ºC empieza su proceso de coalescencia y parcial globulización, a la vez que se produce la restauración y recristalización de la ferrita.

Hay una cuarta etapa de revenido, de menos interés tecnológico, que solo es aplicable en los aceros de alta aleación que tienen una gran tendencia a formar carburos. Consiste en la transformación del carburo de hierro (**Fe_3C**) en otros carburos más estables de elementos especiales de aleación (**M_3C**).

Las etapas de revenido se producen isotérmicamente y, por tanto, son dependientes de los factores temperatura y tiempo. Hollomon y Jafe, propusieron un parámetro temperatura-tiempo (**P**) que se caracteriza mediante la fórmula empírica: **P = T(log.t + C)** (**Figura 10**).

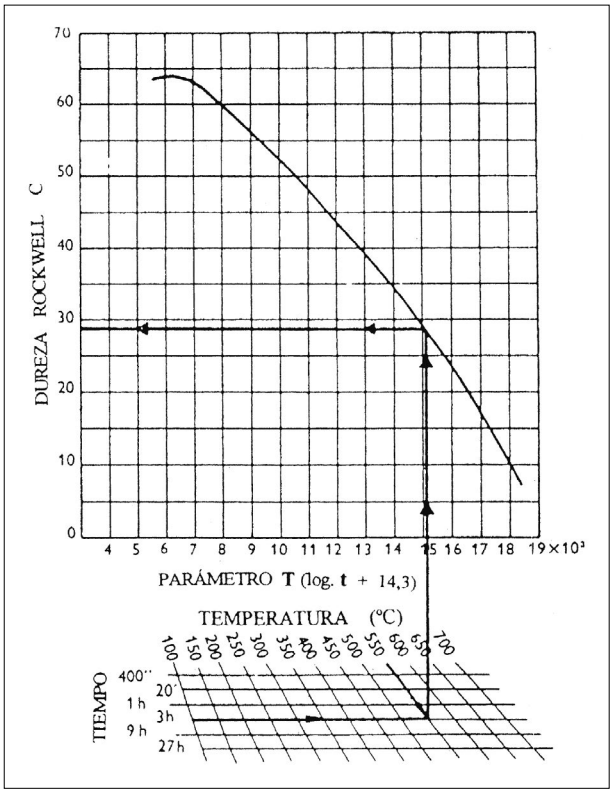


Figura 10. Utilización del parámetro de revenido en un acero no aleado de 0,55% de carbono (C= 0,55%) y con una estructura de temple 100x100 martensítica.

P = Parámetro de revenido (**revenibilidad**).
T = Temperatura absoluta [ºK = ºC + 273].
t = Tiempo de revenido en horas, o en segundos.
C = Constante que es función lineal del contenido de carbono en el acero.

La constante ¨**C**¨ varía entre 19,5 para los aceros con 0,30% de carbono (**C** = 0,30%) y 15 para aceros que tienen 1,10% de carbono (**C** = 1,10%). (**Figura 11**).

Hollomon y Jafe establecieron, de acuerdo con la expresión antes estudiada, unas curvas tiempo-temperatura en escala logarítmica para una misma dureza (**Figura 10**). Del empleo de tales curvas se deducen distintas combinaciones de revenido para obtener una misma dureza; siempre y cuando las estructuras de temple antes del revenido son constantes.

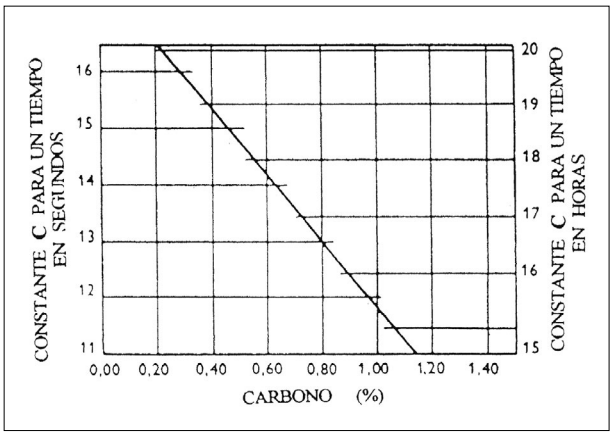


Figura 11. Influencia del contenido de carbono (%) sobre la constante **C**.

A MODO DE RESUMEN

Se ha pretendido hacer un breve repaso y con ello comentar, de forma muy concisa**,** algunas teorías de los tratamientos térmicos a través de los 50 primeros años del siglo XX, donde en este espacio de tiempo se hizo realidad el tratamiento térmico como ciencia, y la manera como se utilizan hoy en la práctica. Hemos hecho hincapié, a través de este periodo de tiempo, en otras teorías y discusiones sobre el endurecimiento de los aceros, y parcialmente de la teoría del revenido; resaltando, también, la contribución de los diagramas **TTT** que determinan, en la práctica, las condiciones en las que ha de tratarse el acero.

Hemos destacado la activa participación habida, durante estas décadas, de otras ramas de la ciencia –*termodinámica*, *refracción de rayos* X, *microscopía óptica* y *electrónica*, etc.– en favor de los tratamientos térmicos, con esa nueva aplicación de conocimientos que permitieron obtener y controlar las combinaciones de dureza, microestructura, y propiedades mecánicas deseadas.

En las primeras décadas del siglo XX, insistimos, se hizo realidad el tratamiento térmico científico, que tiene su base en el conocimiento fundamental de los cambios que se presentan en el acero cuando éste se templa, es decir, cuando se enfría de una manera más o menos enérgica desde por encima de su temperatura crítica superior hasta la temperatura ambiente. Hechos y experiencias, todos ellos, que han sido fundamentales para transformar la práctica de los tratamientos térmicos: de ¨**arte** a **ciencia**¨.

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
WWW.GRUPOPIROVAL.COM

Hornos, secaderos e incineradores industriales
Diseñados a medida

COMBUSTION - AISLAMIENTO - INGENIERIA
TELF: 961 66 88 36 grupopiroval@grupopiroval.com
DIRECCIÓN: Pol. Ind. El Oliveral III C/ I, nave 1 CP:46394 Ribarroja (Valencia)

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
TKK EREMA
TOKAI KONETSU KOGYO CO., LTD.
SSi SUPER SYSTEMS INC.
HITECH INSTRUMENTS 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 - ESPAÑA
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 - 606 134 562
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 piezas fundidas en aleación de cromo / níquel

Cronite Ibérica: Ilárraza, 14 - 01192 ILARRAZA (ALAVA)
Tfno. 609 419 325 - Fax +33 243 212 463
E-mail: maricarmen.garcia@cronite-group.com - www.cronite-group.com

ERVIN
The World Standard for Quality

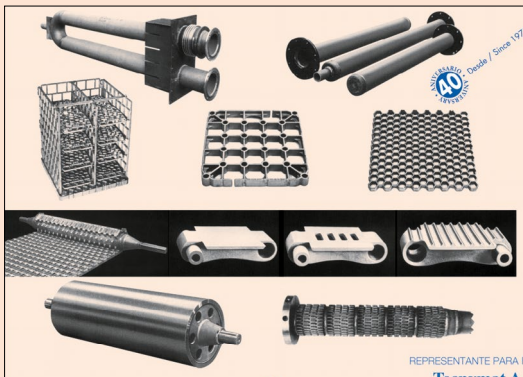
FABRICANTE DE GRANALLA DE ACERO Y GRANALLA DE ACERO INOXIDABLE

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.

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

SCHMOLZ + BICKENBACH GUSS
GmbH & Co. KG

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

ACEMSA	40
ALJU	40
APLITEC	39
ARROLA	CONTRAPORTADA
B.M.I	39
BAUTERMIC	38
BOREL SWISS	41
BUSCH	41
CRONITE	11
DEGUISA	39
ENTESIS	39
ERVIN	40
FLEXINOX	39
GRUPO PIROVAL	38
HEA	PORTADA
HORNOS DEL VALLÉS	39
HOT	17
INSERTEC	41
INTERBIL	40
IPSEN	41
LIBROS TRATAMIENTO TÉRMICO	26 y 27
NIPPON GASES	13
OTTO JUNKER	15
PROYCOTECME	39
REVISTAS TÉCNICAS	INT. CONTRAPORTADA
SOLO SWISS	41
SPECTRO	41
SUMINISTRO Y CALIBRACIÓN	9
TECNYMAT	7
TECRESA	39
THE NEXT SUMMIT	INT. PORTADA
WHEELABRATOR	40

EN EL PRÓXIMO NÚMERO

DICIEMBRE

Gases especiales. Atmósferas. Fuentes de energía. Dispositivos ópticos. Equipos e instrumentos de control y medición. Hornos de temple, revenido. Lubricantes. Hornos de gas y electricidad. Tratamiento térmico de moldes. Transporte y elevación. Tratamiento de superficies. Hornos de cinta. Medio ambiente.

SU MEJOR COMUNICACIÓN

REVISTAS PROFESIONALES DEL SECTOR INDUSTRIAL

PUEDE DESCARGAR TODOS LOS NÚMEROS GRATUITAMENTE EN:

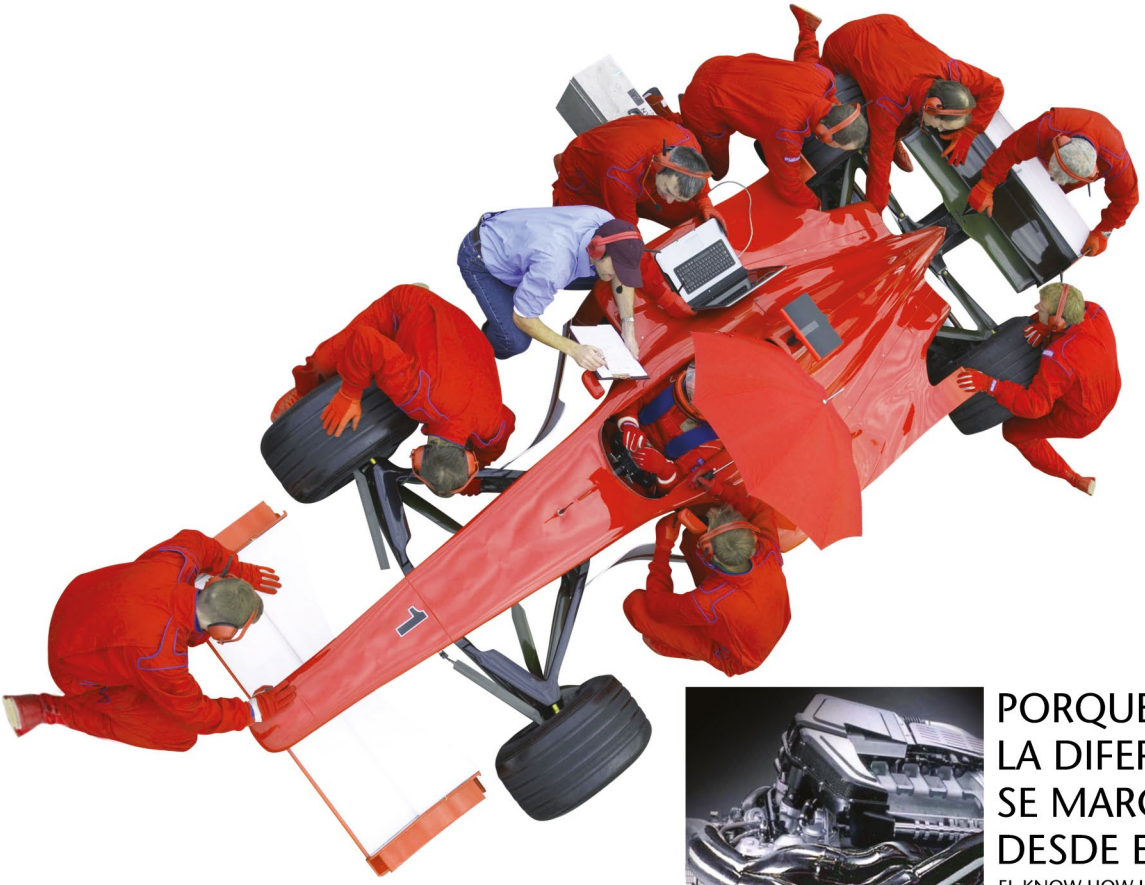
WWW.PEDECA.ES

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.

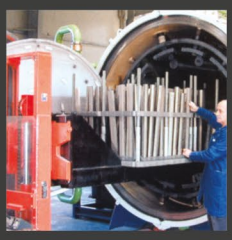
ARROLA®

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