

CENIM

Centro Nacional
de Investigaciones
Metalúrgicas

Memoria de actividades **2016-2018**

Índice

1. Carta del director	6
2. Misión y visión CENIM	10
3. Organización y estructura	16
4. Grupos de investigación	22
5. Laboratorios / servicios CT	126
6. 'Highlights' del CENIM	144
7. Publicaciones por líneas de investigación	154





CENTRO NACIONAL DE INVEST

P

1

Carta del director



CENIM

Centro Nacional
de Investigaciones
Metalúrgicas

Carta del director

El CENIM tiene como misión la generación de conocimiento y tecnología en el campo de la metalurgia con el fin de formar grandes investigadores y ayudar a las empresas del sector. Los proyectos de investigación competitiva, financiados con fondos nacionales, europeos, o privados, se desarrollan en el CENIM de forma altamente multidisciplinar, incorporando grupos externos procedentes de Universidades, Centros Tecnológicos u otros OPIS. Los indicadores de calidad de nuestra actividad (publicaciones, tesis, patentes, ...) avalan nuestro trabajo y dedicación.

A través de esta memoria se demuestra que el CENIM tiene por delante grandes oportunidades en el ámbito de los aceros avanzados y aleaciones ligeras (Ti, Al, Mg). Investigamos sus propiedades mecánicas y comportamiento a corrosión utilizando técnicas electroquímicas avanzadas, con énfasis en la correlación con su microestructura y procesado. Así mismo planteamos sus modificaciones superficiales o recubrimientos como una estrategia para mejorar su rendimiento y ampliar su campo de aplicación. Por otra parte, el desarrollo de tecnologías y materiales eco-sostenibles, sacando partido de la excelente reciclabilidad del metal, es también una de las actividades más relevantes.

Nuestro compromiso en el futuro es coordinar las actividades de los grupos del CSIC en fabricación aditiva y con su inter-colaboración y con la colaboración con empresas y otras organizaciones atraer fondos de investigación que permitan la implantación efectiva de estas tecnologías en la industria española, particularmente en el campo de la automoción, aeronáutica, o salud.

Desde la dirección del centro, y con el apoyo del CSIC, estamos impulsando la renovación/reestructuración de los espacios que albergan los servicios científico-técnicos, adaptando nuestras áreas de trabajo a las necesidades actuales, e impulsando su inclusión en el alcance de la certificación ISO 9001 para la gestión de calidad, que repercutirá en el grado de satisfacción de los usuarios.





2

Misión y visión CENIM

Misión y visión CENIM

“La actividad desarrollada por nuestro centro convierte al CENIM en el primer centro integral de investigación del sector metalúrgico español.”

La misión del CENIM radica en la comprensión y diseño multiescala de materiales metálicos complejos bajo condiciones ambientales reales. Más concretamente, el Centro realiza investigaciones básica y aplicada, profundizando en todo el ciclo de vida de los materiales metálicos (extracción, diseño, producción, transformación, protección y reciclado), en colaboración y para la industria, y gracias a una plantilla de científicos y personal de apoyo totalmente especializado en los materiales metálicos más innovadores.

La actividad desarrollada por nuestro centro convierte al CENIM en el primer centro integral de investigación del sector metalúrgico español. Nuestro objetivo es consolidar esta posición e incrementar nuestra visibilidad a nivel internacional, respondiendo a la creciente demanda de innovación y desarrollo en este ámbito. En este período, en sintonía con los mensajes del CSIC, resulta especialmente importante potenciar nuestra capacidad para transferir resultados a la industria sin que esto suponga abandonar la realización de una Ciencia de Excelencia.

La visión del CENIM es contribuir, dando soporte científico-técnico, al desarrollo económico y social de España a través de la colaboración público-privada con empresas españolas y centros tecnológicos, para poner en marcha nuevas iniciativas de investigación en el ámbito de los materiales metálicos para el desarrollo de nuevas aplicaciones industriales de alto valor añadido, así como la revalorización y funcionalización de las actuales. De esta forma, se espera conseguir el desarrollo de diversos productos industriales con funcionalidades avanzadas y propiedades físico-químicas y mecánicas mejoradas, que cubren nueve de los grandes sectores en los que se prevé que los desarrollos de materiales metálicos tengan un mayor impacto como son: energía, aeroespacial, automoción, biomédica, recubrimientos, construcción, sensores, transporte y defensa.

El CENIM lidera y participa en proyectos de investigación competitiva nacional e internacional, que se desarrollan de forma altamente interdisciplinar, en una atmósfera de estímulo mutuo permanente entre experimentalistas y teóricos, así como entre los diferentes grupos de investigación. La interacción metodológica abarca desde la síntesis macroscópica y combinatoria hasta el procesamiento termomecánico de clases de aleación novedosas, específicamente aceros y aleaciones ligeras, considerando su síntesis químico-física compleja, caracterización y propiedades. Los proyectos que realizamos tienen un fuerte enraizamiento en la investigación básica orientada al conocimiento y precompetitiva, por un lado, e incluyen aspectos relacionados con la aplicación y relevancia comercial de los materiales, procesos y métodos por otro.

La ubicuidad de los metales en nuestra sociedad permite explicar el por qué la industria del metal, y sus ramas asociadas, sea uno de los sectores tecnológicos más grandes de la UE. La combinación de la producción de metales primarios, la creación de aleaciones, la transformación posterior, los productos metálicos integrados y el reciclado de aleaciones representan el 46% de todo el valor manufacturado en la UE y el 11% del producto interior bruto (PIB) total de la UE. Esto equivale a un valor añadido de alrededor de 1,3 billones de euros anuales o 3,5 millones de euros por día.

Además de su valor económico, la metalurgia puede aportar una contribución muy significativa a los retos futuros que enfrenta la sociedad europea. Sin embargo, esta necesidad obliga a promover una estrecha relación entre la investigación científica y técnica, el desarrollo de nuevas tecnologías y la aplicación empresarial de nuevas ideas y técnicas, y a medio y largo plazo, contribuir a su traslación en productos y servicios. El CENIM, como centro temático del CSIC en investigación metalúrgica se dispone a dar respuesta de manera sostenible e inteligente a los desafíos científico-técnicos relacionados con el transporte, salud, energía y economía circular.

Debido a nuestro enfoque interdisciplinar de investigación definimos una serie de áreas temáticas fundamentales donde agrupar nuestras actividades:

- Procesado y modelización de materiales metálicos
- Microestructura y propiedades de materiales metálicos
- Procesos de corrosión en materiales convencionales y avanzado
- Protección y funcionalización de superficies
- Medio ambiente, reciclado y recuperación energética

A través de su enfoque en materiales avanzados y complejos, el CENIM ocupa un lugar clave en la construcción de la sociedad del futuro en un número de campos como:

- Movilidad (por ejemplo, aleaciones de ECO-magnesio, aceros de alta resistencia y desarrollo de nuevos materiales compuestos ecológicos, ligeros y de altas prestaciones para su aplicación en vehículos eléctricos)
- Energía (por ejemplo, aleaciones estructurales tolerantes al hidrógeno, eficiencia de conversión de energía térmica a través de mejores aleaciones de alta temperatura, materiales metálicos para aplicaciones a altas temperaturas base TiAl, FeAl, Ni₃Al, aleaciones de base Ni, aplicación de la energía solar concentrada en la síntesis de materiales metálicos)
- Infraestructura y seguridad (por ejemplo, aceros para grandes infraestructuras tales como turbinas eólicas e instalaciones químicas, aceros bainíticos nanoestructurados para gasoductos)

“El CENIM, como centro temático del CSIC en investigación metalúrgica se dispone a dar respuesta de manera sostenible e inteligente a los desafíos científico-técnicos relacionados con el transporte, salud, energía y economía circular.”

“Los grupos de investigación del CENIM han establecido un número creciente de cooperaciones con socios industriales estratégicamente seleccionados, que ha proporcionado un impulso extramural adicional al crecimiento dinámico del CENIM durante los últimos cuatro años.”

- Salud (por ejemplo, modificación superficial de las aleaciones de titanio para reducir el riesgo de infección de las prótesis, desarrollo de biomateriales biodegradables y biorreabsorbibles basados en nuevos compuestos de polímero biocompatible cargado con partículas de Mg)
- Economía Circular (por ejemplo, tecnología para la recuperación de fibras (vidrio y carbono) de las palas de aerogeneradores, con producción de energía eléctrica y combustibles líquidos, desarrollo de tecnologías Ecoinnovadoras para el aprovechamiento energético de residuos)

En estos momentos, existe un movimiento a nivel europeo, capitalizado por las industrias del sector y principales dentro de I+D, orientado a potenciar la Industria Metalúrgica en Europa conocedores de la repercusión que esto tendría en la generación de empleo y bienestar de la sociedad, asegurando una independencia de las potencias asiáticas. La “nueva Metalurgia”, potenciada con criterios de eco-sostenibilidad, difiere mucho de la Metalurgia que todos conocemos del siglo XVIII. El objetivo es convertirla en el motor tractor de la economía europea sin comprometer el medio ambiente y la calidad de vida de las próximas generaciones (<http://metallurgy-europe.eu/roadmap/>). El CENIM no puede quedarse atrás. En este sentido los grupos de investigación del CENIM han establecido un número creciente de cooperaciones con socios industriales estratégicamente seleccionados, que ha proporcionado un impulso extramural adicional al crecimiento dinámico del CENIM durante los últimos cuatro años. Además de los vínculos establecidos con la industria siderúrgica y las empresas relacionadas en los ámbitos del diseño de aleaciones (en volumen y superficial), la caracterización avanzada, la funcionalización de superficies y la ciencia de los materiales computacionales, se establecieron nuevas cooperaciones industriales en una serie de campos de especial relevancia en la hoja de ruta de la Nueva Metalurgia Europea: aleaciones ligeras y materiales compuestos de matriz metálica, aleaciones para condiciones extremas, nuevos aceros con propiedades a la carta, nuevos biomateriales compuestos polímero-metal, fabricación aditiva, desarrollo de la metalurgia combinatoria, revalorización de los residuos como materia prima.



En definitiva, la Metalurgia es un campo de investigación fascinante, lleno de descubrimientos, oportunidades comerciales y usos industriales. Hoy en día es imperativo continuar invirtiendo en el desarrollo de productos metálicos de alto valor añadido y su fabricación. Sectores clave como transporte, energía y salud continúan demandando nuevas aleaciones desarrolladas con criterios de sostenibilidad. Los metales continúan capitalizando la lista de materiales considerados críticos y por tanto las directrices europeas que recomiendan el estudio de su reciclabilidad y sustitución no pueden ser ignoradas. En estos momentos el potencial de los investigadores del centro nos coloca en un lugar visible cuando se habla de:

“Hoy en día es imperativo continuar invirtiendo en el desarrollo de productos metálicos de alto valor añadido y su fabricación.”

- corrosión (ambiental, industrial, marina)
- técnicas de protección (pinturas, anodización)
- funcionalización de superficies
- aceros avanzados de última generación
- correlación de microestructura y propiedades mecánicas
- técnicas eco-sostenibles de síntesis de metales
- reciclado de materias primas consideradas críticas.

El CENIM es un centro temático enfocado en aportar el conocimiento metalúrgico que mantenga al CSIC en la vanguardia de la investigación metalúrgica y contribuir en la construcción de la sociedad del futuro.





3

Organización y estructura



Organización y estructura

Durante este trienio, la Dirección del CENIM ha estado compuesta por José Luis González Carrasco (Director), Carlos Capdevila Montes (Vicedirector Científico), Ignacio Manuel García Diego (Vicedirector Técnico) y Félix Antonio López Gómez (Vicedirector de Comunicación). La Gerencia del Centro ha sido ejercida por D^a Isabel Ocaña Fernández y D^a Marta del Moral.

La gestión del Centro es asistida por tres órganos colegiados, la Junta de Instituto, el Claustro Científico y la Asamblea de Instituto. La Junta de Instituto está formada por el Director, que es a su vez Presidente de la misma, por los dos Vicedirectores, Gerente, que actúa también de Secretaria, los tres Jefes de Departamento y cuatro Representantes de Personal.

“La gestión del Centro está asistida por tres órganos colegiados, la Junta de Instituto, el Claustro Científico y la Asamblea de Instituto.”

Del Claustro Científico, también está presidido por el Director, forman parte todos los Investigadores pertenecientes a cualquiera de las tres escalas del Personal Científico; a las reuniones del Claustro Científico pueden asistir también todos los otros Doctores del Centro cuando el Director lo considere procedente a iniciativa propia o a petición de, al menos, un tercio de los miembros permanentes del Claustro. Finalmente, la Asamblea del CENIM está formada por todo el personal funcionario y laboral del Centro.

El centro trabaja en 5 ejes de investigación que responden a 5 necesidades de la industria y la sociedad actual:

1. Desarrollar nuevas tecnologías de procesamiento de materiales metálicos convencionales y avanzados, profundizando en la correlación entre su composición, estructura (micro y nanoescala), y sus propiedades mecánicas. Aplicación de la energía solar térmica concentrada (ESC) a procesos de síntesis y transformación de materiales y de materias primas.

Los siguientes Grupos de investigación están involucrados en esta línea:

Grupo de Transformaciones de Fase en Estado Sólido (MATERIALIA)

Grupo de Materiales Avanzados de Alto Valor Añadido (AVANZA)

Grupo de Materiales Metálicos Procesados por Técnicas de No Equilibrio (MANOEQ)

Grupo de Propiedades Mecánicas y Conformado (PROMECCO)

2. Continuar con el desarrollo de materiales metálicos avanzados (nanoestructurados, intermetálicos, aceros, aleaciones ligeras cristalinas, nanocristalinas y amorfas, materiales compuestos y nanocompuestos y aleaciones de alta entropía) de interés en aplicaciones para el transporte, energía y salud.

Los siguientes Grupos de investigación están involucrados en esta línea:

Grupo de Transformaciones de Fase en Estado Sólido (MATERIALIA)

Grupo de Materiales Avanzados de Alto Valor Añadido (AVANZA)

Grupo de Materiales Metálicos Procesados por Técnicas de No Equilibrio (MA-NOEQ)

Grupo de Propiedades Mecánicas y Conformado (PROMECCO)

3. Potenciar los estudios teóricos de modelización y simulación aplicados al diseño de nuevos materiales metálicos y nuevas superficies. Los siguientes Grupos de investigación están involucrados en esta línea:

Grupo de Transformaciones de Fase en Estado Sólido (MATERIALIA)

Grupo de Electroquímica de Superficies y Corrosión (ECORR)

Grupo de Materiales Metálicos Procesados por Técnicas de No Equilibrio (MA-NOEQ)

4. Avanzar en el conocimiento fundamental de los procesos de corrosión, funcionalización de superficies y desarrollo de nuevos sistemas de protección (metálicos, orgánicos, híbridos de naturaleza organo-inorgánica, sol-gel, grafeno,...), tanto básicos como los producidos por el efecto sinérgico que tiene lugar sobre una superficie metálica sometida a factores mecánicos (tensión, erosión, desgaste y/o fricción).

Los siguientes Grupos de investigación están involucrados en esta línea:

Grupo de Corrosión Atmosférica/Pinturas Anticorrosivas (CAPA)

Grupo de Corrosión y Protección de Materiales Metálicos (COPROMAT)

Grupo de Corrosión y Protección de Metales en Patrimonio Cultural y Construcción (COPAC)

Grupo de Electroquímica de Superficies y Corrosión (ECORR)

5. Metales críticos, reciclado de materiales de post-consumo y residuos emergentes. El principal objetivo es la introducción de tecnologías eco-innovadoras aplicadas a la recuperación de materias primas y al medio ambiente, reciclado de materiales y recuperación energética, contribuyendo al desarrollo de nuevos procesos, materiales y energías para una metalurgia sostenible

Los siguientes Grupos de investigación están involucrados en esta línea:

Grupo de Materiales de Valor Añadido a partir de Fuentes no Convencionales (W4M)

Grupo de Procesos, Materiales y Energía en la Metalurgia Ecológica y Sostenible (PROMESS)

Grupo de tecnologías eco-innovadoras aplicadas a procesos medioambientales, reciclado de materiales y aprovechamiento energético (TecnoEco)

“El CENIM trabaja en 5 ejes de investigación que responden a 5 necesidades de la industria y la sociedad actual.”

“De esta forma nuestra actividad en las cinco líneas de investigación arriba expuestas contribuye en 5 de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda de Desarrollo 2030 de las Naciones Unidas.”

Las relaciones estructurales y operacionales entre los órganos y unidades mencionados se muestran en el Organigrama adjunto aprobado por la Junta de Instituto el 6 de septiembre de 2013.

El CENIM realiza investigaciones avanzadas en el campo de la Metalurgia donde los especialistas nacionales no son muy numerosos. Aprovechamos la amplia base de conocimientos adquiridos en las distintas líneas para definir metas estratégicas que hagan frente a las nuevas demandas de la sociedad.

El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años. De esta forma nuestra actividad en las cinco líneas de investigación arriba expuestas contribuye en 5 de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS):

#7: energía asequible

#9: industria, innovación e infraestructura

#11: ciudades y comunidades sostenibles

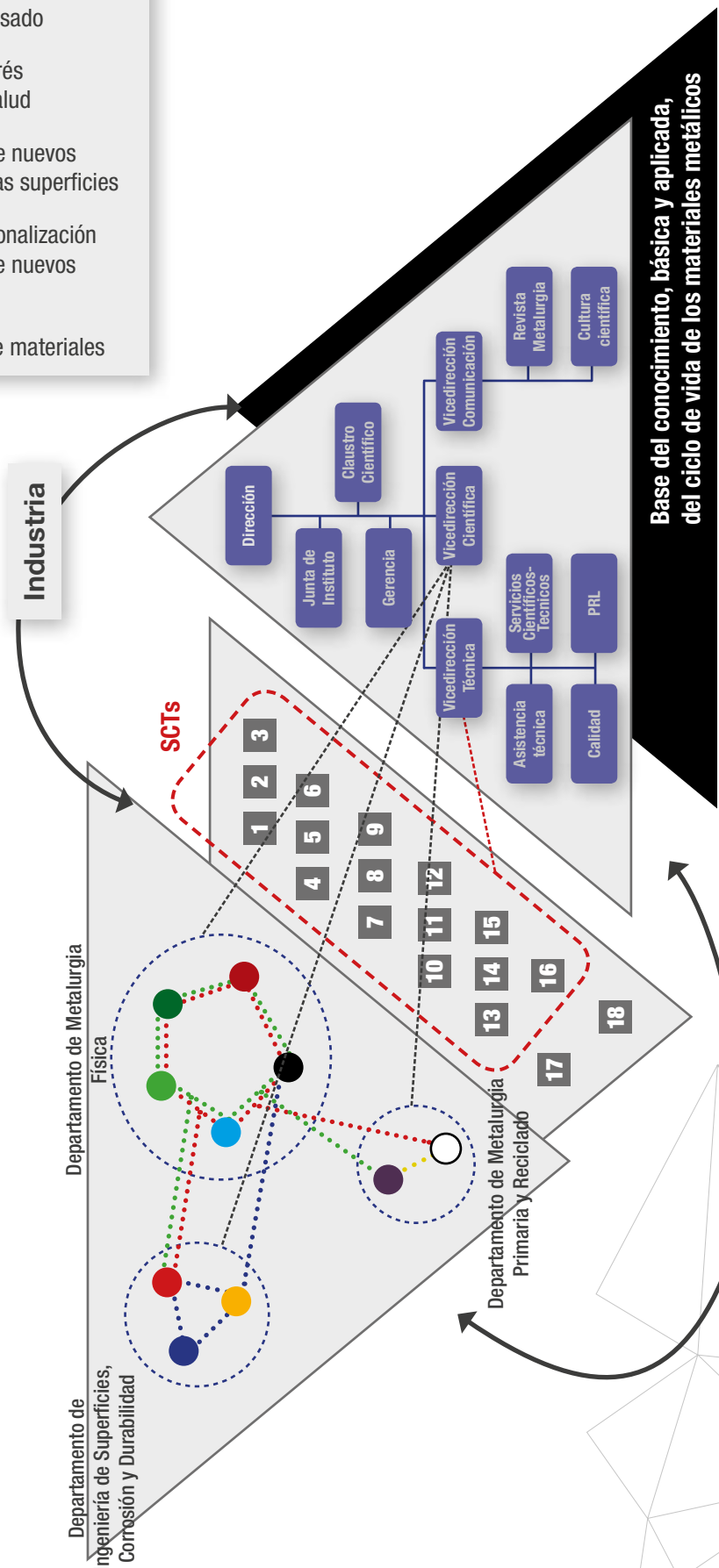
#12: producción y consumo responsable

#13: acción por el clima

Ejes:

- 1 Nuevas tecnologías de procesamiento
- 2 Materiales metálicos de interés en el transporte, energía y salud
- 3 Modelización y simulación de nuevos materiales metálicos y nuevas superficies
- 4 Procesos de corrosión, funcionalización de superficies y desarrollo de nuevos sistemas de protección
- 5 Metales críticos y reciclado de materiales

- 1** Chemical Analysis Laboratory
 - 2** Surface Characterization Laboratory
 - 3** Laboratory of Corrosion
 - 4** Advanced Electrochemistry Laboratory
 - 5** Mechanical Testing
 - 6** Mechanical Manufacturing Laboratory
 - 7** Laboratory of galvanized materials
 - 8** Laboratory of Optical Metallography
 - 9** Electron Microscopy Laboratory
 - 10** Heat Treatment Laboratory
 - 11** Thermomechanical Laboratory
 - 12** Powdermetallurgy Laboratory
 - 13** X-Rays Laboratory
 - 14** Materials Recycling ation Laboratory
 - 15** Welding Laboratory
 - 16** Phase Transformation Laboratory
 - 17** Office of Technical Support
 - 18** Library
-
- Grupo Patrimonio (CAPA + COPAC + DeBIO)
 - Grupo COPROMAT
 - Grupo ECORR
 - Grupo MESO
 - Grupo ManoEQ
 - Grupo Avanza
 - Grupo Promeco
 - Grupo Materialia
 - Grupo TecnoECO
 - Grupo MEDES (W4M + PROMESS + GLASCECON del IETcc)





4

Grupos de investigación:

Nombre del grupo: Materiales Avanzados de Alto Valor Añadido (AVANZA)

Contacto: Marcela Lieblich Rodriguez

Email: lieblich@cenim.csic.es

Introducción / objetivos estratégicos: La actividad investigadora del grupo se centra en el estudio de materiales metálicos de alto valor añadido, como son los biomateriales para implantes quirúrgicos permanentes y temporales. La naturaleza pluridisciplinar de las temáticas abordadas favorece la colaboración con otros Centros de Investigación, Centros Tecnológicos y Hospitales a través de proyectos coordinados. Nuestros objetivos se orientan tanto a procesar los materiales como a correlacionar su microestructura con sus propiedades, estructurales y/o funcionales, teniendo en cuenta las variables del procesado y/o de modificaciones posteriores. La estrategia del grupo AVANZA incluye tanto investigación básica como tecnológica, de interés para empresas, con las que también colaboramos. La financiación se obtiene fundamentalmente a través de proyectos competitivos del Plan Nacional, Europeos y contratos con la industria. La consecución de Proyectos Europeos es una de nuestras prioridades.

Líneas y sublíneas (identificadas en la web CSIC)

1. Microstructural Design and Flexible Processing for Optimisation of Metallic Materials for Innovative Applications
 - 1.1. Processing and Characterisation of Metallic Materials for Healthcare

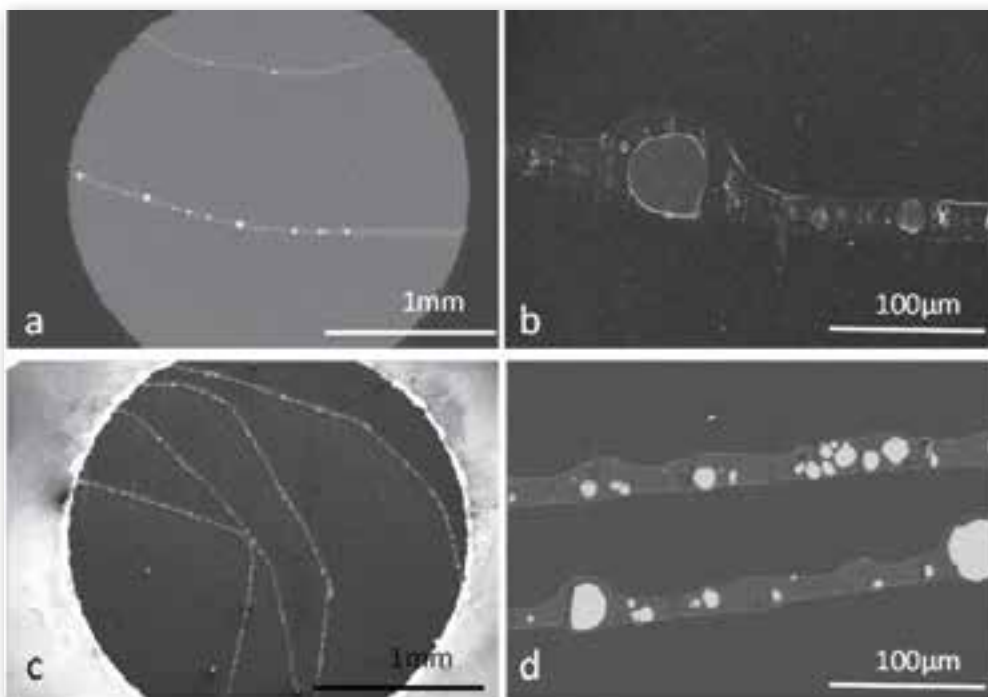
Principales hitos destacables en 2016 – 2018

Durante este periodo se han obtenido resultados muy relevantes en todas las líneas en las que se enmarca la investigación del grupo.

Dentro del tema de materiales para la salud, se ha llevado a término un trabajo de tesis doctoral, codirigida con el ICV-CSIC, que se defendió en octubre de 2018. En la tesis se presentaron resultados sobre procesado y caracterización de biomateriales compuestos polímero/Mg biodegradables procesados por técnicas que incluyen una etapa de química coloidal, la cual permitió conseguir una distribución homogé-

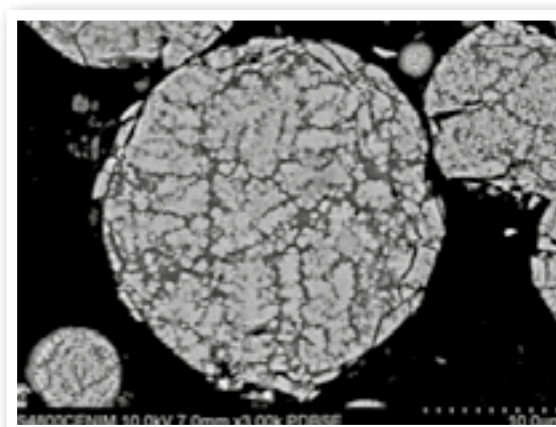
nea de partículas de Mg en la matriz de ácido poliláctico (PLA) y, como se comprobó, una unión química entre estos dos componentes, lograda por la acción de un compuesto “puente” entre ellos, en concreto un polielectrolito. De este modo, se obtuvo un material muy versátil en cuanto a su presentación: en forma de gránulos, cintas, cilindros y andamios. Ello permite postular este tipo de compuestos como candidato a un número importante de aplicaciones en osteosíntesis y también como apósitos para regeneración de piel. Esta investigación se presentó en varios congresos nacionales e internacionales y dio lugar a una patente en la que se desarrolla la fabricación de andamios por impresión 3D, además de ser tema central de un proyecto financiado por el MINECO, de un proyecto i-link, desarrollado en colaboración con grupos y empresas de Alemania, Italia y Argentina, y un proyecto europeo (M-ERA.NET, financiado por PCIN), en colaboración con grupos y empresas de Italia y Bélgica, que pretende conseguir su fabricación industrial para ponerlo a disposición de la sociedad. En la figura se presenta un ejemplo de corte longitudinal de cintas de PLA reforzadas con 10 y 50% en masa de Mg.

“La actividad investigadora del grupo AVANZA se centra en el estudio de materiales metálicos de alto valor añadido, como son los biomateriales para implantes quirúrgicos permanentes y temporales.”



Imágenes de microscopía electrónica de barrido de cintas de PLA con a,b) 10% y c,d) 50% en masa de partículas de Mg

El grupo AVANZA tiene también como objetivo el procesado y estudio de materiales pulvimetalúrgicos, gracias al atomizador por gas inerte y de la prensa de extrusión de que se dispone. En estos temas se ha trabajado principalmente con la industria y centros tecnológicos a través de varios contratos de investigación y de un contrato con la Agencia Espacial Europea en el que se estudian los mecanismos de solidificación de compuestos Ni-Al como el que se presenta en la siguiente figura.



Micrografía de electrones retrodispersados de polvo de Al68.5Ni31.5 atomizado con argón.

Lista publicaciones 2016-2018

- Fernández, R.; Ferreira-Barragáns, S.; Ibáñez, J.; González-Doncel, G.; A multi-scale analysis of the residual stresses developed in a single-phase alloy cylinder after quenching;(2018); Materials and Design; vol: 137; Páginas: 117 – 127
- García-Escorial, A.; Lieblich, M.;Atomization of Al-rich alloys: Three paradigmatic case studies; (2018); Journal of Alloys and Compounds; vol: 762; Páginas: 203 – 208
- Frutos, E.; Karlík, M.; Jiménez, J.A.; Langhansová, H.; Lieskovská, J.; Polcar, T.; Development of new β / α '-Ti-Nb-Zr biocompatible coating with low Young's modulus and high toughness for medical applications;(2018); Materials and Design; vol: 142 ; Páginas: 44 – 55
- Moreno-Fernandez, G.; Perez-Ferreras, S.; Pascual, L.; Llorente, I.; Ibañez, J.; Rojo, J.M.; Electrochemical study of tetraalkylammonium tetrafluoroborate electrolytes in combination with microporous and mesoporous carbon monoliths;(2018); Electrochimica Acta; vol: 268 ; Páginas: 121 – 130
- Cabeza, S.; Müller, B.R.; Pereyra, R.; Fernández, R.; González-Doncel, G.; Bruno, G.;Evidence of damage evolution during creep of Al–Mg alloy using synchrotron X-ray refraction;(2018); Journal of Applied Crystallography; vol: 51; Páginas: 420 – 427
- Fernández, R.; Bruno, G.; González-Doncel, G.; Fractal nature of aluminum alloys substructures under creep and its implications; (2018); Journal of Applied Physics; vol: 123; Páginas: 2634 – 2636
- Zimmermann, T.; Ferrandez-Montero, A.; Lieblich, M.; Ferrari, B.; González-Carrasco, J.L.; Müller, W.D.; Schwitalla, A.D.;In vitro degradation of a biodegradable polylactic acid/magnesium composite as potential bone augmentation material in the presence of titanium and PEEK dental implants; (2018); Dental Materials; vol: 34; Páginas: 1492 – 1500
- J.L. Ocaña; J.L. González-Carrasco; M. Lieblich; J.A. Porro; M. Díaz; F. Cordovilla; I. Angulo; I. Izaguirre;Laser Shock Processing as an Advanced Technique for the Surface and Mechanical Resistance Properties Modification of Bioab-

- sorbable Magnesium Alloys; (2018); MATERI. SCI. FORUM; vol: 941 ; Páginas: 2489 – 2494
- Fernández, R.; Cabeza, S.; Mishurova, T.; Fernández-Castrillo, P.; González-Doncel, G.; Bruno, G.; Residual stress and yield strength evolution with annealing treatments in an age-hardenable aluminum alloy matrix composite; (2018); Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing; vol: 731 ; Páginas: 344 – 350
- Evsevlev, S.; Mishurova, T.; Cabeza, S.; Koos, R.; Sevostianov, I.; Garcés, G.; Requena, G.; Fernández, R.; Bruno, G.; The role of intermetallics in stress partitioning and damage evolution of AlSi12CuMgNi alloy; (2018); Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing; vol: 736; Páginas: 453 – 464
- Moreno-Fernandez, G.; Ibañez, J.; Rojo, J.M.; Kunowsky, M.; Activated Carbon Fiber Monoliths as Supercapacitor Electrodes; (2017); Advances in Materials Science and Engineering; vol: (2017); Páginas: -
- Fernández-Calderón, M.C.; Cifuentes, S.C.; Pacha-Olivenza, M.A.; Gallardo-Moreno, A.M.; Saldaña, L.; González-Carrasco, J.L.; Blanco, M.T.; Vilaboa, N.; González-Martín, M.L.; Pérez-Giraldo, C.; Antibacterial effect of novel biodegradable and bioresorbable PLDA/Mg composites; (2017); Biomedical materials (Bristol, England); vol: 12 ; Páginas: null – 1135
- Cifuentes, S.C.; Frutos, E.; Benavente, R.; Lorenzo, V.; González-Carrasco, J.L.; Assessment of mechanical behavior of PLA composites reinforced with Mg micro-particles through depth-sensing indentations analysis; (2017); Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials; vol: 65 ; Páginas: 781 – 790
- Travessa, D.N.; da Rocha, G.V.B.; Cardoso, K.R.; Lieblich, M.; Carbon Nanotube-Reinforced Aluminum Matrix Composites Produced by High-Energy Ball Milling; (2017); Journal of Materials Engineering and Performance; vol: 26; Páginas: 2998 – 3006
- J.L. Ocaña; J.L. González-Carrasco; M. Lieblich; S. Barriuso; J.A. Porro; L. Ruiz de Lara; M. Díaz; J.A. Santiago; Compressive Residual Stresses and Associated Surface Modifications Induced in Ti6Al4V by Laser Shock Processing; (2017); Materials Science Forum; vol: 879; Páginas: 1408 – 1413
- Aldama, I.; Barranco, V.; Kunowsky, M.; Ibañez, J.; Rojo, J.M.; Contribution of Cations and Anions of Aqueous Electrolytes to the Charge Stored at the Electric Electrolyte/Electrode Interface of Carbon-Based Supercapacitors; (2017); Journal of Physical Chemistry C; vol: 121 ; Páginas: 12053 – 12062
- García, E.; Espeso, G.; Fernández, R.; Gómez-Martín, Á.; Rodríguez-Linde, J.M.; De la Fe, C.; Coxiella burnetii detected in three species of endangered North African gazelles that recently aborted; (2017); Theriogenology; vol: 88; Páginas: 131 – 133
- Cifuentes, S.C.; Lieblich, M.; López, F.A.; Benavente, R.; González-Carrasco, J.L.; Effect of Mg content on the thermal stability and mechanical behaviour of PLLA/Mg composites processed by hot extrusion; (2017); MATERIALS SCIENCE & ENGINEERING C-BIOMIMETIC AND SUPRAMOLECULAR SYSTEMS; vol: 72; Páginas: 18 – 25

- Moreno-Fernandez, G.; Kunowsky, M.; Lillo-Ródenas, M.Á.; Ibañez, J.; Rojo, J.M.; New Carbon Monoliths for Supercapacitor Electrodes. Looking at the Double Layer;(2017); CHEMELECTROCHEM; vol: 4 ; Páginas: 1016 – 1025
- Herlach, D.M.; Burggraf, S.; Galenko, P.; Gandin, C.A.; Garcia-Escorial, A.; Heinein, H.; Karrasch, C.; Mullis, A.; Rettenmayr, M.; Valloton, J.; Solidification of Undercooled Melts of Al-Based Alloys on Earth and in Space; (2017); JOM; vol: 69; Páginas: 1303 – 1310
- Bensiamar, F.; Olalde, B.; Cifuentes, S.C.; Argarate, N.; Atorrasagasti, G.; González-Carrasco, J.L.; García-Rey, E.; Vilaboa, N.; Saldaña, L.; Bioactivity of dexamethasone-releasing coatings on polymer/magnesium composites; (2016); Biomedical materials (Bristol, England); vol: 11 ; Páginas: 1394 – 1397
- Chao, J.; Rementeria, R.; Aranda, M.; Capdevila, C.; Gonzalez-Carrasco, J.L.; Comparison of ductile-to-brittle transition behavior in two similar ferritic oxide dispersion strengthened alloys;(2016); MATERIALS; vol: 9; Páginas: 209 – 221
- Aldama; V. Barranco; T.A. Centeno; J. Ibañez; J.M. Rojo; Composite electrodes made from carbon cloth as supercapacitor material and manganese and cobalt oxide as battery one;(2016); Journal of the Electrochemical Society; vol: 163; Páginas: A758 - A765
- D.V.F. Neves; A.S. da Silva Sobrinho; M. Massi; J.L. Gonzalez-Carrasco; M. Liebllich; K.R. Cardoso; Growth and surface characterization of FeAlCr thin films deposited by magnetron sputtering for biomedical applications;(2016); Thin Solid Films; vol: 608 ; Páginas: 71 – 78
- Cifuentes, S.C.; Bensiamar, F.; Gallardo-Moreno, A.M.; Osswald, T.A.; González-Carrasco, J.L.; Benavente, R.; González-Martín, M.L.; García-Rey, E.; Vilaboa, N.; Saldaña, L.; Incorporation of Mg particles into PDLLA regulates mesenchymal stem cell and macrophage responses;(2016); Journal of Biomedical Materials Research - Part A; vol: 104 ; Páginas: 866 – 878
- Galván, J.C.; Larrea, M.T.; Bracerás, I.; Multigner, M.; González-Carrasco, J.L.; In vitro corrosion behaviour of surgical 316LVM stainless steel modified by Si+ ion implantation - An electrochemical impedance spectroscopy study;(2016); Journal of Alloys and Compounds; vol: 67; Páginas: 414 – 427
- Cifuentes, S.C.; Gavilán, R.; Liebllich, M.; Benavente, R.; González-Carrasco, J.L.; In vitro degradation of biodegradable polylactic acid/magnesium composites: Relevance of Mg particle shape;(2016); Acta Biomaterialia; vol: 32 ; Páginas: 348 – 357
- S.C. Cifuentes; R. Gavilán; M. Liebllich; R. Benavente; J.L. Carrasco.; In vitro degradation of biodegradable polylactic acid/magnesium composites: relevance of Mg particle shape; (2016); Acta Biomaterialia; vol: 32 ; Páginas: 348 – 357
- Frutos, E.; González-Carrasco, J.L.; Polcar, T.; Nanomechanical characterization of alumina coatings grown on FeCrAl alloy by thermal oxidation;(2016); Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials; vol: 57; Páginas: 310 – 320
- M. Liebllich; S. Barriuso; J. Ibañez; L. Ruiz-de-Lara; M. Díaz; J.L. Ocaña; A. Alberdi; J. L. González-Carrasco; On the fatigue behavior of medical Ti6Al4V roughened by grit blasting and abrasiveless waterjet peening;(2016); Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials; vol: 63 ; Páginas: 390 – 398

- Crespo, L.; Hierro-Oliva, M.; Barriuso, S.; Vadillo-Rodríguez, V.; Montealegre, M.Á.; Saldaña, L.; Gomez-Barrena, E.; González-Carrasco, J.L.; González-Martín, M.L.; Vilaboa, N.; On the interactions of human bone cells with Ti6Al4V thermally oxidized by means of laser shock processing; (2016); Bio-medical materials (Bristol, England); vol: 11 ; Páginas: 390 – 398
- Fernández, R.; Bruno, G.; González-Doncel, G.; Primary and secondary creep in aluminum alloys as a solid state transformation;(2016); Journal of Applied Physics; vol: 120; Páginas: 314 – 326
- Frutos, E.; González-Carrasco, J.L.; Polcar, T.; Repetitive nano-impact tests as a new tool to measure fracture toughness in brittle materials; (2016);Journal of the European Ceramic Society; vol: 36; Páginas: 3235 – 3243
- Pedrazzini, S.; Galano, M.; Audebert, F.; Collins, D.M.; Hofmann, F.; Abbey, B.; Korsunsky, A.M.; Lieblich, M.; Garcia Escorial, A.; Smith, G.D.W.; Strengthening mechanisms in an Al-Fe-Cr-Ti nano-quasicrystalline alloy and composites; (2016); Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing; vol: 672; Páginas: 175 – 183
- Lieblich, M.; Barriuso, S.; Multigner, M.; González-Doncel, G.; González-Carrasco, J.L.; Thermal oxidation of medical Ti6Al4V blasted with ceramic particles: Effects on the microstructure, residual stresses and mechanical properties; (2016); Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials; vol: 54; Páginas: 173 – 184
- Ferrández-Montero, A.; Quijada-Garrido, I.; Liras, M.; García, O.; Thermoresponsive random and block copolymers based on diethylene glycol methacrylate and a novel thiolated methacrylic monomer for the coating of semiconductor nanoparticles; (2016);European Polymer Journal; vol: 84; Páginas: 565 – 576
- J. Ignacio Hidalgo; Ricardo Fernandez; J. Manuel Colmenar; Florencia Cioffi; Jose L. Risco-Martin; Gaspar Gonzalez-Doncel; Using Evolutionary Algorithms to determine the residual stress profile across welds of age-hardenable aluminum alloys; (2016); Applied Soft Computing Journal; vol: 40; Páginas: 429 - 43

Lista tesis y proyectos fin de grado 2016-2018

“Procesado por técnicas coloidales y caracterización de materiales polímero/Mg para aplicaciones en la industria biomédica”; codirección: JOSE LUIS GONZALEZ CARRASCOMARCELA LIEBLICH RODRIGUEZBEGOÑA FERRARI FERNANDEZ (ICV-CSIC); Universidad Carlos III de Madrid (UC3M); PhD: Ana Ferrández Montero (2018)

“DISTRIBUCIÓN Y EVOLUCIÓN DE TENSIONES RESIDUALES EN MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ METÁLICA”; Dirección: GASPAR GONZALEZ DONCEL; Facultad de Ciencias Químicas Universidad Complutense de Madrid; PhD Pedro Fernández Castrillo (2017)

“Estudio y optimización del proceso por fricción batida (FSW) de materiales compuestos de matriz metálica (MMC) con elevado contenido de refuerzo”; Co-dirección: GASPAR GONZALEZ DONCEL y RICARDO FERNANDEZ SERRANO; UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID (UCM); PhD Florencia Cioffi (2016)

Proyectos fin de Grado:

Rocío Pereyra Gómez “Análisis de los estados primario y secundario de la fluencia de una aleación Al-Mg en solución sólida”; Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - UPM (ETSICCPM - UPM); CENIM; Coodirección: GASPAR GONZALEZ DONCELRICARDO FERNANDEZ SERRANO (2017)

Sara Señorís Puentes “Influencia del grado de inclinación de la herramienta en el proceso de soldadura por fricción batida para una unión disimilar aleación de aluminio-material compuesto de matriz metálica” UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID (UAM) ; Codirección: GASPAR GONZALEZ DONCELRICARDO FERNANDEZ SERRANO (2016)

Lista proyectos 2016-2018

DESARROLLO Y CARACTERIZACION DE MATERIALES DE BASE MAGNESIO BIODEGRADABLES Y BIOREABSORBIBLES PARA LA REPARACION DEL HUESO.

(MAT2015-63974-C4-1-R) Fecha Inicio: 01/01/2016 Fecha Fin: 31/12/2019

Materiales compuestos biodegradables de PLA reforzado con micro y nano partículas de Mg: optimización del procesado y diseño, y escalado industrial de implantes temporales

(PCIN-2017-036) Fecha Inicio: 01/12/2017 Fecha Fin: 30/11/2020

A step forward in the development of new biodegradable and bioresorbable materials for temporary medical applications based on polymer/Mg materials

(I-LINK1080) Fecha Inicio: 01/01/2016 Fecha Fin: 31/12/2017

Nombre del grupo: CORROSIÓN ATMOSFÉRICA / PINTURAS ANTICORROSIVAS (CAPA)



Contacto: Daniel de la Fuente García

Email: delafuente@cenim.csic.es

Introducción / objetivos estratégicos: El Grupo Corrosión Atmosférica / Pinturas Anticorrosivas (CAPA) pertenece al Departamento de Ingeniería de Superficies, Corrosión y Durabilidad. Si bien inició con estudios sobre materiales metálicos y su degradación por la acción atmosférica (corrosión atmosférica), pronto consideró también la protección mediante recubrimientos orgánicos de pintura y durabilidad de los materiales condicionada a una adecuada selección y/o protección en función de los diferentes medios donde vayan a estar expuestos

Objetivos: (i) Corrosión en medios naturales; (ii) Degradación y conservación del Patrimonio Histórico y Cultural; (iii) Recubrimientos protectores: metálicos, orgánicos etc.; (iv) Modificación superficial y (v) Físico-química de superficies.

Líneas y sublíneas (identificadas en la web CSIC)

Línea de investigación: Corrosión, Protección y Durabilidad de materiales Metálicos

Sublínea de investigación: Corrosión en Ambientes Naturales y Recubrimientos Anticorrosivos

Principales hitos destacables en 2016 – 2018

Durante el período 2016-2018 el Grupo se ha centrado fundamentalmente en los siguientes objetivos:

CORROSIÓN EN MEDIOS NATURALES. Las actividades se han focalizado en el ámbito de la corrosión atmosférica, particularmente en los siguientes puntos:

(a) Profundizar en el conocimiento de la corrosión atmosférica en atmósferas marinas



La corrosión atmosférica en regiones costeras es un tema particularmente relevante debido a su gran transcendencia para la sociedad. Aproximadamente la mitad de la población mundial vive en regiones costeras y la industrialización de países desarrollados tiende a concentrar las plantas de producción próximas a la costa. Hasta el inicio del siglo **xxi**, la investigación científica sobre los mecanismos básicos de formación de herrumbre en atmósferas marinas fue muy escasa. Desde entonces el conocimiento de la corrosión atmosférica marina ha avanzado notablemente. Por tanto, la corrosión atmosférica en regiones costeras de diferentes metales, y especialmente del acero al carbono, ha constituido en estos últimos años un campo científico relativamente joven en el que ya existía un acervo importante de conocimientos acumulados, donde la información disponible se encontraba muy desperdigada en la literatura científica, y urgía, por tanto,

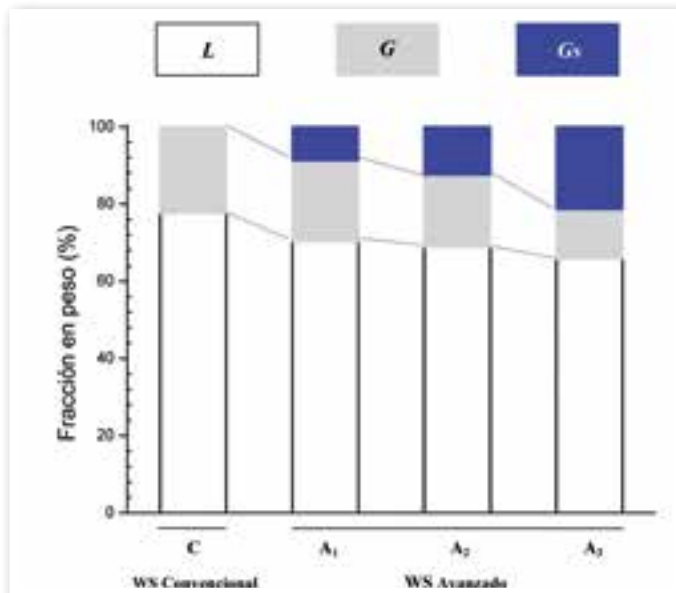
una revisión en profundidad y un estudio riguroso sobre esta temática. Es por ello que el grupo ha elaborado un libro **“La corrosión atmosférica del acero al carbono en ambientes costeros”**, de editorial CSIC, dónde se expone el estado actual de conocimientos y se señalan los avances que necesariamente deben realizarse en los próximos decenios. Asimismo es de destacar las numerosas publicaciones, 14 en total, de las cuales 8 han sido durante el período 2016-2018, en las revistas más importantes de la especialidad y la presentación de una tesis doctoral.



(b) Aceros patinables o autoprotectores (weathering steels)

Los aceros patinables describen una clase de aceros al carbono estructurales que desarrollan una capa más tenaz, compacta y adhe-

rente de herrumbre (también llamada pátina) frente a la corrosión atmosférica en ambientes naturales de baja agresividad (rural, urbano e industrial ligero). Las principales aplicaciones de este tipo de aceros incluyen estructuras civiles tales como puentes y otras estructuras portantes, torres para el transporte de energía eléctrica, guardavías, fachadas, cubiertas, etc.



LA PRESENCIA DE GOETITA nanofásica (< 15 nm) es la responsable de la protección de herrumbres protectoras.

La información existente en la literatura acerca de la corrosión atmosférica de los aceros patinables es muy abundante, sin embargo, hasta hace muy poco tiempo se echaba en falta una revisión bibliográfica en profundidad sobre el tema y un análisis riguroso de la información existente. En esta sublínea, ya iniciada en el año 2007, el grupo ha adquirido un relieve internacional por sus numerosas publicaciones en esta temática en prestigiosas revistas de la especialidad, contabilizando en los últimos años un total de 10 artículos incluidos en el SCI, destacando las revisiones bibliográficas, que han tenido un alto impacto en la comunidad científica internacional.

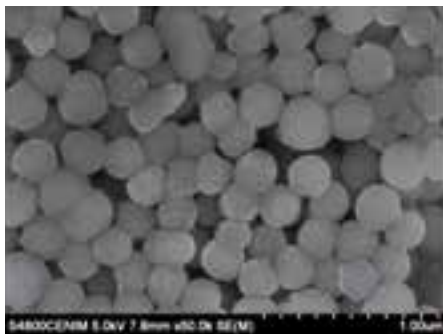
El grupo se ha centrado principalmente en el desarrollo de aceros patinables para aplicación en atmósferas de mayor agresividad (atmósferas marinas).

DEGRADACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO Y CULTURAL. Dentro de esta línea el grupo ha focalizado su actividad incidiendo en el efecto de la contaminación atmosférica (SO_2 , NO_x , etc.) en el patrimonio cultural (esculturas y edificios). El grupo viene participando desde 1987 en el Programa Internacional Cooperativo (PIC) de UN-ECE sobre efectos de la contaminación atmosférica en los materiales, incluyendo los monumentos históricos y culturales, adquiriendo la consideración de Sub-Centro y coordinando la actividad de los diferentes países que participan en el programa en el material “acero patinable”.

“El Grupo CAPA estudia la degradación de materiales metálicos por la acción atmosférica (corrosión atmosférica), así como también su protección mediante recubrimientos orgánicos de pintura en función de los diferentes medios donde vayan a estar expuestos.”

Dentro de esta temática, también es de destacar la caracterización realizada de la pátina de más de 400 años de antigüedad formada sobre las tejas de cobre que integran la cubierta del Palacio de Verano (the Summer Palace) de Praga del siglo XVI, dando lugar a dos publicaciones y dos presentaciones en el 20 Congreso Internacional de Corrosión y Eurocorr 2017 celebrado en Praga.

RECUBRIMIENTOS PROTECTORES. Dentro de esta línea, que se podría englobar como “Tecnologías anticorrosivas de superficie”, el grupo es referente a nivel internacional. Desde el año 2011 y dentro de



esta temática, se ha abierto una línea sobre recubrimientos funcionales inteligentes (auto-orientables, auto-reparadores, auto-sellantes), etc., que constituye una importante vía de desarrollo futuro del grupo. Son recubrimientos diseñados para ofrecer una funcionalidad adicional a las propiamente intrínsecas de los recubrimientos. Sin embargo, los recubrimientos funcionales inteligentes van más allá. Su funcionalidad no

está constantemente activada sino que únicamente se desencadena bajo demanda ante un estímulo externo: daño mecánico, cambio de pH, etc. Durante este período y en el marco de una tesis doctoral, el principal objetivo ha sido sintetizar y caracterizar una nueva generación de nanocontenedores mesoporosos de sílice, con y sin núcleo hueco, cargarlos con un inhibidor de corrosión medioambientalmente aceptable basado en fosfomolibdato y encapsularlos. Los resultados han demostrado que estas nanocápsulas, además de ser efectivas en la protección del acero, debido a los procesos de polimerización experimentados por este inhibidor en función del pH, permiten la liberación inteligente incluso en ausencia de cápsula. Ello supone una clara ventaja a la hora de su escalado y aplicación industrial en futuros recubrimientos comerciales, objetivo que se está abordando en el marco de un proyecto retos-colaboración con diferentes empresas.

“Desde el año 2011 y dentro de esta temática, se ha abierto una línea sobre recubrimientos funcionales inteligentes (auto-orientables, auto-reparadores, auto-sellantes), etc., que constituye una importante vía de desarrollo futuro del grupo.”

Lista publicaciones 2016-2018

- I. Díaz; H. Cano; D. Crespo; B. Chico; D. de la Fuente; M. Morcillo. Atmospheric corrosion of ASTM A-242 and ASTM A-588 weathering steels in different types of atmosphere. Corrosion Engineering Science and Technology. 53 - 6, pp. 449 - 459. 2018.
- P. Lopesino; J. Alcántara; D. de la Fuente; B. Chico; J.A. Jiménez; M. Morcillo. Corrosion of copper in unpolluted chloride-rich atmospheres. Metals. 8, pp. 866. 2018.
- H. Cano; I. Díaz; D. de la Fuente; B. Chico; M. Morcillo. Effect of Cu, Cr and Ni alloying elements on mechanical properties and atmospheric corrosion resistance of weathering steels in marine atmospheres of different aggressivities. Mater. Corros. 69 - 1, pp. 8 - 19. 2018.

- I. Díaz; H. Cano; P. Lopesino; D. de la Fuente; B. Chico; J.A. Jiménez; S.F. Medina; M. Morcillo. Five-year atmospheric corrosion of Cu, Cr and Ni weathering steels in a wide range of environments. *Corros. Sci.*141, pp. 146 - 157. 2018.
- C. Zea; J. Alcántara; R. Barranco-García; M. Morcillo; D. de la Fuente. Synthesis and characterization of hollow mesoporous silica nanoparticles for smart corrosion protection. *Nanomaterials*. 8 - 7, pp. Art. 478. 2018.
- C. Zea; R. Barranco-García; J. Alcántara; J. Simancas; M. Morcillo; D. de la Fuente. pH-dependent release of environmentally friendly corrosion inhibitor from mesoporous silica nanoreservoirs. *Microporous and Mesoporous Materials*. 255, pp. 166 - 173. 2018.
- T. Chang; I. Odnevall Wallinder; D. de la Fuente; B. Chico; M. Morcillo; J.M. Welter; C. Leygraf. Analysis of historic copper patinas. Influence of inclusions on patina uniformity. *Materials*. 10, pp. 298. 2017.
- B. Chico; D. de la Fuente; I. Díaz; J. Simancas; M. Morcillo. Annual atmospheric corrosion of carbon steel worldwide. An integration of ISOCORRAG, ICP/ UNECE and MICAT databases. *Materials*. 10, pp. 601. 2017.
- C. Zea; J. Alcántara; R. Barranco-García; J. Simancas; M. Morcillo; D. de la Fuente. Anticorrosive behavior study by localized electrochemical techniques of sol-gel coatings loaded with smart nanocontainers. *J. Coat. Technol. Res.*14 - 4, pp. 841 - 850. 2017.
- M. Morcillo; T. Chang; B. Chico; D. de la Fuente; I. Odnevall Wallinder; J.A. Jiménez; C. Leygraf. Characterisation of a centuries-old patinated copper roof tile from Queen Anne's Summer Palace in Prague. *Mater. Charact.*133, pp. 146 - 155. 2017.
- T. Palomar; D. M. Bastidas; D. de la Fuente. Effect of marine aerosols on the alteration of silicate glasses. *Journal of Non-Crystalline Solids*. 471, pp. 328. 2017.
- J.M. Vega; N. Granizo; J. Simancas; I. Díaz; M. Morcillo; D. de la Fuente. Exploring the corrosion inhibition of aluminium by coatings formulated with calcium exchange bentonite. *Prog. Org. Coat.*111, pp. 273 - 282. 2017.
- C. Zea; R. Barranco-García; J. Alcántara; B. Chico; M. Morcillo; D. de la Fuente. Hollow mesoporous silica nanoparticles loaded with phosphomolybdate as smart anticorrosive pigment. *J. Coat. Technol. Res.*14, pp. 869 878. 2017.
- J. Tidblad; K. Kreislová; M. Faller; D. de la Fuente; T. Yates; A. Verney-Carron; T. Grøntoft; A. Gordon; U. Hans. ICP materials trends in corrosion, soiling and air pollution (1987-2014). *Materials*. 10. 2017.
- J. Alcántara; D. de la Fuente; B. Chico; J. Simancas; I. Díaz; M. Morcillo. Marine atmospheric corrosion of carbon steel: a review. *Materials*. 10, pp. 406. 2017.
- M. Morcillo; B. Chico; D. de la Fuente; J. Alcántara; I. Odnevall Wallinder; C. Leygraf. On the mechanism of rust exfoliation in marine environments. *Journal of the electrochemical society*. 164, pp. C8 - C16. 2017.
- J. Calero; J. Alcántara; B. Chico; I. Díaz; J. Simancas; D. de la Fuente; M. Morcillo. Wet/dry accelerated laboratory test to simulate the formation of multi-layered rust on carbon steel in marine atmospheres. *Corrosion Engineering, Science and Technology*. 52 - 3, pp. 178 - 187. 2017.

- J. Alcántara; B. Chico; J. Simancas; I. Díaz; D. de la Fuente; M. Morcillo. An attempt to classify the morphologies presented by different rust phases formed during the exposure of carbon steel to marine atmospheres. *Materials Characterization*. 118, pp. 65 - 78. 2016.
- D. de la Fuente; J. Alcántara; B. Chico; I. Díaz; J.A. Jiménez; M. Morcillo. Characterisation of rust surfaces formed on mild steel exposed to marine atmospheres using XRD and SEM/Micro-Raman techniques. *Corrosion Science*. 110, pp. 253 - 264. 2016.
- D. de la Fuente; I. Díaz; J. Alcántara; B. Chico; J. Simancas; I. Llorente; A. García-Delgado; J.A. Jiménez; P. Adeva; M. Morcillo. Corrosion mechanisms of mild steel in chloride-rich atmospheres. *Materials and Corrosion*. 67, pp. 227 - 238. 2016.
- M. Morcillo; B. Chico; J. Alcántara; I. Díaz; R. Wolthuis; D. de la Fuente. SEM/Micro-Raman characterization of the morphologies of marine atmospheric corrosion products formed on mild steel. *Journal of the Electrochemical Society*. 163, pp. C426 - C439. 2016.
- M Morcillo; R. Wolthuis; J. Alcántara; B. Chico; I. Díaz; D. de la Fuente. Scanning electron microscopy/Micro-Raman: a very useful technique for characterizing the morphologies of rust phases formed on carbon steel in atmospheric exposures. *Corrosion*. 72, pp. 1044 - 1054. 2016.

Lista tesis 2016-2018

01. Cristina Zea Tomero, Recubrimientos anticorrosivos inteligentes y medioambientalmente aceptables basados en nanopartículas de sílice. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 2018
Director: Daniel de la Fuente García
02. Jenifer Alcántara González, Corrosión atmosférica marina de aceros al carbono. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 2018
Directores: Manuel Morcillo Linares y Belén Chico González
03. José Ignacio Anaya Sanz, Desarrollo de una laca de cataforesis de nueva generación. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 2018
Directores: Manuel Morcillo Linares y Fernando Mirada Corone

Lista proyectos 2016-2018

01. La Conservación de los Metales en el Patrimonio Científico-Técnico
Investigadores principales: D. de la Fuente y E. Cano; Nº de investigadores/as: 4; Entidad/es financiadora/s: HAR2017-89911-R
Fecha de inicio: 2018; Duración: 3 años; Entidad/es participante/s: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT)
02. Corrosión atmosférica de metales y aleaciones
Investigador principal: Manuel Morcillo Linares; Entidad/es financiadora/s: Proyecto intramural

Fecha de inicio: 2018; Duración: 3 años; Entidad/es participante/s: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas

03. Desarrollo de recubrimientos anticorrosivos, inteligentes y multifuncionales basados en pintura

Investigador principal: D. de la Fuente; N° de investigadores/as: 2; Entidad/es financiadora/s: RTC2016-5015-5

Fecha de inicio: 2016; Duración: 3 años; Entidad/es participante/s: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, Pinturas HEMPEL, Grupo Tolsa y Centro Tecnológico de Componentes (CTC)

04. Recubrimientos anticorrosivos multifuncionales, inteligentes y respetuosos con el medio ambiente basados en nanocontenedores

Investigador principal: D. de la Fuente; N° de investigadores/as: 4 Entidad/es financiadora/s: CICYT-MAT2014-59752-R

Fecha de inicio: 2015; Duración: 3 años; Entidad/es participante/s: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas

Contratos 2016-2018

01. Redacción de estudio de las causas de deterioro por corrosión en la EDAR de Maqua y recomendaciones para su reparación y para construcciones futuras

Investigador principal: D. de la Fuente; N° de investigadores/as: 5; Entidad/es financiadora/s: Consorcio para el abastecimiento de aguas y saneamiento en el principado de Asturias

Fecha de inicio: 07/2018 Duración: 2 meses

02. Evaluation of weathering steels for marine applications

Investigador principal: D. de la Fuente; N° de investigadores/as: 4; Entidad/es participante/s: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas; Entidad/es financiadora/s: Onderzoekscentrum voor aanwending van staal nv- OCAS

Fecha de inicio: 09/2017; Duración: 18 meses

03. Predicción de la corrosión en estructuras de celosía para la optimización de sistemas de protección, diseño y mantenimiento

Investigador principal: D. de la Fuente; N° de investigadores/as: 4; Entidad/es financiadora/s: PINTURAS HEMPEL, SAU

Fecha de inicio: 05/2016 Duración: 3 años

04. Predicción de la corrosión en estructuras de celosía para la optimización de sistemas de protección, diseño y mantenimiento

Investigador principal: D. de la Fuente; N° de investigadores/as: 4; Entidad/es financiadora/s: VIESGO Distribución Eléctrica, S.L.

Fecha de inicio: 05/2016 Duración: 3 años

05. Predicción de la corrosión en estructuras de celosía para la optimización de sistemas de protección, diseño y mantenimiento

Investigador principal: D. de la Fuente; N° de investigadores/as: 4; Entidad/es financiadora/s: Industrias mecánicas de Extremadura, SA

Fecha de inicio: 05/2016 Duración: 3 años

06. Vigilancia de la corrosividad de la atmosfera interna del cajón de la instalación nuclear Vandellós 1 durante el periodo 2015-2020

Investigador principal: M. Morcillo; N° de investigadores/as: 4; Entidad/es financiadora/s: Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. Tipo de entidad: Entidad Empresarial

Fecha de inicio: 04/2015 Duración: 5 años

07. Consultoría, asesoramiento técnico y control de calidad del pintado general de la estructura metálica del parque de nieve MADRID XANADU

Investigador principal: J. Simancas; N° de investigadores/as: 4; Entidad/es financiadora/s: MADRID XANADU 2003, S.L.

Fecha de inicio: 01/2015 Duración: 4 años

Nombre del grupo: **COPAC**



Contacto: Emilio Cano

Email: ecano@cenim.csic.es

Introducción / objetivos estratégicos: El grupo COPAC (Corrosión y protección en patrimonio cultural y construcción) es un grupo interdisciplinar del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) del CSIC, dedicado a estudio de la corrosión y sistemas de protección de los materiales metálicos utilizados en patrimonio cultural. Se trata de un grupo en joven y en crecimiento, con un enfoque hacia la investigación aplicada y a la transferencia hacia la sociedad, empresas e instituciones culturales de los avances científicos y técnicos en sus líneas de investigación.

El objetivo general del grupo COPAC es el estudio de las causas de deterioro y sistemas de protección frente a la corrosión en metales utilizados en bienes culturales, desarrollando su actividad en el marco

“El grupo COPAC es un grupo interdisciplinar del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) del CSIC, dedicado a estudio de la corrosión y sistemas de protección de los materiales metálicos utilizados en patrimonio cultural.”

y según las líneas maestras establecidas en el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020, el programa Horizonte 2020 de la Unión Europea, y el Plan Nacional de Investigación en Conservación.

El grupo ha demostrado una elevada capacidad de captación de recursos, obteniendo fondos para el desarrollo de proyectos en convocatorias competitivas europeas (FP7 y H2020), nacionales, de la Comunidad de Madrid; y de transferencia por medio de contratos con distintos museos y empresas relacionadas con la conservación del patrimonio. Una gran parte de sus actividades se han desarrollado en colaboración con instituciones responsables de la conservación del patrimonio, como el Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE), Museo Arqueológico Nacional, Museo Reina Sofía, Museo Guggenheim Bilbao, Patrimonio Nacional, etc. así como con grupos internacionales de referencia (Luca Pezzati, CNR, IT; Matija Strlic, UCL, UK; Paola Letardi, CNR, IT; Edith Joseph, U. Neuchatel, SW; Monica Galeotti, OPD, IT; J.L. Ruvalcaba, UNAM, MX, etc.).

Líneas y sublíneas (identificadas en la web CSIC)

Línea: Corrosión, protección y durabilidad de materiales metálicos.

Sublínea: Corrosión y protección de metales en patrimonio cultural y construcción.

Principales hitos destacables en 2016 – 2018

Los proyectos y contratos desarrollados por COPAC en los últimos años se han enfocado a la aplicación de técnicas electroquímicas para el estudio, monitorización, tratamiento y evaluación de sistemas de protección para el patrimonio cultural metálico; al estudio del impacto de contaminantes (especialmente contaminantes de interior) en el patrimonio cultural metálico; y a la evaluación de pátinas artificiales utilizadas en escultura y arquitectura contemporánea fabricada en aceros patinables (tipo Cor-Ten).

En la línea de aplicaciones de técnicas electroquímicas se ha desarrollado una **celda electroquímica con electrólito en gel (G-PE)** para la evaluación in-situ de la capacidad protectora de pátinas, recubrimientos y otros sistemas de protección en esculturas y otras obras metálicas. El trabajo, financiado en parte por el proyecto *CREMEL II*, ha permitido poner a punto una metodología que ha sido aplicada en diversos monumentos para el seguimiento de su estado de conservación (Figura 1). El sistema ha sido utilizado dentro del proyecto europeo *IPERION CH*, en colaboración con algunos de los principales museos y centros de restauración europeos (como el *Rijksmuseum* de Ámster-

dam o el *Opificio delle Pietre Dure* de Florencia), para la comparación de diversos sistemas de protección sobre bronce, plata y hierro. Los resultados obtenidos han sentado las bases para la creación de un laboratorio móvil para el estudio del patrimonio metálico, como parte de la plataforma MOLAB (laboratorios móviles) de la **European Research Infrastructure on Heritage Science** (E-RIHS). E-RIHS es una infraestructura de europea incluida dentro de la hoja de ruta ESFRI 2016, que actualmente está en fase preparatoria (Proyecto H2020 *E-RIHS PP*). El IP del grupo, Emilio Cano, ha venido coordinando la participación española en la misma desde 2015, y es actualmente el Coordinador del Nodo Nacional español. En el ámbito de las infraestructuras, cabe destacar también la participación en el proyecto H2020 *PARTHENOS*, como representantes de la comunidad de Ciencia del Patrimonio para el establecimiento de estándares y desarrollo de herramientas para la investigación digital en humanidades.

Dentro del tema de estudio de los contaminantes en interior de museos, se ha trabajado en el proyecto *AirArte* (en colaboración con el Museo Arqueológico Nacional y el CIEMAT, y las empresas Aire Limpio y AmbiSalud) en el que se ha monitorizado la corrosividad en el interior de distintas vitrinas y salas del museo (Figura 2), y se ha evaluado un sistema de purificación de aire basado en carbón activado más polarización activa y/o fotocátalisis desarrollado en el marco del proyecto. En esta línea, se han realizado también varios contratos para la evaluación de la idoneidad de materiales para exposiciones tan relevantes como la del Tesoro del Delfín del Museo del Prado.

Finalmente, en estos dos años se ha comenzado a trabajar en el estudio de la composición, morfología y capacidad protectora de las capas de herrumbre (pátinas) formadas de manera artificial sobre aceros patinables (Cor-Ten) utilizados en escultura y arquitectura contemporánea. El trabajo realizado ha demostrado que los tratamientos aplicados para acelerar la formación de la pátina influyen en la morfología y composición de los productos de corrosión (fundamentalmente goetita, lepidocrocita y, en algunos casos, akaganeita), y por lo tanto en su capacidad protectora. Los trabajos en laboratorio se complementan con estudios in-situ de esculturas relevantes (Figura 3). El estudio de dichas pátinas a medio plazo (3-10 años, aun en marcha) permitirá establecer el efecto en la evolución de las pátinas, y con ello sentar las bases para la adecuada conservación el abundante patrimonio contemporáneo creado en este material.

Gracias a su actividad durante los años 2016-18, el grupo COPAC ha consolidado su liderazgo nacional y su posición destacada dentro de la comunidad internacional dedicada a la investigación en conservación de patrimonio cultural metálico, y a la ciencia del patrimonio en general. El grupo es responsable del *Observatorio de Investigación en Conservación* del PNIC. Emilio Cano, además de la mencionada

“En la línea de aplicaciones de técnicas electroquímicas se ha desarrollado una celda electroquímica con electrolito en gel (G-PE) para la evaluación in-situ de la capacidad protectora de pátinas, recubrimientos y otros sistemas de protección en esculturas y otras obras metálicas.”

coordinación del nodo español de *E-RIHS*, es coordinador adjunto del Grupo de Trabajo de Metales del *International Council of Museums-Conservation Committee* (ICOM-CC), Coordinador de la *Red de Ciencia y Tecnología para la Conservación del Patrimonio Cultural* (TechnoHeritage); miembro de la comisión de seguimiento del Plan Nacional de Investigación en Conservación (PNIC) del IPCE; y hasta final de 2017 colaborador de la Agencia Estatal de Investigación para la Joint Programming Initiative “*Cultural Heritage and Global Change: a Challenge for Europe*”, siendo miembro del Comité Ejecutivo de ésta en representación de España.



Figura 1. Medidas de impedancia electroquímica (EIS) in-situ utilizando la celda G-PE, para la evaluación de la capacidad protectora de las pátinas, el tratamiento de restauración y evolución con el tiempo del mismo. Esfinges del Museo Arqueológico Nacional.



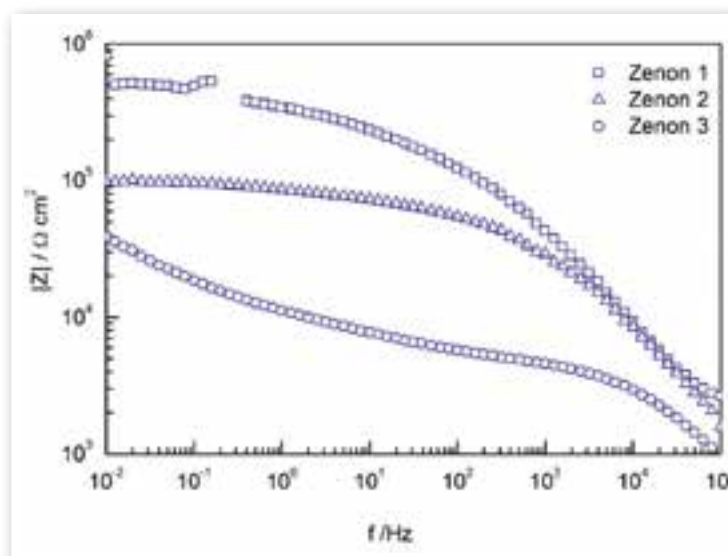


Figura 2. Evaluación de la corrosividad de las vitrinas de la sala de Egipto del Museo Arqueológico Nacional (Proyecto Air-Arte).

Figura 3. Comparación de la capacidad protectora de distintas zonas de la pátina formada sobre la obra Zenon, J.L. Sánchez (1980), Museo de Escultura de Leganés (Madrid).

Lista publicaciones 2016-2018

Palomar, T.; Ramírez Barat, B.; García, E.; Cano, E.

A comparative study of cleaning methods for tarnished silver

Journal of Cultural Heritage

17(2016)20-26

10.1016/j.culher.2015.07.012

Palomar, T.; Llorente, I.

Decay processes of silicate glasses in river and marine aquatic environments

Journal of Non-Crystalline Solids 449(2016)20-28

10.1016/j.jnoncrsol.2016.07.009

Palomar, T.; Oujja, M.; Llorente, I.; Ramírez Barat, B.; Cañamares, M.V.; Cano, E.; Castillejo, M.

Evaluation of laser cleaning for the restoration of tarnished silver artifacts

Applied Surface Science

387(2016)118-127

10.1016/j.apsusc.2016.06.017

Blanca Ramírez Barat; Ana Crespo; Emma García; Soledad Díaz; Emilio Cano

An EIS study of the conservation treatment of the bronze sphinxes at the Museo Arqueológico Nacional (Madrid)

Journal of Cultural Heritage

2017(24)93-99

10.1016/j.culher.2016.10.010

Palomar, T.; Chabas, A.; Bastidas, D.M.; de la Fuente, D.; Verney-Carron, A.
Effect of marine aerosols on the alteration of silicate glasses

Journal of Non-Crystalline Solids 2017(471)328-337

10.1016/j.jnoncrysol.2017.06.013

Palomar, T.

Effect of soil pH on the degradation of silicate glasses

International Journal of Applied Glass Science

2017(8)177-187

10.1111/ijag.12226

Teresa Palomar; Emilio Cano

Comparative assessment of mechanical, chemical and electrochemical procedures for conservation of historical lead

Journal of Cultural Heritage

2018(30)34-44

10.1016/j.culher.2017.10.010

Palomar, T.; Ramírez Barat, B.; Cano, E.

Evaluation of cleaning treatments for tarnished silver: The conservator's perspective International

Journal of Conservation Science

2018 9 81 90

Blanca Ramírez Barat; Emilio Cano

In Situ Electrochemical Impedance Spectroscopy Measurements and their Interpretation for the Diagnostic of Metallic Cultural Heritage: A Review

CHEMELECTROCHEM

2018 5 2698 2716

10.1002/celc.201800844

Gleydis Monrrabal; Blanca Ramírez Barat; Asunción Bautista; Francisco Velasco; Emilio Cano

Non-Destructive Electrochemical Testing for Stainless-Steel Components with Complex Geometry Using Innovative Gel Electrolytes

Metals 2018

8 7 500

10.3390/met8070500

Lista tesis 2016-2018

La contaminación por COV en museos y exposiciones: Análisis y efectos sobre el patrimonio cultural metálico. Límites y conservación preventiva.

Doctorando: Diana Teresa Lafuente Fernández

Universidad: UAM

Fecha de defensa: 15/09/2017

Lista proyectos 2016-2018

01. La Conservación de los Metales en el Patrimonio Científico-Técnico

Investigadores principales: D. de la Fuente y E. Cano; N° de investigadores/as: 4; Entidad/es financiadora/s: HAR2017-89911-R

Fecha de inicio: 2018; Duración: 3 años; Entidad/es participante/s: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT)

02. RED DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA LA CONSERVACION DEL PATRIMONIO CULTURAL

Investigador principal: CANO DIAZ, EMILIO; Entidad/es financiadora/s: HAR2016-81748-REDT; Fecha de Inicio: 2017. Duración: 2 años

03. TECNOLOGIAS Y CONSERVACION DE GEOMATERIALES DEL PATRIMONIO

Investigador principal: CANO DIAZ, EMILIO; Entidad/es financiadora/s: S2013/MIT-2914; Fecha de Inicio: 2014. Duración: 4 años

04. Monitoring by image processing and citizen science for the conservation of cultural heritage materials

Investigador principal: CANO DIAZ, EMILIO; Entidad/es financiadora/s: Y2018/NMT-4913; Fecha de Inicio: 2019. Duración: 2 años

05. Tecnologías en Ciencias del Patrimonio

Investigador principal: CANO DIAZ, EMILIO; Entidad/es financiadora/s: S2018/NMT-4372; Fecha de Inicio: 2019. Duración: 3 años

Nombre del grupo: **COPROMAT**



Datos de contacto:

Ana Conde del Campo

Avda. Gregorio del Amo, 8

915538900, ext: 240

e-mail: a.conde@cenim.csic.es

Introducción / objetivos estratégicos: El grupo COPROMAT desarrolla su actividad investigadora en el ámbito de la corrosión, fenómeno de relevancia industrial, social y económica, dado que cualquier progreso industrial reside en la capacidad de los materiales de soportar condiciones de trabajo cada vez más exigentes. Por tanto, el desarrollo de nuevos materiales y métodos de protección justifica porque todavía hoy este campo de investigación es crucial.

El objetivo fundamental del grupo es el estudio de los procesos de corrosión y de corrosión asistido mecánicamente. Sólo identificando la contribución de cada factor –mecánico y electroquímico– es posible afrontar el desarrollo de soluciones alternativas capaces de prolongar su vida en servicio.

La funcionalización superficial es una estrategia para abordar la búsqueda de soluciones. Este concepto engloba a un amplio grupo de procedimientos y tecnologías que promueven cambios en la composición química y/o estructura de la superficie del metal en un rango de

espesores que van desde los nm a decenas micrómetros. COPROMAT emplea técnicas como: la implantación iónica, láser, PVD y la energía solar para el crecimiento de capas duras que aumentan la resistencia al desgaste y tribocorrosión; el láser para la generación de topografías, superficies texturizadas, de gran relevancia en micro-tribología para mejorar la lubricación, la adherencia de uniones híbridas Ti/CFRC en el sector aeroespacial y en biomateriales.

Finalmente, COPROMAT emplea los procesos electroquímicos para el desarrollo de capas de conversión a partir de tierras raras y procesos de anodizado alternativos a los basados en Cr(VI), para su aplicación en aleaciones de aluminio de interés aeroespacial. Pero también, la revisión de un proceso relativamente convencional como el anodizado nos ha permitido conseguir otras funcionalidades en aleaciones de Ti como: el desarrollo de propiedades antibacterianas, osteogénicas y el control de la infección gracias a la posibilidad de distribuir in situ medicamentos que permitan disminuir los riesgos de infección y mejorar de la zona intervenida quirúrgicamente a recuperación de la zona.

Líneas y sublíneas (identificadas en la web CSIC)

Estudios básicos de los fenómenos de corrosión de los materiales metálicos.

- Caracterización de fenómenos de corrosión asistidos mecánicamente:
 - Corrosión bajo tensión
 - Tribocorrosión
 - Desgaste
- Desarrollo de nuevos métodos de protección frente a la corrosión medioambientalmente aceptables
 - Recubrimientos electrolíticos: Anodizados y electrodeósitos
 - Capas de conversión
 - Uso de la energía solar concentrada (tratamientos con lámpara de Xenón y lente de Fresnel)
 - Tratamientos con Láser e Implantación iónica
- Funcionalización de superficies de materiales metálicos
 - Propiedades antibacterianas
 - Mejora de la biocompatibilidad
 - Texturización superficial

“El grupo COPROMAT desarrolla su actividad investigadora en el ámbito de la corrosión, fenómeno de relevancia industrial, social y económica, dado que cualquier progreso industrial reside en la capacidad de los materiales de soportar condiciones de trabajo cada vez más exigentes.”

Principales hitos destacables en 2016 – 2018

Desarrollo de superficies multifuncionales en aleaciones para aplicaciones biomédicas.

Mediante el proceso de anodizado se han crecido capas nanoestructuradas de TiO₂ dopadas con F y P, que promueven propiedades antibacterianas y osteogénicas. Además, la utilización de la nanoestructura con la que se crecen estas capas de TiO₂ —nanotubos en forma de botella— como vehículo para la liberación in situ de antibióticos ha demostrado ser una buena estrategia para el tratamiento de infecciones generadas tras la cirugía. Dichas nanoestructuras cargadas con una mezcla de antibióticos (Vancomicina + Gentamicina) mantienen las mejoras en la respuesta biológica proporcionada por el P incorporado en la capa, ya que estas superficies cargadas con antibióticos, promueven la proliferación celular, la mineralización de la matriz ósea y la diferenciación celular, Fig1.

Los ensayos in vivo realizados en conejos demostraron que los animales implantados con las prótesis dopadas con F Y P, presentaban una densidad ósea un 15% mayor y el doble de espesor de hueso periprostético, en comparación con los animales implantados con prótesis sin tratar. Análogamente, los animales implantados con prótesis cargadas con una mezcla de antibióticos (GM+Vm), a los que se les indujo la infección con bacterias clínicas de *S. aureus*, mostraron una mayor efectividad en el tratamiento de la infección, Fig 2.

“Los ensayos in vivo realizados en conejos demostraron que los animales implantados con las prótesis dopadas con F Y P, presentaban una densidad ósea un 15% mayor y el doble de espesor de hueso periprostético, en comparación con los animales implantados con prótesis sin tratar.”

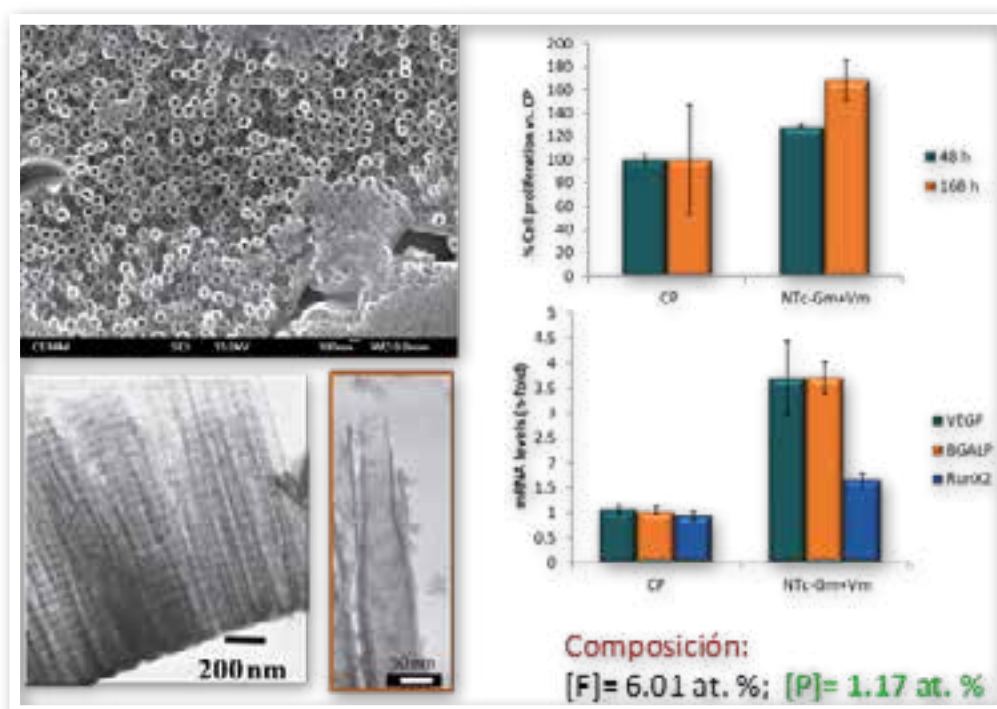


Figura 1. Nanoestructura tubular de la capa de TiO₂ dopada con F y P. Respuesta osteogénica de estos nanotubos cargados con una mezcla de antibióticos (Gentamicina + Vancomicina).

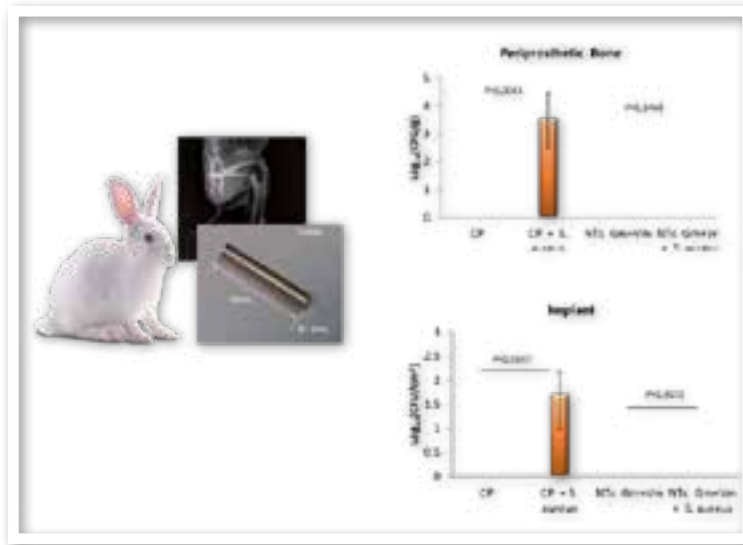


Figura 2. Resultado de los ensayos in vivo realizados en conejos. El antibiótico cargado en la estructura nanotubular es capaz de controlar la infección inducida por bacterias clínicas.

Desarrollo de Superficies texturizadas con propiedades optimizadas para mejorar el desgaste en condiciones de lubricación.

Se ha demostrado la Influencia de la texturización laser en las propiedades de fricción y desgaste de dos superficies en movimiento relativo. El estudio de distintos patrones de texturización creados en superficies de aleaciones de aluminio y de titanio han demostrado que existen patrones que aumentan el tiempo de permanencia del lubricante sobre la superficie, reduciendo la fricción y aumentando el tiempo de permanencia del lubricante en la superficie y, por tanto, reduciendo la fricción y el desgaste, fig.3.

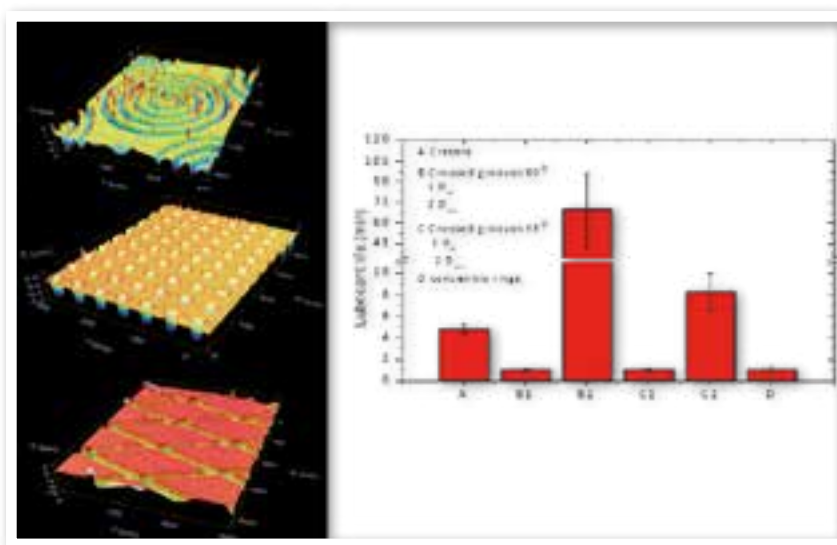


Figura 3. Diferentes texturas superficiales y duración del lubricante en la superficie texturizada.

“Se ha demostrado la Influencia de la texturización laser en las propiedades de fricción y desgaste de dos superficies en movimiento relativo.”

Optimización de la durabilidad de las uniones híbridas Ti6Al4V/CFRC

Los trabajos más recientes realizados por el grupo COPROMAT sugieren que el proceso de anodizado alcalino basado en un baño de hidróxido de sodio puede ser una alternativa atractiva al anodizado con ácido crómico (CAA) para el pretratamiento superficial de aleaciones de titanio en la preparación de uniones adhesivas híbridas entre Ti6Al4V y composites de fibra de carbono. A escala industrial, el anodizado ácido crómico se ha utilizado ampliamente, ya que consigue los mejores resultados en términos de adhesión y durabilidad de las uniones adhesivas de titanio. Sin embargo, la toxicidad y naturaleza cancerígena del Cr (VI) hace que sea un proceso no sostenible y obliga a la búsqueda de alternativas menos nocivas. El grupo COPROMAT se han comparado varios procesos de anodizado alcalino con el anodizado convencional basado en ácido crómico y se han caracterizado la morfología de la superficie, la rugosidad, la energía libre de superficie, la resistencia de la adherencia inicial de y, especialmente, la durabilidad de dicha adherencia en ambientes agresivos. Los ensayos de durabilidad se realizaron en medios de envejecimiento diferentes, representativos del entorno que las uniones adhesivas híbridas deben soportar durante la vida útil de una aeronave como son: ciclos caliente/húmedo combinados con ciclos de secado, exposición a entornos corrosivos y choque térmico, así como ensayos de inmersión en soluciones que simulan los líquidos reales recogidos en aviones comerciales. Se ha constatado que es tan importante la simulación y validación de un ensayo de laboratorio que sea representativo de las condiciones reales de trabajo como el propio desarrollo del proceso de anodizado y encolado. Los resultados indican que a pesar de las diferencias morfológicas del óxido de titanio obtenido mediante el anodizado ácido o el alcalino, la fuerza adhesiva inicial con un adhesivo epoxi y la durabilidad de la unión son similares para ambos procesos de anodizado.

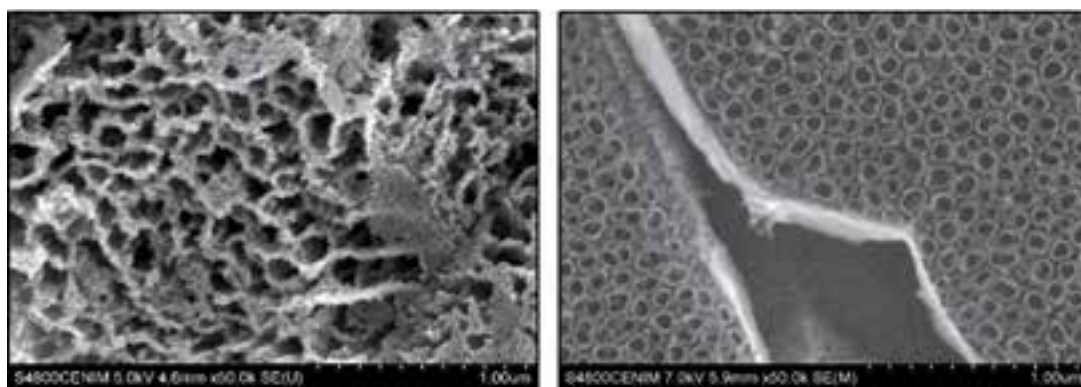


Figura 4. Aspecto del óxido de titanio nanoporoso obtenido por el anodizado alcalino optimizado por el CENIM (izquierda) y el tradicional obtenido en un anodizado en ácido crómico (derecha).

Lista publicaciones 2016-2018

2018

M. A. Arenas-Vara, P. Skeldon, and S. J. García-Vergara. Effect of copper-enriched layers on localized corrosion of aluminium-copper alloys. *Rev. Fac. Ing.*, vol. 27 (48), pp. 7-15, May. 2018.

[DOI:10.19053/01211129.v27.n48.2018.8016](https://doi.org/10.19053/01211129.v27.n48.2018.8016)

A. Durán, Y. Castro, A. Conde, J. J. de Damborenea. Sol-Gel Protective Coatings for Metals Handbook of Sol-Gel Science and Technology. Handbook of Sol-Gel Science and Technology. L. Klein et al. (eds.). Springer International Publishing AG, part of Springer Nature, (2018) 2369-2433.

[DOI:10.1007/978-3-319-32101-1_70](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32101-1_70)

M. A. Arenas, J. I. Ahuir-Torres, I. García, H. Carvajal, J. de Damborenea. Tribological behaviour of laser textured Ti6Al4V alloy coated with MoS₂ and graphene. *Tribology International* 128 (2018) 240-247.

[DOI:10.1016/j.triboint.2018.07.031](https://doi.org/10.1016/j.triboint.2018.07.031)

S. Méndez, M. A. Arenas, A. Niklas, R. González, A. Conde, J. Sertucha, J. J. de Damborenea. Effect of Silicon and Graphite Degeneration on High-Temperature Oxidation of Ductile Cast Irons in Open Air. *Oxidation of Metals* (2018), 1-18.

[DOI:10.1007/s11085-018-9875-0](https://doi.org/10.1007/s11085-018-9875-0)

M. Marín-Sánchez, E. Gracia-Escosa, A. Conde, C. Palacio, I. García. Deposition of Zinc-Cerium Coatings from Deep Eutectic Ionic Liquids. *Materials*, 11(10) (2018) 2035

[DOI:10.3390/ma11102035](https://doi.org/10.3390/ma11102035)

J-J Aguilera-Correa, A. L. Doadrio, A. Conde, M. A. Arenas, J. J. de Damborenea, M. Vallet-Regí, J. Esteban. Antibiotic release from F-doped nanotubular oxide layer on Ti6Al4V alloy to decrease bacterial viability. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* (2018) 29:118.

[DOI:10.1007/s10856-018-6119-4](https://doi.org/10.1007/s10856-018-6119-4)

G. A. Longhitano, M. A. Arenas, A. Conde, M. A. Larosa, A. L. Jardini, C. A. de Carvalho Zavaglia, J. J. de Damborenea. Heat treatments effects on functionalization and corrosion behavior of Ti-6Al-4V ELI alloy made by additive manufacturing. *Journal of Alloys and Compounds* 765 (2018) 961-968.

[DOI: 10.1016/j.jallcom.2018.06.319](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.06.319)

J.I. Ahuir-Torres, M.A. Arenas, W. Perrie, J. de Damborenea. Influence of laser parameters in surface texturing of Ti6Al4V and AA2024-T3 alloys. *Optics and Lasers in Engineering* 103 (2018) 100-109.

[DOI:10.1016/j.optlaseng.2017.12.004](https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2017.12.004)

2017

Laura Prieto-Borja, Ana Conde, María A. Arenas, Juan J. de Damborenea, Jaime Esteban. Influence of exposure time on the release of bacteria from a biofilm on Ti6Al4V discs using sonication: An in vitro model. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 89 (2017) 258-261.

[DOI:10.1016/j.diagmicrobio.2017.08.018](https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2017.08.018)

J.-J. Aguilera-Correa, A. Conde, M. A. Arenas, J. J de-Damborenea, M. Marin, A. Doadrio, Antonio, J. Esteban. Bactericidal activity of Ti-13Nb-13Zr alloy against different species of bacteria related with implant infection. *Biomedical Materials*, 12 (2017) 1-11.

[DOI:10.1088/1748-605X/aa770c](https://doi.org/10.1088/1748-605X/aa770c)

E. Gracia-Escosa, I. García, J.J. de Damborenea, A. Conde. Friction and wear behaviour of tool steels sliding against high strength boron steel *Journal of Materials Research and Technology*, 6 (2017) 241-260.

[DOI:10.1016/j.jmrt.2017.04.002](https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2017.04.002)

T. A. Vida, A. Conde, E. S. Freitas, M. A. Arenas, N. Cheung, C. Brito, J. de Damborenea, A. Garcia. Directionally solidified dilute Zn-Mg alloys: correlation between microstructure and corrosion properties *Journal of Alloys and Compounds*, 723 (2017) 536-547.

[DOI:10.1016/j.jallcom.2017.06.228](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.06.228)

J.I. Ahuir-Torres, M.A. Arenas, W. Perrie, G. Dearden, J. de Damborenea. Surface texturing of aluminium alloy AA2024-T3 by picosecond laser: Effect on wettability and corrosion properties. *Surface & Coatings Technology* 321 (2017) 279-291.

[DOI:10.1016/j.surfcoat.2017.04.056](https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2017.04.056)

M. Martínez-Pérez, C. Pérez-Jorge, D. Lozano, S. Portal, R. Pérez-Tanoira, A. Conde, M. A. Arenas, J. M. Hernández-López, J. J. de Damborenea, E. Gómez-Barrena, P. Esbrit, J. Esteban. Evaluation of bacterial adherence of clinical isolates of *Staphylococcus* sp. using a competitive model: An in vitro approach to the “race for the surface” theory. *Bone & Joint Research* 6 (2107) 315-322.

[DOI:10.1302/2046-3758.65.BJR-2016-0226.R2](https://doi.org/10.1302/2046-3758.65.BJR-2016-0226.R2)

J.J. de Damborenea, M. A. Arenas, M. A. Larosa, A. L. Jardini, C. A. de Carvalho Zavaglia, A. Conde. Corrosion of Ti6Al4V pins produced by direct metal laser sintering. *Applied Surface Science*, 393 (2017) 340-347.

[DOI: 10.1016/j.apsusc.2016.10.031](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2016.10.031)

C. Pérez-Jorge, M.A. Arenas, A. Conde, J.M. Hernández-Lopez, J. J deDamborenea, Steve Fisher, A.M Agostinho Hunt, Jaime Esteban, and Garth James. Bacterial and fungal biofilm formation on anodized titanium alloys with fluorine. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 28 (2017) 1-7.

[DOI: 10.1007/s10856-016-5811-5](https://doi.org/10.1007/s10856-016-5811-5)

F. Bertelli, Emmanuelle S Freitas. N. Cheung, M. A. Arenas, A. Conde, J. de Damborenea, A. Garcia. Microstructure, tensile properties and wear resistance correlations on directionally solidified Al-Sn-(Cu; Si) alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, 695 (2017) 3621-3631.

[DOI: 10.1016/j.jallcom.2016.11.399](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.11.399)

2016

E. Matykina, I. Garcia, R. Arrabal, M. Mohedano, B. Mingo, J. Sancho, M.C. Merino, A. Pardo. Role of PEO coatings in long-term biodegradation of a Mg alloy. *Applied Surface Science* 389 (2016) 810-823.

[DOI:10.1016/j.apsusc.2016.08.005](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2016.08.005)

- A. Conde, J. J. de Damborenea. Degradation of Vitreous Enamel Coatings in Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. Saleem Hashmi (editor-in-chief), Elsevier, Oxford. (2016) 1-18.
DOI: [10.1016/B978-0-12-803581-8.09808-8](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.09808-8)
- I. Garcia, E. Gracia-Escosa, M. Bayod, A. Conde, A. Arenas, J. Damborenea, A. Romero, G. P. Rodriguez. Sustainable production of Titanium foams for biomedical applications by Concentrated Solar Energy sintering. Materials Letters 185 (2016) 420-423.
DOI: [10.1016/j.matlet.2016.09.037](https://doi.org/10.1016/j.matlet.2016.09.037)
- M. Marín-Sánchez, A. Conde, M. García-Rubio, A. Lavía, I. García. Durability of titanium adhesive bonds with surface pretreatments based on alkaline anodization. International Journal of Adhesion and Adhesives, 70 (2016) 225-233.
DOI: [10.1016/j.ijadhadh.2016.07.001](https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2016.07.001)
- T. A. Vida, E. S. Freitas, C. Brito, N. Cheung, M. A. Arenas, A. Conde, J. de Damborenea, A. Garcia Thermal analysis and microstructural development in directionally solidified Zn-rich Zn-Mg alloys. Metallurgical and Materials Transactions A, 47A (2016) 3052-3064.
DOI: [10.1007/s11661-016-3494-7](https://doi.org/10.1007/s11661-016-3494-7)
- S.Khorsand K. Raeissi, F. Ashrafizadeh, M.A. Arenas, A. Conde. Corrosion behaviour of super-hydrophobic electrodeposited nickel-cobalt alloy films. Applied Surface Science 364 (2016) 349-357.
DOI: [10.1016/j.apsusc.2015.12.122](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.12.122)

Lista tesis 2016-2018

2016

Texturización superficial de aleaciones metálicas mediante láser.
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID (UAM)
Doctorando: JUAN AHUIR TORRES
Director/es: M. A. Arenas Vara, Juan. J. de Damborenea González

2018

Modificación superficial del Ni-EC para mejora de sus propiedades de resistencia a la corrosión y desgaste
Facultad de Ciencias Químicas. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID (UCM).
Doctoranda: CRISTINA MUÑOZ GARCÍA
Doctor/es: Ana Conde del Campo

Lista proyectos 2016-2018

01. 01/01/2014-31/12/2017 Diseño de superficies multifuncionales de aleaciones de titanio para el control y tratamiento de la infección de implantes osteoarticulares
Proyecto de Investigación, MAT2013-48224-C2-1-R

02. 01/01/2015 -31/12/2017 Aumento del valor añadido de la superficie de aleaciones de Titanio mediante texturización por láser y nanoestructuración por electrooxidación
Proyecto de Investigación 201560E004
03. 1/01/2015-31/07/2017 Interrelation of Thermal and Microstructural Solidification Parameters and Corrosion/ Tribocorrosion Behavior of Alloys for Tribological, Biomedical and Solder Applications
Proyecto de Investigación I-LINK0944
04. 01/01/2018-31/12/2020 Fabricación aditiva de CoCrMo y de estructuras biomiméticas porosas de Ti6Al4V y su funcionalización antibacteriana mediante anodizado e impregnación con péptidos
Proyecto de Investigación MAT2017-86163-C2-1-R
05. 01/03/2018-31/12/2020 Componentes premium. aleaciones base níquel y con PREN optimizado para el sector oil & gas y plantas desalinizadoras (CASTalloy)
Proyecto de Investigación RTC-2017-6068-5
06. 01/07/2018-30/06/2019 Alternativas a la preparación superficial de aleaciones de titanio y aceros inoxidables para aplicaciones de encolado estructural
Proyecto de Investigación 201860E100

Nombre del grupo: **Degradación y Durabilidad de Biomateriales metálicos. DeBio**



Líder del grupo: M. Cristina García Alonso

e-mail: crisga@cenim.csic.es

teléfono: 915538900. Ext. 294



M. Lorenza Escudero Rincón

e-mail: escudero@cenim.csic.es

teléfono: 915538900. Ext. 247

Introducción / objetivos estratégicos

Los integrantes del grupo han centrado su investigación en distintas actuaciones:

- **Estudio y mejora de fenómenos de tribocorrosión en materiales metálicos biomédicos.** Se han considerado las posibilidades de mejora de la aleación de CoCr frente al desgaste-corrosión mediante la aplicación de un lubricante sólido derivado del grafeno, desde una aproximación electroquímica. El objetivo ha sido la obtención de una capa de óxido de grafeno reducido, sobre superficies de CoCr, mediante aplicación de técnicas electroquímicas: optimización del proceso, caracterización de la capa y mecanismo de actuación de este lubricante sólido en procesos de tribocorrosión en soluciones fisiológicas. Este objetivo se ha completado con estudios en cultivos celulares en el CIB, Dras. RM Lozano Puerto y B Pérez Maceda, y en experimentación animal, en la facultad de Medicina de la U. de Alcalá de Henares, Dras. C. Clemente de Arriba y S. Aguado Henche. Se ha considerado por tanto las implicaciones biológicas del uso de este compuesto como lubricante sólido en prótesis osteoarticulares.

También se han estudiado otras posibles vías de reducción del óxido de grafeno, vía tratamiento químico y/o térmico, en colaboración con otro investigador del Centro, Dr. R. Fernandez.

- **Biorecubrimientos con fitatos y fluoruros** de materiales biodegradables de uso temporal de base Magnesio.
- Influencia de distintas **microestructuras de TiAlV sobre** el comportamiento **electroquímico**, de **biocompatibilidad** en cultivos de osteoblastos y fibroblastos, **y de oseointegración** en ratas wistar.

“El Grupo DeBio trabaja en el estudio y mejora de fenómenos de tribocorrosión en materiales metálicos biomédicos; biorecubrimientos con fitatos y fluoruros de materiales biodegradables de uso temporal de base Magnesio; y en la influencia de distintas microestructuras de TiAlV sobre el comportamiento electroquímico, de biocompatibilidad en cultivos de osteoblastos y fibroblastos, y de oseointegración en ratas wistar.”

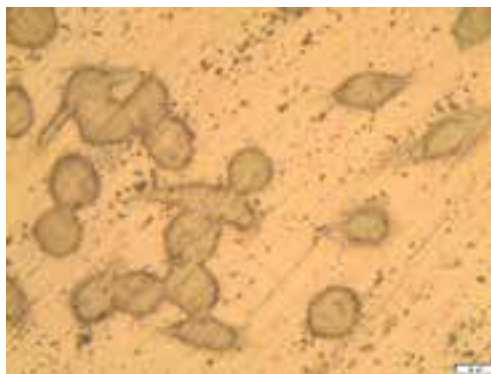
- **Estudio de la cepa bacteriana *Staphylococcus epidermidis*** sobre distintas superficies **metálicas endoprotésicas**: TiAlV, rutilo, óxido de cerio.
- **Formación** de estudiantes extranjeros de distintas universidades y centros tecnológicos latinoamericanos en **técnicas electroquímicas globales y de campo próximo**.

Líneas y sublíneas (identificadas en la web CSIC)

El grupo se encuentra dentro de la sublínea “Degradación y Durabilidad de Biomateriales metálicos” dentro de la línea de investigación “Corrosión, Protección y Durabilidad de Materiales Metálicos”.

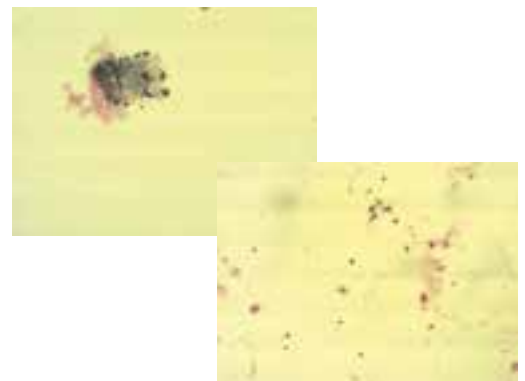
Principales hitos destacables en 2016 – 2018

1. Tribocorrosión de materiales utilizados en prótesis osteoarticulares y sus implicaciones biológicas. Efecto de la corrosión y lubricación de distintos medios corrosivos en procesos de desgaste-corrosión sobre aleaciones de CoCr. Respuesta a nivel biológico de macrófagos y osteoblastos a productos de desgaste-corrosión. Obtención y caracterización de óxido de grafeno reducido electroquímicamente, como lubricante sólido, depositado sobre CoCr, material de prótesis osteoarticular. Comportamiento in vivo en ratas y conejos, considerando las implicaciones biológicas y de posible toxicidad.

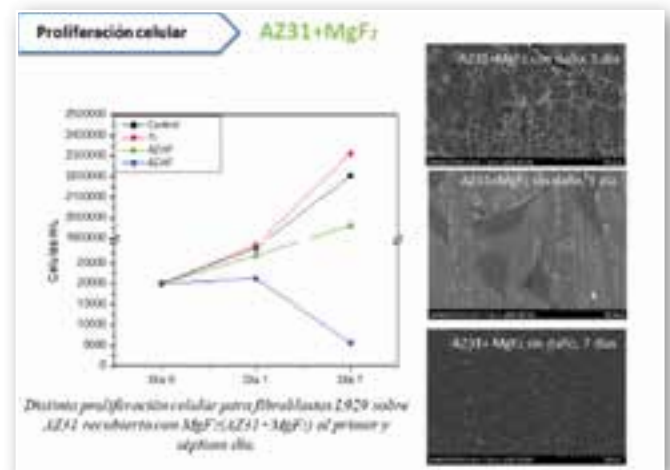


Biocompatibilidad de óxido de grafeno reducido electroquímicamente sobre CoCr en contacto con macrófagos.

Presencia de partículas de grafeno en frotis del líquido peritoneal sobre portaobjetos

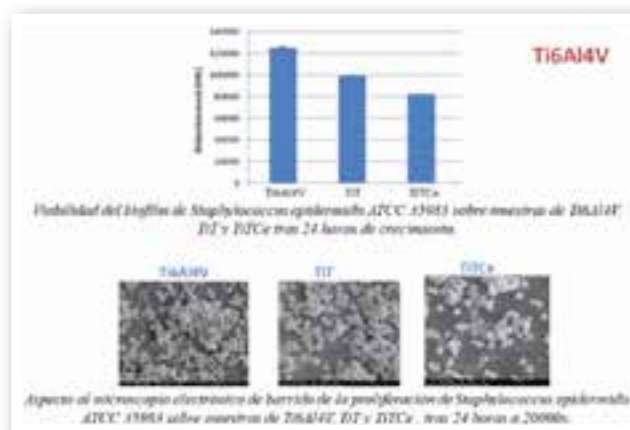


2. Materiales metálicos, biodegradables, de uso temporal, de base Magnesio modificados con recubrimientos ricos en fósforo, como el ácido fítico, también utilizado en la remediación de suelos contaminados con metales. El material recubierto mejora en tres órdenes de magnitud la resistencia a la corrosión con respecto al no recubierto. Todo ello, sin perder las excelentes propiedades de biocompatibilidad y biodegradabilidad, para su uso como implante temporal biodegradable en reparación de fracturas óseas.



3. Influencia de distintas microestructuras de la aleación Ti6Al4V derivadas de tratamientos térmicos en atmósferas inertes en el comportamiento electroquímico, y de biocompatibilidad en cultivos de osteoblastos y fibroblastos. Capacidad de oseointegración en ratas wistar.

4. Respuesta biológica de fibroblastos L929, osteoblastos MC3T3-E1 y bacteriana de la Staphylococcus epidermidis y mutans sobre superficies metálicas endoprotésicas: aleación de magnesio AZ31 en estado de recepción, modificada superficialmente con fitatos y modificada con fluoruros; aleación Ti6Al4V en estado de recepción, tratada térmicamente y posteriormente recubierta con óxidos de cerio.



5. Proyección internacional: formación en técnicas electroquímicas globales y localizadas a distintos grupos de universidades y centros tecnológicos internacionales: Centro de Investigación de Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Altamira, México; Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México; Universidad Nacional San Agustín de Arequipa UNAS, Perú.

Listado de publicaciones periodo 2016-2018

- L.A. Hernández-Alvarado, L.S. Hernández, M.A. Lomelí, J.M. Miranda, L. Narváez, I. Díaz, M.L. Escudero. Phytic acid coating on Mg-based materials for biodegradable temporary endoprosthetic applications. *Journal of Alloys and Compounds* 664 (2016) 609-618. DOI: [10.1016/j.jallcom.2016.01.011](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.01.011).
- O.G. Bodelon, C. Iglesias, J. Garrido, C. Clemente, M.C. García-Alonso, J.C. Rubio, M.L. Escudero. Osseointegration of Ti6Al4V dental implants modified by thermal oxidation in osteoporotic rabbits. *Int. J. Implant Dent.* 2(2016) 1-9. Doi: [10.1186/s40729-016-0051-5](https://doi.org/10.1186/s40729-016-0051-5).
- I. Díaz, J.F. Martínez-Lerma, R. Montoya, I. Llorente, M.L. Escudero, M.C. García-Alonso. Study of overall and local electrochemical responses of oxide films grown on CoCr alloy under biological environments. *Bioelectrochem.* 115 (2017) 1- 10. DOI: [10.1016/j.bioelechem.2017.01.003](https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2017.01.003).
- M.P. Chávez-Díaz, M.L. Escudero-Rincón, E.M. Arce-Estrada, R. Cabrera-Sierra. Osteoblast Cell Response on the Ti6Al4V Alloy Heat-Treated. *Materials* 10 (2017) 445-451. DOI: [10.3390/ma10040445](https://doi.org/10.3390/ma10040445).
- M.P. Chávez-Díaz, M.L. Escudero-Rincón, E.M. Arce-Estrada, R. Cabrera-Sierra. Effect of the heat-treated Ti6Al4V alloy on the fibroblastic cell response. *Materials* 11 (2018) 21- 38. DOI: [10.3390/ma11010021](https://doi.org/10.3390/ma11010021).
- B.T. Perez-Maceda, M.E. López-Fernández, I. Díaz, A. Kavanaugh, F. Billi, M.L. Escudero, M.C. García-Alonso, R.M. Lozano. Osteoblasts MC3T3-E1 response in 2D and 3D cell cultures models to high carbon content CoCr alloy particles. Effect of metallic particles on vimentin expression. *The journal of materials science research* 6 (2017) 41-55. DOI: [10.5539/jmsr.v6n4p41](https://doi.org/10.5539/jmsr.v6n4p41).
- L.A. Hernández, M. Lomelí, L.S. Hernández, M.L. Escudero, A.A. Torres. Sellado del recubrimiento de ácido fítico aplicado sobre la aleación de Mg AZ31. *Revista de Ingeniería Mecánica* 1 (2017) 31.
- L.A. Hernández-Alvarado, L.S. Hernández, J. Garrido, S. Rivera-Villalobos, M.L. Escudero. Statistical design of the parameters involved in the obtainment of a biodegradable phytate coating over AZ31 alloy for possible endoprosthetic temporary applications. *Surface and Coatings Technology* 325 (2017) 473-481. DOI: [10.1016/j.surfcoat.2017.06.061](https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2017.06.061).
- I. Díaz, M.A. Pacha-Olivenza, R. Tejero, E. Anitua, M.L. Gonzalez-Martin, M.L. Escudero, M.C. García-Alonso. Corrosion behaviour of surface modifications on titanium dental implant. In situ bacteria monitoring by electrochemical techniques. *J. Biomed. Mater. Res. B – Appl. Biomater.* 106B (2018) 997-1009. DOI: [10.1002/jbm.b.33906](https://doi.org/10.1002/jbm.b.33906)
- M.L. Escudero, I. Díaz, J.F. Martínez Lerma, R. Montoya, M.C. García-Alonso. Characterization of tribocorrosion behaviour of CoCr alloy by electrochemical techniques in several corrosive media. *Corrosion Science and Technology* 7 (2018) 68- 73. DOI: [10.14773/cst.2018.17.2.68](https://doi.org/10.14773/cst.2018.17.2.68)
- B.T. Perez-Maceda, M.E. López-Fernández, I. Díaz, M.L. Escudero, M.C. García-Alonso, R.M. Lozano. Macrophage biocompatibility of CoCr wear particles generated under polarization in physiological hyaluronic acid solution. *Materials* 11 (2018) 756. DOI: [10.3390/ma11050756](https://doi.org/10.3390/ma11050756)

M.C. García-Alonso, I. Llorente, I. Díaz, M.L. Escudero. Interaction of hyaluronic acid with CoCr alloy under immersion and wear-corrosion processes. *Tribology letters* 66 (2018) 122. DOI:10.1007/s11249-018-1073-3

A. Montiel-García, E. Onofre Bustamante, M.L. Escudero-Rincón, E.C. De la Cruz-Terrazas, A.M. Torres-Huerta. Study of reinforcing steel corrosion behaviour treated by bluing and cerium chemical conversion treatments, part I: Conventional electrochemical techniques. *Cement and Concrete Composites* 90 (2018) 202-217. DOI:10.1016/j.cemconcomp.2018.03.012.

Listado de Tesis y Trabajos Fin de grado, periodo 2016-2018

TESIS

“Evaluación de la corrosión de materiales de base magnesio recubiertos como posibles implantes biodegradables”. Codirección Dr. Luis Salvador Hernández Hernández y Dra. María Lorenza Escudero Rincón. PhD: M.C. Laura Angélica Hernández Alvarado. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México, Facultad de Ciencias Químicas (2017).

TRABAJOS FIN DE GRADO:

Miguel Ángel Rodríguez Escudero. ESTUDIO DE LA CONDUCTIVIDAD DE UN MATERIAL COMPUESTO POR COBRE Y ÓXIDO DE GRAFENO REDUCIDO. Directores: M. Cristina García Alonso, Ricardo Fernández. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Madrid. 14 septiembre 2016. Calificación: 8,5.

Pablo Vázquez Sánchez. OPTIMIZACIÓN Y SÍNTESIS DE MATERIALES COMPUESTOS Cu/OGR. REDUCCIÓN DEL ÓXIDO DE GRAFENO COMO REFUERZO EN MATRICES DE COBRE. Directores: M. Cristina García Alonso, Ricardo Fernández. Universidad Rey Juan Carlos I, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología (ES CET), Móstoles, Madrid. Ingeniería de Materiales. 20 julio 2017. Calificación: 9,15.

Belén Criado Herranz. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO Y BACTERICIDA SOBRE SUPERFICIES METÁLICAS ENDOPROTÉSICAS. Directora: M.L. Escudero. Universidad Complutense de Madrid. Biología Sanitaria. Julio de 2017. Calificación: 9.

Francisco Joaquín Burgos López. MATERIALES COMPUESTOS METÁLICOS INCORPORANDO DERIVADOS DEL GRAFENO. Directores: M. Cristina García Alonso, Ricardo Fernández. Universidad Carlos III, Escuela Politécnica Superior de Leganés, Madrid. Ingeniería Mecánica. 15 octubre 2018. Calificación: 9,1.

Listado de proyectos 2016-2018

01. AUMENTO DE LA DURABILIDAD DE PROTESIS OSTEOARTICULARES MEDIANTE LUBRICANTES SOLIDOS: TRIBOCORROSION Y SUS IMPLICACIONES EN BIOCOMPATIBILIDAD Y RESPUESTA INFLAMATORIA Y TOXICOLÓGICA. (MAT2015-67750-C3-1-R (MINECO-FEDER)). participantes: Proyecto coordinado por el CENIM. Subproyecto 2: CIB; Subproyecto 3: UAH

Duración, desde: 01/01/2016 al 30/06/2019.

Cuantía de la subvención: 48.400,00 €

02. ESTUDIO DEL SISTEMA CONCRETO-ACERO DE REFUERZO MODIFICADO MEDIANTE FIBRAS NATURALES Y LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE BASE CERIO UTILIZANDO TÉCNICAS DE CAMPO PRÓXIMO. (CONACYT2017-México).

Participantes: Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN) Unidad Altamira. Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Dpto. de Ingeniería Metalúrgica; Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM-CSIC)

Duración, desde: 2017 hasta: 2019.

03. EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PINTURA MEDIANTE TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS GLOBALES Y LOCALES APLICADOS SOBRE EL ACEROA36, EXPUESTO EN ATMOSFERA MARINA EN LA COSTA DE AREQUIPA. (UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN, AREQUIPA-PERU. Contrato de financiamiento n° IAI-009-2018-UNSA” Investigación Aplicada Inicial, Convocatoria del 2017.

Participantes: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN, AREQUIPA-PERU y Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM-CSIC).

Duración, desde 16/03/2018 al 03/09/2019.

Cuantía de la subvención: 48.000,00 €.

Nombre del grupo: **Electroquímica de Superficies y Corrosión – ECORR**



Integrantes:

Dr. José María Bastidas Rull (Profesor de Investigación)

Dr. Juan Carlos Galván Sierra (Investigador Científico)

Dr. Sebastian Feliu Batlle (Científico Titular)

Dra. Violeta Barranco Asensio (Científica Titular)

Dr. Santiago Fajardo Panizo, (Investigador Postdoctoral)

Dr. Federico R. García Galván (Contrato Predoctoral MINECO, 2014-2017)

Dra. Gleidys Monrrabal Márquez (Contrato con cargo a proyecto)

Dra. Diana Lafuente Fernández (Contrato con cargo a proyecto)

Introducción / objetivos estratégicos: Creado en el año 2017, es la fusión de dos grupos de investigación previos, el Grupo de Procesos Interfaciales de Corrosión (PIC) y el Grupo de Materiales Nanocompuestos y Películas Delgadas de Diseño (SURFPROT) y la incorporación de 3 nuevos miembros (2018). Tiene como misión realizar investigación en el campo de la ciencia de la corrosión y protección de los materiales metálicos orientada a la generación de conocimiento, con la visión puesta en el avance y la mejora del bienestar de la sociedad. El personal que compone el Grupo posee gran experiencia en corrosión y protección de materiales metálicos, diseño y estudio de superficies multifuncionales, electroquímica y técnicas electroquímicas avanzadas. Es referencia en los diferentes campos de estudio en los que el Grupo centra su actividad investigadora.

Los objetivos del Grupo ECORR son el avance en el conocimiento científico orientado a los retos de la sociedad y la transferencia de tec-

“El Grupo ECORR tiene como misión realizar investigación en el campo de la ciencia de la corrosión y protección de los materiales metálicos orientada a la generación de conocimiento, con la visión puesta en el avance y la mejora del bienestar de la sociedad.”

nología a sectores industriales relevantes relacionados con transporte, salud y energía:

- Corrosión y Protección de Aleaciones Ligeras: Magnesio, Aluminio y Titanio y sus Aleaciones.
- Estudio de las nanocapas formadas espontáneamente en la superficie de los metales y aleaciones en contacto con el aire. Composición química, estructura y efecto sobre el comportamiento a la corrosión.
- Películas delgadas de tipo sol-gel nanocompuestas y modificadas mediante el atrapamiento físico de microcontenedores de naturaleza cristalina, cargados con inhibidores de la corrosión ecológicamente aceptables.
- Recubrimientos híbridos órgano-Inorgánicos multifuncionales con propiedades bioactivas, para su aplicación sobre implantes metálicos.
- Electroquímica avanzada aplicada:
 - al desarrollo de dispositivos de almacenamiento de energía; Electrodeposición de óxidos metálicos, diseño y obtención de electrodos e interfases. Control de la corrosión.
 - a la recuperación de metales nobles de aguas de lavado de la industria metalúrgica. Obtención in-situ del producto final.

Lineas y sublineas (identificadas en la web CSIC)

1. Procesos de Corrosión en Materiales Convencionales y Avanzados
2. Protección y Funcionalización de Superficies

Principales hitos destacables en 2016 – 2018

- 1. Línea de Investigación:** Procesos de Corrosión en Materiales Convencionales y Avanzados

Sublínea de investigación: Corrosión y Protección de Aleaciones Ligeras: Magnesio y sus Aleaciones.

¿Es posible la obtención de medidas fiables de la velocidad de corrosión en aleaciones de Mg mediante métodos electroquímicos?

Desde un punto de vista científico y tecnológico, la posibilidad real de medir la velocidad de corrosión en aleaciones de Mg mediante métodos electroquímicos resulta en estos momentos cuestionable. Partiendo del conocimiento previo del equipo investigador en distintas técnicas de medida de la corrosión de las aleaciones de Mg-Al, en

este hito se ha desarrollado una nueva metodología basada en la técnica EIS que aumenta la precisión o exactitud de las medidas cuantitativas de velocidad de corrosión de las aleaciones de Mg respecto a las técnicas tradicionales (Referencia: *Magnesium Alloys*; Aliofkhazraei, M. Ed.; Intech, Croatia, 2017, 129-159, DOI: 10.5772/65018./ *Metals*, 8 (11) (Nov. 2018), p. 933).

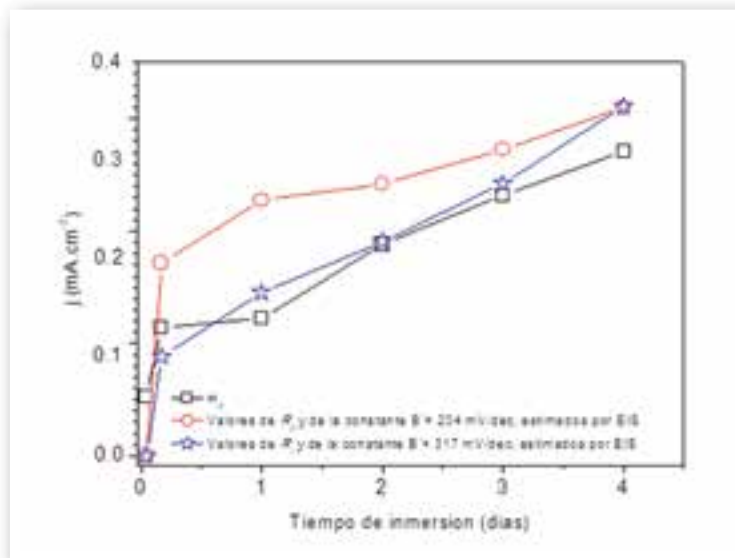


Figura 1. Evolución con el tiempo de inmersión de las densidades de corriente de corrosión para la aleación de magnesio AZ31 en solución de Ringer a 37°C, calculadas mediante medidas de espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) y de desprendimiento de hidrógeno (H₂).

Sublínea de investigación: Determinación de los mecanismos de disolución del magnesio y la evolución anómala de hidrógeno.

Las investigaciones relacionadas con esta sublínea se han dirigido hacia la elucidación de los mecanismos que gobiernan la disolución del Mg y sus aleaciones, con énfasis en la determinación del mecanismo asociado a la evolución anómala de hidrógeno. En breve, el Mg muestra un comportamiento opuesto al previsto por cinética electroquímica estándar, con velocidades crecientes de la reacción de evolución de hidrógeno (HER, por sus siglas en inglés) al aumentar la polarización en sentido anódico. Aunque este comportamiento ha sido observado desde hace más de un siglo, su mecanismo de reacción es aún desconocido y sigue siendo un tema de intensa investigación.

Dentro de las principales aportaciones realizadas al avance en el conocimiento de estos procesos realizados por el Grupo ECORR durante el periodo 2016-2018 incluyen la propuesta del primer modelo cinético capaz de explicar las velocidades crecientes de la HER sobre Mg polarizado anódicamente; así como la clarificación sobre algunas de las interpretaciones más recientes en lo referente a su mecanismo.

“El Grupo ECORR ha desarrollado una nueva metodología basada en la técnica EIS que aumenta la precisión o exactitud de las medidas cuantitativas de velocidad de corrosión de las aleaciones de Mg respecto a las técnicas tradicionales.”

“El grupo ECORR junto con Repsol han patentado la obtención y utilización de mallas 3D de grafeno para su uso en supercondensadores para el vehículo eléctrico.”

Igualmente, se han aportado evidencias de que las regiones donde se produce principalmente esta reacción son aquellas sometidas a procesos activos de disolución (ánodos netos). Además, se ha estudiado el mecanismo de evolución anómala de hidrógeno sobre aleaciones de base Mg (serie AZ), validando el modelo cinético propuesto para Mg puro.

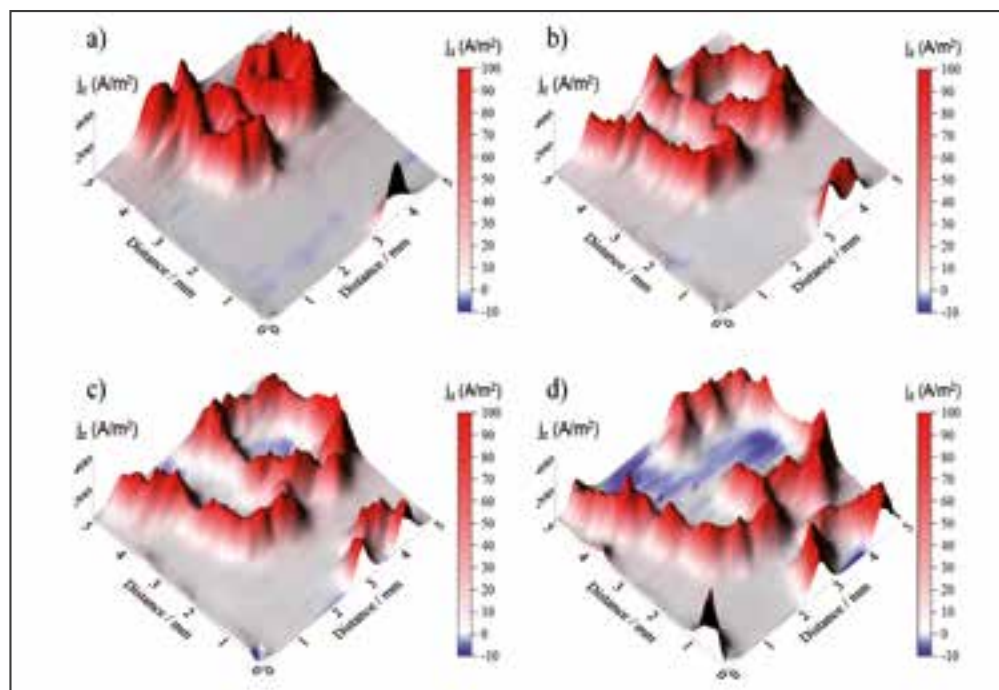


Figura 2. Mapas de superficie que muestran las distribuciones de densidad de corriente normal (j_z) sobre Mg de ultra elevada pureza sumergido en una disolución solución 2 M de NaCl tras, (a) 6, (b) 12, (c) 18 y (d) 24 minutos después de iniciar la polarización a $+4 \text{ mA cm}^{-2}$. (Referencia: S. Fajardo, C.F. Glover, G. Williams, G.S. Frankel, *The Source of Anodic Hydrogen Evolution on Ultra High Purity Magnesium, Electrochimica Acta* 212 (2016) 510-521.)

2. Línea de Investigación: Protección y funcionalización de superficies.

Sublínea de investigación: Recubrimientos nanocompuestos multifuncionales y películas delgadas de diseño

Las investigaciones relacionadas con esta sublínea se han dirigido hacia la preparación, caracterización y estudio del comportamiento electroquímico de nuevos recubrimientos híbridos órgano-inorgánicos de tipo sol-gel, para la protección anticorrosiva de aleaciones ligeras. Dichos recubrimientos se han modificado con inhibidores de la corrosión derivados de productos naturales y fármacos: Los recubrimientos resultantes muestran propiedades autorreparantes de potencial interés en aplicaciones diversas (aeronáutica, industria automotriz e ingeniería biomédica).

Los resultados obtenidos con la espectroscopía de impedancia electroquímica localizada (LEIS), han mostrado que esta técnica es de gran interés en este tipo de estudios. La Figura 3 muestra, a modo de ejemplo, la evolución de los mapas de impedancia (LEIS/LEIM). Dichos mapas se han registrado alrededor de un defecto artificial aplicado sobre recubrimientos sol-gel depositados sobre una aleación de magnesio AZ31, durante ensayos de inmersión en soluciones de NaCl 0,006. En los recubrimientos sol-gel sin dopar no se observan diferencias notables entre los mapas de impedancia obtenidos inicialmente y los registrados a tiempos de inmersión más largos (Figura 3a). Por el contrario, en las películas sol-gel dopadas con benzotriazol (BTA), estos mapas muestran que los valores de impedancia aumentan con el tiempo de inmersión en torno al defecto artificial (Figura 3b). Este efecto se atribuye a la liberación gradual del BTA nanoencapsulado en la red órgano-silícica del recubrimiento, lo cual causa la inhibición de la corrosión en las zonas activas del sustrato de magnesio y en consecuencia la autorreparación del recubrimiento.

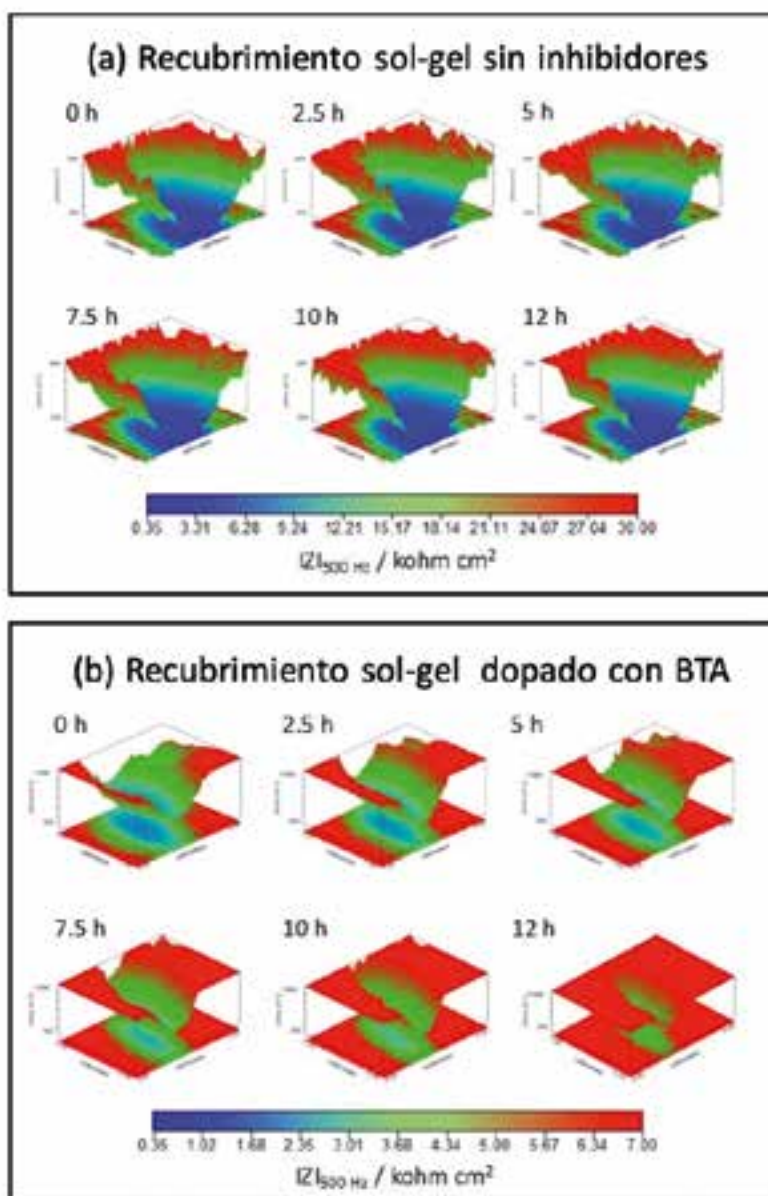


Figura 3. Evolución de los mapas de impedancia registrados a una frecuencia fija de 500 Hz, sobre un defecto artificial aplicado sobre muestras de aleaciones de magnesio AZ31 recubiertas con películas sol-gel de MAPTMS/TMOS. (a) Recubrimiento sin inhibidores de la corrosión, y (b) recubrimiento dopado con un 0,3% en peso de BTA. Electrólito: NaCl 0,006 M. (Referencia: Fajardo, S.; García-Galvan, F.R.; Barranco, V.; Galvan, J.C.; Feliu Batlle S., in *Magnesium Alloys-Selected Issue*, Edited by Tomasz Tanski et al., Publisher: Intech Europe, CROATIA (2018). DOI: 10.5772/intechopen.79497)

“En el grupo ECORR se prepara y caracteriza el comportamiento electroquímico de nuevos recubrimientos híbridos órgano-inorgánicos de tipo sol-gel, para la protección anticorrosiva de aleaciones ligeras.”

Sublínea de investigación: Materiales avanzados para Energía y Medioambiente. Diseño, obtención y control de la corrosión.

Entre los hitos más relevantes relacionados con esta sublínea se encuentran tres patentes de invención publicadas con Repsol, S.A. sobre la obtención y utilización de mallas 3D de grafeno para su uso en dispositivos de almacenamiento de energía (Supercondensadores) para el vehículo eléctrico.

De todas ellas, cabe destacar la patente doble, patente tanto de producto como de procedimiento, cuya invención proporciona un proceso simple y directo para la obtención y funcionalización *in situ* de mallas 3D de grafeno obtenidas utilizando como soporte de una malla 3D de níquel. Tanto la espuma de grafeno 3D y el grafeno funcionalizado 3D, son materiales avanzados de excelentes cualidades para su utilización como electrodo y/o colectores de corriente para dispositivos electroquímicos de almacenamiento de energía. Así mismo pueden incorporarse en recubrimientos como contenedores de inhibidores de la corrosión.

En el procedimiento de la invención se evita el daño de la estructura 3D de grafeno durante la eliminación de la estructura 3D de Ni, daño que ocurre en los procedimientos químicos de múltiples pasos que se utilizan comúnmente para la obtención de estas mallas 3D de grafeno (figura 4). El procedimiento patentado es un proceso *in situ* en el que la disolución electroquímica selectiva de la estructura 3D metálica de Ni y la funcionalización adicional de la estructura 3D de grafeno se llevan a cabo en el mismo medio acuoso. El proceso permite obtener espumas de grafeno de alta calidad en un solo paso, reduciendo así los costes de producción.

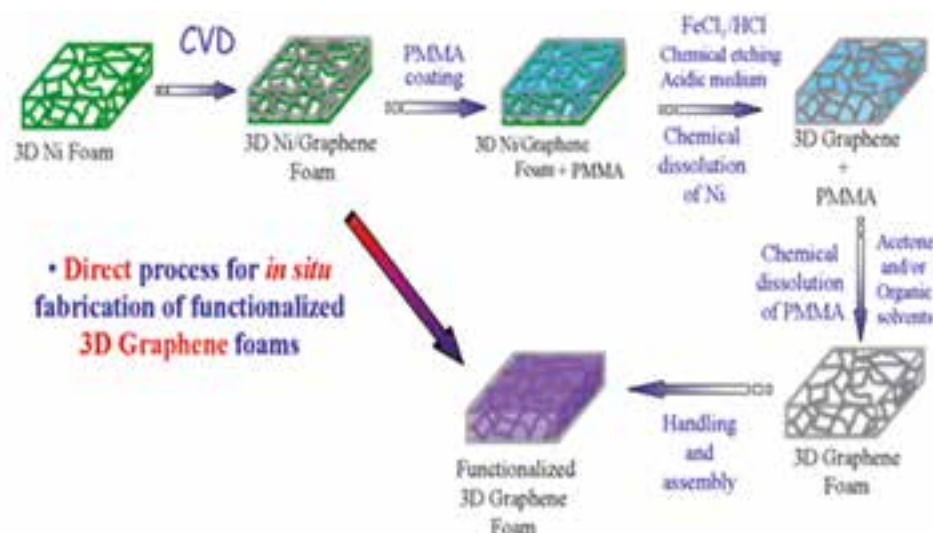


Figura 4. Esquema representando los pasos tradicionales de obtención de la estructura de grafeno 3D funcionalizada frente al proceso directo de obtención y funcionalización *in situ* de la patente. (Referencia: V. Barranco, et al. “Direct Process for Fabrication of Functionalised 3D Graphene Foams” EP3248937A1 (European Patent Office) REPSOL, S.A.)

Lista publicaciones 2016-2018

Fajardo, S.; Gharbi, O.; Birbilis, N.; Frankel, G. S. Investigating the Effect of Ferrous Ions on the Anomalous Hydrogen Evolution on Magnesium in Acidic Ferrous Chloride Solution. *Journal of the Electrochemical Society* 165 (13) (2018) C916-C925

DOI: 10.1149/2.0951813jes

Fajardo, S.; García-Galvan, F.R.; Barranco, V.; Galvan, J.C.; Feliu Batlle S. Critical Review of the Application of Electrochemical Techniques for Studying Corrosion of Mg and Mg Alloys: Opportunities and Challenges. *Magnesium Alloys-Selected Issue*, Edited by Tomasz Tanski, Wojciech Borek and Mariusz Król. Publisher: Intech Europe, CROATIA (2018)

DOI: 10.5772/intechopen.79497

Domínguez-Trujillo, C.; Peón, E.; Chicardi, E.; Pérez, H.; Rodríguez-Ortiz, J.A.; Pavón, J.J.; García-Couce, J.; Galván, J.C.; García-Moreno, F.; Torres, Y. Sol-gel deposition of hydroxyapatite coatings on porous titanium for biomedical applications *Surface and Coatings Technology*, 333 (2018) 158-162.

DOI: 10.1016/j.surfcoat.2017.10.079

Veleza, L.; Fernández-Olaya, M.G.; Feliu, S., Jr. Initial stages of AZ31B magnesium alloy degradation in ringer's solution: Interpretation of EIS, mass loss, hydrogen evolution data and scanning electron microscopy observations. *Metals*, 8 (11) (2018) art. no. 933

DOI: 10.3390/met8110933

Jirón-Lazos, U., Corvo, F., De la Rosa, S.C., García-Ochoa, E.M., Bastidas, D.M., Bastidas, J.M. Localized corrosion of aluminum alloy 6061 in the presence of *Aspergillus niger*. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 133 (2018) 17-25.

DOI: 10.1016/j.ibiod.2018.05.007

Sánchez-Deza, A., Bastidas, D.M., Iglesia, A.L., Mora, E.M., Bastidas, J.M. Service life prediction for 50-year-old buildings in marine environments. *Revista de Metalurgia*, 54 (1) (2018) e111.

DOI: 10.3989/revmetalm.111

Perez, Oscar; Valdez, Benjamin; Schorr, Michael; Eliezer, Amir; Oliveros, Amparo; Bastidas, J.M. Art, science and technology in stained glass windows and in cave paintings. *Journal of Materials Education* 40 (1-2) (2018)

Aldama, I.; Barranco, V.; Ibanez, J.; Amarilla, J. M.; Rojo, J. M. A Procedure for Evaluating the Capacity Associated with Battery-Type Electrode and Supercapacitor-Type One in Composite Electrodes. *Journal of the Electrochemical Society* 165 (16) (2018) A4034-A4040

DOI: 10.1149/2.1131816jes

Aldama, I., Barranco, V., Kunowsky, M., Ibañez, J., Rojo, J.M. Contribution of Cations and Anions of Aqueous Electrolytes to the Charge Stored at the Electric. Electrolyte/Electrode Interface of Carbon-Based Supercapacitors. *Journal of Physical Chemistry C*, 121 (22) (2017) 12053-12062.

DOI: 10.1021/acs.jpcc.7b03003

El Hadad, A.A.; Peón, E.; García-Galván, F.R.; Barranco, V.; Parra, J.; Jiménez-Morales, A.; Galván, J.C. Biocompatibility and corrosion protection behaviour of hydroxyapatite sol-gel-derived coatings on Ti6Al4V alloy. *Materials*, 10 (2) (2017) art. no. 94.

DOI: 10.3390/ma10020094

Peon, E.; El Hadad, A.; Garcia-Galvan, F. R.; Jimenez-Morales, A.; Galvan, J. C. Controlled Rate Thermal Analysis (CRTA) as New Method to Control the Specific Surface in Hydroxyapatite Thin Coatings. *Modern Technologies for Creating the Thin-Film Systems and Coatings*, Edited by Nikitenkov, NN, Publisher: Intech Europe, CROATIA (2017) 193-212.

DOI: 10.5772/66468

Peón, E.; Domínguez, C.; Pérez, H.; Galván, J.C.; Ortiz, J.A.R.; Pavón, J.J.; Torres, Y. Sol-gel deposition of bioactive hydroxyapatite on porous titanium [Deposición sol-gel de hidroxiapatita bioactiva sobre titanio poroso]. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*, 36 (1) (2017) 11 p.

Delgado, Maria C.; Garcia-Galvan, Federico R.; Barranco, Violeta; Feliu Batlle, S. A Measuring Approach to Assess the Corrosion Rate of Magnesium Alloys Using Electrochemical Impedance Spectroscopy. *Magnesium Alloys*, Edited by Mahmood Aliofkhazraei, Publisher: Intech Europe, CROATIA (2017) 129-159

DOI: 10.5772/65018

Delgado, M.C.; García-Galvan, F.R.; Llorente, I.; Pérez, P.; Adeva, P.; Feliu, S., Jr. Influence of aluminium enrichment in the near-surface region of commercial twin-roll cast AZ31 alloys on their corrosion behaviour. *Corrosion Science*, 123 (2017) 182-196.

DOI: 10.1016/j.corsci.2017.04.027

Feliu, S., Jr.; García-Galvan, F.R.; Llorente, I.; Diaz, L., Simancas, J. Influence of hydrogen bubbles adhering to the exposed surface on the corrosion rate of magnesium alloys AZ31 and AZ61 in sodium chloride solution. *Materials and Corrosion*, 68 (6) (2017) 651-663.

DOI: 10.1002/maco.201609233

Criado, M., Bastidas, D.M., La Iglesia, V.M., La Iglesia, A., Bastidas, J.M. Precipitation mechanism of soluble phosphates in mortar. *European Journal of Environmental and Civil Engineering* (2017) 1-10.

DOI: 10.1080/19648189.2017.1363663

Beltrán-Partida, E., Valdéz-Salas, B., Moreno-Ulloa, A., Escamilla, A., Curiel, M.A., Rosales-Ibáñez, R., Villarreal, F., Bastidas, D.M., Bastidas, J.M. Improved in vitro angiogenic behavior on anodized titanium dioxide nanotubes. *Journal of Nanobiotechnology*, 15 (1) (2017) art. no. 10.

DOI: 10.1186/s12951-017-0247-8

Sánchez-Deza, A., Bastidas, D.M., Iglesia, A.L., Bastidas, J.-M. A simple thermodynamic model on the cracking of concrete due to rust formed after casting. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 64 (3) (2017) 335-339.

DOI: 10.1108/ACMM-11-2015-1602

Esmaily, M.; Svensson, J.E.; Fajardo, S.; Birbilis, N.; Frankel, G.S.; Virtanen, S.; Arrabal, R., Thomas, S.; Johansson, L.G. Fundamentals and advances in magnesium alloy corrosion. *Progress in Materials Science*, 89 (2017) 92-193.

DOI: 10.1016/j.pmatsci.2017.04.011

- Fajardo, S.; Glover, C.F.; Williams, G.; Frankel, G.S. The evolution of anodic hydrogen on high purity magnesium in acidic buffer solution. *Corrosion* 73 (5) (2017). 482-493.
DOI: 10.5006/2247
- Fajardo, S.; Frankel, G.S. A kinetic model explaining the enhanced rates of hydrogen evolution on anodically polarized magnesium in aqueous environments. *Electrochemistry Communications* 84, (2017) 36-39.
DOI: 10.1016/j.elecom.2017.10.001
- Fajardo, S.; Glover, C.F.; Williams, G.; Frankel, G.S. The Source of Anodic Hydrogen Evolution on Ultra High Purity Magnesium. *Electrochimica Acta* 212, (2016) 510-521.
DOI: 10.1016/j.electacta.2016.07.018
- Galván, J.C.; Larrea, M.T.; Bracerás, I.; Multigner, M.; González-Carrasco, J.L. In vitro corrosion behaviour of surgical 316LVM stainless steel modified by Si⁺ ion implantation - An electrochemical impedance spectroscopy study. *Journal of Alloys and Compounds* 676 (2016) 414-427.
DOI: 10.1016/j.jallcom.2016.03.162
- Carbonell, D.J.; García-Casas, A.; Izquierdo, J.; Souto, R.M.; Galván, J.C.; Jiménez-Morales, A. Scanning electrochemical microscopy characterization of sol-gel coatings applied on AA2024-T3 substrate for corrosion protection. *Corrosion Science* 111 (2016) 625-636.
DOI: 10.1016/j.corsci.2016.06.002
- Ojeda, V.A., Lázaro, L., Benito, J.J., Bastidas, J.M. Use of the polarisation shift criterion to evaluate cathodic protection of on-grade steel storage tanks. *Corrosion Engineering Science and Technology*, 51 (7) (2016) 522-526.
DOI: 10.1080/1478422X.2016.1160607
- Criado, M., Sobrados, I., Bastidas, J.M., Sanz, J. Corrosion behaviour of hybrid sol-gel coated steel embedded in carbonated Portland and fly ash mortars contaminated with chlorides. *Advances in Materials and Processing Technologies*, 2 (4), (2016) 557-565.
DOI: 10.1080/2374068X.2016.1247240
- Criado, M., Sobrados, I., Bastidas, J.M., Sanz, J. Corrosion behaviour of coated steel rebars in carbonated and chloride-contaminated alkali-activated fly ash mortar. *Progress in Organic Coatings*, 99 (2016) 11-22.
DOI: 10.1016/j.porgcoat.2016.04.040
- Ojeda, V.A., Lázaro, L., Benito, J.J., Bastidas, J.M. Assessment of cathodic protection by close interval survey incorporating the instant off potential method. *Corrosion Engineering Science and Technology*, 51 (4) (2016) 241-247.
DOI: 10.1179/1743278215Y.00000000041
- Cheng, N., Cheng, J., Valdez, B., Schorr, M., Bastidas, J.M. Inhibition of seawater steel corrosion via colloid formation. *Materials Performance*, 55 (4) (2016), 48-50.
- Beltrán-Partida, E., Valdez-Salas, B., Escamilla, A., Curiel, M., Valdez-Salas, E., Nedev, N., Bastidas, J.M. Disinfection of titanium dioxide nanotubes using super-oxidized water decrease bacterial viability without disrupting osteoblast behavior. *Materials Science and Engineering C*, 60 (2016) 239-245.
DOI: 10.1016/j.msec.2015.11.042

Cheng, N., Cheng, J., Valdez, B., Schorr, M., Salinas, R., Bastidas, J.M. Corrosion inhibitors for prolonged protection of military equipment and vehicles. *Materials Performance*, 55 (1) (2016) 54-57.

Pedros, J., Boscá, A., Martínez, J., Ruiz-Gómez, S., Pérez, L., Barranco, V., Calle, F. Polyaniline nanofiber sponge filled graphene foam as high gravimetric and volumetric capacitance electrode. *Journal of Power Sources*, 317 (2016) 35-42.

DOI: 10.1016/j.jpowsour.2016.03.041

Choi, D.J., Boscá, A., Pedros, J., Martínez, J., Barranco, V., Rojo, J.M., Yoo, J.J., Kim, Y.H., Calle, F. Improvement of the adhesion between polyaniline and commercial carbon paper by acid treatment and its application in supercapacitor electrodes. (2016) *Composite Interfaces*, 23 (2), pp. 133-143.

DOI: 10.1080/09276440.2016.1112221

Lobato, B., Merino, C., Barranco, V., Centeno, T.A. Large-scale conversion of helical-ribbon carbon nanofibers to a variety of graphene-related materials. *RSC Advances*, 6 (62) (2016) 57514-57520.

DOI: 10.1039/c6ra08865a

Aldama, I., Barranco, V., Centeno, T.A., Ibañez, J., Rojo, J.M. Composite electrodes made from carbon cloth as supercapacitor material and manganese and cobalt oxide as battery one. *Journal of the Electrochemical Society*, 163 (5) (2016) A758-A765.

DOI: 10.1149/2.1061605jes

Lista tesis 2016-2018

Doctorando: Federico García Galván

Título de la tesis: Nuevos recubrimientos sol-gel para la protección activa de aleaciones de magnesio

Programa de Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales de la Universidad Carlos III de Madrid

Universidad: Universidad Carlos III de Madrid - Escuela Politécnica de Enseñanza Superior

Directores, Investigadores CSIC (1): JUAN CARLOS GALVAN SIERRA

Fecha Defensa: 15/11/2018

Calificación: sobresaliente cum laude con mención de doctor internacional

Lista de patentes:

Title: Hierarchical Composite Structures Based on Graphene Foam or Graphene-Like Foam

Pub. No.: WO/2016/066843

International Application No.: PCT/EP2015/075347

Publication Date: 06.05.2016

International Filing Date: 30.10.2015

Applicants: REPSOL, S.A. [ES/ES]; Méndez Álvaro 44 E-28045 Madrid, ES

Inventors: PEDRÓS, Jorge; BOSCA, Alberto; MARTÍNEZ, Javier; CALLE, Fernando; RUIZ-GÓMEZ, Sandra; PÉREZ, Lucas; BARRANCO, Violeta; PÁEZ DUEÑAS, Antonio; GARCÍA SAN LUIS, Jesús

Title: Hierarchical Composite Structures Based on Graphene Foam or Graphene-Like Foam

Pub. No.: US20170237075A1 (United States)

Applicants: REPSOL, S.A. [ES/ES]; Méndez Álvaro 44 E-28045 Madrid, ES

Inventors: Jorge Pedrós, Alberto Bosca, Javier Martínez, Fernando Calle, Sandra Ruiz-Gómez, Lucas Pérez, Violeta Barranco, Antonio Páez Dueñas, Jesús García San Luis

2017-08-17 Publication of US20170237075A1

2018-12-27 Assigned to REPSOL, S.A.

2019-05-07 Application status is Pending

Title: Direct Process for Fabrication of Functionalised 3D Graphene Foams

EP3248937A1 (European Patent Office)

Applicants: REPSOL, S.A. [ES/ES]; Méndez Álvaro 44 E-28045 Madrid, ES

Inventors: Violeta BARRANCO, Esteban CLIMENT, Alicia DE ANDRÉS, José María ROJO, Jorge PEDRÓS, Javier MARTÍNEZ, Alberto BOSCA, Fernando CALLE, Antonio PÁEZ DUEÑAS, Jesús GARCÍA SAN LUIS, Francisco José ALÍA MORENO-ORTIZ.

Application EP16382227.3A events

2016-05-24 Application filed by Repsol SA

2016-05-24 Priority to EP16382227.3A

2017-11-29 Publication of EP3248937A1

Lista proyectos 2016-2018

Referencia Ent. Financiadora: MAT2015-74420-JIN

Título: Estudio de los mecanismos de corrosión del magnesio y evolución anódica de hidrógeno para aplicación en la fabricación de aleaciones de magnesio avanzadas (MAGNECORR)

F. Inicio: 01/01/2017

F. Fin: 31/12/2019

INV PRINCIPAL: FAJARDO PANIZO, SANTIAGO JESUS

Importe Concedido: 208.455,53 €

Nombre de la convocatoria: PN2015 - PROYECTOS I+D+I PARA JÓVENES INVESTIGADORES SIN VINCULACIÓN O CON VINCULACION TEMPORAL - PROGRAMA ESTATAL DE I+D+I ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD - PEICTI 2013-2016.

Nombre del Programa: PROGR EST DE INVEST DESARROLLO E INNOVACIÓN ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD

Nombre del Subprograma: PEI D. IN. OR. RETOS SOCIEDAD

Nombre del plan de investigación: VII PLAN ESTATAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA Y DE INNOVACIÓN 2013-2016

Referencia Ent. Financiadora: MAT2015-65445-C2-1-R

Título: Recubrimientos multifuncionales modificados con agentes de retroalimentación activa para la protección de aleaciones ligeras de interés en aeronáutica y automoción

Entidades Financiadoras: MINISTERIO DE ECONOMIA Y COMPETITIVIDAD

F. Inicio: 01/01/2016

F. Fin: 30/06/2019

INV PRINCIPALES: GALVAN SIERRA, JUAN CARLOS y FELIU BATLLE, SEBASTIAN.

Importe Concedido: 60.500,00 €

Nombre de la convocatoria: PN2015 - PROY I+D+I - PROGRAMA ESTATAL DE I+D+I ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD - PLAN ESTATAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA Y DE INNOVACIÓN 2013-2016

Nombre del Programa: PROGR EST DE INVEST DESARROLLO E INNOVACIÓN ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD

Nombre del Subprograma: PEI D. IN. OR. RETOS SOCIEDAD

Nombre del plan de investigación: VII PLAN ESTATAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA Y DE INNOVACIÓN 2013-2016

Referencia Ent. Financiadora: MAT2015-71761-R

Título: fabricación de aceros twip con adiciones de cromo y comportamiento frente a la corrosión

Entidades Financiadoras: MINISTERIO DE ECONOMIA Y COMPETITIVIDAD

F. Inicio: 01/01/2016

F. Fin: 30/09/2019

INV PRINCIPAL: BASTIDAS RULL, JOSE MARIA

Importe Concedido: 73.326,00 €

Nombre de la convocatoria: PN2015 - PROY I+D+I - PROGRAMA ESTATAL DE I+D+I ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD - PLAN ESTATAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA Y DE INNOVACIÓN 2013-2016

Nombre del Programa: PROGR EST DE INVEST DESARROLLO E INNOVACIÓN ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD

Nombre del Subprograma: PEI D. IN. OR. RETOS SOCIEDAD

Nombre del plan de investigación: VII PLAN ESTATAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA Y DE INNOVACIÓN 2013-2016

Referencia Ent. Financiadora: MAT2015-71761-R

Título: Estrategias de ingeniería cristalina y arquitectura molecular en el diseño de recubrimientos autorreparantes para la protección de superficies metálicas

Entidades Financiadoras: MINISTERIO DE ECONOMIA Y COMPETITIVIDAD

F. Inicio: 01/01/2013

F. Fin: 30/06/2016

INV PRINCIPAL: GALVAN SIERRA, JUAN CARLOS

Importe Concedido: 108.810,00 €

Nombre de la convocatoria: SUBPROGRAMA DE PROYECTOS DE INVESTIGACION FUNDAMENTAL NO ORIENTADA.- MATERIALES. PLAN NACIONAL DE I+D+I (2008-2012)

Nombre del Programa: Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental

Nombre del Subprograma: Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada

Nombre del plan de investigación: VI PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, DESARROLLO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2008-2012

Referencia Ent. Financiadora: DPI2011-26480

Título: Estudio de la eficiencia de corrientes pulsantes de alta frecuencia en el micromecanizado electroquímico del acero inoxidable

Entidades Financiadoras: MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACION

F. Inicio: 01/01/2012

F. Fin: 31/12/2016

INV PRINCIPAL: BASTIDAS RULL, JOSE MARIA

Importe Concedido: 78.650,00 €

Nombre de la convocatoria: SUBPROGRAMA DE PROYECTOS DE INVESTIGACION FUNDAMENTAL NO ORIENTADA.- DISEÑO Y PRODUCCION INDUSTRIAL. PLAN NACIONAL DE I+D+I (2008-2011)

Nombre del Programa: Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental

Nombre del Subprograma: Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada

Nombre del plan de investigación: VI PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, DESARROLLO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2008-2012

Referencia de la Ayuda: BES-2013-064999

Investigador en formación: García, Federico

Investigador principal: Galvan Sierra, Juan Carlos

Título del Proyecto: Estrategias de ingeniería cristalina y arquitectura molecular en el diseño de recubrimientos autorreparantes para la protección de superficies metálicas

Entidades Financiadoras: MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Nombre de la convocatoria: Ayudas para contratos predoctorales para la formación de doctores

Nombre del Programa: Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016

Referencia: BOE-A-2013-8080

F. Inicio: 01/01/2014

F. Fin: 31/12/2017

Importe Concedido: 83.900 €

Referencia Ent. Financiadora: EEBB-I-16-11831

Beneficiario: Federico García Galván

Título del Proyecto: Antibacterial sol-gel thin films for biodegradable Mg-Al alloys

Entidades Financiadoras: MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Nombre de la convocatoria: Ayudas a la movilidad predoctoral para la realización de estancias breves en centros de I+D del Subprograma Estatal de Movilidad del Ministerio de Economía y Competitividad - Convocatoria 2015 (a realizar en 2016)

Centro Receptor (Destino): NOTTINGHAM TRENT UNIVERSITY

País receptor: REINO UNIDO

Duración: 92 días

Total Importe EEBB propuesto: 4.958 €

Nombre del grupo: **Materiales Procesados Por Técnicas de no Equilibrio, MANOEQ**



Contacto: Paloma Adeva Ramos

e-mail: adeva@cenim.csic.es

Introducción / objetivos estratégicos: El objetivo del Grupo es el diseño, procesado y estudio de aleaciones para aplicaciones estructurales a temperatura ambiente y elevadas temperaturas (sector del automóvil, aeronáutico, energía, etc.). Los materiales objeto de estudio son intermetálicos, aleaciones amorfas y nanocristalinas de Al y Mg y aleaciones de alta entropía (HEA). Somos expertos en las técnicas para conseguir nano-microestructuras como solidificación rápida, aleado mecánico y ECAP, en Microscopía Electrónica (SEM, TEM y EBSD) y difracción de rayos-X, radiación sincrotrón y neutrones. Nuestra especialización en Microscopía Electrónica hace que seamos los responsables del laboratorio de Microscopia electrónica y sus impulsores

Nuestras líneas son:

1. Diseño y fabricación mediante técnicas sostenibles de procesado los materiales mencionados, optimizando sus propiedades mediante el control de la microestructura.
2. Estudio de las propiedades mecánicas en un intervalo amplio de temperaturas analizando los mecanismos de deformación implicados y su relación con la microestructura
3. Estudios del comportamiento y cinética de oxidación a alta temperatura

Los principales objetivos estratégicos del grupo para el periodo 2018-2021 son los siguientes:

1. Obtener financiación europea para incluir dentro de nuestra línea de procesado, la fabricación aditiva (AM) de piezas de Mg, Al, intermetálicos y HEA
2. Continuar nuestras colaboraciones con los grupos nacionales e internacionales e iniciar, a través de una solicitud i-Link, una colaboración con Israel, Alemania y Francia para trabajar en la línea AM mencionada.
Continuar realizando medidas en diferentes instalaciones europeas como ILL, Bessy, etc., para poder llevar a cabo con nuestras investigaciones.
3. Formar y captar talento a través de la dirección de trabajos a estudiantes de Fin de grado, Master, etc. y dirección de becarios de introducción a la investigación (JAE intro) con el objetivo de captar estudiantes de doctorado.

“El objetivo del Grupo es el diseño, procesado y estudio de aleaciones para aplicaciones estructurales a temperatura ambiente y elevadas temperaturas.”

Lineas y sublineas (identificadas en la web CSIC):

Línea: Microstructural Design and Flexible Processing for Optimisation of Metallic Materials for Innovative Applications

Sublínea: Design, Processing and Modelling of High Performance Materials for Structural Applications: Light Alloys, Nanostructured Materials and High Temperature Alloys

Principales hitos destacables en 2016 – 2018

Hito nº 1. Diseño y fabricación de una aleación de magnesio pulvimetalúrgica de alta resistencia. La aleación caracterizada por tener una fase cuasicritalina presenta a temperatura ambiente una excelente ductilidad y valores de límite elástico de 461MPa, y su resistencia alta se mantiene hasta 150 °C

<https://doi.org/10.1016/j.msea.2017.12.111>

Hito nº 2. Preparación y estudio de las primeras Aleaciones de Alta Entropía. Los primeros resultados se presentaron como Comunicación oral invitada en Frontiers in Materials Processing Applications, Research and Technology (FIMPART 2017)

Hito nº 3. El Dr. Garcés Plaza fue invitado por el Prof. Kawamura del Centro de Investigación en Magnesio de la Universidad de Kumamoto y referente mundial en aleaciones de magnesio con Fase Ordenadas de

“Los materiales objeto de estudio por parte del Grupo MANOEQ son intermetálicos, aleaciones amorfas y nanocrystalinas de Al y Mg y aleaciones de alta entropía (HEA).”

Periodo Largo (LPSO) para impartir una charla invitada titulada **Study of the initial plasticity stages in Mg alloys containing LPSO phases using High Resolution Digital Image Correlation (HRDIC)** en la mencionada Universidad con motivo del 4th International Symposium on Long-Period Stacking Ordered Structure and Millefeuille Structure.

Hito nº 4. Obtención de financiación para la adquisición y puesta a punto de un horno de inducción en vacío y atmosfera controlada que va a permitir fabricar aleaciones de alto punto de fusión. Ello permitirá al grupo fabricar aleaciones HEA, en cantidades suficientes para poder realizar ensayos mecánicos ya que el crisol es de 600 cm³.

Hito nº 5. Dedicación a la formación de investigadores. En este periodo se han dirigido 2 tesis doctorales, 6 proyectos fin de grado o master y actualmente hay 3 en curso.

Hito nº 6. Aprobación de propuestas de experimentos para realizar medidas en las siguientes grandes instalaciones: Max von Laue-Paul Langevin (ILL) en el instrumento denominado SALSA, en el Deutsches Elektronen Synchrotron (Desy) en Hamburgo y en el Centro denominado ISIS Neutron and Muon Source situado en el STFC Rutherford Appleton Laboratory.

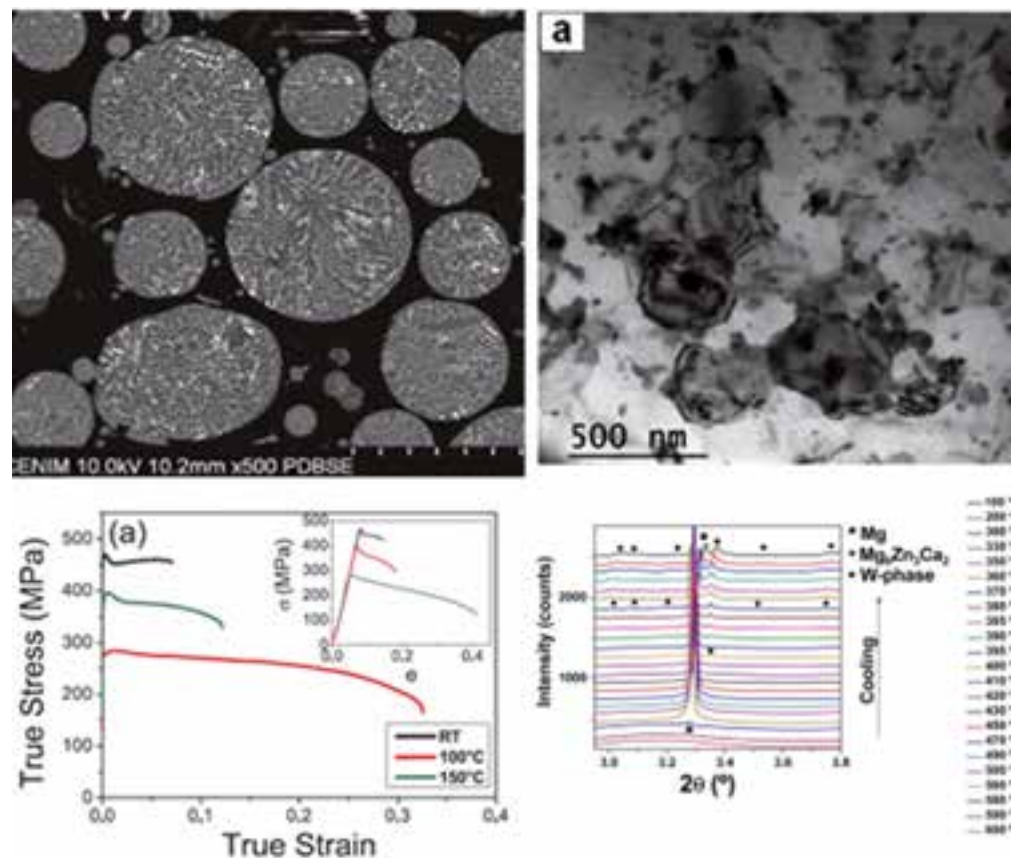


Figura HITO nº 1

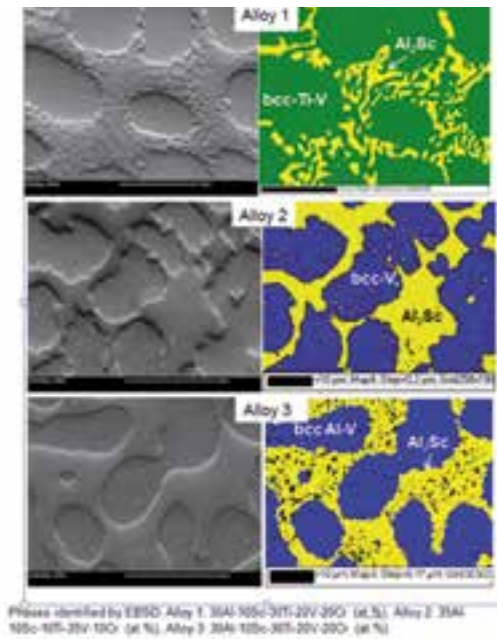


Figura HITO n° 2



Figura HITO n° 3

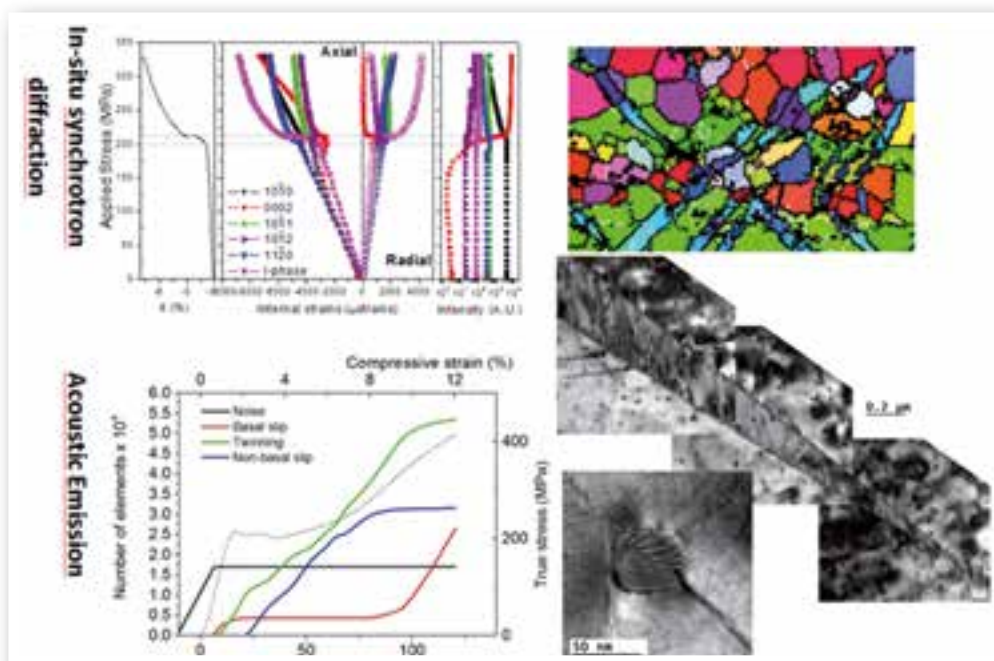


Figura Hito n°6: <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2018.03.060>

Lista publicaciones 2016-2018

- Horváth, K.; Drozdenko, D.; Máthis, K.; Garcés, G.; Dobrož, P.; Characterization of active deformation mechanisms in Mg alloys with LPSO phase; ACTA PHYSICA POLONICA A; vol: 134 ; Páginas: 815 - 819;(2018)
- Horváth, K.; Drozdenko, D.; Daniš, S.; Garcés, G.; Máthis, K.; Kim, S.; Dobrož, P.; Characterization of Microstructure and Mechanical Properties of Mg–Y–Zn Alloys with Respect to Different Content of LPSO Phase; Advanced Engineering Materials; vol: 20 ; Páginas: 815 - 819;(2018)
- Garcés, G.; Máthis, K.; Medina, J.; Horváth, K.; Drozdenko, D.; Oñorbe, E.; Dobrož, P.; Pérez, P.; Klaus, M.; Adeva, P.; Combination of in-situ diffraction experiments and acoustic emission testing to understand the compression behavior of Mg-YZn alloys containing LPSO phase under different loading conditions; International Journal of Plasticity; vol: 106 ; Páginas: 107 - 128; (2018)
- Medina, J.; Pérez, P.; Garcés, G.; Stark, A.; Schell, N.; Adeva, P.; High-strength Mg-6Zn-1Y-1Ca (wt%) alloy containing quasicrystalline I-phase processed by a powder metallurgy route; Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing; vol: 715 ; Páginas: 92 - 100;(2018)
- Garcés, G.; Medina, J.; Pérez, P.; Máthis, K.; Horváth, K.; Stark, A.; Schell, N.; Adeva, P.; Influence of quasicrystal I-phase on twinning of extruded Mg-Zn-Y alloys under compression; Acta Materialia; vol: 151; Páginas: 271 - 281;(2018)
- Garcés, G.; Cabeza, S.; Barea, R.; Pérez, P.; Adeva, P.; Maintaining high strength in Mg-LPSO alloys with low yttrium content using severe plastic deformation; MATERIALS; vol: 11 ; Páginas: 5644 - 5655; (2018)
- Garcés, G.; Pérez, P.; Barea, R.; Chávez, B.W.; Medina, J.; Adeva, P.; Microstructural evolution and dynamic strain aging (DSA) of Mg-6%Gd-1%Zn alloy during tension and compression testing at intermediate temperatures; Revista de Metalurgia; vol: 54 ; Páginas: 1609 - 356;(2018)
- Evsevelev, S.; Mishurova, T.; Cabeza, S.; Koos, R.; Sevostianov, I.; Garcés, G.; Requena, G.; Fernández, R.; Bruno, G.; The role of intermetallics in stress partitioning and damage evolution of AlSi12CuMgNi alloy; Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing; vol: 736 ; Páginas: 453 - 464;(2018)
- Villapún, V.M.; Zhang, H.; Howden, C.; Chow, L.C.; Esat, F.; Pérez, P.; Sort, J.; Bull, S.; Stach, J.; González, S.; Antimicrobial and wear performance of Cu-Zr-Al metallic glass composites; Materials and Design; vol: 115; Páginas: 93 - 102;(2017)
- Garcés, G.; Pérez, P.; Cabeza, S.; Kabra, S.; Gan, W.; Adeva, P.; Effect of Extrusion Temperature on the Plastic Deformation of an Mg-Y-Zn Alloy Containing LPSO Phase Using In Situ Neutron Diffraction; Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science; vol: 48; Páginas: 5332 - 5343;(2017)
- Medina, J.; Pérez, P.; Garcés, G.; Adeva, P.; Effects of calcium, manganese and cerium-rich mischmetal additions on the mechanical properties of extruded

- Mg-Zn-Y alloy reinforced by quasicrystalline I-phase; *Materials Characterization*; vol: 129; Páginas: 195 - 206;(2017)
- Máthis, K.; Farkas, G.; Garcés, G.; Gubicza, J.; Evolution of dislocation density during compression of a Mg-Zn-Y alloy with long period stacking ordered structure; *Materials Letters*; vol: 190; Páginas: 86 - 89;(2017)
- Garcés, G.; Oñorbe, E.; Gan, W.; Máthis, K.; Tolnai, D.; Horváth, K.; Pérez, P.; Adeva, P.; Evolution of twinning in extruded AZ31 alloy with bimodal grain structure; *Materials Characterization*; vol: 126; Páginas: 116 - 124;(2017)
- Delgado, M.C.; García-Galvan, F.R.; Llorente, I.; Pérez, P.; Adeva, P.; Feliu, S.;- Influence of aluminium enrichment in the near-surface region of commercial twin-roll cast AZ31 alloys on their corrosion behaviour; *Corrosion Science*; vol: 123; Páginas: 182 - 196;(2017)
- Gussone, J.; Garces, G.; Haubrich, J.; Stark, A.; Hagedorn, Y.C.; Schell, N.; Requena, G.; Microstructure stability of γ -TiAl produced by selective laser melting; *Scripta Materialia*; vol: 130; Páginas: 110 - 113;(2017)
- Toda-Caraballo, I.; Wróbel, J.S.; Nguyen-Manh, D.; Pérez, P.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.; Simulation and Modeling in High Entropy Alloys; *JOM*; vol: 69; Páginas: 2137 - 2149;(2017)
- Villapún, V.M.; Medina, J.; Pérez, P.; Esat, F.; Inam, F.; González, S.; Strategy for preventing excessive wear rate at high loads in bulk metallic glass composites; *Materials and Design*; vol: 135; Páginas: 300 - 308;(2017)
- Cabeza, S.; Mishurova, T.; Garcés, G.; Sevostianov, I.; Requena, G.; Bruno, G.; Stress-induced damage evolution in cast AlSi12CuMgNi alloy with one- and two-ceramic reinforcements; *Journal of Materials Science*; vol: 52; Páginas: 10198 - 10216;(2017)
- Morris, D.G.; A centennial: Evolution in the understanding of chemical ordering in metallic crystals; *Intermetallics*; vol: 69; Páginas: 78 - 81;(2016)
- De La Fuente, D.; Díaz, I.; Alcántara, J.; Chico, B.; Simancas, J.; Llorente, I.; García-Delgado, A.; Jiménez, J.A.; Adeva, P.; Morcillo, M.; Corrosion mechanisms of mild steel in chloride-rich atmospheres; *Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion*; vol: 67; Páginas: 227 - 238;(2016)
- Garcés, G.; Máthis, K.; Pérez, P.; Capek, J.; Adeva, P.; Effect of reinforcing shape on twinning in extruded magnesium matrix composites; *Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing*; vol: 666 ; Páginas: 48 - 53;(2016)
- Garcés, G.; Requena, G.; Tolnai, D.; Pérez, P.; Medina, J.; Stark, A.; Schell, N.; Adeva, P.; Formation of an 18R long-period stacking ordered structure in rapidly solidified Mg88Y8Zn4 alloy; *Materials Characterization*; vol: 118 ; Páginas: 514 - 518;(2016)
- P. Pérez; S. Cabeza; G. Garcés; P. Adeva; Influence of long period stacking ordered phase arrangements on the corrosion behaviour of extruded Mg97Y2Zn1 alloy; *Corrosion Science*; vol: 107; Páginas: 107 - 112;(2016)
- González, S.; Pérez, P.; Garcés, G.; Adeva, P.; Influence of the processing route on the mechanical properties at high temperatures of Mg-Ni-Y-RE alloys containing LPSO-phases; *Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing*; vol: 673; Páginas: 266 - 279;(2016)

J. Medina; P. Pérez; G. Garces; D. Tolnai; A. Stark; N. Schell; P. Adeva.;Microstructural changes in an extruded Mg-Zn-Y alloy reinforced by quasicrystalline I-phase by small additions of calcium, manganese and cerium-rich mischmetal; Materials Characterization; vol: 118 ; Páginas: 186 - 198;(2016)

Vivas, J.; Celada-Casero, C.; San Martín, D.; Serrano, M.; Urones-Garrote, E.; Adeva, P.; Aranda, M.M.; Capdevila, C.;Nano-precipitation Strengthened G91 by Thermo-mechanical Treatment Optimization;Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science; vol: 47; Páginas: 5344 - 5351;(2016)

Cabeza, S.; Mishurova, T.; Bruno, G.; Garcés, G.; Requena, G.; The role of reinforcement orientation on the damage evolution of AlSi12CuMgNi + 15% Al₂O₃ under compression;Scripta Materialia; vol: 122 ; Páginas: 115 - 118;(2016)

Lista tesis (2016)-2018

Título del trabajo: Performance of structural materials for the DEMO divertor
Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas- UPM (ETSICCPM - UPM)

Alumno: Elena María Tejado Garrido

Sobresaliente Cum Laude

Fecha Defensa: 23/06/2017

Título del trabajo: Cambios microestructurales en una aleación MgZnY reforzada con fase cuasicristalina inducidos por la adición de 0,5 % at. de Ca, Mn, CeMM y su influencia en las propiedades mecánicas

Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-UCM

Judit Medina Caballero

Sobresaliente Cum Laude

Fecha Defensa: 14/07/(2016)

Título del trabajo: Desarrollo de un método para medir microdeformaciones en metales mediante correlación digital de imágenes en alta resolución

UNIVERSIDAD ANTONIO DE NEBRIJA

Alumno: Julián Sanz Gil

Sobresaliente Cum Laude

Fecha Defensa: 26/11/2018

Título del trabajo: Efecto del tamaño de grano en la competición de mecanismos de deformación en la aleación AZ31 mediante difracción sincrotrón durante ensayos in-situ de compresión

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (UPM)

Alumno: Alba Clemente Sánchez

Sobresaliente Cum Laude

Fecha Defensa: 18/07/2018

Dirección trabajos investigación 2016-2018

Título del trabajo: **Análisis mediante la difracción por sincrotrón de la resistencia a compresión de la aleación AlCu7 frente a una temperatura de 300°C.**

Tipo de proyecto: Proyecto Fin de grado.

Entidad de realización: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-Universidad Antonio de Nebrija.

Alumno: Alberto Martín Bejarano.Fecha de la defensa: 12/10/2017

Título del trabajo: **Desarrollo de aleaciones de Mg-Gd-Zn-Y con ultra alta resistencia mecánica.**

Tipo de proyecto: Proyecto Fin de grado.

Entidad de realización: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-Universidad Antonio de Nebrija.

Alumno: Verónica Herráez Bernal.

Fecha Defensa: 25/09/2017

Título del trabajo: **Estudio de los mecanismos de deformación mediante EBSD y TEM durante ensayos mecánicos a diferentes temperaturas en aleaciones Mg-Gd.**

Tipo de proyecto: Proyecto Fin de grado.

Entidad de realización: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-Universidad Antonio de Nebrija.

Alumno: David Román Santo Domingo.

Fecha Defensa: 17/11/2017

Título del trabajo: **Refino de la microestructura de aleaciones Mg-Y-Zn mediante técnicas de deformación plástica severa.**

Tipo de proyecto: Proyecto Fin de grado.

Entidad de realización: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-Universidad Antonio de Nebrija.

Alumno Lidia Pérez Gómez-Tostón.

Fecha Defensa: 24/04/2017

Título del trabajo: **Estudio de los mecanismos de deformación mediante difracción sincrotrón durante ensayos in-situ de compresión en aleaciones Mg-Zn-Y (Mn,Ca,CeMM).**

Tipo de proyecto: Proyecto Fin de grado.

Entidad de realización: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas-Universidad Rey Juan Carlos.

Alumno: Sandra Tarancón Román.

Fecha de la defensa: 15/07/2016

Lista proyectos (2016)-2018

1. MAT2017-92548-EXP (No concedido)

Título: ALEACIONES DE ALTA ENTROPIA PARA APLICACIONES INDUSTRIALES DE ALTA EXIGENCIA

Investigador principal: PABLO PEREZ ZUBIAUR

2. Call: H2020-CS2-CFP07-2017-02
Funding scheme: CS2-IA
Proposal number: 821419 (No concedido)
Proposal acronym: TANDEM Duration (months): 24
Proposal title: Titanium Aluminide and Nickel base alloy Development for Electron-beam and selective laser Melting
Activity: LPA-01-37
Participantes: Altran Technologies, Politecnico Di Milano, Cenim-CSIC, Friedrich-Alexander-UniversitaetErlangenNuernberg, Chalmers Tekniska Hoegskola
3. *Convocatoria de ayudas para la realización de programas de actividades de I+D entre grupos de investigación de la Comunidad de Madrid en Tecnologías (2018)*
P2018/NMT-4537 (No concedido)
Título: ALEACIONES DE ALTA ENTROPIA PARA APLICACIONES INDUSTRIALES DE ALTA EXIGENCIA
Investigador principal: PABLO PEREZ ZUBIAUR
4. *Convocatoria de proyectos dirigidos de I+D en nuevas y emergente Areas científicas (2018)*
Y2018/EMT-4840 (No concedido)
Título: Aleaciones de alta entropía para aplicaciones en reactores de fusión
Coordinador: Angel Muñoz Castellanos
Investigador principal del CENIM: PABLO PEREZ ZUBIAUR

Nombre del grupo: **Grupo de Transformaciones de Fase en Estado Sólido MATERIALIA**



Datos de contacto: materialia@cenim.csic.es

Introducción / objetivos estratégicos: Actualmente, el Grupo MATERIALIA mantiene una posición de liderazgo a nivel español y una importante visibilidad a nivel internacional en el campo de las transformaciones de fase en aceros. Su objetivo principal es comprender la relación entre el procesado, la estructura del acero y sus propiedades mecánicas. Para ello profundiza en los mecanismos de transformación, caracteriza la estructura del material desde el micro a la nano-escala y desarrolla herramientas de simulación que le permitan describir la física y la química que gobiernan los procesos de transformación del acero y sus propiedades bajo condiciones reales de uso. Además este Grupo mantiene una estrecha relación con la industria metalúrgica para el diseño y desarrollo de aceros para aplicaciones de alta exigencia. Esta relación con la industria, especialmente exitosa en el desarrollo de aceros bainíticos nanoestructurados, les ha permitido validar muchas de sus herramientas y técnicas de diseño computacional.

En este sentido, su objetivo estratégico es diseñar y desarrollar aceros avanzados de ultra alta resistencia, que permitan reducir la masa del automóvil en más del 35% con respecto a un vehículo de referencia y reducir las emisiones del ciclo de vida total en casi un 70%. Estos aceros formarán parte de la cartera de materiales del programa Future Steel Vehicle (FSV) que se espera estén disponibles comercialmen-

“El objetivo principal del Grupo MATERIALIA es comprender la relación entre el procesado, la estructura del acero y sus propiedades mecánicas.”

te en un horizonte tecnológico 2030 (<https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-reglas-centradas-en-el-consumidor-energía-limpia-transición>), contribuyendo así a la descarbonización del sector del transporte (ODSs 7, 9 y 11).

Línea de Investigación: Diseño microestructural y procesado flexible de materiales metálicos para aplicaciones innovadora

Sublínea de investigación: Transformaciones de fase en estado sólido de aceros y aleaciones base Fe. Diseño y modelización.

Principales hitos destacables en 2016 – 2018

“El objetivo estratégico del Grupo MATERIALIA es diseñar y desarrollar aceros avanzados de ultra alta resistencia, que permitan reducir la masa del automóvil en más del 35% con respecto a un vehículo de referencia y reducir las emisiones del ciclo de vida total en casi un 70%.”

La demostración a escala atómica del carácter displacivo y adifusional de la transformación bainítica en aceros, tema de controversia durante décadas en la comunidad científica, y debate al que este grupo de investigación ha contribuido, ha sido posible gracias a su colaboración con el Oak Ridge Nacional Laboratory, y a la financiación del Center for Nanophase Materials Science del U.S. Department of Energy (Ref. CNMS2016-018 y CNMS2017-203). Dicha financiación les ha permitido colaborar estrechamente con Dr. Jonathan Poplawsky, en el uso de la técnica de tomografía de sonda atómica (3D atom probe tomography en inglés), que combina las técnicas de microscopía iónica y la espectrometría de masas en 3D. Esta técnica les ha permitido determinar la naturaleza y la posición de los átomos (incluido el carbono) en una reconstrucción en 3D de una muestra en forma de punta mecanizada por haz de iones focalizados (FIB de sus siglas en inglés). El tamaño del volumen analizado es aproximadamente $40 \times 40 \times 200 \text{ nm}^3$ y se representan aproximadamente 107 átomos. Estos datos pueden ser procesados por una gran variedad de métodos estadísticos de tal forma que es posible cuantificar la distribución de los átomos en la muestra analizando la composición química local y a la nano-escala de diferentes fases, precipitados y conglomerados (clusters, en su nomenclatura en inglés) (Figura 1). Por otro lado, la segregación de soluto en dislocaciones (i.e. atmósferas de Cottrell), intercaras y fronteras de grano puede ser detectada a partir de la acumulación local de soluto en dichas características. Dado el limitado tamaño del volumen reconstruido en cada ensayo y la complejidad de las estructuras analizadas se ha requerido del análisis de cientos de puntas.

Este minucioso trabajo combinado con la caracterización mediante microscopía electrónica de transmisión de estas estructuras (Figura 2) nos ha permitido concluir que la ferrita bainítica crece sobresaturada en C y sin la difusión de elementos sustitucionales, y a medida que avanza la transformación, el C difunde enriqueciendo la austenita de alrededor. Estos resultados han permitido demostrar que el crecimiento de la bainita tiene lugar por procesos adifusionales como el de la

transformación martensítica. Así han podido demostrar que la formación de las diferentes morfologías de bainita se debe a la competición entre las cinéticas de dos procesos simultáneos y controlados por la difusión del C, la redistribución de C de la ferrita a la austenita y la precipitación de cementita en ferrita.

Por otro lado, han esclarecido el papel que juegan los procesos de acomodación plástica de la austenita en la distribución de C a ambos lados de la intercara ferrita/austenita, durante la transformación bainítica. Han revelado la existencia de marañas de dislocaciones asociadas a la intercara austenita/ferrita bainítica, así como de maclado nanoescala en la austenita en contacto con las placas de ferrita bainítica. Ambas características, les han permitido concluir que la deformación plástica de la austenita adyacente a la ferrita, acomoda la deformación asociada a la transformación a medida que progresa el crecimiento de la ferrita bainítica. Así mismo, los resultados experimentales de tomografía de sonda atómica en dislocaciones y maclas han evidenciado una importante segregación de C en defectos (Figura 1). La presencia de defectos próximos a la intercara ferrita/austenita y el atrapamiento de C en los mismos se ha revelado como un factor determinante en todos aquellos procesos secundarios que tienen lugar durante la transformación bainítica, ya que pueden alterar el ritmo de enriquecimiento de la austenita adyacente y los procesos de precipitación durante la transformación bainítica. En este sentido, el análisis de la composición de los carburos formados durante la transformación bainítica a diferentes temperaturas en aceros con un amplio rango de composiciones, sugiere que, la segregación de soluto en dislocaciones gradualmente evoluciona en clusters de un alto contenido en C (11-16 % at.) que pueden actuar como embriones en los procesos de precipitación de carburo epsilon o cementita.

Este conocimiento fundamental y atómico de las transformaciones de fase en estado sólido de aceros ha sido decisivo en el **diseño y desarrollo de una nueva generación de aceros nanoestructurados de ultra-alta resistencia**. Se tratan de estructuras nano-escala (20-40 nm) de ferrita en forma de placa y austenita retenida, cuya distribución y morfologías permiten alcanzar una combinación óptima de resistencia, ductilidad y tenacidad, superando incluso las obtenidas en aceros de alta exigencia con un coste de aleación treinta veces superior. En los últimos años, en el CENIM-CSIC hemos estudiado este tipo de estructuras, su comportamiento mecánico, sus propiedades de uso y posibles aplicaciones en diferentes Proyectos Europeos (RFSR-CT-2014-00016, RFSR-CT-2014-00019, RFCS-CT-2015-709607 y RFCS-CT-2016-754070) en el marco del Programa RFCS (Research Fund for Coal and Steel) en colaboración con fabricantes y utilizadores de acero europeo (Figura 3).

“En el Grupo MATERIALIA se profundiza en los mecanismos de transformación, se caracteriza la estructura del material desde el micro a la nano-escala y se desarrollan herramientas de simulación que le permitan describir la física y la química que gobiernan los procesos de transformación del acero y sus propiedades bajo condiciones reales de uso.”

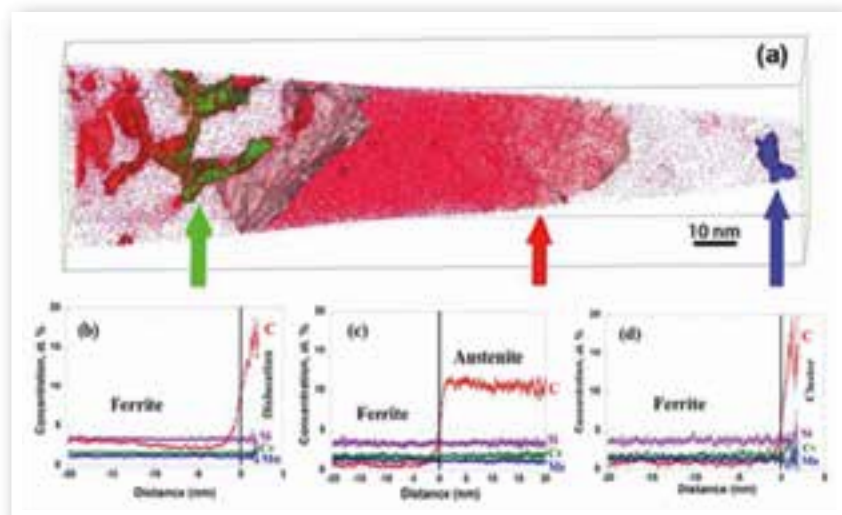


Figura 1: Resultados de tomografía de sonda atómica en aceros bainíticos nanoestructurados: (a) superficies de iso-concentración 8 at.% carbono representadas de forma superpuesta al mapa atómico de carbono, e histogramas de proximidad a través de (b) una maraña de dislocaciones, (c) intercara ferrita/austenita, y (d) conglomerado de carbono en ferrita bainítica.

Figura 2: Análisis mediante microscopía electrónica de transmisión de aceros bainíticos nanoestructurados: (a) micrografía de campo claro de una muestra deformada 2%; (b) imagen de alta resolución y (c) correspondiente transformada de Fourier.

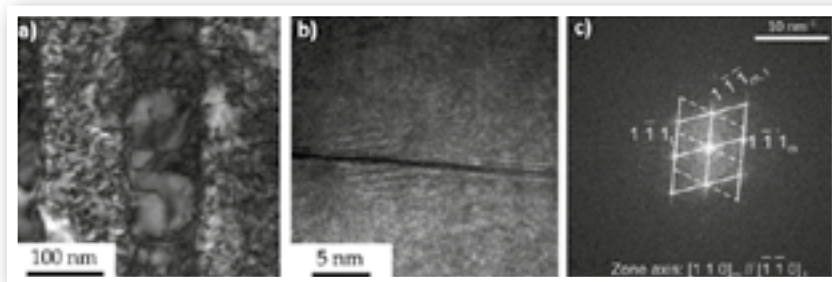


Figura 3: Productos desarrollados a partir de la industrialización y comercialización de aceros bainíticos nanoestructurados.

Lista publicaciones 2016-2018

- Garcia-Mateo, C.; Bainite and martensite: Developments and challenges; Metals; vol: 8; Páginas: 3847 - 3852;(2018)
- Rementería, R.; Capdevila, C.; Domínguez-Reyes, R.; Poplawsky, J.D.; Guo, W.; Urones-Garrote, E.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Carbon Clustering in Low-Temperature Bainite;Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science; vol: 49; Páginas: 5277 - 5287; (2018)
- Menou, E.; Tancrét, F.; Toda-Caraballo, I.; Ramstein, G.; Castany, P.; Bertrand, E.; Gautier, N.; Rivera Díaz-Del-Castillo, P.E.J.; Computational design of light and strong high entropy alloys (HEA): Obtainment of an extremely high specific solid solution hardening; Scripta Materialia; vol: 156; Páginas: 120 - 123; (2018)
- Hadi Torkamani; Shahram Raygan; Carlos Garcia Mateo; Jafar Rassizadehghani; Yahya Palizdar; David San-Martin;Contributions of Rare Earth Element (La,Ce) Addition to the Impact Toughness of Low Carbon Cast Niobium Microalloyed Steels; Metals and Materials International; vol: 24; Páginas: 773 - 788; (2018)
- Türk, A.; San Martín, D.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.; Galindo-Nava, E.I.; Correlation between vanadium carbide size and hydrogen trapping in ferritic steel; Scripta Materialia; vol: 152; Páginas: 112 - 116; (2018)
- T. Sourmail; F.G. Caballero; F. Moudian; D. De Castro; M. Benito; "Corrigendum to "High hardness and retained austenite stability in Si-bearing hypereutectoid steel through new heat treatment design principles"" [Mater. Des. 142 ((2018)) 279-287]";Materials and Design; vol: 150; Páginas: 17 - 116; (2018)
- Lopesino, P.; Alcántara, J.; de la Fuente, D.; Chico, B.; Jiménez, J.A.; Morcillo, M.; Corrosion of copper in unpolluted chloride-rich atmospheres; Metals; vol: 8; Páginas: 17 - 116; (2018)
- Morales-Rivas, L.; Archie, F.; Zaefferer, S.; Benito-Alfonso, M.; Tsai, S.P.; Yang, J.R.; Raabe, D.; García-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Crystallographic examination of the interaction between texture evolution, mechanically induced martensitic transformation and twinning in nanostructured bainite; Journal of Alloys and Compounds; vol: 752; Páginas: 505 - 519; (2018)
- Frutos, E.; Karlík, M.; Jiménez, J.A.; Langhansová, H.; Lieskovská, J.; Polcar, T.; Development of new β/α' -Ti-Nb-Zr biocompatible coating with low Young's modulus and high toughness for medical applications; Materials and Design; vol: 142; Páginas: 44 - 55; (2018)
- A. Eres-Castellanos; F.G. Caballero; C. Garcia-Mateo;Efecto de la temperatura de deformación en la transformación bainítica durante tratamientos de "ausforming";Material-ES; vol: 2; Páginas: 86 - 88; (2018)
- Eres-Castellanos, A.; Morales-Rivas, L.; Latz, A.; Caballero, F.G.; Garcia-Mateo, C.;Effect of ausforming on the anisotropy of low temperature bainitic transformation; Materials Characterization; vol: 145 ; Páginas: 371 - 380; (2018)
- Vivas, J.; Capdevila, C.; Altstadt, E.; Houska, M.; Serrano, M.; De-Castro, D.; San-Martín, D.;Effect of ausforming temperature on creep strength of G91 investigated by means of Small Punch Creep Tests;Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing; vol: 728; Páginas: 259 - 265; (2018)

- Capdevila, C.; Rementeria, R.; Aranda, M.M.; Vivas, J.; Chao, J.; Amigó, V.; Effect of extensive and limited plastic deformation on recrystallized microstructure of oxide dispersion strengthened Fe-Cr-Al alloy; *Metals*; vol: 8; Páginas: 3725 - 3737; (2018)
- Menou, E.; Toda-Caraballo, I.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.; Pineau, C.; Bertrand, E.; Ramstein, G.; Tancret, F.; Evolutionary design of strong and stable high entropy alloys using multi-objective optimisation based on physical models, statistics and thermodynamics; *Materials and Design*; vol: 143; Páginas: 185 - 195; (2018)
- Torkamani, H.; Raygan, S.; Garcia-Mateo, C.; Rassizadehghani, J.; Palizdar, Y.; San-Martin, D.; Evolution of Pearlite Microstructure in Low-Carbon Cast Microalloyed Steel Due to the Addition of La and Ce; *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*; vol: 49; Páginas: 4495 - 4508; (2018)
- Díaz, I.; Cano, H.; Lopesino, P.; de la Fuente, D.; Chico, B.; Jiménez, J.A.; Medina, S.F.; Morcillo, M.; Five-year atmospheric corrosion of Cu, Cr and Ni weathering steels in a wide range of environments; *Corrosion Science*; vol: 141; Páginas: 146 - 157; (2018)
- Sourmail, T.; Caballero, F.G.; Moudian, F.; De Castro, D.; Benito, M.; High hardness and retained austenite stability in Si-bearing hypereutectoid steel through new heat treatment design principles; *Materials and Design*; vol: 142; Páginas: 279 - 287; (2018)
- Vivas, J.; Capdevila, C.; Altstadt, E.; Houska, M.; San-Martín, D.; Importance of austenitization temperature and ausforming on creep strength in 9Cr ferritic/martensitic steel; *Scripta Materialia*; vol: 153; Páginas: 14 - 18; (2018)
- Santajuana, M.A.; Rementeria, R.; Kuntz, M.; Jimenez, J.A.; Caballero, F.G.; Garcia-Mateo, C.; Low-Temperature Bainite: A Thermal Stability Study; *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*; vol: 49; Páginas: 2026 - 2036; (2018)
- Rementeria, R.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; New insights into carbon distribution in bainitic ferrite Neue Erkenntnisse zur Kohlenstoffverteilung in bainitischem Ferrit; *HTM - Journal of Heat Treatment and Materials*; vol: 73; Páginas: 68 - 79; (2018)
- Groen, M.; Zijlstra, G.; San-Martin, D.; Post, J.; De Hosson, J.T.M.; Product shape change by internal stresses; *Materials and Design*; vol: 157; Páginas: 492 - 500; (2018)
- M. Cristobal; D. San-Martin; C. Capdevila; J. A. Jiménez; S. Milenkovic; Rapid fabrication and characterization of AISI 304 stainless steels modified with Cu additions by additive alloy melting (ADAM); *Journal of Materials Research and Technology*; vol: 7; Páginas: 450 - 460; (2018)
- Cui, W.; San-Martín, D.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.; Stability of retained austenite in martensitic high carbon steels. Part I: Thermal stability; *Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing*; vol: 711; Páginas: 683 - 695; (2018)
- Carlos Garcia-Mateo; Francis g. caballero; TIANOBAIN - Towards industrial applicability of (medium C) nanostructured bainitic steels - RFCS; *Impact*; vol: (2018); Páginas: 94 - 96; (2018)

- Jelita Rydel, J.; Toda-Caraballo, I.; Guetard, G.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.; Understanding the factors controlling rolling contact fatigue damage in VIM-VAR M50 steel; *International Journal of Fatigue*; vol: 108 ; Páginas: 68 - 78; (2018)
- Rementeria, R.; Poplawsky, J.D.; Aranda, M.M.; Guo, W.; Jimenez, J.A.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Carbon concentration measurements by atom probe tomography in the ferritic phase of high-silicon steels; *Acta Materialia*; vol: 125; Páginas: 359 - 368; (2017)
- Morcillo, M.; Chang, T.; Chico, B.; de la Fuente, D.; Odnevall Wallinder, I.; Jiménez, J.A.; Leygraf, C.; Characterisation of a centuries-old patinated copper roof tile from Queen Anne's Summer Palace in Prague; *Materials Characterization*; vol: 133; Páginas: 146 - 155; (2017)
- Francisca G. Caballero; Jonathan D. Poplawsky; Hung-Wei Yen; Rosalia Rementeria; Lucia Morales-Rivas; Jer-Ren Yang; Carlos Garcia-Mateo; Complex Nano-scale structures for unprecedented properties in steels; *Materials Science Forum*; vol: 879; Páginas: 2401 - 2406; (2017)
- Rementeria, R.; Caballero, F.G.; Morales-Rivas, L.; Garcia-Mateo, C.; Developing nanostructured metal at the atomic and nano scales; *ADVANCED MATERIALS & PROCESSES*; vol: 175; Páginas: 21 - 24; (2017)
- Carsí, M.; Jimenez, J.A.; Gomez-Mitxelena, X.; Ruano, O.A.; Development of a 2.25%Cr steel P23 reinforced with micro/nano-carbide particles produced by self-propagating high-temperature synthesis; *Materials Science Forum*; vol: 879; Páginas: 1624 - 1628; (2017)
- Javier Vivas; Carlos Capdevila; José Antonio Jimenez; Miguel Benito-Alfonso; David San-Martin; Effect of Ausforming Temperature on the Microstructure of G91 Steel; *Metals*; vol: 7; Páginas: 236 - 265; (2017)
- José Antonio Jiménez; Manuel Carsí; Oscar Antonio Ruano; Effect of rhenium on the microstructure and mechanical behavior of Fe₂.25Cr_{1.6}W_{0.25}V-0.1C bainitic steels; *Journal of Materials Science and Technology*; vol: 33 ; Páginas: 1487 - 1493; (2017)
- Torkamani, H.; Rashvand, H.; Raygan, S.; Rassizadchghani, J.; Palizdar, Y.; Mateo, C.G.; Martin, D.S.; Effects of Mo addition on the microstructure and mechanical properties of cast microalloyed steel; *Iranian Journal of Materials Science and Engineering*; vol: 14; Páginas: 76 - 85; (2017)
- Sánchez-Gutiérrez, J.; Chao, J.; Vivas, J.; Galvez, F.; Capdevila, C.; Influence of texture on impact toughness of ferritic Fe-20Cr-5Al oxide dispersion strengthened steel; *MATERIALS*; vol: 10; Páginas: 803 - 810; (2017)
- Celada-Casero, C.; Kooiker, H.; Groen, M.; Post, J.; San-Martin, D.; In-situ investigation of strain-induced martensitic transformation kinetics in an austenitic stainless steel by inductive measurements; *Metals*; vol: 7; Páginas: 1276 - 1279; (2017)
- Duarte, M.J.; Kostka, A.; Crespo, D.; Jimenez, J.A.; Dippel, A.C.; Renner, F.U.; Dehm, G.; Kinetics and crystallization path of a Fe-based metallic glass alloy; *Acta Materialia*; vol: 127; Páginas: 341 - 350; (2017)
- López, M.; Mangalaraja, R.V.; Jiménez, J.A.; Microstructure and magnetic properties of Cu₉₀-xCo₁₀Ni-x-7.5% SmCo₅ composite alloys pre-

- pared by mechanical alloying and hot pressing; Powder Metallurgy; vol: 60 ; Páginas: 33 - 41; (2017)
- Kim, B.; San-Martin, D.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.; Modelling recovery kinetics in high-strength martensitic steels; Philosophical Magazine Letters; vol: 97; Páginas: 280 - 286; (2017)
- Rementeria, R.; Jimenez, J.A.; Allain, S.Y.P.; Geandier, G.; Poplawsky, J.D.; Guo, W.; Urones-Garrote, E.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Quantitative assessment of carbon allocation anomalies in low temperature bainite; Acta Materialia; vol: 133; Páginas: 333 - 345; (2017)
- Toda-Caraballo, I.; Wróbel, J.S.; Nguyen-Manh, D.; Pérez, P.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.; Simulation and Modeling in High Entropy Alloys; JOM; vol: 69; Páginas: 2137 - 2149; (2017)
- Sourmail, T.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Morales-Rivas, L.; Rementeria, R.; Kuntz, M.; Tensile ductility of nanostructured bainitic steels: Influence of retained austenite stability; Metals; vol: 7; Páginas: 185 - 192; (2017)
- Prabhakaran, T.; Mangalaraja, R.V.; Denardin, J.C.; Jiménez, J.A.; The effect of calcination temperature on the structural and magnetic properties of co-precipitated CoFe₂O₄ nanoparticles; Journal of Alloys and Compounds; vol: 716; Páginas: 171 - 183; (2017)
- Prabhakaran, T.; Mangalaraja, R.V.; Denardin, J.C.; Jiménez, J.A.; The effect of reaction temperature on the structural and magnetic properties of nano Co-Fe₂O₄; Ceramics International; vol: 43; Páginas: 5599 - 5606; (2017)
- H. Carreon; D. San Martin; F.G. Caballero; V.E. Panin; The effect of thermal aging on the strength and the thermoelectric power of the Ti-6AL-4V alloy; Physical Mesomechanics; vol: 20; Páginas: 447 - 456; (2017)
- Marta López; José Jiménez; RV Mangalaraja; The effects of mechanical milling on the structural, mechanical, and electromagnetic properties of Cu-8 wt% NdFeB composite alloys; Journal of Composite Materials; vol: 51; Páginas: 1901 - 1910; (2017)
- Torkamani, H.; Raygan, S.; Mateo, C.G.; Rassizadehghani, J.; Vivas, J.; Palizdar, Y.; San-Martin, D.; The influence of La and Ce addition on inclusion modification in cast niobium microalloyed steels; Metals; vol: 7; Páginas: 2157 - 2171; (2017)
- Sourmail, T.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Cazottes, S.; Epicier, T.; Danoix, F.; Milbourn, D.; The Influence of Vanadium on Ferrite and Bainite Formation in a Medium Carbon Steel; Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science; vol: 48; Páginas: 3985 - 3996; (2017)
- Cui, W.; San-Martin, D.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.; Towards efficient microstructural design and hardness prediction of bearing steels — An integrated experimental and numerical study; Materials and Design; vol: 133; Páginas: 464 - 475; (2017)
- Garcia-Mateo, C.; Paul, G.; Somani, M.C.; Porter, D.A.; Bracke, L.; Latz, A.; de Andres, C.G.; Caballero, F.G.; Transferring nanoscale bainite concept to lower C contents: A perspective; Metals; vol: 7; Páginas: 889 - 898; (2017)

- Mueller, I.; Rementeria, R.; Caballero, F.G.; Kuntz, M.; Sourmail, T.; Kerscher, E.; A constitutive relationship between fatigue limit and microstructure in nanostructured bainitic steels; *MATERIALS*; vol: 9; Páginas: 229 - 235; (2016)
- Garcia-Mateo, C.; Jimenez, J.A.; Lopez-Ezquerro, B.; Rementeria, R.; Morales-Rivas, L.; Kuntz, M.; Caballero, F.G.; Analyzing the scale of the bainitic ferrite plates by XRD, SEM and TEM; *Materials Characterization*; vol: 122; Páginas: 83 - 89; (2016)
- Aranda, M.M.; Rementeria, R.; Capdevila, C.; Hackenberg, R.E.; Can Pearlite form Outside of the Hultgren Extrapolation of the Ae3 and Acm Phase Boundaries?; *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*; vol: 47; Páginas: 649 - 660; (2016)
- Chao, J.; Rementeria, R.; Aranda, M.; Capdevila, C.; Gonzalez-Carrasco, J.L.; Comparison of ductile-to-brittle transition behavior in two similar ferritic oxide dispersion strengthened alloys; *MATERIALS*; vol: 9 ; Páginas: B75 - B82; (2016)
- Celada-Casero, C.; Chao, J.; Urones-Garrote, E.; San Martín, D.; Continuous Hardening During Isothermal Aging at 723 K (450 °C) of a Precipitation Hardening Stainless Steel; *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*; vol: 47; Páginas: 5280 - 5287; (2016)
- Morales-Rivas, L.; Garcia-Mateo, C.; Sourmail, T.; Kuntz, M.; Rementeria, R.; Caballero, F.G.; Ductility of nanostructured bainite; *Metals*; vol: 6; Páginas: 95 - 106; (2016)
- Rementeria, R.; Aranda, M.M.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Improving wear resistance of steels through nanocrystalline structures obtained by bainitic transformation; *Materials Science and Technology*; vol: 32 ; Páginas: 308 - 312; (2016)
- Morales-Rivas, L.; Garcia-Mateo, C.; Kuntz, M.; Sourmail, T.; Caballero, F.G.; Induced martensitic transformation during tensile test in nanostructured bainitic steels; *Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing*; vol: 662; Páginas: 169 - 177; (2016)
- Capdevila, C.; Aranda, M.M.; Rementeria, R.; Domínguez-Reyes, R.; Urones-Garrote, E.; Miller, M.K.; Influence of nanovoids on α - α' Phase separation in FeCrAl oxide dispersion strengthened alloy; *Scripta Materialia*; vol: 110; Páginas: 53 - 56; (2016)
- C. Celada-Casero; B.M. Huang; M.M. Aranda; J.-R. Yang; D. San Martín; Mechanisms of ultrafine-grained austenite formation under different isochronal conditions in a cold-rolled metastable stainless steel; *Materials Characterization*; vol: 118; Páginas: 129 - 141; (2016)
- Vivas, J.; Celada-Casero, C.; San Martín, D.; Serrano, M.; Urones-Garrote, E.; Adeva, P.; Aranda, M.M.; Capdevila, C.; Nano-precipitation Strengthened G91 by Thermo-mechanical Treatment Optimization; *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*; vol: 47; Páginas: 5344 - 5351; (2016)
- Capdevila, C.; Aranda, M.M.; Rementeria, R.; Chao, J.; Urones-Garrote, E.; Aldazabal, J.; Miller, M.K.; Strengthening by intermetallic nanoprecipitation in Fe-Cr-Al-Ti alloy; *Acta Materialia*; vol: 107; Páginas: 27 - 37; (2016)

Martin-Aranda, M.; Rementeria, R.; Hackenberg, R.; Urones-Garrote, E.; Tsai, S.P.; Yang, J.R.; Capdevila, C.; The non-steady state growth of pearlite outside the hultgren extrapolation; MATERIALS; vol: 9; Páginas: 757 - 761; (2016)

Sampath, S.; Rementeria, R.; Huang, X.; Poplawsky, J.D.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Janisch, R.; The role of silicon, vacancies, and strain in carbon distribution in low temperature bainite; Journal of Alloys and Compounds; vol: 673; Páginas: 289 - 294; (2016)

Garcia-Mateo, C.; Morales-Rivas, L.; Caballero, F.G.; Milbourn, D.; Sourmail, T.; Vanadium effect on a medium carbon forging steel; Metals; vol: 6; Páginas: 528 - 534; (2016)

Lista tesis 2016-2018

“Carbon distribution in low temperature bainite”; Codirección: FRANCISCA GARCIA CABALLERO y CARLOS GARCIA MATEO; CSIC-UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO (CSIC-UMP-UCE); PhD Rosalia Rementeria (2017)

“Microstructure and mechanical response of nanostructured bainitic steels”; Codirección: FRANCISCA GARCIA CABALLERO y CARLOS GARCIA MATEO; UNIVERSIDAD CARLOS III de MADRID; PhD Lucia Morales Rivas; (2016)

Dirección trabajos investigación 2016-2018

Adriana Eres Castellanos; “Effect of ausforming on the bainitic transformation in medium carbon steels”; Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Codirección: FRANCISCA GARCIA CABALLERO y CARLOS GARCIA MATEO; (2018)

Leire Bautista Hidalgo; “Desarrollo de un modelo matemático para la determinación del tiempo de final de transformación de aceros bainíticos nano estructurados”; UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID (UPM); Dirección: CARLOS GARCÍA MATEO; (2017)

CINTA LUCÍA MARRACO BORDERAS; “Effect of cryogenic treatment on the tempering of 100Cr6”; Escuela Superior de Ingenieros Industriales (UPM); Dirección: David San Martín Fernández; (2017)

Carolina Gomez Sanz; “Estabilidad térmica de la bainita nanoestructurada mediante dilatometría de alta resolución”; ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Y TECNOLOGÍA. Universidad Rey Juan Carlos (ESCET); Codirección: FRANCISCA GARCIA CABALLERO y CARLOS GARCIA MATEO; (2017)

Victor Ruiz Jimenez; “Estudio de la Transformación Isotérmica de Austenita a Bainita Nanoestructurada mediante Dilatometría de Alta Resolución y Difracción de Rayos X”; Carlos III de Madrid (UC3M); Codirección: CARLOS GARCÍA MATEO y JOSE ANTONIO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ (2017)

CRISTIAN RODRÍGUEZ LOPEZ DE FELIPE; “ESTUDIO DEL EFECTO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y CRIOGÉNICOS EN UN ACERO AUSTENÍTICO Fe-0.5C-10%Mn-2Al-0.7V”; ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Y

TECNOLOGÍA Universidad Rey Juan Carlos (ESCET); Dirección: David San Martín Fernández; (2017)

Alejandro García Jiménez; “EVOLUCIÓN DE LA BAINITA NANOESTRUCTURADA TRAS PROCESOS DE REVENIDO. UN ESTUDIO DE RAYOS-X”; ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Y TECNOLOGÍA. Universidad Rey Juan Carlos (ESCET); Codirección: FRANCISCA GARCIA CABALLERO y CARLOS GARCIA MATEO; (2017)

PABLO COLLANTES JIMÉNEZ; “Influencia de la composición química y la temperatura en la evolución microestructural de aceros austeníticos Fe-Mn-Al(V) TRIP/TWIP”; Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Codirección: DAVID SAN MARTÍN FERNÁNDEZ y JOSE ANTONIO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ (2017)

Borja Rodríguez Vega; “Influencia del tamaño de grano austenítico en la transformación bainítica”; ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Y TECNOLOGÍA. Universidad Rey Juan Carlos (ESCET); Codirección: FRANCISCA GARCIA CABALLERO y CARLOS GARCIA MATEO; (2017)

David de Castro Mazariegos; “Microstructure in superhigh strength steels obtained by innovative heat treatments”; UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS; Codirección: CARLOS CAPDEVILA MONTES y FRANCISCA GARCÍA CABALLERO (2017)

Sergio Rodríguez Moreno; “DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES TERMO-MECÁNICAS PARA LAMINACIÓN INTERCRÍTICA DE ACEROS PERLÍTICOS RICOS EN CROMO”; Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Dirección: CARLOS CAPDEVILA MONTES (2016)

Miguel Angel Santajuana; “Estabilidad frente al revenido de nuevas microestructuras bainíticas”; Facultad de Ciencias Químicas Universidad Complutense de Madrid; Codirección: FRANCISCA GARCIA CABALLERO y CARLOS GARCIA MATEO; (2016)

GORKA MARTÍN DONATE; “Tratamientos Térmicos Q&P en Aceros Inoxidables Martensíticos”; Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Dirección: David San Martín Fernández; (2016)

Lista proyectos 2016-2018

1. “Design of new economic secondary precipitating steels for fatigue resistance at elevated service temperatures”; (RFCS-2016-STEEL-H2020 754070); Inicio: 01/10/2017; Fin: 30/09/2020
2. “Improved formability in 3rd generation AHS steels by nanosize precipitation and microstructure control during and after hot rolling”; (RFCS-2016-STEEL-H2020 709803); Inicio: 01/07/2016; Fin: 31/12/2019
3. “Towards industrial applicability of (medium C) nanostructured bainitic steels”; (RFCS-2016-STEEL-H2020 709607); Inicio: 01/10/2016; Fin: 31/03/2020
4. “APLICACION DE LAS ALEACIONES BASE-FE NANOESTRUCTURADAS COMO SOLUCION SOSTENIBLE PARA LOS SISTEMAS DE GENERACION

DE ENERGIA DE ALTA EFICIENCIA” (MAT2016-80875-C3-1-R); Inicio: 30/12/2016; Fin: 29/12/2019

5. “Dilatómetro de temple DIL805L para el estudio de transformaciones de fases en materiales” (CSIC15-EE-3277); Inicio: 01/01/2016; Fin: 30/06/2018
6. “Desarrollo de nuevas microestructuras avanzadas para tecnología de fabricación de cables” (CSIC 201760E085); Inicio: 15/12/2017; Fin: 15/03/2020

Nombre del grupo: **Propiedades Mecánicas y Conformado - PROMECO**



Datos de contacto: carreno@cenim.csic.es

Introducción / objetivos estratégicos: El grupo de investigación Propiedades Mecánicas y Conformado, denominado PROMECO, desarrolla su labor investigadora en temas relacionados con la mejora de las propiedades mecánicas (fluencia, superplasticidad y mecanismos de deformación), procesado, conformación y fabricación (forja, laminación, extrusión, fricción-agitación, fabricación aditiva, simulación por torsión, y modelado), y caracterización microestructural (microscopía óptica y electrónica de transmisión y barrido, textura y microtextura) de materiales metálicos avanzados de alto valor añadido.

El hilo conductor del Grupo de Investigación es la determinación de la relación entre el procesado, la microestructura y las propiedades de materiales avanzados de interés tecnológico para su continua mejora y/u optimización.

Como cualquier Grupo dinámico, es capaz de reaccionar frente a los nuevos retos científicos y tecnológicos. Por ello, se han incorporado las siguientes líneas:

- Deformación plástica severa (SPD, Severe Plastic Deformation) para la obtención de nanomateriales.
- Aleaciones ligeras resistentes a baja y alta temperatura y/o superplásticas.
- Fabricación Aditiva (AM, Additive Manufacturing), incluyendo biomateriales.

“El hilo conductor del Grupo de Investigación es la determinación de la relación entre el procesado, la microestructura y las propiedades de materiales avanzados de interés tecnológico para su continua mejora.”

Estas líneas se hayan dentro de las líneas seguidas por el CENIM, CSIC, principalmente relativas al Área Global MATERIA, con especial referencia al Reto 4, Transporte, para conseguir la continua mejora de propiedades mecánicas específicas de aleaciones estructurales ahorrando peso, desechos, consumo y emisiones tanto durante su fabricación como a lo largo de su vida útil.

Línea de investigación: Diseño microestructural y procesado flexible para la optimización de materiales metálicos para aplicaciones innovadoras // Microstructural Design and Flexible Processing for Optimisation of Metallic Materials for Innovative Applications

Sublínea de investigación: Diseño, procesado y modelado de materiales de elevadas prestaciones para aplicaciones estructurales: Aleaciones ligeras, materiales nanoestructurados y aleaciones de alta temperatura // Design, Processing and Modelling of High Performance Materials for Structural Applications: Light Alloys, Nanostructured Materials and High Temperature Alloys

Principales hitos destacables en 2016 – 2018

1. **Determinación de mapas de estabilidad durante el conformado** de todo tipo de aleaciones, en especial aceros y aleaciones ligeras de base Al, Mg y Ti para optimizar las temperaturas y velocidades de deformación de su procesado. Desarrollo de un nuevo modelo y construcción de nuevas ecuaciones de eficiencia y estabilidad y sus correspondientes mapas como los dados en la figura para una aleación de Ti.

// Attainment of forming stability maps of all kind of alloys including steels and Al, Mg and Ti light alloys to optimize their processing strain rates and temperatures. Development of a new model and building of new equations and their corresponding maps as those given in the figure.

Nuevos mapas para una aleación de Titanio (pág. siguiente)

2. **Investigación de procesos de deformación, deformación plástica severa (SPD)** mediante ECAP, HPT, ARB y fricción-agitación (FSP) con especial énfasis en el aumento de la severidad del procesado, obteniendo récords de afino de grano en aleaciones aeroespaciales como las Al7075, Al2024 y Mg WE54, con valores inferiores a 1 μm (e incluso hasta 100 nm).

// Research on deformation processes, severe plastic deformation (SPD) via ECAP, HPT, ARB, FSWP, with special emphasis in increasing processing severity, obtaining grain refinement records in aerospace alloys such as AA7075, AA2024 and Mg WE54, with grain size values under 1 μm (even as low as 100 nm).

La ley potencial no es adecuada para
amplios valores de $\dot{\epsilon}$ y T

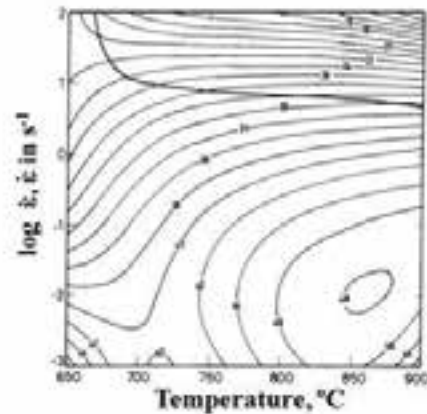
$$\dot{\epsilon} = A(\epsilon) \cdot e^{-\frac{Q(\epsilon)}{RT}} \cdot \sigma^n$$

Ziegler + DMM + ley
potencial + polinomios

$$\xi(\epsilon) = \frac{\partial \left(\ln \left(\frac{m}{m+1} \right) \right)}{\partial \ln(\dot{\epsilon})} + m < 0$$

$$m = P_2(T) + 2 \cdot P_3(T) \cdot (\ln(\dot{\epsilon})) + 3 \cdot P_4(T) \cdot (\ln(\dot{\epsilon}))^2$$

Mapas de
conformado
antiguos



Aplicación de la ecuación de
Garofalo para amplios valores
de $\dot{\epsilon}$ y T

$$\dot{\epsilon} = A(\epsilon) \cdot e^{-\frac{Q(\epsilon)}{RT}} \cdot [\sinh(\alpha(\epsilon) \cdot \sigma)]^{n(\epsilon)}$$

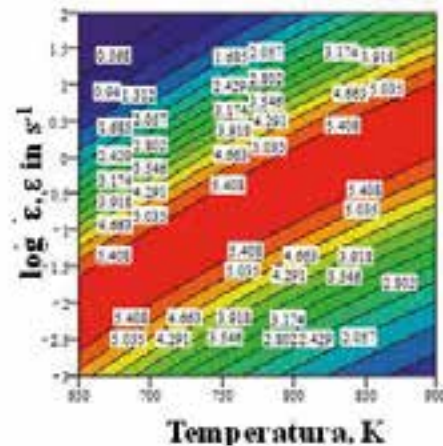
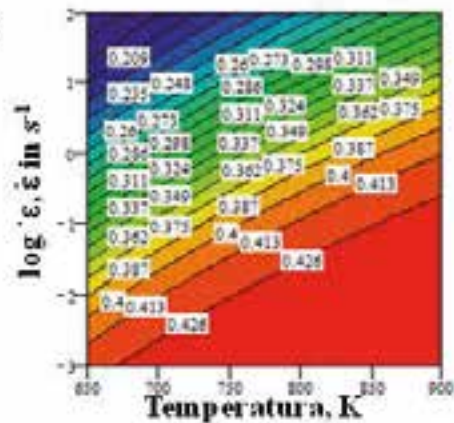
Ziegler + DMM + Garofalo

$$\eta^G(x) = \frac{2 \cdot \left(\frac{A^G \cdot e^{-\frac{Q^G}{RT}}}{\sigma^G} \right) \int_0^{\sinh^{-1}(\theta(x,T)^G)} [\sinh(x)]^{n^G} \cdot dx}{\dot{\epsilon} \cdot \frac{1}{\sigma^G} \cdot \sinh^{-1}[\theta(\dot{\epsilon}, T)^G]} = \frac{2 \cdot \int_0^{\sinh^{-1}(\theta(x,T)^G)} [\sinh(x)]^{n^G} \cdot dx}{(\theta(\dot{\epsilon}, T)^G)^{n^G} \cdot \sinh^{-1}[\theta(\dot{\epsilon}, T)^G]}$$

$$\eta(x) = \frac{1}{n^G \cdot \alpha^G} \cdot \left[\frac{\theta(\dot{\epsilon}, T)^G}{1 + \theta(\dot{\epsilon}, T)^G} - \left(\frac{n^G}{(\theta(\dot{\epsilon}, T)^G)^{n^G}} \right) \cdot \int_0^{\sinh^{-1}(\theta(x,T)^G)} [\sinh(x)]^{n^G} \cdot dx \right]$$

> 0

Nuevos
mapas de
estabilidad

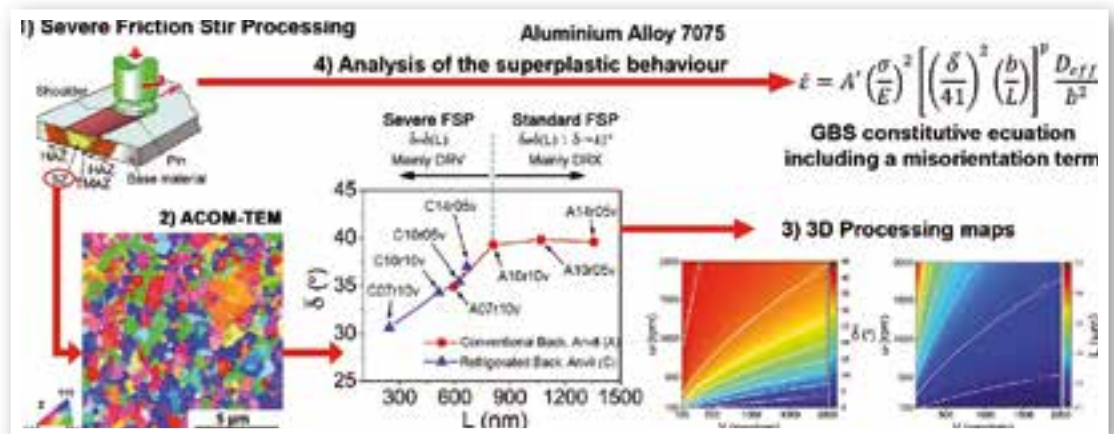


3. **Obtención de récords de superplasticidad de alta velocidad de deformación (HSRSP) a menores temperaturas de las habituales (LTSP)**, ideales para conformados superplásticos en la industria, mediante deformación plástica severa de aleaciones de base Aluminio y Magnesio.

// Superplastic elongation records at high strain rates (HSRSP) and intermediate temperatures (LTSP), ideal for industrial superplastic forming of Aluminium and Magnesium based light alloys.

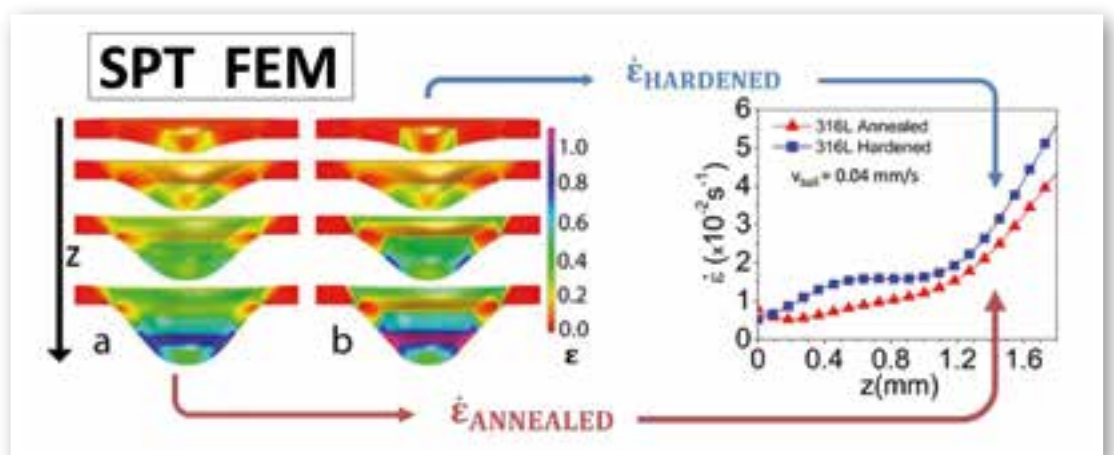
4. **Propuesta de una nueva ecuación constitutiva de fluencia superplástica por deslizamiento de fronteras de grano (GBS) introduciendo, por primera vez, la desorientación media entre granos como variable.** Esta ecuación constitutiva es una generalización de las existentes, que implica una mayor capacidad predictiva de manera sencilla, armónica y eficaz. Además, tiene una importancia teórica y presenta una aplicación industrial inmediata.

// Proposal of a new GBS superplastic constitutive equation incorporating for the first time the average misorientation as a new variable. This equation is a generalization of existing ones, implying a greater predictive capability in a simple, harmonic and effective manner. Besides its theoretical importance, it possesses an immediate industrial application.



5. **Determinación de la velocidad de deformación instantánea de ensayos miniatura de punzonado (SPT, “Small Punch Test”) mediante análisis por elementos finitos (FEM)** aplicable a diversos materiales metálicos, incluidos los obtenidos mediante fabricación aditiva (AM).

// Determination of the instantaneous strain rate of miniature samples during “Small Punch Tests (SPT)” by means of finite element analysis (FEM, FEA), which is applicable to diverse metallic materials, including those obtained by Additive Manufacturing (AM).



Lista publicaciones 2016-2018

- o.a. ruano; m. carsí; Comparison of efficiency and stability maps obtained by various methods;Advances in Materials and Processing Technologies; vol: 4; Páginas: 132 - 141; (2018)
- Sánchez-Ávila, D.; Barea, R.; Martínez, E.; Blasco, J.R.; Portolés, L.; Carreño, F.; Determination of the instantaneous strain rate during small punch testing of 316L stainless steel;International Journal of Mechanical Sciences; vol: 149; Páginas: 93 - 100; (2018)
- Oscar A. Ruano; Fernando Carreño; Manuel Carsí;Ductility and Stability in Metallic Materials; MATERI. SCI. FORUM; vol: 941; Páginas: 2319 - 2324; (2018)
- Manuel Carsí; Fernando Carreño; Oscar A.Ruano; Hot Forming Optimization of ZK30 Magnesium Alloy;Materials Science Forum; vol: 941; Páginas: 2325 - 2330; (2018)
- Carsí, M.; Alonso, M.; Castellanos, J.; Ruano, O.A.; Optimum hot forming temperature of AZ61 magnesium alloy; Materials Science and Technology; vol: 34; Páginas: 1425 - 1432; (2018)
- Orozco-Caballero, A.; Ruano, O.A.; Rauch, E.F.; Carreño, F.; Severe friction stir processing of an Al-Zn-Mg-Cu alloy: Misorientation and its influence on superplasticity; Materials and Design; vol: 137; Páginas: 128 - 139; (2018)
- Sánchez-Ávila, D.; Barea, R.; Candela, N.; Álvarez-Leal, M.; Carreño, F.; Study of the thickness evolution during SPT Testing Estudio de la evolución del espesor en ensayos de Small Punch Test; Revista de Metalurgia; vol: 54; Páginas: 136 - 139; (2018)
- Fernando Carreño; Alberto Orozco-Caballero; Superplastic GBS Constitutive Equation Incorporating Average Grain Misorientation Dependence; MATERI. SCI. FORUM; vol: 941; Páginas: 1501 - 1506; (2018)
- Álvarez-Leal, M.; Orozco-Caballero, A.; Carreño, F.; Ruano, O.A.; Superplasticity in a commercially extruded ZK30 magnesium alloy; Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing; vol: 710; Páginas: 240 - 244; (2018)
- IGNACIO RIEIRO; MANUEL CARSI; OSCAR A. RUANO; A New Stability Criterion for the Hot Deformation Behavior of Materials: Application to the AZ31 Magnesium Alloy; Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science; vol: 48; Páginas: 3445 - 3460; (2017)
- Alizadeh, R.; Mahmudi, R.; Ruano, O.A.; Ngan, A.H.W.; Constitutive Analysis and Hot Deformation Behavior of Fine-Grained Mg-Gd-Y-Zr Alloys;Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science; vol: 48; Páginas: 5699 - 5709;(2017)
- Carsí, M.; Jimenez, J.A.; Gomez-Mitxelena, X.; Ruano, O.A.; Development of a 2.25%Cr steel P23 reinforced with micro/nano-carbide particles produced by self-propagating high-temperature synthesis; Materials Science Forum; vol: 879; Páginas: 1624 - 1628; (2017)
- José Antonio Jiménez; Manuel Carsí; Oscar Antonio Ruano; Effect of rhenium on the microstructure and mechanical behavior of $\text{Fe}_{0.25}\text{Cr}_{0.16}\text{W}_{0.25}\text{V}_{0.1}\text{C}$

- bainitic steels José; Journal of Materials Science and Technology; vol: 33; Páginas: 1487 - 1493; (2017)
- Orozco-Caballero, A.; Álvarez-Leal, M.; Verdera, D.; Rey, P.; Ruano, O.A.; Carreño, F.; Evaluation of the mechanical anisotropy and the deformation mechanism in a multi-pass friction stir processed Al-Zn-Mg-Cu alloy; Materials and Design; vol: 125; Páginas: 116 - 125; (2017)
- Orozco-Caballero, A.; Álvarez-Leal, M.; Hidalgo-Manrique, P.; Hidalgo-Manrique, P.; Cepeda-Jiménez, C.M.; Cepeda-Jiménez, C.M.; Ruano, O.A.; Carreño, F.; Grain size versus microstructural stability in the high strain rate superplastic response of a severely friction stir processed Al-Zn-Mg-Cu alloy; Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing; vol: 680; Páginas: 329 - 337; (2017)
- Rieiro, I.; Carsí, M.; Ruano, O.A.; Hot deformation behavior and stability criteria of WE54 magnesium alloy; Materials Science Forum; vol: 879; Páginas: 1618 - 1623; (2017)
- Orozco-Caballero, A.; Ruano, O.A.; Carreño, F.; Influence of Grain Coarsening on the Creep Parameters During the Superplastic Deformation of a Severely Friction Stir Processed Al-Zn-Mg-Cu Alloy; Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science; vol: 48; Páginas: 3980 - 3984; (2017)
- Duarte, M.J.; Kostka, A.; Crespo, D.; Jimenez, J.A.; Dippel, A.C.; Renner, F.U.; Dehm, G.; Kinetics and crystallization path of a Fe-based metallic glass alloy; Acta Materialia; vol: 127; Páginas: 341 - 350; (2017)
- López, M.; Mangalaraja, R.V.; Jiménez, J.A.; Microstructure and magnetic properties of Cu₉₀-xCo₁₀Ni-x7.5% SmCo₅ composite alloys prepared by mechanical alloying and hot pressing; Powder Metallurgy; vol: 60; Páginas: 33 - 41; (2017)
- Maider García de Cortazar; Felix Peñalba; Elena Silveira; Xabier Gómez-Mitxelena; Manuel Carsí; Oscar A. Ruano; Modelling the optimum hot workability of TiB reinforced Ti-6Al-4 V alloy by stability maps; International Journal of Material Forming; vol: 10; Páginas: 379 - 387; (2017)
- Abad-Penã, E.; Larrea-Marín, M.T.; Villanueva-Tagle, M.; Pomares-Alfonso, M.S.; Correction factor based on the ratio of the magnesium atom to ion background signals used for evaluating robustness in inductively coupled plasma optical emission spectrometry; Spectroscopy Letters; vol: 49; Páginas: 19 - 22; (2016)
- Fariñas, J.C.; Rucandio, I.; Pomares-Alfonso, M.S.; Villanueva-Tagle, M.E.; Larrea, M.T.; Determination of rare earth and concomitant elements in magnesium alloys by inductively coupled plasma optical emission spectrometry; Talanta; vol: 154; Páginas: 53 - 62; (2016)
- F. Peñalba; Xabier GÓMEZ-MITXELENA; José Antonio JIMÉNEZ; Manuel CARSI; Oscar Antonio RUANO; Effect of Temperature on Mechanical Properties of 9%Cr Ferritic Steel; ISIJ International; vol: 56; Páginas: 1662 - 1667; (2016)
- Castillo-Rodríguez, M.; Nó, M.L.; Jiménez, J.A.; Ruano, O.A.; San Juan, J.; High temperature internal friction in a Ti-46Al-1Mo-0.2Si intermetallic, comparison with creep behaviour; Acta Materialia; vol: 103; Páginas: 46 - 56; (2016)

- Hidalgo-Manrique, P.; Orozco-Caballero, A.; Cepeda-Jiménez, C.M.; Ruano, O.A.; Carreño, F.; Influence of the Accumulative Roll Bonding Process Severity on the Microstructure and Superplastic Behaviour of 7075 Al Alloy; Journal of Materials Science and Technology; vol: 32; Páginas: 774 - 782; (2016)
- Galván, J.C.; Larrea, M.T.; Bracerías, I.; Multigner, M.; González-Carrasco, J.L.; In vitro corrosion behaviour of surgical 316LVM stainless steel modified by Si-ion implantation - An electrochemical impedance spectroscopy study; Journal of Alloys and Compounds; vol: 676; Páginas: 414 - 427; (2016)
- Orozco-Caballero, A.; Hidalgo-Manrique, P.; Cepeda-Jiménez, C.M.; Rey, P.; Verdadera, D.; Ruano, O.A.; Carreño, F.; Strategy for severe friction stir processing to obtain acute grain refinement of an Al-Zn-Mg-Cu alloy in three initial precipitation states; Materials Characterization; vol: 112; Páginas: 197 - 205; (2016)
- Amirkhanlou, S.; Rahimian, M.; Ketabchi, M.; Parvin, N.; Yaghinali, P.; Carreño, F.; Strengthening Mechanisms in Nanostructured Al/SiCp Composite Manufactured by Accumulative Press Bonding; Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science; vol: 47; Páginas: 5136 - 5145; (2016)
- Niño Galeano, M.Á.; Mangalaraja, R.V.; Jiménez Rodríguez, J.A.; López, M.; Ávila, R.E.; Sanhueza, F.; Studies on the structural, quantitative and semi-quantitative analyses of NiO-GDC nanocomposites; RSC Advances; vol: 6; Páginas: 72865 - 72876; (2016)
- Naiara B. Goikoetxea; M. Belén Gómez-Mancebo; Rocío Fernández-Saavedra; Fernando García-Pérez; José Antonio Jiménez; Jonathan Rodríguez; Isabel Rucandio; Alberto J. Quejido; Study of the performance of Co and Ni ferrites after several cycles involved in water-splitting thermochemical cycles; International Journal of Hydrogen Energy; vol: 41; Páginas: 16696 - 16704; (2016)
- Manuel Alonso; Manuel Carsí; Cheng-Hsiung Huang; Using the fully developed concentration profile to determine particle penetration in a laminar flow tube; Journal of Aerosol Science; vol: 97; Páginas: 34 - 37; (2016)

Lista tesis 2016-2018

“Análisis multielemental de minerales lateríticos por ICP-OES. Efectos matriz, su reducción y posibles mecanismos”, UNIVERSIDAD DE LA HABANA, Codirección: Dr. Mario Pomares Alfonso, Dra. Margarita Villanueva Tagle, Dra. María Teresa Larrea Marín,; PhD Elizabet Abad Peña (2018)

Lista proyectos 2016-2018

“OPTIMIZACION DEL PROCESADO POR DEFORMACION PLASTICA SEVERA Y FABRICACION ADITIVA DE ALEACIONES LIGERAS DE AL, MG Y TI PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS Y REDUCIR COSTES” (MAT2015-68919-C3-1-R); Inicio: 01/01/2016; Final: 28/02/2020.

Dirección trabajos investigación 2016-2018:

Enrique del Castillo-Olivares Muñoz; “Caracterización microestructural y mecánica de piezas de Ti-6Al-4V obtenidas mediante fabricación aditiva por láser (SLM)”; Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Escuela Técnica Superior de Ingenieros (E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos); Director: Fernando Carreño Gorostiaga; (2016)

Patentes 2016-2018:

Inventores: Fernando Carreño, Alberto Orozco-Caballero

Title: “METHOD FOR PRODUCING A METAL MATERIAL BY MEANS OF THE EQUAL-CHANNEL ANGULAR PRESSING OF A SEMI-SOLID METAL MATERIAL, ASSOCIATED DEVICE AND RESULTING METAL MATERIAL”

Entidad titular: CSIC

Solicitud Internacional: PCT/ES2015070886, a 09/12/2015.

Número de Publicación Internacional: WO 2016/092135 A1

Fecha de Publicación Internacional: 16/06/2016

Nombre del grupo: **Procesos, Materiales y Energía en la Metalurgia Ecológica y Sostenible (PROMESS)**

<http://www.cenim.csic.es/index.php/presentacion-promess>



“En el Grupo PROMESS se ha avanzado en la utilización de la energía solar en diversos escenarios y más concretamente en el uso de la energía solar concentrada en procesos de transformación de materiales, con objeto de reducir costes y de mejorar la eficiencia energética.”

Datos de contacto: jrobla@cenim.csic.es

Introducción / objetivos estratégicos. La actividad del grupo, en este periodo, se ha desarrollado en la **Línea de Investigación:** Clean Technologies and Metallurgical Processes. Y en las **Sublíneas de Investigación:** Processes, Materials and Energy in Sustainable and Ecological Metallurgy

Se ha trabajado en procesos siderúrgicos de cabecera de: Horno Alto de Sinterización y Peletización y más concretamente en la optimización de la operación de plantas de sinterización y en el control de atmósferas en procesos siderúrgicos hostiles. Para ello se han desarrollado redes de multisensores inteligentes.

Se ha avanzado en la utilización de la energía solar en diversos escenarios y más concretamente en el uso de la energía solar concentrada en procesos de transformación de materiales, con objeto de reducir costes y de mejorar la eficiencia energética.

El principal objetivo, tanto de los trabajos en el sector siderúrgico como en el de la utilización de la energía solar es la mejora de la sostenibilidad medioambiental.

Lineas y sublineas (identificadas en la web CSIC)

Línea de Investigación:

Clean Technologies and Metallurgical Processes.

Sublíneas de Investigación:

Processes, Materials and Energy in Sustainable and Ecological Metallurgy

Principales hitos destacables en 2016 – 2018

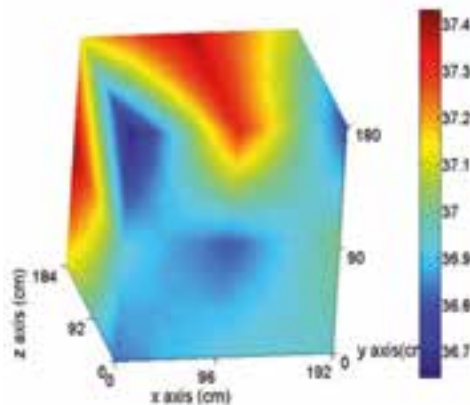
En el periodo 2016- 2018 los hitos del grupo han sido:

HITO 1. Ejecución de proyectos relacionados con los procesos siderúrgicos de cabecera:



- Finalización del proyecto Europeo RFSR-CT-2012-00004 Titulado “Optimisation of permeability bars to customise sinter plants on changing demands” cuyo Investigador Principal por parte española es J.I. Robla. Este proyecto, a pesar de tener un periodo de ejecución del 01/07/2012 al 31/12/2015, ha finalizado realmente el 25 de mayo de 2018.
- El proyecto presentaba grandes dificultades tecnológicas, lo que ha conllevado a prolongar las actividades de todos los socios. Las tareas del CENIM se han complicado y alargado por tener que realizar un mayor número de ensayos en la minipaila al no poder utilizar la paila. Los miembros del consorcio de este proyecto han sido: BFI, ThyssenKrupp Steel Europe, Voestalpine Stahl Donawitz, Arcelor-Mittal España SA, CENIM-CSIC
- Ejecución del Proyecto Intramural Especial PIE201450E115 titulado “Sinterizados siderometalúrgicos para ambientes hostiles” del que ha sido Investigador Principal J.I. Robla, fecha de comienzo 01/10/2014 y de finalización 30/09/2017. La aportación fundamental de este proyecto ha sido la incorporación de sensores inteligentes para gases en la minipaila del CENIM.

HITO 2. Investigaciones en la utilización de la energía solar:



Distribución real de temperaturas en una incubadora solar.

- Aplicaciones agroalimentarias de la energía solar térmica.

Estos trabajos son consecuencia y continuación de los dos proyectos internacionales financiados por la Agencia (AECID) “OPTIMIZACION DE LA EFICIENCIA ENERGETICA DE UN SECADERO SOLAR, MEDIANTE EL ALMACENAMIENTO DE ENERGIA UTILIZANDO CALENTADORES SOLARES DE AGUA. DESARROLLO DE APLICACIONES EN PRODUCTOS DE INTERES AGROINDUSTRIAL I Y II” de referencias A/024307/09 y A/030569/10 finalizado el último el 26 de enero de 2012. En los que fue investigador principal J.I. Robla.

Fruto de estas actividades son una tesis doctoral, y varias publicaciones y congresos.

- Aplicaciones de la energía solar térmica concentrada en el procesamiento y valorización de materiales.

Fruto de estas actividades son la ejecución de varios proyectos nacionales e internacionales, dos patentes, varias publicaciones, la participación en varios congresos y la realización de varias prácticas externas de máster y Trabajo Fin de Master.

Lista publicaciones 2016-2018

- M. Romero, J.I. Robla, I. Padilla, J. García-Hierro, A. López-Delgado; Ecoefficient melting of glass frits by concentrated solar energy; Solar Energy (2018), 174, pp. 321-327. doi.org/10.1016/j.solener.2018.08.077
- M. A. Mazo, I. Padilla, A. Tamayo, J. I. Robla, A. López-Delgado, J. Rubio; Evaluation of thermal shock resistance of silicon oxycarbide materials for high-temperature receiver applications; Solar Energy (2018) 173, pp. 256-267. doi.org/10.1016/j.solener.2018.07.080

- Correa, E.C., Diezma, B., García-Hierro, J., Robla, J.I., Jiménez-Ariza, T., Gómez, M., Silveira, A.C., Escalona, V., Arranz, F.J., Barreiro, P., Air temperature, relative humidity, and enthalpy phase space analysis: an innovative proposal for failures diagnosis in a cold chain; *Acta Horticulturae* (2018) 1194, pp.1057-1063 DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1194.151
- Badia-Melis, R., Mc Carthy, U., Ruiz-Garcia, L., Garcia-Hierro, J., Robla Villalba, J.I.; New trends in cold chain monitoring applications - A review; *Food Control* (2018) 86, pp. 170-182 DOI: 10.1016/j.foodcont.2017.11.022
- R. Badia-Melis , J.P. Emond , L. Ruiz-García, J. Garcia-Hierro , J.I. Robla Villalba; Explorative study of using infrared imaging for temperature measurement of pallet of fresh produce; *Food Control* (2017),75,pp. 211-219
- S. F. Medina *, I. Ruiz-Bustanza, J. Robla, J. Calvo; Theoretical and Experimental Nucleation and Growth of Precipitates in a Medium Carbon-Vanadium Steel; *Metals* (2017), 7(2), 45. doi.org/10.3390/met7020045
- A.J. Vázquez-Vaamonde, I. Padilla, J. García-Hierro, J.I. Robla, A. López-Delgado; Energía Solar de Alta Temperatura aplicada a la obtención de metales; *Memorias del Congreso internacional anual de la SOMIM, Congreso XXII 1*, Pag 456-460, (2016, año 2) 456-460 (ISSN 2448-5551) <http://www.somim.org.mx/memorias/2016/> Edit.: Magdalena Trujillo Barragán, Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica A.C. México D.F
- E.M. Rivas, M.Maldonado, B. Diezma, P. Wrent, J.M. Peinado, M.I. de Silóniz, G. Vergara, J. García-Hierro, J.I. Robla, P. Barreiro; Detection of Biological CO₂ and 1.3-Pentaiene Using Non-refrigerated Low-Cost MWIR Detectors; *Food Analytics Methods* (2016), 9 (6) pp.1451-1460. DOI 10.1007/s12161-015-0320-6
- J. García-Hierro, A. Moya-González, P. Barreiro, J.I. Robla; Evaluation of the Solar Contribution in a Hybrid Incubator of Avian Eggs; *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* (2016), 18 (4), pp. 133-146
- Garcia-Hierro, J., Barreiro, P., Moya-Gonzalez, A., Robla, J.I.; Prospectives of Monitoring Biological Activity in a Red-legged Partridge Incubator with a Carbon Dioxide Probe; *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 18(1), pp. 353-362

Congresos

Autores: A. López-Delgado, José I. Robla, I. Padilla, A. Vázquez, J. García-Hierro and R. Sánchez-Hernández

Título: **Reduction of iron oxide in hydrogen atmosphere by using concentrated solar Energy: preliminary study** (poster) <http://hdl.handle.net/10261/162268>

Congreso: **Euromat Junior 2016**

Lugar de celebración: Lausane, Suiza

Fecha: 10-14 Julio, 2016

Autores: Eva C. Correa, B. Diezma, J. García-Hierro, J. I. Robla, T. Jiménez-Ariza, M. Gómez, A. C. Silveira, V. H. Escalona, F. J. Arranz, P. Barreiro

Título: **Phase diagrams. An innovative proposal for the diagnosis and characterization of the cold chain** (oral)

Congreso: **VIII International Postharvest Symposium**

Lugar de Celebración: Cartagena, España

Fecha: 21-24 Junio, 2016

Autores: A.J. Vázquez-Vaamonde, I. Padilla, J. García-Hierro, J.I. Robla, A. López-Delgado

Título: **Energía Solar de Alta Temperatura aplicada a la obtención de metales** (oral)

Congreso: **XIV IBEROMAT2016**

Lugar de celebración: Mérida, México

Fecha: 29-30 Sep, 2016

Autores: A. López-Delgado, M.A. Arenas, A.J. Vázquez, I. Padilla, J. García-Hierro, J.I. Robla

Título: **Reduction of CuO in H₂ by using concentrated solar energy** (poster)

Congreso: **BRAMAT 2017**

Lugar de celebración: Brasov, Rumanía

Fecha: 8-11 Marzo, 2017

Autores: A. López-Delgado, J.I. Robla, I. Padilla, J. García-Hierro, M. Romero

Título: **Ecoefficient melting of ceramic frits** (oral)

Congreso: **BRAMAT 2017**

Lugar de celebración: Brasov, Rumanía

Fecha: 8-11 Marzo, 2017

Autores: E. Alonso, I. Cruz Robles, A. López-Delgado, A. Gallo, J.I. Robla

Título: **Metalurgia solar en Chile: identificación de oportunidades para la integración de las tecnologías de concentración solar en la industria minera del cobre** (Oral)

Congreso: **XII Congreso Iberoamericano de Energía Solar. CIES2018**

Lugar de celebración: Madrid

Fecha: 20-22 Junio, 2018

Tesis 2016-2018

Javier García-Hierro Navas

“Aplicación de la energía solar térmica en una incubadora comercial de perdiz roja y supervisión de la actividad biológica mediante sensores inteligentes”.

Calificación Sobresaliente

Fecha 3 de febrero de 2016

Grado de doctor Ingeniero por la Universidad Politécnica de Madrid

Lista proyectos 2016-2018

1. Título del proyecto: CLean environmentAlly Metallurgy Processes (CLAMP-P1502260113)

Entidad financiadora: SFERA-II EU-DG RTD 312643

Entidades participantes: CENIM-CSIC

Duración, desde: 09/2015 hasta: 02/2016 (2 SEMANAS) (15.000€)

Investigador responsable: José Ignacio Robla Villalba

Número de Investigadores participantes: 3

- 2 Título del proyecto: Eco eFFicient mElting Ceramic Frits (EFECF-P1602030188)

Entidad financiadora: SFERA-II EU-DG RTD

Entidades participantes: CENIM/IETCC (CSIC)

Duración, desde: 09/2016 hasta: 07/2017(3 SEMANAS) (22.500€)

Investigador responsable: A. López-Delgado

Número de Investigadores participantes: 3

3. Título del proyecto: Cerámicas Ligeras ecoeficientes: Energía verde y materias primas alternativas

Entidad Financiadora: MAT2017-83925-R

Duración: 1/01/2018 -31/12/2021 (60.500€)

Entidades participantes: IETCC, CENIM y UCM

Investigadoras Principales: M.Romero/A. López-Delgado

Número de Investigadores participantes: 5

4. Título: Aplicación de la energía solar térmica en procesos industriales ecológicos y sostenibles.

Proyecto Intramural Especial PIE201450E115

Empresa/Administración Financiadora CSIC

Presupuesto: 40.900 €

Entidades participantes: CENIM

Duración: 01/01/2015-31/12/ 2017

Investigador responsable: J.I. Robla

Número de investigadores participantes: 2

5. Título: Sinterizados siderometalúrgicos para ambientes hostiles

Proyecto Intramural Especial PIE201450E115

Empresa/Administración Financiadora CSIC

Presupuesto: 98.400 €

Entidades participantes: CENIM

Duración: 01/10/2014-30/09/2017

Investigador responsable: J.I. Robla

Número de investigadores participantes: 2

Contratos

Título: Caracterización de lodos

Presupuesto: 1.072 €

Empresa/Administración Financiadora: Magnesitas de Navarra S.A.

Entidades participantes: CENIM

Duración: 01/2016- 02/2016

Investigador responsable: J.I. Robla

Número de investigadores participantes: 3

Título: Ensayos de reducción de concentrados de cobre con hidrógeno, utilizando energía solar concentrada

Presupuesto: 1.215 €

Empresa/Administración Financiadora: Universidad de Antofagasta, Chile

Entidades participantes: CENIM

Duración: 06/2018-12/2018

Investigador responsable: A. López-Delgado

Número de investigadores participantes: 2

Título: Desarrollo y caracterización de arcilla expandida incluyendo la fracción orgánica de pilas alcalinas

Tipo de contrato: Contrato de investigación

Presupuesto: 15.000 €

Empresa/Administración Financiadora: Envirobat S.A.

Entidades participantes: IETcc/CENIM, CSIC

Duración: 01/2018-01/2019

Investigador responsable: M. Romero

Número de investigadores participantes: 3

Patentes

Inventores: M. Romero Pérez, A. López-Delgado, J. I. Robla Villalba

Título: Method and device for manufacturing glass frits

N. de solicitud: EP2017382111

país de prioridad: Europa

Entidad titular: CSIC

Fecha de solicitud: 06-Marzo-2017

Fecha de publicación 13-09-2018 EP3372561A1, WO2018162383

<https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?jsessionid=03FF115E4D7FD-771F90E01C2BBAF2D90.wapp1nA?docId=WO2018162383>

DOCENCIA INTERNACIONAL EN INGLÉS

Curso 2015/2016

Máster Universitario en Agroingeniería.

Asignatura “Electrónica Aplicada a la Agricultura”. 12 horas.

Asignatura “Propiedades Físicas y Calidad de Productos Agrícolas”. 4 horas

Curso 2016/2017

Máster Universitario en Agroingeniería.

Asignatura “Electrónica Aplicada a la Agricultura”. 8 horas.

Asignatura “Propiedades Físicas y Calidad de Productos Agrícolas”. 4 horas

Curso 2017/2018

Máster Universitario en Agroingeniería.

Asignatura “Electrónica”. 8 horas.

Asignatura “Propiedades Físicas”. 4 horas

PRACTICAS EXTERNAS DE MASTER Y TRABAJO FIN DE MASTER

Programa de Máster: “Máster en Agroingeniería, Automatización, Robótica y Control de la Calidad”

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid

“Estudio y obtención de volátiles y su relación con diferentes variables físicas para la obtención de perfiles de fermentación en fermentadores de mosto de cerveza”

Alumno: Vinicio Moya Almeida

Tutores académicos: Pilar Barreiro Elorza y José Ignacio Robla Villalba

Fecha de la defensa: 2016

Calificación: 8,5 Notable

Programa de Máster: “Máster en Agroingeniería, Automatización, Robótica y Control de la Calidad”

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid

“Comparative study of contact temperature sensors: Application to the precise temperature measurement by Infrared Imaging Radiometers”

Alumno: Nicolas Oeggerli

Tutores académicos: Adolfo Moya González y José Ignacio Robla Villalba

Fecha de la defensa: 2017

Calificación: 9,5 Sobresaliente

Programa de Máster: “Tecnologías Ópticas y de la Imagen”

Facultad de Óptica y Optometría. UCM

Título: “Evaluación de un Concentrador Solar para Procesos Metalúrgicos”.

Alumna: Fátima el Bachiri

Codirectores: Francisco Javier Alda Serrano y José Ignacio Robla Villalba

Fecha de defensa: 23 de septiembre de 2016

Calificación: 9,0 Sobresaliente

Nombre del grupo: **GRUPO TECNOECO**



“El Grupo TECNOECO es un grupo transversal que desarrolla la línea de investigación “Medio Ambiente, Reciclado y Recuperación Energética”, que se desarrolla desde el 2000 en general con un TRL elevado (5-6), muy por encima de lo habitual en otras líneas de investigación.”

Datos de contacto: Félix A. López (f.lopez@csic.es)

Introducción: La Agencia Europea de Medio Ambiente ha puesto de relieve los beneficios y oportunidades derivadas de la transición hacia una economía circular, destacando el importante papel que desempeñan enfoques tales como el ecodiseño, la reutilización, la reparación y el reciclaje de “materias primas críticas”. El Grupo TECNOECO es un grupo transversal que desarrolla la línea de investigación “Medio Ambiente, Reciclado y Recuperación Energética”, que se desarrolla desde el 2000 en general con un TRL elevado (5-6), muy por encima de lo habitual en otras líneas de investigación.

Objetivos estratégicos. Líneas y sublíneas del Grupo:

Líneas:

- Medio Ambiente, Reciclado y Recuperación Energética

Sublíneas:

- Materias primas metálicas: obtención de metales y metales críticos mediante procesos piro e hidrometalúrgicos (utilización de nanomateriales; líquidos iónicos; membranas y extracción con disolventes)
- Tratamiento de materiales de post-consumo para la obtención de nuevos materiales (minería urbana)
- Tratamiento de residuos emergentes para la obtención de nuevos materiales y recuperación de energía
- Física de nano partículas

“El Grupo TECNOECO colabora en el proyecto CarE-Service, que se dirige a demostrar modelos de negocio de economía circular innovadores basados en servicios de movilidad avanzados, aprovechando los vehículos híbridos y eléctricos.”

Principales hitos destacados en 2016-2018

- **Creación de la spin-off Thermal Recycling of Composites (TR-C,S.L.)**

TRC es una spin-off del CENIM (CSIC) dedicada al desarrollo y explotación de tecnologías para el reciclado de materiales compuestos. Ha desarrollado además la tecnología R3FIBER con el objetivo de permitir la recuperación integral de palas de aerogenerador y otros materiales compuestos. Es una tecnología disruptiva que permite obtener fibras de vidrio y de carbono de alta calidad, combustibles y energía. Las fibras de alta calidad recuperados pueden ser reutilizadas en el mismo sector eólico, o en sus respectivos sectores de origen, contribuyendo de este modo a la economía circular. Cuenta con diversos galardones entre ellos el de empresa ganadora del certamen mundial NAUTHIC TECH International Investment Forum (2018), Ganadora de CleanTech Camp (2016) y 2º Premio InnoEnergy Award en European Utility Week (2016). TRC representó a España en Investment Forum in Green Technologies (2016) y cuenta con el Sello de Calidad de la UE conseguido en 2017.

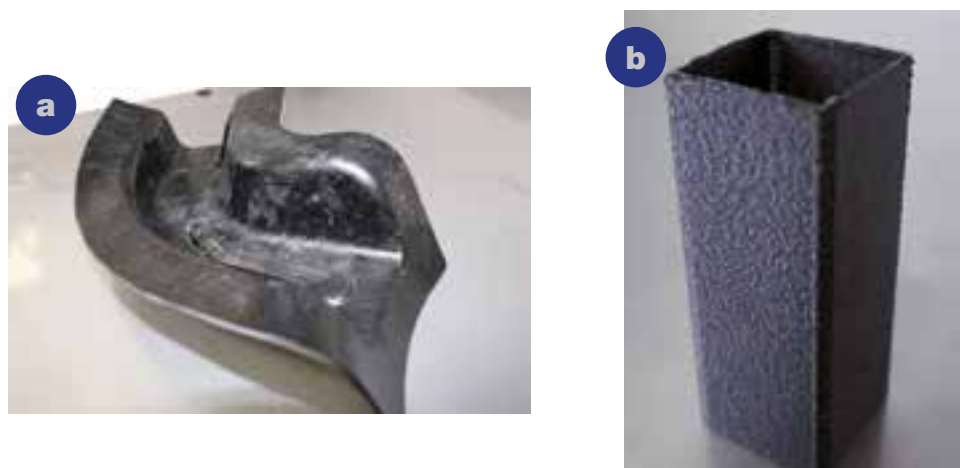


Figura 1. (a) Pieza para automóvil realizada con fibras de carbono recuperadas de palas de aerogeneradores en colaboración con EURECAT, **(b)** pieza de material compuesto reforzado con fibra de carbono reciclada conformada mediante impresión 3D.

- **Patentes/Kwon How**

- METHOD FOR OBTAINING CALCIUM ALUMINATES FROM NON-SALINE ALUMINIUM SLAGS. Félix A. López, Francisco J. Alguacil, J.R. González Gracia and M.S. Ramírez Zablah. **US PATENT** 208/0222764 A1
- METHOD AND APPARATUS FOR RECOVERING FIBERS EMBEDDED IN A COMPOSITE MATERIAL. Oriol Grau, Ferran Grau, Félix A. López, Olga Rodríguez, Roger Grau. P3899EP00. 29/06/2017 **European Patent**

– Know-How transferido a la empresa ENVIROBAT S.A. (**Secreto Industrial** depositado ante el Notario Pr4edo Antonio Mateo Salgado el 20/06/2017).

- **Proyecto carE-Service**

– **“Circular Economy Business Models for innovative hybrid and electric mobility through advanced reuse and remanufacturing technologies and service”** en el que participan 15 Instituciones y Empresas de 8 países europeos. El proyecto CarE-Service se dirige a demostrar modelos de negocio de economía circular innovadores basados en servicios de movilidad avanzados, aprovechando los vehículos híbridos y eléctricos. Tales modelos de negocio conllevarán el re-uso, el remanufacturado y el reciclado de componentes y materiales de vehículos híbridos y eléctricos para aplicaciones en el sector automovilístico y en otros sectores (energía, plásticos, mecánicos, mobiliario, etc.). Los servicios de movilidad consistirán en propuestas novedosas, basadas en la no posesión del vehículo y altamente personalizadas para diferentes segmentos de consumidores. Tales servicios mejorarán la experiencia de movilidad del consumidor y su calidad de vida, reduciendo al mismo tiempo el coste de transporte y el impacto medioambiental total. Garantizarán una corriente de retorno de vehículos eléctricos para el comercio de economía circular.

“El Grupo TECNOECO ha desarrollado la tecnología R3FIBER dentro de la Spin-off TRC con el objetivo de permitir la recuperación integral de palas de aerogenerador y otros materiales compuestos.”



Figura 2. Logo proyecto Europeo CarE-Service

- **Jornada “Ciencia y Movilidad Sostenible”. Salón de Actos CSIC. 03/12/2018**

La Jornada analizó las soluciones que da la ciencia en relación a la movilidad urbana sostenible. La Jornada constituyó un punto de encuentro entre instituciones, empresas y consumidores donde se debatieron las nuevas formas de movilidad, además de analizar la sostenibilidad del vehículo eléctrico, ya que se prevé que la movilidad urbana pase a ser en su mayor parte eléctrica en unos (20) años. La

Jornada fue presentada y moderada por Graziella Almendral y se retransmitió en streaming a través de Indagando TV y contó con la presencia de representantes de 11 empresas e instituciones.

“El Grupo ha organizado la Jornada “Ciencia y Movilidad Sostenible” en el Salón de Actos CSIC el 3 de diciembre de 2018.”



Figura 3. Cartel de la Jornada

- Proyecto ESTANNIO “**Desarrollo de tecnologías para la obtención de estaño, niobio y tantalio a partir de residuos mineros**” (Retos Colaboración)

La Unión Europea se enfrenta distintos desafíos que son cruciales para desarrollar una sólida base industrial como componente esencial del crecimiento y la competitividad, entre ellos, la alta dependencia exterior de materias primas, denominadas “críticas”. En este contexto, el proyecto ESTANNIO pretende hacer frente a esta necesidad y se plantea con el objetivo principal revalorizar los estériles de la minería de estaño existentes en la mina de Penouta (Galicia, España) como fuente alternativa de Nb, Ta y Sn, considerados metales críticos en Europa, desarrollando una tecnología novedosa a escala piloto para la recuperación de estos metales mediante una combinación de técnicas piro e hidrometalúrgicas. El proyecto terminará con un TRL 8-9, de los más altos conseguidos hasta ahora en el CENIM.



“El Grupo
TECNOECO
participa en el
proyecto ESTANNIO
que plantea
revalorizar los
estériles de la
minería de estaño
existentes en la mina
de Penouta (Galicia).”

Lista de publicaciones 2016-2018

Alguacil, F.J.; Lopez, F.A.; Garcia-Diaz, I.

Extracting metals from aqueous solutions using Ti-based nanostructures: a review

Desalination and Water Treatment 57(2016)17603-17615

10.1080/19443994.2015.1087885

F.J. Alguacil; A. Cerpa; M.I. Lado; F. López

Extracting Metals with Carbon Nanotubes: Environmental Possibilities *Key Engineering Materials* 663(2016)157-165

10.4028/www.scientific.net/KEM.663.157

Alguacil, F.J.; Lopez, F.A.; Rodriguez, O.; Martinez-Ramirez, S.; Garcia-Diaz, I.

Sorption of indium (III) onto carbon nanotubes

Ecotoxicology and Environmental Safety 130(2016)81-86

10.1016/j.ecoenv.2016.04.008

Sierra, M.J.; Millán, R.; López, F.A.; Alguacil, F.J.; Cañadas, I. Sustainable remediation of mercury contaminated soils by thermal desorption

Environmental science and pollution research international 23(2016)4898-4907

10.1007/s11356-015-5688-8

Alguacil, F.J.; López, F.A.; García-Díaz, I.; Rodríguez, O.

Cadmium(II) transfer using (TiOAC) ionic liquid as carrier in a smart liquid membrane technology

Chemical Engineering and Processing 99(2016)192-196

10.1016/j.cep.2015.06.007

Cifuentes, S.C.; Lieblich, M.; López, F.A.; Benavente, R.; González-Carrasco, J.L.

Effect of Mg content on the thermal stability and mechanical behaviour of PLLA/Mg composites processed by hot extrusion

MATERIALS SCIENCE & ENGINEERING C-BIOMIMETIC AND SUPRAMOLECULAR SYSTEMS 72(2017)18-25

10.1016/j.msec.2016.11.037

Teresa Cebriano; Irene García Díaz; Ana López Fernández; Paloma Fernández; Félix A. López” Synthesis and characterization of ZnO micro-and nanostructures grown from recovered ZnO from spent alkaline batteries

Journal of Environmental Chemical Engineering 2017(5)2903-2911

10.1016/j.jece.2017.05.052

Alguacil, F.J.; Garcia-Diaz, I.; Lopez, F.; Rodriguez, O.

Removal of Cr(VI) and Au(III) from aqueous streams by the use of carbon nanoadsorption technology

Desalination and Water Treatment 2017(63)351-356

10.5004/dwt.2017.0264

Sardá, C.; Escalante, G.; García-Díaz, I.; López, F.A.; Fernández, P.

Luminescence and gas-sensing properties of ZnO obtained from the recycling of alkaline batteries

Journal of Materials Science 2018 53 2026 2033

10.1007/s10853-017-1667-4

L. Alcaraz; A. López-Fernández; I. García-Díaz; F.A. López

Preparation and characterization of activated carbons from winemaking wastes and their adsorption of methylene blue

ADSORPTION SCIENCE and TECHNOLOGY 2018 36 1331 1351

10.1177/0263617418770295

Naia Gastelu; Alexander Lopez-Urionabarrenechea; Jon Solar; Esther Acha; Blanca María Caballero; Félix A. López; Isabel de Marco” Thermo-Catalytic Treatment of Vapors in the Recycling Process of Carbon Fiber-Poly (Benzoxazine) Composite Waste by Pyrolysis

Catalysts 2018 8 11 523

10.3390/catal8110523

Proyectos TecnoECO

1. Circular Economy Business Models for innovative hybrid and electric mobility through advanced reuse and remanufacturing technologies and services (H2020-CIRC-2017TwoStage); 01/06/2018 - 31/05/2021
2. Desarrollo de tecnologías para la obtención de estaño, niobio y tantalio a partir de residuos mineros (ESTANNIO); (RTC-2017-6629-5); 01/01/2018 - 31/12/2019

Dirección trabajos investigación 2016-2018 TecnoECO

1. Jerónimo Blanco Carreño “PREPARACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CARBONES ACTIVOS A PARTIR DE BIOCARBONES OBTENIDOS DE RESIDUOS DE LA VID”; UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID; Dirección: FELIX ANTONIO LOPEZ GOMEZ (2017)
2. Isaac Lorero Gómez “Estudio termoeconómico de la producción de carbón activado a partir de residuos vitivinícolas”; UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS; Dirección: FELIX ANTONIO LOPEZ GOMEZ (2018)
3. ALBERTO SÁNCHEZ NÚÑEZ “APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VITIVINÍCOLAS MEDIANTE TRATAMIENTO HIDROTHERMAL” UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID; Dirección: FELIX ANTONIO LOPEZ GOMEZ (2017)

Nombre del grupo: **Materiales de Valor Añadido a partir de Fuentes no Convencionales (Waste for Materials, W4M)**

<http://www.cenim.csic.es/index.php/presentacion-w4m>

<https://www.facebook.com/Waste-for-Materials-W4M-864076103603382>



Datos de contacto: alopezdelgado@cenim.csic.es

Introducción / objetivos estratégicos: La actividad se centra en la utilización de **materiales no convencionales**, tales como los residuos industriales, en especial, **residuos peligrosos**, como materias primas para la obtención de **materiales con valor añadido**, así como en la utilización de **energía solar concentrada en el tratamiento y aprovechamiento de dichos residuos**.

Desde el punto de vista científico, los objetivos principales son:

- La revalorización de residuos industriales mediante su transformación en materiales de valor que puedan ser utilizados, tanto por la propia industria generadora como por otros sectores industriales, en otras aplicaciones;
- El desarrollo de nuevas tecnologías para minimizar el vertido de residuos, utilizándolos como materias primas no convencionales, con objeto de conseguir que un residuo pueda ser descatalogado de las listas de residuos para convertirse en un subproducto o en un material de valor, es decir, que pueda ser catalogado como “end-of-waste”;
- La utilización de energía solar concentrada en los procesos de reciclado y transformación de materiales, con objeto de reducir el coste económico derivado de las aportaciones energéticas y mejorar la eficiencia del proceso; y,
- El desarrollo de conocimientos científicos y tecnológicos de aplicación en sectores industriales, que contribuyen a la mejora de su sostenibilidad medioambiental.

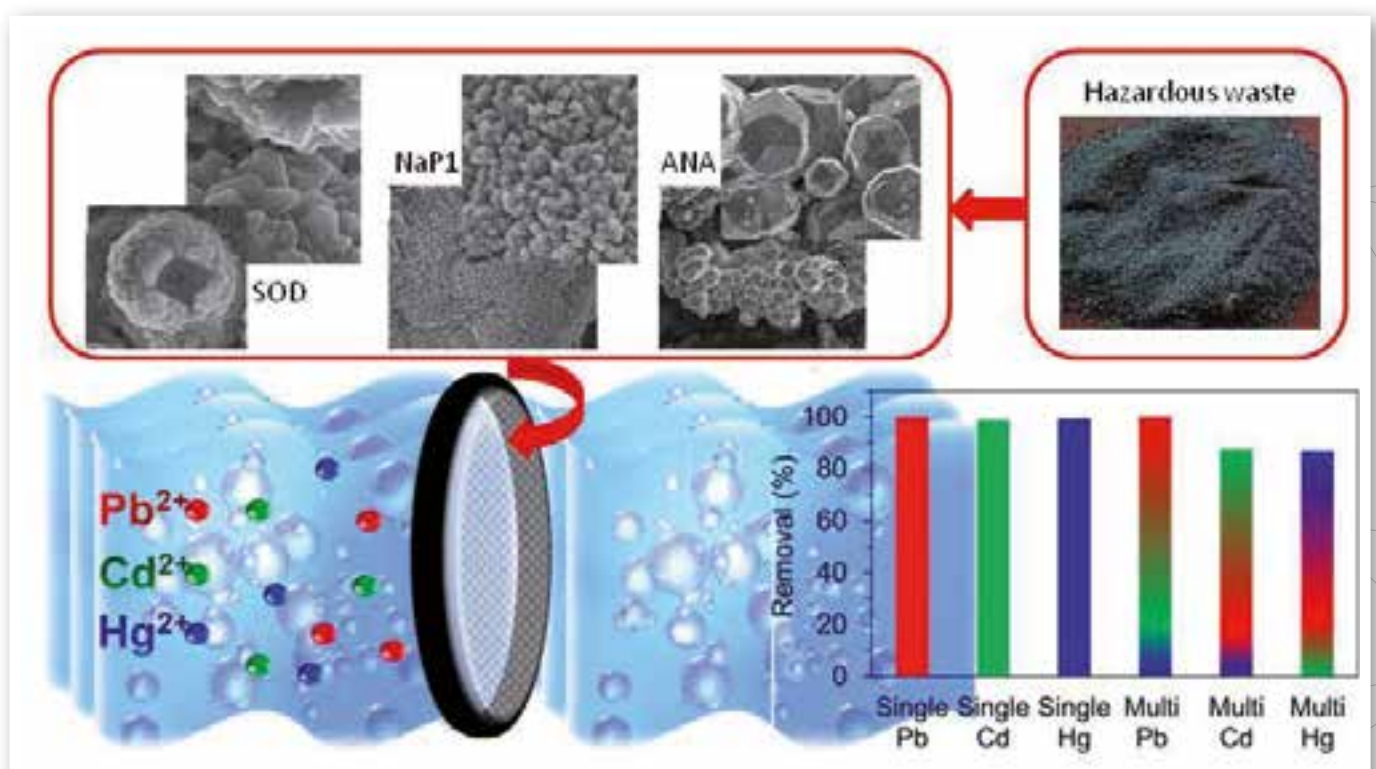
Líneas y sublíneas (identificadas en la web CSIC)

Principales hitos destacables en 2016 – 2018

1. Transformación de residuos peligrosos en materiales de valor añadido.

Se ha desarrollado un método novedoso para la **obtención de materiales mesoporosos** (zeolitas) a partir de un residuo peligroso de aluminio, mediante un proceso de **síntesis hidrotérmica de una sola etapa**. Los principales resultados son:

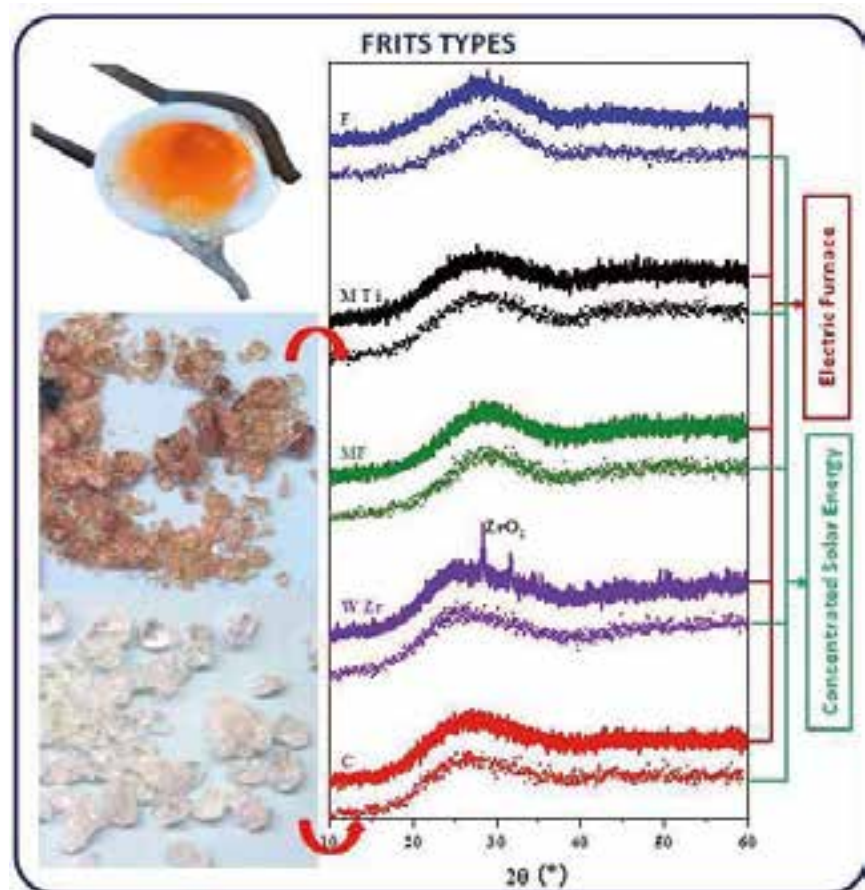
- Obtención de diferentes tipos de **zeolitas**, diseñadas a la carta, en función de sus aplicaciones futuras.
- No se generan residuos sólidos ni efluentes, por lo que el proceso puede ser considerado como **“zero waste”**.
- El **escalado a planta piloto** reproduce los resultados de laboratorio, posibilitando su aplicación industrial.
- Las zeolitas obtenidas presentan características cristalográficas, morfológicas y texturales similares a las zeolitas comerciales. Además, presentan alta capacidad de intercambio catiónico. El residuo puede ser considerado como una materia prima no convencional y, por consiguiente, puede ser catalogado como **“end of waste”**.
- Las zeolitas obtenidas se han utilizado como **adsorbentes** de metales pesados contenidos en efluentes industriales y considerados como **disruptores endocrinos**. Se trata de un proceso sinérgico en el que un residuo peligroso se transforma en un material de valor (adsorbente) y éste se utiliza para descontaminar efluentes acuáticos contaminados con metales pesados.



2. Obtención de fritas cerámicas con energía solar concentrada.

Se ha desarrollado un procedimiento novedoso de obtención de **fritas cerámicas** con **energía solar concentrada**, que permite el calentamiento directo y rápido de las materias primas. A diferencia del método tradicional, el haz de energía concentrada se focaliza en el interior del crisol actuando directamente sobre las materias primas, como resultado se consigue:

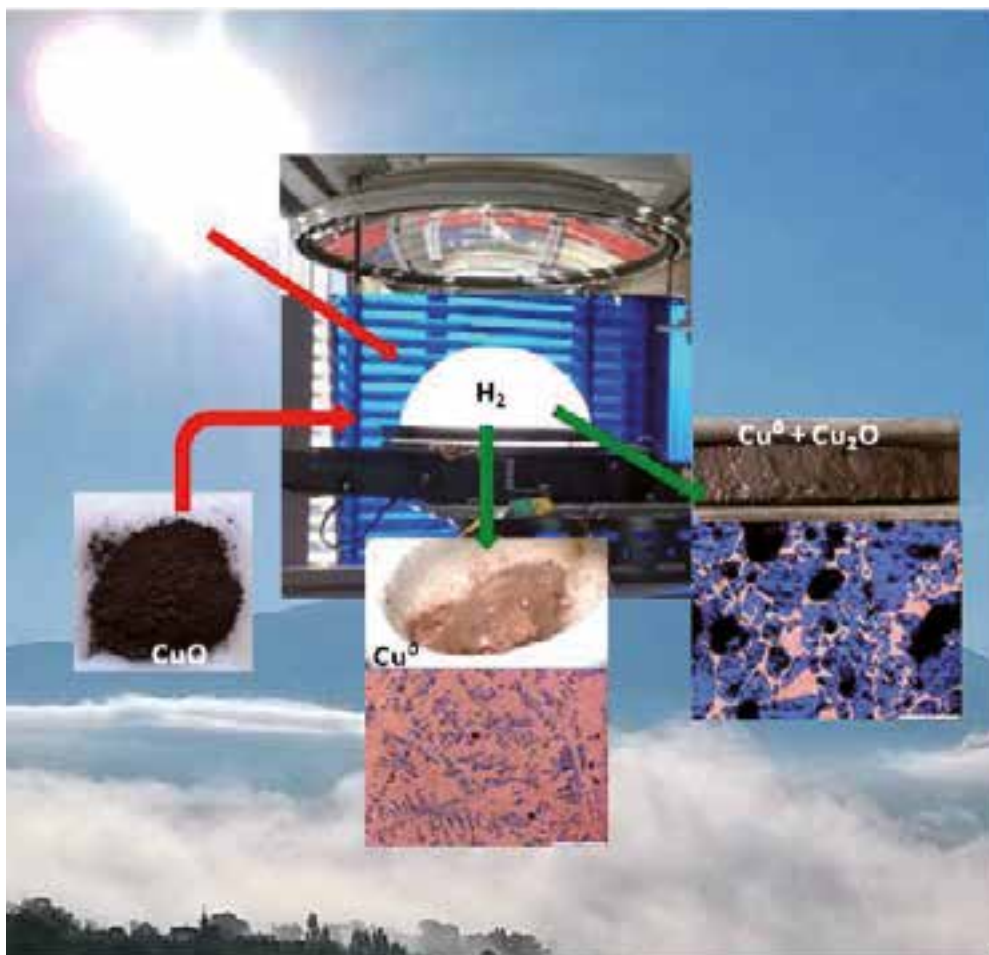
- **Mayor velocidad de reacción** de las materias primas que en el proceso tradicional.
- **Reducción** superior al **80%** en el **tiempo** global del proceso (calentamiento, descarbonatación y fusión) con el consecuente aumento en la productividad.
- Debido al uso de energía solar, **no se produce emisión** directa o indirecta de **CO₂**.
- **Coste** de instalación y mantenimiento considerablemente **menor**.
- **Las materias primas se calientan de forma directa**, minimizando las pérdidas de calor y reduciendo el consumo energético.
- **Reducción** de la **erosión** mecánica y la **corrosión** química de la pared interior del **crisol**, incrementando su vida útil.
- Las fritas obtenidas mediante el nuevo método poseen unas **características físico-químicas, morfológicas y estructurales similares** a las de fritas fabricadas por el método tradicional.



3. Obtención de metales por reducción de sus óxidos con hidrógeno mediante energía solar concentrada.

Se ha estudiado la aplicación de la energía solar concentrada a la **reducción de óxidos** metálicos con el fin de obtener **metales** mediante procedimientos medioambientalmente sostenibles, que no lleven asociados la generación de **gases de efecto invernadero**. Se ha conseguido:

- Obtener **cobre metálico** a partir de la reducción de tenorita (CuO) con una microestructura y un comportamiento a la corrosión, similares al producto comercial.
- En función de las condiciones experimentales **se obtienen materiales porosos compuestos de $\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$** con posibles aplicaciones en **catálisis**.
- En el caso de la **reducción de hematita**, se ha obtenido **magnetita y/o hierro metálico**.
- En el proceso de reducción se obtiene como subproducto agua que puede ser sometida a hidrólisis mediante energía solar fotovoltaica y generar de nuevo hidrógeno para la reducción.
- La combinación de vectores como la Energía Solar Concentrada e hidrógeno, se convierte en una alternativa verde para los procesos metalúrgicos.



Lista publicaciones 2016-2018

Artículos

Thermally treated aluminium waste-filings, a low cost and efficient adsorbent for phosphorus removal from water

M. Qasemi, A.Hosseini-Bandegharai, M. Afsharnia, A. A. Najafpoor, A.I. Ivanets, A. López-Delgado, F. Alakhras, M. Shams

Global Nest Journal (2018), Vol. 20(30), 488-496

doi.org/10.30955/gnj.002562

Ecoefficient melting of glass frits by concentrated solar energy

M. Romero, J.I. Robla, I. Padilla, J. García-Hierro, A. López-Delgado

Solar Energy (2018), Vol. 174, 321-327.

doi.org/10.1016/j.solener.2018.08.077

Single and competitive adsorptive removal of lead, cadmium, and mercury using zeolite adsorbent prepared from industrial aluminum waste

R. Sánchez-Hernández, I. Padilla, S. López-Andrés, A. López-Delgado

Desalination and Water Treatment (2018), Vol. 126, 181-195.

doi.org/10.5004/dwt.2018.22816

Al-waste-based zeolite adsorbent used for the removal of ammonium from aqueous solutions

R. Sánchez-Hernández, I. Padilla, S. López-Andrés, A. López-Delgado

International Journal of Chemical Engineering (2018) Article ID 1256197, 11 pag.

doi.org/10.1155/2018/1256197

Evaluation of thermal shock resistance of silicon oxycarbide materials for high-temperature receiver applications

M. A. Mazo, I. Padilla, A. Tamayo, J. I. Robla, A. López-Delgado, J. Rubio

Solar Energy (2018) vol. 173, 256-267.

doi.org/10.1016/j.solener.2018.07.080

Eco-friendly bench-scale zeolitization of an Al-containing waste into GIS-type zeolite under effluent recycling

R. Sánchez-Hernández, I. Padilla, S. López-Andrés, A. López-Delgado

Journal of Cleaner Production (2017), vol.161 792-802.

doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.201

Effects of different raw materials in the synthesis of boehmite, μ - and α -Alumina

I. Padilla, S. López-Andrés, A. López-Delgado

Journal of Chemistry (2016) 1-6, ID 5353490.

doi.org/10.1155/2016/5353490

One-step synthesis of NaP1, SOD and ANA from a hazardous aluminium solid waste

R. Sánchez-Hernández, A. López-Delgado, I. Padilla, R. Galindo, S. López-Andrés

Microporous & Mesoporous Materials (2016) vol. 226, 267-277

[doi:10.1016/j.micromeso.2016.01.037](https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2016.01.037)

Energía Solar de Alta Temperatura aplicada a la obtención de metales

A.J. Vázquez-Vaamonde, I. Padilla, J. García-Hierro, J.I. Robla, A. López-Delgado
Memorias del Congreso internacional anual de la SOMIM, Congreso XXII 1, Pag 456-460, (2016, año 2) 456-460 (ISSN 2448-5551)

<http://www.somim.org.mx/memorias/2016/>

Edit.: Magdalena Trujillo Barragán, Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica A.C. México D.F

Congresos:

A. López Delgado

5th Symposium on Water, Waste and Sustainable Development, E3D 2018

Universidad de SFAX, Túnez

Miembro del Comité Organizador

Hammamet, Túnez, Marzo 2018

E. Alonso, I. Cruz Robles, A. López-Delgado, A. Gallo, J.I. Robla

Metalurgia solar en Chile: identificación de oportunidades para la integración de las tecnologías de concentración solar en la industria minera del cobre (Oral)

XII Congreso Iberoamericano de Energía Solar. CIES2018

Madrid, 20-22 Junio, 2018

R. Sánchez-Hernández, I. Padilla, M. Romero, S. López-Andrés, A. López-Delgado

Kinetic study of Nepheline crystallization obtained by thermal transformation of sodalite zeolite (Póster)

1st Journal of Thermal Analysis and Calorimetry Conference

Budapest, Hungría, 6-9 Junio, 2017

A. López-Delgado, J.I. Robla, I. Padilla, J. García-Hierro, M. Romero

Ecoefficient melting of ceramic frits (Oral)

BRAMAT 2017

Brasov, Rumanía, 8-11 Marzo, 2017

A. López-Delgado, M.A. Arenas, A.J. Vázquez, I. Padilla, J. García-Hierro, J.I. Robla

Reduction of CuO in H₂ by using concentrated solar energy (Póster)

BRAMAT 2017

Brasov, Rumanía, 8-11 Marzo, 2017

S. López-Andrés, R. Sánchez-Hernández, I. Padilla y A. López-Delgado

Thermal transformation of sodium zeolites into pure nepheline (Póster)

IV Meeting of the Italian and Spanish Crystallographic Association, MISCA 2016

Tenerife, 21-26 Junio, 2016

S. López-Andrés, I. Padilla y A. López-Delgado

Effects of different raw materials in the synthesis of γ -alumina (Póster)

IV Meeting of the Italian and Spanish Crystallographic Association, MISCA 2016

Tenerife, 21-26 Junio, 2016

A. Tamayo, M.A. Mazo, I. Padilla, A. López-Delgado, F. Rubio y J. Rubio

Evaluation of the thermal behavior of silicon oxycarbide receivers against concentrated solar radiation (Oral)

9th International Conference on High Temperature Ceramic Matrix Composites / Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development

Toronto, Ontario Canadá, Junio 26- Julio 1, 2016

A. López-Delgado, José I. Robla, I. Padilla, A. Vázquez, J. García-Hierro and R. Sánchez-Hernández

Reduction of iron oxide in hydrogen atmosphere by using concentrated solar Energy: preliminary study (Póster)

<http://hdl.handle.net/10261/162268>

Euromat Junior 2016

Lausane, Suiza, 10-14Julio, 2016

R. Sánchez-Hernández, A. López-Delgado, I. Padilla and S. López-Andrés

Recycling of mother liquors from the zeolitization of a hazardous aluminium waste (Oral)

Euromat Junior 2016

Lausane, Suiza, 10-14Julio, 2016

Ruth Sánchez-Hernández, Aurora López-Delgado, Isabel Padilla, Sol López-Andrés

Complete transformation of hazardous aluminium waste into an adsorbent zeolitic material for water remediation (Oral)

6th EuCheMS Chemistry Congress

Sevilla, 11-15 Sep. 2016

A.J. Vázquez-Vaamonde, I. Padilla, J. García-Hierro, J.I. Robla, A. López-Delgado

Energía Solar de Alta Temperatura aplicada a la obtención de metales (Oral)

XIV IBEROMAT2016

Mérida, México, 29-30 Sep, 2016

Lista tesis 2016-2018

Ruth Sánchez Hernández, Tesis Doctoral en Ciencia e Ingeniería de Materiales
“Complete transformation of aluminum waste into zeolite and its use in the removal of pollutants from aqueous solution”

Universidad Carlos III de Madrid, 17 de Julio de 2018.

Sobresaliente CUM LAUDE con Mención Internacional.

Lista proyectos 2016-2018

Título del proyecto: **Cerámicas Ligeras ecoeficientes: Energía verde y materias primas alternativas**

Entidad Financiadora: MAT2017-83925-R

Duración: 1/01/2018 -31/12/2021 (60.500€)

Entidades participantes: IETCC, CENIM y UCM

Investigadoras Principales: M. Romero/A. López-Delgado

Número de Investigadores participantes: 5

Título del proyecto: **Eco eFFicient mElting Ceramic Frits** (EFFECF-P1602030188)

Entidad financiadora: SFERA-II EU-DG RTD

Entidades participantes: CENIM/IETCC (CSIC)

Duración, desde: 09/2016 hasta: 07/2017(3 SEMANAS) (22.500€)

Investigador responsable: A. López-Delgado

Número de Investigadores participantes: 3

Título del proyecto: **CLean environmentAlly Metallurgy Processes** (CLAMP-P1502260113)

Entidad financiadora: SFERA-II EU-DG RTD 312643

Entidades participantes: CENIM-CSIC

Duración, desde: 09/2015 hasta: 02/2016 (15.000€)

Investigador responsable: José Ignacio Robla Villalba

Número de Investigadores participantes: 3

Título: **Aplicación de la energía solar térmica en procesos industriales ecológicos y sostenibles.**

Proyecto Intramural Especial PIE201450E115

Empresa/Administración Financiadora CSIC

Presupuesto: 30.900 €

Entidades participantes: CENIM

Duración: 01/2015-12/ 2016

Investigador responsable: J.I. Robla

Número de investigadores participantes: 2

Título: **Sinterizados siderometalúrgicos para ambientes hostiles**

Proyecto Intramural Especial PIE201450E115

Empresa/Administración Financiadora CSIC

Presupuesto: 98.400 €

Entidades participantes: CENIM

Duración: 10/2014-09/2017

Investigador responsable: J.I. Robla

Número de investigadores participantes: 2

Título del proyecto: **Síntesis de zeolitas a partir de materiales no convencionales y su utilización en el tratamiento de aguas contaminadas con disruptores endocrinos.**

Entidad Fianaciadora: CTM2012-34449

Duración: desde 1-febrero 2013 hasta 31-Dic-2016 (56160 €)

Entidades participantes: CENIM, UCM, UFP Br y Ipen Br

Investigador Principal: Aurora López-Delgado

Contratos

Título: **Desarrollo y caracterización de arcilla expandida incluyendo la fracción orgánica de pilas alcalinas**

Tipo de contrato: Contrato de investigación

Presupuesto: 15.000 €

Empresa/Administración Financiadora: Envirobat S.A.

Entidades participantes: IETcc/CENIM, CSIC

Duración: 01/2018-01/2019

Investigador responsable: M. Romero

Número de investigadores participantes: 3

Título: **Ensayos de reducción de concentrados de cobre con hidrógeno, utilizando energía solar concentrada**

Presupuesto: 1.215 €

Empresa/Administración Financiadora: Universidad de Antofagasta, Chile

Entidades participantes: CENIM

Duración: 06/2018-12/2018

Investigador responsable: A. López-Delgado

Número de investigadores participantes: 2

Título: **Caracterización de lodos**

Presupuesto: 1.072 €

Empresa/Administración Financiadora: Magnesitas de Navarra S.A.

Entidades participantes: CENIM

Duración: 01/2016- 02/2016

Investigador responsable: J.I. Robla

Número de investigadores participantes: 3

Patentes

Inventores: M. Romero Pérez, A. López-Delgado, J. I. Robla Villalba

Título: **Method and device for manufacturing glass frits**

N. de solicitud: EP2017382111

País de prioridad: Europa

Entidad titular: CSIC

Fecha de solicitud: **06-Marzo-2017**

Fecha de publicación 13-09-2018 EP3372561A1, WO2018162383

<https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?jsessionid=03FF115E4D7FD771F90E01C2BBA-F2D90.wapp1nA?docId=WO2018162383>

Inventores: A. López-Delgado, I. Padilla, R. Sánchez-Hernández, O. Rodríguez, S. López-Andrés

Título: **Procedimiento de revalorización de un residuo procedente de la molienda de escorias de aluminio**

N. de solicitud: P201531811

País de prioridad: España

Entidad titular: CSIC (85%)/ UCM (15%)

Fecha de solicitud: **15-Diciembre-2015**

Fecha de Publicación: 15- junio-2017 (Concedida Abril/2018)

Referencia: ES 2617037 A1

Eventos

“Aplicación de la Energía Solar a la Valorización de Residuos”

Programa Formativo **4°ESO+Empresa 2016**

Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas

4-6 de Abril de 2016.

Horas lectivas impartidas: 12. Investigadores participantes: 2



5

Laboratorios / servicios CT



Laboratorios / servicios CT

Laboratorio de Análisis Químico

Responsable científico: Esther Escudero

Integrantes:

Esther Escudero

Emilia Moroño

Equipamiento:

- Espectrómetro de emisión de fluorescencia de rayos X por dispersión de longitudes de onda (WDXRF)
- Espectrómetro de emisión óptica por descarga luminiscente
- Espectrómetro de emisión óptica por Arco/Chispa
- Espectrómetro de absorción atómica de llama (AAS)
- Espectrómetro de Absorción Molecular UV/Vis (MAS)
- Analizador elemental del contenido de Carbono y Azufre
- Analizador elemental del contenido de Oxígeno y Nitrógeno



Laboratorio de Electroquímica

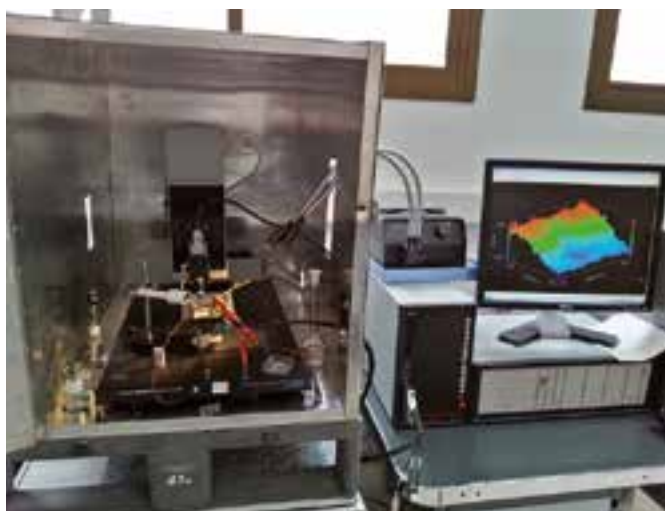
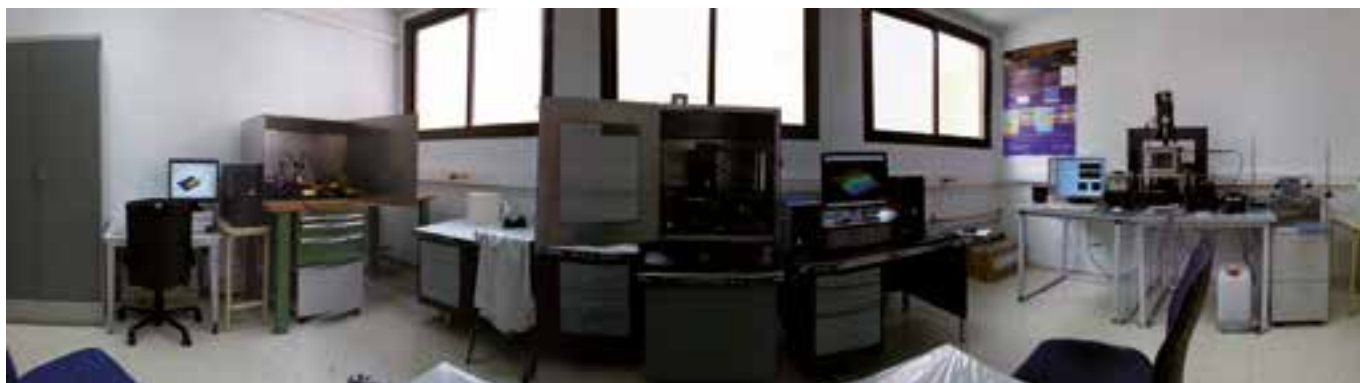
Responsables científicos: Violeta Barranco, Daniel de la Fuente; Juan Carlos Galván y Cristina García

Integrantes:

Daniel de la Fuente	Cristina García Alonso
Juan Carlos Galván	Violeta Barranco

Equipamiento:

- Sonda kelvin de barrido (Scanning kelvin Probe, SKP)
- Equipo de Espectroscopia de impedancia electroquímica localizada (Localised Electrochemical Impedance Spectroscopy, LEIS)
- Técnica del Electrodo Vibratorio de Barrido (Scanning Vibratory Electrode Technique, SVET)
- Microscopio electroquímico de barrido (Scannin Electrochemical Microscope, SECM)
- Potenciostatos/galvanostatos PAR 273 + Solartron FRA 1250 y 273 A + Solartron FRA 1250
- Autolab N302 y Autolab N128
- Gamry 600



Laboratorio de Ensayos Mecánicos

Responsable científico: Ricardo Fernández

Responsable técnico: Jesús Chao

VER EN REDLAB

Integrantes:

Ricardo Fernández Serrano
Carmen Peña Fernández
José Manuel Calvo Redondo

Equipamiento:

- Máquina Universal de Ensayos de 950 kN
- Máquinas Universales de Ensayos SERVOSIS de 100 kN
- Máquinas Universales de Ensayos INSTRON Limited de 100 kN
- Máquina universal de ensayos INSTRON Limited de 50 kN
- Durómetro Rockwell (Escala: B, C, 15N, 30N y 30T)
- Durómetro Vickers (cargas de ensayo desde 0,2 kg hasta 30 kg)
- Durómetro Brinell (Carga de ensayo hasta 3000 kg)
- Péndulo Charpy (Escala 300 J)
- Máquina de Ensayo de fatiga (Velocidades de ensayo: 600 rpm y 12000 rpm)
- Máquinas de Fluencia
- Elasticímetro pendular ROLLAND SORIN para la medida del Módulo Elástico en probetas cilíndricas. $\phi = 5,64$ mm, $L = 100$ mm
- Extensómetros (intercambiables en diversas máquinas de ensayos):
 - Cuatro axiales Instron de temperatura ambiente
 - Juego de extensómetros para la medida de contracción de Poisson a temperatura ambiente (Ver imagen): Axial Servosis $L_0 = 50$ mm y lateral
 - Juego de extensómetros para la medida del parámetro R a temperatura ambiente: Axial Servosis $L_0 = 25$ mm y lateral
 - Axial para ensayos Instron de temperatura hasta $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, $L_0 = 5$ mm
 - Extensómetro de MTS para temperaturas de $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $175\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ver imagen) (adecuado para el criostato, puede trabajar inmerso en ciertos fluidos)
- Utillaje e instrumentación necesaria para la realización de ensayos normalizados y especiales (condiciones extremas de esfuerzo y temperatura) fabricados en aleaciones especiales.



El Laboratorio dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad Certificado conforme a la Norma UNE-EN ISO 9001:2008.

Laboratorio de Materiales Galvanizados

Responsable científico: M^a Ángeles Arenas

Responsable técnico: M^a del Mar Bayod

web: <http://www.cenim.csic.es/copromat/enac/enac.php>

VER EN REDLAB

Integrantes:

María Ángeles Arenas

Ignacio García Diego

María del Mar Bayod



Este laboratorio está acreditado por la **ENTIDAD NACIONAL DE ACREDITACIÓN**, conforme a los criterios recogidos en la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025: 2005 (CGA-ENAC-LEC), para la realización de ensayos de: **Materiales galvanizados**. Acreditación n° **321/LE657**, Anexo Técnico Rev. 5, Fecha 27/10/06. **Categoría 0 (Ensayos en el laboratorio permanente)**



Laboratorio de Metalografía

Responsable científico: Carlos Capdevila

Resonsable técnico: Marías Jesús Bartolomé

Integrantes:

María Jesús Bartolomé

Carlos Capdevila Montes

David Martínez Braña

Equipamiento:

- Cortadora Buehler
- Cortadora Buehler metaserv
- Cortadora Buehler Delta abrasiment
- Cortadora de precisión Buehler Isomet
- Prensa de montaje Buehler
- Pulidora metalográfica Buehler
- Pulidora metalográfica Struers
- Microscopio óptico "Proyectina"
- Microscopio estereoscópico "Nikon"
- Microscopio óptico "Olympus"
- Microscopio óptico digital "Olympus"
- Microdurómetro "Wilson Wolpert"
- Microdurómetro "Future-Tech"



Laboratorio de Microscopía Electrónica

Responsables científicos: Paloma Adeva y Joaquín Ibáñez

Responsable técnico: Alfonso García Delgado

web: <http://www.cenim.csic.es/dep/me/index3.htm>

Integrantes:

Paloma Adeva
Judith Medina Caballero
Joaquín Ibáñez
Antonio Tomás
Martin Ian Maher

Equipamiento:

- Microscopio electrónico de barrido “Hitachi 2100 J”
- Microscopio electrónico de barrido “JSM 6500F”
- Microscopio electrónico de barrido “Hitachi S 4800 J”
- Microscopio electrónico de transmisión “JEM 2010”



Laboratorio de Pulvimetalurgia

Responsables científicos: Marcela Lieblich y Gerardo Garcés

Responsable técnico: Miguel Acedo

Integrantes:

Marcela Lieblich

Gerardo Garcés

Miguel Ángel Acedo Ojeda

Equipamiento:

- Atomizador por gas inerte con horno de inducción (máx. 1700°C y crisol de 2 L de capacidad)
- Prensa de extrusión horizontal en caliente (hasta 500°C y 1600 MPa de presión)
- Molinos para mezcla, molienda y criomolienda en atmósfera controlada
- Hornos auxiliares



Laboratorio de Rayos X

Responsables científicos: José Antonio Jiménez y David San Martín

Responsable técnico: Irene Llorente

VER EN REDLAB

Integrantes:

José Antonio Jiménez

David San Martín

Irene Llorente

Equipamiento:

- Difractómetro de rayos X Siemens D5000 equipado con anillo central abierto de Euler con barrido en X
- Difractómetro de rayos X Bruker AXS D8 discover equipado con anillo central de Euler con barrido en X-Y (equipo cofinanciado con fondos FEDER)
- Detector de cantelleo
- Detector de área
- Puntero láser controlado por vídeo cámara para la correcta colocación de la muestra y alineado del haz
- Radiación habitual de trabajo Cu y Co
- Softwave DIFFRACplus, GADDS, y MULTEX AREA
- Base de datos JCPDS-ICDD



Laboratorio de Reciclado

Responsable científico: Félix A. López

Responsable técnico: Carlos Pérez Román (hasta Septiembre 2018);
Iñigo Amurrio (Desde Septiembre 2018)

Integrantes:

Antonio Delgado Vinuesa

Félix A. López

Equipamiento:

- Analizador térmico diferencial acoplado a espectrómetro de masas de alta resolución
- Calorímetro diferencial de barrido con sensor 3D
- Espectrómetro de infrarrojo por transformada de Fourier “Varian”
- Espectrómetro de infrarrojo por transformada de Fourier “Nicolett”



Laboratorio de Soldadura

Responsable técnico: Luis del Real

VER EN REDLAB

Integrantes:

Luis del Real
Manuel Alumbremos
Diego Reyes

Equipamiento:

- Máquina de soldadura semiautomática - MIG
- Máquina de soldadura - TIG pulsado
- Máquina de soldadura semiautomática - MAG
- Máquina de soldadura por resistencia eléctrica programable - ERW
- Equipo de ultrasonidos
- Unidad de radiología industrial
- Equipo ensayo de fatiga uniaxial





Caracterización de Superficies

Responsables científicos: Emilio Cano y M^a Ángeles Arenas

Responsable técnico: Irene Llorente

Integrantes:

Emilio Cano

María Ángeles Arenas

Irene Llorente

Equipamiento:

- Equipo de Espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS) modelo MT 500 de VG Microtech, (Fisons Instruments).
- Microscopio de fuerzas atómicas (AFM), marca Agilent modelo 5100



Laboratorio de Transformaciones de Fase

ISO 9001

Red Lab de la CAM N° 434

Responsable científico: Carlos García Mateo (cgm@cenim.csic.es)

Responsable técnico: Miguel A. Acedo (ptl@cenim.csic.es)

Equipamiento:

- Equipo de medida de poder termoeléctrico
- Dilatómetro de temple Bahr 805A (2017)
- Dilatómetro de temple bajo deformación Bahr 805D (2007)
- Dilatómetro de temple ultra-rápido mod. DT1000
- Dilatómetro de temple ultra-rápido mod. LK02

Con estos equipos podemos realizar una gran variedad de tratamientos térmicos y termomecánicos que permiten el estudiar los fenómenos y transformaciones que se producen en los materiales metálicos como consecuencia de la aplicación de dichos tratamientos.

Entre los ensayos más típicos están:

- Realización de ensayos para la construcción de diagramas de transformación de enfriamiento continuo (CCT) y de diagramas de transformación isotérmica (TTT).
- Determinación de puntos críticos de transformación.
- Determinación de coeficientes térmicos de expansión lineal.
- Ciclos térmicos y termomecánicos complejos (con deformación en compresión y también a deformación o carga constante).

Asimismo, se dispone de un equipo de medida de poder termoeléctrico que permite estudiar la evolución microestructural de las aleaciones metálicas mediante la medida de su poder termoeléctrico (PTE).



Bahr 805D



Bahr 805A



CENIM

Centro Nacional
de Investigaciones
Metalúrgicas



6

Highlights de centro



Highlights del CENIM

HIGHLIGHT 1

Investigadores del CENIM logran producir espumas de titanio utilizando energía solar



28/04/2016

“Utilizando un concentrador parabólico de eje vertical de 2KW dotado con una cámara de reacción con atmósfera controlada, se ha conseguido sinterizar espumas de titanio a velocidades de calentamiento muy superiores a las requeridas en instalaciones convencionales (15 min vs 5 horas)”.

Investigadores del CENIM del Grupo COPROMAT (Ana Conde y Juan de Damborenea) y de la Universidad de Castilla la Mancha (Gloria Rodríguez Donoso) ensayan la producción de espuma de titanio mediante energía solar concentrada. Utilizan el Horno Solar de Odeillo del CNRS (Francia) dentro del Proyecto SOLTIFOAM.

SOLTIFOAM se encuadra dentro del proyecto europeo SFERA (Solar Facilities for the European Research Area), financiado por la Unión Europea con el objeto de fomentar la investigación transnacional en el campo de las aplicaciones de la energía solar concentrada.

En los experimentos realizados hasta este momento, se ha utilizado un concentrador parabólico de eje vertical de 2KW (imagen de portada), dotado con una cámara de reacción con atmósfera controlada. De esta manera se ha conseguido sinterizar espumas de titanio a velocidades de calentamiento muy superiores a las requeridas en instalaciones convencionales (15 min vs 5 horas)

HIGHLIGHT 2

TRC, spin-off de CSIC, firma un acuerdo con la compañía EDPR para reciclar palas aerogeneradoras



31/08/2017

La empresa de base tecnológica Thermal Recycling of Composites (TRC), spin-off del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y de nuestro Grupo, ha firmado un acuerdo de colaboración con la compañía EDP Renováveis (EDPR), cuarto productor mundial de energía eólica, para proporcionarle una nueva tecnología, llamada R3FIBER, de reciclaje de palas aerogeneradoras de parques eólicos.

Al acto de firma, celebrado hoy en la sede de EDPR en Madrid, han asistido João Manso Neto, consejero delegado de EDPR, Oriol Grau, consejero delegado de TRC, y por parte de la Vicepresidencia de Investigación Científica y Técnica del CSIC, Javier Etxabe, responsable de la Unidad de Protección de Resultados y Promoción de Empresas de Base Tecnológica.

La colaboración entre las dos empresas consiste en un programa para reciclar las palas de los aerogeneradores que se tengan que sustituir por una avería o por llegar al fin de su vida útil, en los parques eólicos de EDPR. La gestión de los residuos en el sector de la energía eólica es una cuestión emergente, puesto que aún no se ha generado un

“La empresa de base tecnológica Thermal Recycling of Composites (TRC), spin-off del CSIC y del Grupo TecnoECO del CENIM, ha firmado un acuerdo de colaboración con la compañía EDP Renováveis (EDPR), cuarto productor mundial de energía eólica, para proporcionarle la nueva tecnología R3FIBER de reciclaje de palas aerogeneradoras”.

volumen suficiente de residuos, debido a la novedad del desarrollo de negocio eólico.

La tecnología R3FIBER, desarrollada por TRC y el CSIC por el grupo de investigación de Félix López Gómez, del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, se basa en el aprovechamiento integral de los materiales sin producción de residuos. Utiliza un proceso de transformación termoquímica que permite convertir las resinas en gases combustibles y combustibles líquidos, y obtener fibras (de vidrio o de carbono) aptas para su reutilización. Por tanto, no existen limitaciones en el aprovechamiento de los composites (materiales reciclados) ni en la gestión del material si las palas contienen fibras de carbono, ya que la tecnología es aplicable tanto a componentes fabricados con fibra de vidrio como de fibra de carbono.

La tecnología R3FIBER implica un aprovechamiento total de masa, energía y reutilización de materiales. Es la única capaz de obtener fibras de alta calidad (sin resinas) aptas para su reutilización. Además es sostenible, pues no genera residuos, y eficiente, ya que conlleva una máxima recuperación energética.

España es el cuarto país del mundo por potencia eólica instalada, tras China, Estados Unidos y Alemania. El 60% de los parques eólicos españoles tienen más de 15 años y una parte de ellos alcanzará el final de su ciclo de vida en los próximos años. Este proyecto pionero en el que se embarca EDPR junto a TRC podría resolver el problema del tratamiento de estos futuros residuos, disminuyendo el impacto ambiental de la energía eólica.

Las turbinas eólicas están formadas por material reciclable, fundamentalmente metales. Por eso, el reto actual está en las palas, compuestas por materiales complejos. El papel de empresas como EDPR en la transición hacia una economía

circular, y en particular, en apoyar soluciones que permitan abordar el reto que supone el reciclaje de las palas de los aerogeneradores al final de su vida útil, es fundamental.

[ACCESO A NOTA DE PRENSA CSIC](#)

HIGHLIGHT 3

El CSIC acoge la Jornada Ciencia y Movilidad Sostenible



5/12/2018

El Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas organizó el pasado 3 de diciembre, en el salón de actos del CSIC, la Jornada Ciencia y Movilidad Sostenible, enmarcada en el proyecto Europeo H2020 CarE-Service.

El acto, conducido y moderado por la periodista científica Graziella Almendral, de Indagando TV, fue inaugurado por Ángela Ribeiro, vicepresidenta adjunta de Transferencia del Conocimiento del CSIC

A continuación, el investigador principal del proyecto CarE-Service, Félix A. López, introdujo los temas de debate en relación con las emisiones de CO₂ procedentes del transporte y más concretamente debidas al uso de los automóviles en el contexto de la UE. Se analizaron los retos tecnológicos resueltos y los que están pendientes de resolver por parte de la industria del automóvil para disminuir las emisiones de CO₂ y alcanzar los límites establecidos por la UE para 2021. Se analizó la dependencia europea en materias primas críticas para la fabricación de baterías de ión-Li y de tierras raras para motores eléctricos y finalmente, aspectos relacionados con la salud, la contaminación de las ciudades y las soluciones adoptadas por algunas de ellas para alcanzar una mejor movilidad en el entorno urbano.

“El CENIM organizó el 3 de diciembre 2018, en el salón de actos del CSIC, la Jornada Ciencia y Movilidad Sostenible enmarcada en el proyecto Europeo H2020 CarE-Service, en el que participa junto con otros trece socios europeos”.

"El proyecto CarE-Service pretende desarrollar soluciones de futuro, favorecer la movilidad y plantear soluciones al reciclado y reutilización del vehículo eléctrico e híbrido".

Rafael del Río, director técnico de la Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico (AEDIVE), analizó el presente y futuro del vehículo eléctrico y José Manuel Amarilla, investigador del Instituto de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC), indicó que el gran reto para estos vehículos es conseguir baterías eficientes, seguras, económicas y sostenibles. "Actualmente –destacó– las más avanzadas son las de ión-litio". Jorge Villagra, investigador en el Centro para la Automatización y Robótica, CAR-CSIC, habló de sistemas autónomos de movilidad urbana y destacó cómo, en un futuro próximo, los coches tradicionales serán sustituidos por vehículos autónomos, compartidos y reconfigurables, con múltiples usos y conectados entre sí y que ayudarán a mejorar la calidad del aire de las ciudades.

Posteriormente, tuvo lugar la primera mesa redonda acerca de las "Nuevas formas de movilidad urbana: visión de la Administración, Empresas y Consumidores". En ella participaron expertos de distintas instituciones, empresas y asociaciones, como AEDIVE, Cabify, la Empresa Municipal de Transportes de Madrid (EMT), la start-up Full&Drive, Lime y la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU).

La siguiente mesa redonda trató acerca de "Sostenibilidad del vehículo eléctrico", en la que opinaron diversos especialistas en el tema, pertenecientes a la Asociación de Usuarios de Vehículos Eléctricos (AUVE), el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM-CSIC), el Colegio Profesional de Ambientólogos de Madrid (COAMBM), Envirobat S.L. y la Plataforma Tecnológica de la Carretera (PTC).

La Jornada sobre "Ciencia y Movilidad Urbana Sostenible" fue clausurada por Pedro A. Serena, Coordinador Institucional del CSIC en la Comunidad de Madrid y por José Amador Fernández Viejo, Director General de Sostenibilidad y Control Ambiental del Ayuntamiento de Madrid.

El proyecto H2020 "CarE-Service", en el que participa el CENIM junto con otros trece socios europeos pretende desarrollar soluciones de futuro, favorecer la movilidad y plantear soluciones al reciclado y reutilización del vehículo eléctrico e híbrido.









A background photograph of a research meeting. In the foreground, a man with dark hair and a beard, wearing a dark blue and black striped shirt, is seated at a wooden table, looking down at an open book. Another person in a purple shirt is seated next to him, also looking at the book. In the background, a man with glasses and a beard, wearing a dark blue jacket, is standing and looking towards the seated individuals. The setting appears to be a modern office or laboratory with large windows and a whiteboard in the background.

7

Publicaciones
por líneas de investigación

Publicaciones por líneas de investigación

1) Nuevas tecnologías de procesamiento de materiales metálicos convencionales y avanzados

2016

Bensiamar, F.; Olalde, B.; Cifuentes, S.C.; Argarate, N.; Atorrasagasti, G.; González-Carrasco, J.L.; García-Rey, E.; Vilaboa, N.; Saldaña, L.

Bioactivity of dexamethasone-releasing coatings on polymer/magnesium composites

Biomedical materials (Bristol, England)

11(59): 055011 (2016)

10.1088/1748-6041/11/5/055011

Chao, J.; Rementeria, R.; Aranda, M.; Capdevila, C.; Gonzalez-Carrasco, J.L.

Comparison of ductile-to-brittle transition behavior in two similar ferritic oxide dispersion strengthened alloys

Materials

(2016), 9(8), 637

10.3390/ma9080637

Celada-Casero, C.; Chao, J.; Urones-Garrote, E.; San Martin, D.

Continuous Hardening During Isothermal Aging at 723 K (450 °C) of a Precipitation Hardening Stainless Steel

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science 47(2016)5280-5287

10.1007/s11661-016-3611-7

Chao, J.; Peña, C.

Effect analysis of an arc-strike-induced defect on the failure of a post-tensioned threadbar

Case Studies in Engineering Failure Analysis

5-6(2016)1-9

10.1016/j.csefa.2015.11.001

F. Peñalba; Xabier GÓMEZ-MITXELENA; José Antonio JIMÉNEZ; Manuel CARSÍ; Oscar Antonio RUANO

Effect of Temperature on Mechanical Properties of 9%Cr Ferritic Steel ISIJ International

56(2016)1662-1667

10.2355/isijinternational.ISIJINT-2016-097

- Castillo-Rodríguez, M; Nó, M.L.; Jiménez, J.A.; Ruano, O.A.; San Juan, J.
High temperature internal friction in a Ti-46Al-1Mo-0.2Si intermetallic, comparison with creep behaviour
Acta Materialia 03(2016)46-56
10.1016/j.actamat.2015.09.052
- Rementeria, R.; Aranda, M.M.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.
Improving wear resistance of steels through nanocrystalline structures obtained by bainitic transformation
Materials Science and Technology
32(2016)308-312
10.1080/02670836.2015.1132048
- Pastor, A.; Valles, P.; García, M.; Garrido, S.; Medina, S.F.; Amurrio, I.
Manufacturing process and characterization by dilatometry and differential thermal analysis of X38CrMoV5-1 steel parts
Microscopy and Microanalysis
22(2016)44-45
10.1017/S1431927616000416
- C. Celada-Casero; B.M. Huang; M.M. Aranda; J.-R. Yang; D. San Martín
Mechanisms of ultrafine-grained austenite formation under different isochronal conditions in a cold-rolled metastable stainless steel
Materials Characterization
118(2016)129-141
10.1016/j.matchar.2016.05.014
- J. Medina; P. Pérez; G. Garces; D. Tolnai; A. Stark; N. Schell; P. Adeva.
Microstructural changes in an extruded Mg-Zn-Y alloy reinforced by quasicrystalline I-phase by small additions of calcium, manganese and cerium-rich mischmetal
Materials Characterization
118(2016)186-198
10.1016/j.matchar.2016.05.019
- Vivas, J.; Celada-Casero, C.; San Martín, D.; Serrano, M.; Urones-Garrote, E.; Adeva, P.; Aranda, M.M.; Capdevila, C.
Nano-precipitation Strengthened G91 by Thermo-mechanical Treatment Optimization
Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science 47(2016)5344-5351
10.1007/s11661-016-3596-2
- Frutos, E.; González-Carrasco, J.L.; Polcar, T.
Repetitive nano-impact tests as a new tool to measure fracture toughness in brittle materials
Journal of the European Ceramic Society
36(2016)3235-3243
10.1016/j.jeurceramsoc.2016.04.026

Amirkhanlou, S.; Rahimian, M.; Ketabchi, M.; Parvin, N.; Yaghinali, P.; Carreño, F.
Strengthening Mechanisms in Nanostructured Al/SiCp Composite Manufactured
by Accumulative Press Bonding

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials
Science

47(2016)5136-5145

10.1007/s11661-016-3666-5

Lieblich, M.; Barriuso, S.; Multigner, M.; González-Doncel, G.; González-Carras-
co, J.L.

Thermal oxidation of medical Ti6Al4V blasted with ceramic particles: Effects on
the microstructure, residual stresses and mechanical properties

Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 54(2016)173-184

10.1016/j.jmbbm.2015.09.032

2017

Travessa, D.N.; da Rocha, G.V.B.; Cardoso, K.R.; Lieblich, M.

Carbon Nanotube-Reinforced Aluminum Matrix Composites Produced by Hi-
gh-Energy Ball Milling

Journal of Materials Engineering and Performance

2017(26) 2998-3006

10.1007/s11665-017-2724-5

J.L. Ocaña; J.L. González-Carrasco; M. Lieblich; S. Barriuso; J.A. Porro; L. Ruiz
de Lara; M. Díaz; J.A. Santiago

Compressive Residual Stresses and Associated Surface Modifications Induced
in Ti6Al4V by Laser Shock Processing

Materials Science Forum

2017(879)1408-1413

10.4028/www.scientific.net/MSF.879.1408

Alizadeh, R.; Mahmudi, R.; Ruano, O.A.; Ngan, A.H.W.

Constitutive Analysis and Hot Deformation Behavior of Fine-Grained Mg-Gd-Y-
Zr Alloys

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials
Science

2017(48)5699-5709

10.1007/s11661-017-4311-7

Carsí, M.; Jimenez, J.A.; Gomez-Mitxelena, X.; Ruano, O.A.

Development of a 2.25%Cr steel P23 reinforced with micro/nano-carbide parti-
cles produced by self-propagating high-temperature synthesis

Materials Science Forum

2017(879)1624-1628

10.4028/www.scientific.net/MSF.879.1624

Javier Vivas; Carlos Capdevila; José Antonio Jimenez; Miguel Benito-Alfonso;
David San-Martin

Effect of Ausforming Temperature on the Microstructure of G91 Steel

Metals

2017 7 7 236

10.3390/met7070236

Garcés, G.; Perez, P.; Cabeza, S.; Kabra, S.; Gan, W.; Adeva, P.

Effect of Extrusion Temperature on the Plastic Deformation of an Mg-Y-Zn Alloy Containing LPSO Phase Using In Situ Neutron Diffraction

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science

2017(48)5332-5343

10.1007/s11661-017-4284-6

Orozco-Caballero, A.; Álvarez-Leal, M.; Verdera, D.; Rey, P.; Ruano, O.A.; Carreño, F.

Evaluation of the mechanical anisotropy and the deformation mechanism in a multi-pass friction stir processed Al-Zn-Mg-Cu alloy

Materials and Design

2017(125)116-125

10.1016/j.matdes.2017.03.081

Máthis, K.; Farkas, G.; Garcés, G.; Gubicza, J.

Evolution of dislocation density during compression of a Mg-Zn-Y alloy with long period stacking ordered structure

Materials Letters

2017 190 86-89

10.1016/j.matlet.2017.01.006

Garcés, G.; Oñorbe, E.; Gan, W.; Máthis, K.; Tolnai, D.; Horváth, K.; Pérez, P.; Adeva, P.

Evolution of twinning in extruded AZ31 alloy with bimodal grain structure

Materials Characterization

2017(126)116-124

10.1016/j.matchar.2017.02.017

Orozco-Caballero, A.; Álvarez-Leal, M.; Hidalgo-Manrique, P.; Hidalgo-Manrique, P.; Cepeda-Jiménez, C.M.; Cepeda-Jiménez, C.M.; Ruano, O.A.; Carreño, F.

Grain size versus microstructural stability in the high strain rate superplastic response of a severely friction stir processed Al-Zn-Mg-Cu alloy

Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing 2017(680)329-337

10.1016/j.msea.2016.10.113

Rieiro, I.; Carsí, M.; Ruano, O.A.

Hot deformation behavior and stability criteria of WE54 magnesium alloy

Materials Science Forum

2017(879)1618-1623

10.4028/www.scientific.net/MSF.879.1618

Gussone, J.; Garcés, G.; Haubrich, J.; Stark, A.; Hagedorn, Y.C.; Schell, N.; Requena, G.

Microstructure stability of γ -TiAl produced by selective laser melting

Scripta Materialia 2017(130)110-113

10.1016/j.scriptamat.2016.11.028

Cabeza, S.; Mishurova, T.; Garcés, G.; Sevostianov, I.; Requena, G.; Bruno, G.
Stress-induced damage evolution in cast AlSi12CuMgNi alloy with one- and two-ceramic reinforcements

Journal of Materials Science

2017(52)10198-10216

10.1007/s10853-017-1182-7

Ana Pastor; Pilar Vallés; Sebastián F. Medina

Study of Phase Transformations in Steel X38CrMoV5-1 Using Dilatometry and Differential Thermal Analysis

Steel Research International 2017

10.1002/srin.201600229 88 4 1600229

Ahuir-Torres, J.I.; Arenas, M.A.; Perrie, W.; Dearden, G.; de Damborenea, J.

Surface texturing of aluminium alloy AA2024-T3 by picosecond laser: Effect on wettability and corrosion properties

Surface and Coatings Technology 2017 321 279 291

10.1016/j.surfcoat.2017.04.056

Sourmail, T.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Morales-Rivas, L.; Rementeria, R.; Kuntz, M.

Tensile ductility of nanostructured bainitic steels: Influence of retained austenite stability

Metals 2017 7 1 31

10.3390/met7010031

H. Carreon; D. San Martin; F.G. Caballero; V.E. Panin

The effect of thermal aging on the strength and the thermoelectric power of the Ti-6AL-4V alloy

Physical Mesomechanics

2017 20 447 456

10.1134/S1029959917040105

Marta López; José Jiménez; RV Mangalaraja

The effects of mechanical milling on the structural, mechanical, and electromagnetic properties of Cu-8 wt% NdFeB composite alloys

Journal of Composite Materials

2017 51 1901 1910

10.1177/0021998316664126

Pastor, A.; Valles, P.; More, W.; Medina, S.F.

Toughness improvement of steel X38CrMoV5-1 via alternative manufacturing process and prevention of catastrophic failure in safety parts

Engineering Failure Analysis

2017 82 791 801

10.1016/j.engfailanal.2017.07.025

2018

Klaudia Horváth; Daria Drozdenko; Kristián Máthis; Gerardo Garcés; Patrik Dobro
Acoustic Emission Study of High Temperature Deformation of $Mg_{1-x}Zn_xY$ Alloys
with LPSO Phase

Magnesium Technology 2018(F7)203-208

10.1007/978-3-319-72332-7_32

R. Fernández; S. Ferreira-Barragáns; J. Ibáñez; G. González-Doncel

A multi-scale analysis of the residual stresses developed in a single-phase alloy
cylinder after quenching

Materials and Design

2018(137)117-127

10.1016/j.matdes.2017.10.013

García-Escorial, A.; Liebllich, M.

Atomization of Al-rich alloys: Three paradigmatic case studies

Journal of Alloys and Compounds

2018(762)203-208

10.1016/j.jallcom.2018.05.200

Morales-Rivas, L.; Archie, F.; Zaefferer, S.; Benito-Alfonso, M.; Tsai, S.P.; Yang,
J.R.; Raabe, D.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.

Crystallographic examination of the interaction between texture evolution, me-
chanically induced martensitic transformation and twinning in nanostructured
bainite

Journal of Alloys and Compounds

2018 752 505 519

10.1016/j.jallcom.2018.04.189

Sánchez-Ávila, D.; Barea, R.; Martínez, E.; Blasco, J.R.; Portolés, L.; Carreño, F.

Determination of the instantaneous strain rate during small punch testing of
316L stainless steel

International Journal of Mechanical Sciences

2018 149 93 100

10.1016/j.ijmecsci.2018.09.042

Oscar A. Ruano; Fernando Carreño; Manuel Carsí

Ductility and Stability in Metallic Materials

MATERI. SCI. FORUM

2018 941 2319 2324

10.4028/www.scientific.net/MSF.941.2319

Eres-Castellanos; F.G. Caballero; C. Garcia-Mateo

Efecto de la temperatura de deformación en la transformación bainítica durante
tratamientos de "ausforming"

Material-ES

2018 2 86 88

Eres-Castellanos, A.; Morales-Rivas, L.; Latz, A.; Caballero, F.G.; Garcia-Mateo,
C.

Effect of ausforming on the anisotropy of low temperature bainitic transformation
Materials Characterization

2018 145 371 380

10.1016/j.matchar.2018.08.062

Vivas, J.; Capdevila, C.; Altstadt, E.; Houska, M.; Serrano, M.; De-Castro, D.; San-Martín, D.

Effect of ausforming temperature on creep strength of G91 investigated by means of Small Punch Creep Tests

Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing

2018 728 259 265

10.1016/j.msea.2018.05.023

Sourmail, T.; Caballero, F.G.; Moudian, F.; De Castro, D.; Benito, M.

High hardness and retained austenite stability in Si-bearing hypereutectoid steel through new heat treatment design principles

Materials and Design

2018 142 279 287

10.1016/j.matdes.2018.01.035

Medina, J.; Pérez, P.; Garcés, G.; Stark, A.; Schell, N.; Adeva, P.

High-strength Mg-6Zn-1Y-1Ca (wt%) alloy containing quasicrystalline I-phase processed by a powder metallurgy route

Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing

2018 715 92 100

10.1016/j.msea.2017.12.111

Manuel Carsi; Fernando Carreño; Oscar A. Ruano

Hot Forming Optimization of ZK30 Magnesium Alloy

Materials Science Forum

2018 941 2325 2330

10.4028/www.scientific.net/MSF.941.2325

Vivas, J.; Capdevila, C.; Altstadt, E.; Houska, M.; San-Martín, D.

Importance of austenitization temperature and ausforming on creep strength in 9Cr ferritic/martensitic steel

Scripta Materialia

2018 153 14 18

10.1016/j.scriptamat.2018.04.038

Ahuir-Torres, J.I.; Arenas, M.A.; Perrie, W.; de Damborenea, J.

Influence of laser parameters in surface texturing of Ti6Al4V and AA2024-T3 alloys

Optics and Lasers in Engineering

2018 103 100 109

10.1016/j.optlaseng.2017.12.004

Santajuana, M.A.; Rementeria, R.; Kuntz, M.; Jimenez, J.A.; Caballero, F.G.; Garcia-Mateo, C.

Low-Temperature Bainite: A Thermal Stability Study
 Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science
 2018 49 2026 2036
 10.1007/s11661-018-4595-2

Carsí, M.; Alonso, M.; Castellanos, J.; Ruano, O.A.
 Optimum hot forming temperature of AZ61 magnesium alloy
 Materials Science and Technology
 2018 34 1425 1432
 10.1080/02670836.2018.1458480

M. Cristobal; D. San-Martin; C. Capdevila; J. A. Jiménez; S. Milenkovic
 Rapid fabrication and characterization of AISI 304 stainless steels modified with Cu additions by additive alloy melting (ADAM)
 Journal of Materials Research and Technology
 2018 7 450 460
 10.1016/j.jmrt.2017.12.001

Fernández, R.; Cabeza, S.; Mishurova, T.; Fernández-Castrillo, P.; González-Doncel, G.; Bruno, G.
 Residual stress and yield strength evolution with annealing treatments in an age-hardenable aluminum alloy matrix composite
 Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing
 2018 731 344 350
 10.1016/j.msea.2018.06.031

Orozco-Caballero, A.; Ruano, O.A.; Rauch, E.F.; Carreño, F.
 Severe friction stir processing of an Al-Zn-Mg-Cu alloy: Misorientation and its influence on superplasticity
 Materials and Design
 2018 137 128 139
 10.1016/j.matdes.2017.10.008

Sánchez-Ávila, D.; Barea, R.; Candela, N.; Álvarez-Leal, M.; Carreño, F.”
 Study of the thickness evolution during SPT Testing Estudio de la evolución del espesor en ensayos de Small Punch Test
 Revista de Metalurgia
 2018 54
 10.3989/revmetalm.110

Fernando Carreño; Alberto Orozco-Caballero
 Superplastic GBS Constitutive Equation Incorporating Average Grain Misorientation Dependence
 MATERI. SCI. FORUM
 2018 941 1501 1506
 10.4028/www.scientific.net/MSF.941.1501

Álvarez-Leal, M.; Orozco-Caballero, A.; Carreño, F.; Ruano, O.A.
 Superplasticity in a commercially extruded ZK30 magnesium alloy
 Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing
 2018 710 240 244

10.1016/j.msea.2017.10.093

Fernando Carreño; Oscar Ruano

Superplasticity of Aerospace 7075 (Al-Zn-Mg-Cu) Aluminium Alloy Obtained by Severe Plastic Deformation

Defect and Diffusion Forum

2018 385 39 44

10.4028/www.scientific.net/DDF.385.39

Carlos Garcia-Mateo; Francis G. Caballero

TIANOBAIN - Towards industrial applicability of (medium C) nanostructured bainitic steels - RFCS

Impact

2018 2018 94 96

10.21820/23987073.2018.94

2) Desarrollo de materiales metálicos avanzados de interés en aplicaciones para el transporte, energía y salud.

2016

Morris, D.G.

A centennial: Evolution in the understanding of chemical ordering in metallic crystals

Intermetallics 69 (2016) 78-81

10.1016/j.intermet.2015.10.019

Garcia-Mateo, C.; Jimenez, J.A.; Lopez-Ezquerro, B.; Rementeria, R.; Morales-Rivas, L.; Kuntz, M.; Caballero, F.G.

Analyzing the scale of the bainitic ferrite plates by XRD, SEM and TEM

Materials Characterization

122(2016)83-89

10.1016/j.matchar.2016.10.023

I. Aldama; V. Barranco; T.A. Centeno; J. Ibañez; J.M. Rojo

Composite electrodes made from carbon cloth as supercapacitor material and manganese and cobalt oxide as battery one

Journal of the Electrochemical Society

163(2016)A758-A765

10.1149/2.1061605jes

Fariñas, J.C.; Rucandio, I.; Pomares-Alfonso, M.S.; Villanueva-Tagle, M.E.; Lareira, M.T.

Determination of rare earth and concomitant elements in magnesium alloys by inductively coupled plasma optical emission spectrometry

Talanta

154(2016)53-62

10.1016/j.talanta.2016.03.047

Garcés, G.; Máthis, K.; Pérez, P.; Č apek, J.; Adeva, P.

Effect of reinforcing shape on twinning in extruded magnesium matrix composi-
tes

Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstruc-
ture and Processing

666(2016)48-53

10.1016/j.msea.2016.04.028

Garcés, G.; Requena, G.; Tolnai, D.; Pérez, P.; Medina, J.; Stark, A.; Schell, N.;
Adeva, P.

Formation of an 18R long-period stacking ordered structure in rapidly solidified
Mg88Y8Zn4 alloy

Materials Characterization

118(2016)514-518

10.1016/j.matchar.2016.06.032

D.V.F. Neves; A.S. da Silva Sobrinho; M. Massi; J.L. González-Carrasco; M. Lie-
blich; K.R. Cardoso

Growth and surface characterization of FeAlCr thin films deposited by magnetron
sputtering for biomedical applications

Thin Solid Films 608(2016)71-78

10.1016/j.tsf.2016.04.014

Cifuentes, S.C.; Bensiamar, F.; Gallardo-Moreno, A.M.; Osswald, T.A.; Gonzá-
lez-Carrasco, J.L.; Benavente, R.; González-Martín, M.L.; García-Rey, E.; Vila-
boa, N.; Saldaña, L.

Incorporation of Mg particles into PDLLA regulates mesenchymal stem cell and
macrophage responses

Journal of Biomedical Materials Research-Part A

104(2016)866-878

10.1002/jbm.a.35625

Morales-Rivas, L.; Garcia-Mateo, C.; Kuntz, M.; Sourmail, T.; Caballero, F.G.

Induced martensitic transformation during tensile test in nanostructured bainitic
steels

Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstruc-
ture and Processing

662(2016)169-177

10.1016/j.msea.2016.03.070

P. Pérez; S. Cabeza; G. Garcés; P. Adeva

Influence of long period stacking ordered phase arrangements on the corrosion
behaviour of extruded Mg97Y2Zn1 alloy

Corrosion Science

107(2016)107-112

10.1016/j.corsci.2016.02.024

Capdevila, C.; Aranda, M.M.; Rementeria, R.; Domínguez-Reyes, R.; Urones-Ga-
rrrote, E.; Miller, M.K.

Influence of nanovoids on α - α' Phase separation in FeCrAl
oxide dispersion strengthened alloy

Scripta Materialia

110(2016)53-56

10.1016/j.scriptamat.2015.07.044

Hidalgo-Manrique, P.; Orozco-Caballero, A.; Cepeda-Jiménez, C.M.; Ruano, O.A.; Carreño, F.

Influence of the Accumulative Roll Bonding Process Severity on the Microstructure and Superplastic Behaviour of 7075 Al Alloy

Journal of Materials Science and Technology 32(2016)774-782

10.1016/j.jmst.2016.06.004

González, S.; Pérez, P.; Garcés, G.; Adeva, P.

Influence of the processing route on the mechanical properties at high temperatures of Mg-Ni-Y-RE alloys containing LPSO-phases

Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing

673(2016)266-279

10.1016/j.msea.2016.07.077

Cifuentes, S.C.; Gavilán, R.; Lieblich, M.; Benavente, R.; González-Carrasco, J.L.

In vitro degradation of biodegradable polylactic acid/magnesium composites: Relevance of Mg particle shape

Acta Biomaterialia 32(2016)348-357

10.1016/j.actbio.2015.12.037

Frutos, E.; González-Carrasco, J.L.; Polcar, T.

Nanomechanical characterization of alumina coatings grown on FeCrAl alloy by thermal oxidation

Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 57(2016)310-320

10.1016/j.jmbbm.2016.01.027

M. Lieblich; S. Barriuso; J. Ibáñez; L. Ruiz-de-Lara; M. Díaz; J.L. Ocaña; A. Alberdi; J. L. González-Carrasco

On the fatigue behavior of medical Ti6Al4V roughened by grit blasting and abrasiveless waterjet peening

Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 63(2016)390-398

10.1016/j.jmbbm.2016.07.011

Crespo, L.; Hierro-Oliva, M.; Barriuso, S.; Vadillo-Rodríguez, V.; Montealegre, M.Á.; Saldaña, L.; Gomez-Barrena, E.; González-Carrasco, J.L.; González-Martín, M.L.; Vilaboa, N.

On the interactions of human bone cells with Ti6Al4V thermally oxidized by means of laser shock processing

Biomedical materials (Bristol, England)

2016 Feb 2;11(1):015009.

10.1088/1748-6041/11/1/015009

Fernández, R.; Bruno, G.; González-Doncel, G.

Primary and secondary creep in aluminum alloys as a solid state transformation

Journal of Applied Physics

2016, 120 (8): 085101

10.1063/1.4961524

Orozco-Caballero, A.; Hidalgo-Manrique, P.; Cepeda-Jiménez, C.M.; Rey, P.; Verdadera, D.; Ruano, O.A.; Carreño, F.

Strategy for severe friction stir processing to obtain acute grain refinement of an Al-Zn-Mg-Cu alloy in three initial precipitation states

Materials Characterization

112(2016)197-205

10.1016/j.matchar.2015.12.014

Capdevila, C.; Aranda, M.M.; Rementeria, R.; Chao, J.; Urones-Garrote, E.; Aldazabal, J.; Miller, M.K.

Strengthening by intermetallic nanoprecipitation in Fe-Cr-Al-Ti alloy

Acta Materialia 107(2016)27-37

10.1016/j.actamat.2016.01.039

Pedrazzini, S.; Galano, M.; Audebert, F.; Collins, D.M.; Hofmann, F.; Abbey, B.; Korsunsky, A.M.; Lieblich, M.; Garcia Escorial, A.; Smith, G.D.W.

Strengthening mechanisms in an Al-Fe-Cr-Ti nano-quasicrystalline alloy and composites

Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing

672(2016)175-183

10.1016/j.msea.2016.07.007

Niño Galeano, M.Á.; Mangalaraja, R.V.; Jiménez Rodríguez, J.A.; López, M.; Ávila, R.E.; Sanhueza, F.

Studies on the structural, quantitative and semi-quantitative analyses of NiO-GDC nanocomposites

RSC Advances 6(2016)72865-72876

10.1039/c6ra13723g

Naiara B. Goikoetxea; M. Belén Gómez-Manceboa; Rocío Fernández-Saavedra; Fernando García-Pérez; José Antonio Jiménez; Jonathan Rodríguez; Isabel Rucandioa; Alberto J. Quejidoa

Study of the performance of Co and Ni ferrites after several cycles involved in water-splitting thermochemical cycles

International Journal of Hydrogen Energy

41(2016)16696-16704

10.1016/j.ijhydene.2016.07.085

Vida, T.A.; Freitas, E.S.; Brito, C.; Cheung, N.; Arenas, M.A.; Conde, A.; De Damborenea, J.; Garcia, A.

Thermal Parameters and Microstructural Development in Directionally Solidified Zn-Rich Zn-Mg Alloys

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science

47(2016)3052-3064

10.1007/s11661-016-3494-7

- Cabeza, S.; Mishurova, T.; Bruno, G.; Garcés, G.; Requena, G.
The role of reinforcement orientation on the damage evolution of AlSi12CuMgNi + 15% Al₂O₃ under compression
Scripta Materialia
122(2016)115-118
10.1016/j.scriptamat.2016.05.023
- Sampath, S.; Rementeria, R.; Huang, X.; Poplawsky, J.D.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Janisch, R.
The role of silicon, vacancies, and strain in carbon distribution in low temperature bainite
Journal of Alloys and Compounds
673(2016)289-294
10.1016/j.jallcom.2016.02.151
- Garcia-Mateo, C.; Morales-Rivas, L.; Caballero, F.G.; Milbourn, D.; Sourmail, T.
Vanadium effect on a medium carbon forging steel
Metals
2016, 6(6), 130
10.3390/met6060130
- Orozco-Caballero, A.; Ruano, O.A.; Carreño, F.
Influence of Grain Coarsening on the Creep Parameters During the Superplastic Deformation of a Severely Friction Stir Processed Al-Zn-Mg-Cu Alloy
Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science
2017(48)3980-3984
10.1007/s11661-017-4198-3

2017

- Moreno-Fernandez, G.; Ibañez, J.; Rojo, J.M.; Kunowsky, M.
Activated Carbon Fiber Monoliths as Supercapacitor Electrodes
Advances in Materials Science and Engineering
2017 10.1155/2017/3625414 2017 3625414
- Fernández-Calderón, M.C.; Cifuentes, S.C.; Pacha-Olivenza, M.A.; Gallardo-Moreno, A.M.; Saldaña, L.; González-Carrasco, J.L.; Blanco, M.T.; Vilaboa, N.; González-Martín, M.L.; Pérez-Giraldo, C.
Antibacterial effect of novel biodegradable and bioresorbable PLDA/Mg composites
Biomedical materials (Bristol, England)
2017 10.1088/1748-605X/aa5a14 12 1 015025
- Villapún, V.M.; Zhang, H.; Howden, C.; Chow, L.C.; Esat, F.; Pérez, P.; Sort, J.; Bull, S.; Stach, J.; González, S.
Antimicrobial and wear performance of Cu-Zr-Al metallic glass composites
Materials and Design
2017 (115) 93-102
10.1016/j.matdes.2016.11.029

- Cifuentes, S.C.; Frutos, E.; Benavente, R.; Lorenzo, V.; González-Carrasco, J.L.
Assessment of mechanical behavior of PLA composites reinforced with Mg micro-particles through depth-sensing indentations analysis
Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 65(2017)781-790
10.1016/j.jmbbm.2016.09.013
- Rementeria, R.; Poplawsky, J.D.; Aranda, M.M.; Guo, W.; Jimenez, J.A.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.
Carbon concentration measurements by atom probe tomography in the ferritic phase of high-silicon steels
Acta Materialia 2017(125)359-368
10.1016/j.actamat.2016.12.013
- Francisca G. Caballero; Jonathan D. Poplawsky; Hung-Wei Yen; Rosalia Rementeria; Lucia Morales-Rivas; Jer-Ren Yang; Carlos Garcia-Mateo
Complex Nano-scale structures for unprecedented properties in steels
Materials Science Forum
2017(879)2401-2406
10.4028/www.scientific.net/MSF.879.2401
- Cifuentes, S.C.; Lieblisch, M.; López, F.A.; Benavente, R.; González-Carrasco, J.L.
Effect of Mg content on the thermal stability and mechanical behaviour of PLLA/Mg composites processed by hot extrusion
MATERIALS SCIENCE & ENGINEERING C-BIOMIMETIC AND SUPRAMOLECULAR SYSTEMS
72(2017)18-25
10.1016/j.msec.2016.11.037
- José Antonio Jiménez; Manuel Carsí; Oscar Antonio Ruano
Effect of rhenium on the microstructure and mechanical behavior of Fe-2.25Cr-1.6W-0.25V-0.1C bainitic steels
Journal of Materials Science and Technology
2017(33)1487-1493
10.1016/j.jmst.2017.08.001
- Palomar, T.
Effect of soil pH on the degradation of silicate glasses
International Journal of Applied Glass Science
2017(8)177-187
10.1111/ijag.12226
- Medina, J.; Pérez, P.; Garcés, G.; Adeva, P.
Effects of calcium, manganese and cerium-rich mischmetal additions on the mechanical properties of extruded Mg-Zn-Y alloy reinforced by quasicrystalline I-phase
Materials Characterization
2017(129)195-206
10.1016/j.matchar.2017.04.033
- Torkamani, H.; Rashvand, H.; Raygan, S.; Rassizadchghani, J.; Palizdar, Y.; Mateo, C.G.; Martin, D.S.

Effects of mo addition on the microstructure and mechanical properties of cast microalloyed steel

Iranian Journal of Materials Science and Engineering

2017(14)76-85

10.22068/ijmse.14.3.76

Delgado, M.C.; García-Galvan, F.R.; Llorente, I.; Pérez, P.; Adeva, P.; Feliu, S.

Influence of aluminium enrichment in the near-surface region of commercial twin-roll cast AZ31 alloys on their corrosion behaviour

Corrosion Science

2017(123)182-196

10.1016/j.corsci.2017.04.027

Celada-Casero, C.; Kooiker, H.; Groen, M.; Post, J.; San-Martin, D.

In-situ investigation of strain-induced martensitic transformation kinetics in an austenitic stainless steel by inductive measurements

Metals 2017 7 7 271

10.3390/met7070271

Duarte, M.J.; Kostka, A.; Crespo, D.; Jimenez, J.A.; Dippel, A.C.; Renner, F.U.; Dehm, G.

Kinetics and crystallization path of a Fe-based metallic glass alloy

Acta Materialia 2017(127)341-350

10.1016/j.actamat.2017.01.031

López, M.; Mangalaraja, R.V.; Jiménez, J.A.

Microstructure and magnetic properties of Cu₉₀-xCo₁₀Ni-x-7.5% SmCo₅ composite alloys prepared by mechanical alloying and hot pressing

Powder Metallurgy 2017(60)33-4

10.1080/00325899.2016.1269431

Moreno-Fernandez, G.; Kunowsky, M.; Lillo-Ródenas, M.Á.; Ibañez, J.; Rojo, J.M.
New Carbon Monoliths for Supercapacitor Electrodes. Looking at the Double Layer

CHEMELECTROCHEM

2017(4)1016-1025

10.1002/celc.201600848

Rementeria, R.; Jimenez, J.A.; Allain, S.Y.P.; Geandier, G.; Poplawsky, J.D.; Guo, W.; Urones-Garrote, E.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.

Quantitative assessment of carbon allocation anomalies in low temperature bainite

Acta Materialia

2017(133)333-345

10.1016/j.actamat.2017.05.048

Herlach, D.M.; Burggraf, S.; Galenko, P.; Gandin, C.A.; Garcia-Escorial, A.; Heinein, H.; Karrasch, C.; Mullis, A.; Rettenmayr, M.; Vallotton, J.

Solidification of Undercooled Melts of Al-Based Alloys on Earth and in Space
JOM

2017 69 1303 1310

10.1007/s11837-017-2402-y

Villapún, V.M.; Medina, J.; Pérez, P.; Esat, F.; Inam, F.; González, S.

Strategy for preventing excessive wear rate at high loads in bulk metallic glass composites

Materials and Design

2017(135)300-308

10.1016/j.matdes.2017.09.035

Díaz Silva, N.; Salas, B.V.; Nedev, N.; Alvarez, M.C.; Rull, J.M.B.; Zlatev, R.; Stoytcheva, M.

Synthesis of Carbon Nanofibers with Maghemite via a Modified Sol-Gel Technique

Journal of Nanomaterials 2017

10.1155/2017/5794312 2017 5794312

Prabhakaran, T.; Mangalaraja, R.V.; Denardin, J.C.; Jiménez, J.A.

The effect of calcination temperature on the structural and magnetic properties of co-precipitated CoFe_2O_4 nanoparticles

Journal of Alloys and Compounds 2017 716 171 183 10.1016/j.jallcom.2017.05.048

Prabhakaran, T.; Mangalaraja, R.V.; Denardin, J.C.; Jiménez, J.A.

The effect of reaction temperature on the structural and magnetic properties of nano CoFe_2O_4

Ceramics International

2017 43 5599 5606

10.1016/j.ceramint.2017.01.092

Torkamani, H.; Raygan, S.; Mateo, C.G.; Rassizadehghani, J.; Vivas, J.; Palizdar, Y.; San-Martin, D.

The influence of La and Ce addition on inclusion modification in cast niobium microalloyed steels

Metals 2017

10.3390/met7090377 7 9 377

Sourmail, T.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.; Cazottes, S.; Epicier, T.; Danoix, F.; Milbourn, D.

The Influence of Vanadium on Ferrite and Bainite Formation in a Medium Carbon Steel

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science

2017 48 3985 3996

10.1007/s11661-017-4188-5

E. Jimenez-Relinque; I. Llorente; M. Castellote

TiO_2 cement-based materials: Understanding optical properties and electronic band structure of complex matrices

Catalysis Today

2017 287 203 209

10.1016/j.cattod.2016.11.015

Garcia-Mateo, C.; Paul, G.; Somani, M.C.; Porter, D.A.; Bracke, L.; Latz, A.; de Andres, C.G.; Caballero, F.G.

Transferring nanoscale bainite concept to lower C contents: A perspective
Metals 2017

10.3390/met7050159 7 5 159

2018

I. Aldama; V. Barranco; J. Ibáñez; José Manuel Amarilla; J.M. Rojo
A Procedure for Evaluating the Capacity Associated with Battery-Type Electrode and Supercapacitor-Type One in Composite Electrodes

Journal of the Electrochemical Society

2018(165)A4034-A4040

10.1149/2.1131816jes

Garcia-Mateo, C.

Bainite and martensite: Developments and challenges

Metals 2018 8 11 966

10.3390/met8110966

Rementeria, R.; Capdevila, C.; Domínguez-Reyes, R.; Poplawsky, J.D.; Guo, W.; Urones-Garrote, E.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.

Carbon Clustering in Low-Temperature Bainite

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science 2018(49)5277-5287

10.1007/s11661-018-4899-2

Horváth, K.; Drozdenko, D.; Máthis, K.; Garcés, G.; Dobro, P.

Characterization of active deformation mechanisms in Mg alloys with LPSO phase

ACTA PHYSICA POLONICA A 2018(134)815-819

10.12693/APhysPolA.134.815

Horváth, K.; Drozdenko, D.; Daniš, S.; Garcés, G.; Máthis, K.; Kim, S.; Dobro, P.
Characterization of Microstructure and Mechanical Properties of Mg–h;Y–Zn Alloys with Respect to Different Content of LPSO Phase

Advanced Engineering Materials 2018 20 1 1700396

10.1002/adem.201700396

Garcés, G.; Máthis, K.; Medina, J.; Horváth, K.; Drozdenko, D.; Oñorbe, E.; Dobro, P.; Pérez, P.; Klaus, M.; Adeva, P.

Combination of in-situ diffraction experiments and acoustic emission testing to understand the compression behavior of Mg-YZn alloys containing LPSO phase under different loading conditions

International Journal of Plasticity 2018(106)107-128

10.1016/j.ijplas.2018.03.004

Hadi Torkamani; Shahram Raygan; Carlos Garcia Mateo; Jafar Rassizadehghani; Yahya Palizdar; David San-Martin

Contributions of Rare Earth Element (La,Ce) Addition to the Impact Toughness of Low Carbon Cast Niobium Microalloyed Steels

Metals and Materials International

2018(24)773-788

10.1007/s12540-018-0084-9

Turk, A.; San Martín, D.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.; Galindo-Nava, E.I.

Correlation between vanadium carbide size and hydrogen trapping in ferritic steel

Scripta Materialia 2018(152)112-116

10.1016/j.scriptamat.2018.04.013

Frutos, E.; Karlík, M.; Jiménez, J.A.; Langhansová, H.; Lieskovská, J.; Polcar, T.

Development of new β /' α '-Ti-Nb-Zr biocompatible coating with low Young's modulus and high toughness for medical applications

Materials and Design

2018 142 44 55

10.1016/j.matdes.2018.01.014

Capdevila, C.; Rementeria, R.; Aranda, M.M.; Vivas, J.; Chao, J.; Amigó, V.

Effect of extensive and limited plastic deformation on recrystallized microstructure of oxide dispersion strengthened Fe-Cr-Al alloy

Metals 2018

8 12 1052

10.3390/met8121052

Cabeza, S.; Müller, B.R.; Pereyra, R.; Fernández, R.; González-Doncel, G.; Bruno, G.

Evidence of damage evolution during creep of Al-Mg alloy using synchrotron X-ray refraction

Journal of Applied Crystallography

2018 51 420 427

10.1107/S1600576718001449

Torkamani, H.; Raygan, S.; Garcia-Mateo, C.; Rassizadehghani, J.; Palizdar, Y.; San-Martin, D.

Evolution of Pearlite Microstructure in Low-Carbon Cast Microalloyed Steel Due to the Addition of La and Ce

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science

2018 49 4495 4508

10.1007/s11661-018-4796-8

K. Mathis; M. El-Tahawy; G. Garcés; J. Gubicza

Evolution of the dislocation structure during compression in a $Mg_{92}Zn_6Y_2$ alloy with long period stacking ordered structure

Magnesium Technology

2018 F7 385 389

10.1007/978-3-319-72332-7_60

Fernández, R.; Bruno, G.; González-Doncel, G.

Fractal nature of aluminum alloys substructures under creep and its implications

Journal of Applied Physics

2018 123 14 145108
10.1063/1.5012035

Garces, G.; Medina, J.; Pérez, P.; Máthis, K.; Horváth, K.; Stark, A.; Schell, N.; Adeva, P.

Influence of quasicrystal I-phase on twinning of extruded Mg-Zn-Y alloys under compression

Acta Materialia

2018 151 271 281
10.1016/j.actamat.2018.03.060

Zimmermann, T.; Ferrandez-Montero, A.; Lieblich, M.; Ferrari, B.; González-Carrasco, J.L.; Müller, W.D.; Schwitalla, A.D.

In vitro degradation of a biodegradable polylactic acid/magnesium composite as potential bone augmentation material in the presence of titanium and PEEK dental implants

Dental Materials

2018 34 1492 1500
10.1016/j.dental.2018.06.009

J.L. Ocaña; J.L. González-Carrasco; M. Lieblich; J.A. Porro; M. Díaz; F. Cordovilla; I. Angulo; I. Izaguirre

Laser Shock Processing as an Advanced Technique for the Surface and Mechanical Resistance Properties Modification of Bioabsorbable Magnesium Alloys

MATERI. SCI. FORUM

2018 941 2489 2494
10.4028/www.scientific.net/MSF.941.2489

Garces, G.; Cabeza, S.; Barea, R.; Pérez, P.; Adeva, P.

Maintaining high strength in Mg-LPSO alloys with low yttrium content using severe plastic deformation

MATERIALS

2018 11 5 733
10.3390/ma11050733

Garcés, G.; Pérez, P.; Barea, R.; Chávez, B.W.; Medina, J.; Adeva, P.

Microstructural evolution and dynamic strain aging (DSA) of Mg-6%Gd-1%Zn alloy during tension and compression testing at intermediate temperatures

Revista de Metalurgia

2018 54 3 e124
10.3989/revmetalm.124

Rementeria, R.; Garcia-Mateo, C.; Caballero, F.G.

New insights into carbon distribution in bainitic ferrite Neue Erkenntnisse zur Kohlenstoffverteilung in bainitischem Ferrit HTM - Journal of Heat Treatment and Materials

2018 73 68 79
10.3139/105.110351

Cui, W.; San-Martín, D.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.

Stability of retained austenite in martensitic high carbon steels. Part I: Thermal stability

Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing

2018 711 683 695

10.1016/j.msea.2017.10.102

Evsevelev, S.; Mishurova, T.; Cabeza, S.; Koos, R.; Sevostianov, I.; Garcés, G.; Requena, G.; Fernández, R.; Bruno, G.

The role of intermetallics in stress partitioning and damage evolution of AlSi-12CuMgNi alloy

Materials Science & Engineering A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing

2018 736 453 464

10.1016/j.msea.2018.08.070

3) Modelización y simulación aplicados al diseño de nuevos materiales metálicos y nuevas superficies.

2016

Mueller, I.; Rementeria, R.; Caballero, F.G.; Kuntz, M.; Sourmail, T.; Kerscher, E.

A constitutive relationship between fatigue limit and microstructure in nanostructured bainitic steels

Materials

(2016),9(10), 831

10.3390/ma9100831

Aranda, M.M.; Rementeria, R.; Capdevila, C.; Hackenberg, R.E.

Can Pearlite form Outside of the Hultgren Extrapolation of the Ae3 and Ac_m Phase Boundaries?

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science 47(2016)649-660

10.1007/s11661-015-3249-x

Morales-Rivas, L.; Garcia-Mateo, C.; Sourmail, T.; Kuntz, M.; Rementeria, R.; Caballero, F.G.

Ductility of nanostructured bainite

Metals

2016 6(12), 302

10.3390/met6120302

Fernández-González, D.; Martín-Duarte, R.; Ruiz-Bustanza, Í.; Mochón, J.; González-Gasca, C.; Verdeja, L.F.

Optimization of Sinter Plant Operating Conditions Using Advanced Multivariate Statistics: Intelligent Data Processing

JOM

68(2016)2089-2095

10.1007/s11837-016-2002-2

Martin-Aranda, M.; Rementeria, R.; Hackenberg, R.; Urones-Garrote, E.; Tsai, S.P.; Yang, J.R.; Capdevila, C.

The non-steady state growth of pearlite outside the hultgren extrapolation

Materials

2016 Dec 14;9(12). pii: E998

10.3390/ma9120998

J.I. Hidalgo; R. Fernandez; J.M. Colmenar; F. Cioffi; J.L. Risco-Martin; G. Gonzalez-Doncel

Using Evolutionary Algorithms to determine the residual stress profile across welds of age-hardenable aluminum alloys

Applied Soft Computing Journal

40(2016)429-438

10.1016/j.asoc.2015.11.004

Alonso, M.; Carsí, M.; Huang, C.H.

Using the fully developed concentration profile to determine particle penetration in a laminar flow tube

Journal of Aerosol Science

97(2016)34-37

10.1016/j.jaerosci.2016.04.002

2017

IGNACIO RIEIRO; MANUEL CARSI; OSCAR A. RUANO

A New Stability Criterion for the Hot Deformation Behavior of Materials: Application to the AZ31 Magnesium Alloy

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science

2017(48) 3445-3460

10.1007/s11661-017-4102-1

Rementeria, R.; Caballero, F.G.; Morales-Rivas, L.; Garcia-Mateo, C.

Developing nanostructured metal at the atomic and nano scales

ADVANCED MATERIALS & PROCESSES

2017(175)21 -24

Sánchez-Gutiérrez, J.; Chao, J.; Vivas, J.; Galvez, F.; Capdevila, C.

Influence of texture on impact toughness of ferritic Fe-20Cr-5Al oxide dispersion strengthened steel

MATERIALS

2017 10 7 745

10.3390/ma10070745

Fernández-González, D.; Ruiz-Bustinza, I.; Mochón, J.; González-Gasca, C.; Verdeja, L.F.

Iron Ore Sintering: Environment, Automatic, and Control Techniques

Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review 2017(38)238-249

10.1080/08827508.2017.1288118

Fernández-González, D.; Ruiz-Bustanza, I.; Mochón, J.; González-Gasca, C.; Verdeja, L.F.

Iron Ore Sintering: Process

Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review 2017(38)215-227

10.1080/08827508.2017.1288115

Fernández-González, D.; Ruiz-Bustanza, I.; Mochón, J.; González-Gasca, C.; Verdeja, L.F.

Iron Ore Sintering: Quality Indices

Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review 2017(38)254-264

10.1080/08827508.2017.1323744

Fernández-González, D.; Ruiz-Bustanza, I.; Mochón, J.; González-Gasca, C.; Verdeja, L.F.

Iron Ore Sintering: Raw Materials and Granulation

Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review 2017 (38)36-46

10.1080/08827508.2016.1244059

Kim, B.; San-Martin, D.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.

Modelling recovery kinetics in high-strength martensitic steels

Philosophical Magazine Letters

2017 97 280 286

10.1080/09500839.2017.1342048

Maidier García de Cortazar; Felix Peñalba; Elena Silveira; Xabier Gómez-Mitxelena; Manuel Carsí; Oscar A. Ruano

Modelling the optimum hot workability of TiB reinforced Ti-6Al-4 V alloy by stability maps

International Journal of Material Forming

2017 10 379 387

10.1007/s12289-016-1287-6

Toda-Caraballo, I.; Wróbel, J.S.; Nguyen-Manh, D.; Pérez, P.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.

Simulation and Modeling in High Entropy Alloys

JOM

2017(69)2137-2149

10.1007/s11837-017-2524-2

Hernández-Alvarado, L.A.; Hernández, L.S.; Garrido, J.; Rivera-Villalobos, S.; Escudero, M.L.

Statistical design of the parameters involved in the obtainment of a biodegradable phytate coating over AZ31 alloy for possible endoprosthetic temporary applications

Surface and Coatings Technology

2017(325)473-48110.1016/j.surfcoat.2017.06.061

Ramos, R.; Valdez-Salas, B.; Zlatev, R.; Wiener, M.S.; Rull, J.M.B.

The discrete wavelet transform and its application for noise removal in localized corrosion measurements

International Journal of Corrosion 2017
10.1155/2017/7925404 2017 7925404

Medina, S.F.; Ruiz-Bustanza, I.; Robla, J.; Calvo, J.
Theoretical and experimental nucleation and growth of precipitates in a medium carbon-vanadium steel
Metals
2017 10.3390/met7020045 7 2 45

Cui, W.; San-Martín, D.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.
Towards efficient microstructural design and hardness prediction of bearing steels — An integrated experimental and numerical study
Materials and Design
2017 133 464 475
10.1016/j.matdes.2017.08.013

2018

O.A. Ruano; M. Carsí
Comparison of efficiency and stability maps obtained by various methods
Advances in Materials and Processing Technologies 2018(4)132-141
10.1080/2374068X.2017.1410689

Menou, E.; Tancret, F.; Toda-Caraballo, I.; Ramstein, G.; Castany, P.; Bertrand, E.; Gautier, N.; Rivera Díaz-Del-Castillo, P.E.J.
Computational design of light and strong high entropy alloys(HEA: Obtainment of an extremely high specific solid solution hardening
Scripta Materialia
2018(156) 120-123
10.1016/j.scriptamat.2018.07.024

Menou, E.; Toda-Caraballo, I.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.; Pineau, C.; Bertrand, E.; Ramstein, G.; Tancret, F.
Evolutionary design of strong and stable high entropy alloys using multi-objective optimisation based on physical models, statistics and thermodynamics
Materials and Design
2018 143 185 195
10.1016/j.matdes.2018.01.045

Groen, M.; Zijlstra, G.; San-Martin, D.; Post, J.; De Hosson, J.T.M.
Product shape change by internal stresses
Materials and Design
2018 157 492 500
10.1016/j.matdes.2018.08.013

Sánchez-Deza, A.; Bastidas, D.M.; Iglesia, A.L.; Mora, E.M.; Bastidas, J.M.
Service life prediction for 50-year-old buildings in marine environments
Revista de Metalurgia
2018 54
10.3989/revmetalm.111

Jelita Rydel, J.; Toda-Caraballo, I.; Guetard, G.; Rivera-Díaz-del-Castillo, P.E.J.
Understanding the factors controlling rolling contact fatigue damage in VIM-VAR
M50 steel

International Journal of Fatigue

2018 108 68 78

10.1016/j.ijfatigue.2017.10.018

4) Procesos de corrosión, funcionalización de superficies y desarrollo de nuevos sistemas de protección

2016

Palomar, T.; Ramírez Barat, B.; García, E.; Cano, E.

A comparative study of cleaning methods for tarnished silver

Journal of Cultural Heritage

17(2016)20-26

10.1016/j.culher.2015.07.012

Alcántara, J.; Chico, B.; Simancas, J.; Díaz, I.; de la Fuente, D.; Morcillo, M.

An attempt to classify the morphologies presented by different rust phases formed during the exposure of carbon steel to marine atmospheres

Materials Characterization

118(2016)65-78

10.1016/j.matchar.2016.04.027

Ojeda, V.A.; Lázaro, L.; Benito, J.J.; Bastidas, J.M.

Assessment of cathodic protection by close interval survey incorporating the instant off potential method

Corrosion Engineering Science and Technology

51(2016)241-247

10.1179/1743278215Y.0000000041

de la Fuente, D.; Alcántara, J.; Chico, B.; Díaz, I.; Jiménez, J.A.; Morcillo, M.

Characterisation of rust surfaces formed on mild steel exposed to marine atmospheres using XRD and SEM/Micro-Raman techniques

Corrosion Science

110(2016)253-264

10.1016/j.corsci.2016.04.034

Criado, M.; Sobrados, I.; Bastidas, J.M.; Sanz, J.

Corrosion behaviour of coated steel rebars in carbonated and chloride-contaminated alkali-activated fly ash mortar

Progress in Organic Coatings

99(2016)11-22

10.1016/j.porgcoat.2016.04.040

Khorsand, S.; Raeissi, K.; Ashrafizadeh, F.; Arenas, M.A.; Conde, A.

Corrosion behaviour of super-hydrophobic electrodeposited nickel-cobalt alloy film

Applied Surface Science
364(2016)349-357
10.1016/j.apsusc.2015.12.122

D.M. Bastidas; J.F Campos; L. del Real.
Corrosión en soldadura de nuevos aceros inoxidables en armaduras de hormigón.
Industria Química
40(2016)38-46

Cheng, N.; Cheng, J.; Valdez, B.; Schorr, M.; Salinas, R.; Bastidas, J.M.
Corrosion inhibitors for prolonged protection of military equipment and vehicles
Materials Performance
55(2016)54-57

De La Fuente, D.; Díaz, I.; Alcántara, J.; Chico, B.; Simancas, J.; Llorente, I.; García-Delgado, A.; Jiménez, J.A.; Adeva, P.; Morcillo, M.
Corrosion mechanisms of mild steel in chloride-rich atmospheres
Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion
67(2016)227-238
10.1002/maco.201508488

Beltrán-Partida, E.; Valdez-Salas, B.; Escamilla, A.; Curiel, M.; Valdez-Salas, E.; Nedev, N.; Bastidas, J.M.
Disinfection of titanium dioxide nanotubes using super-oxidized water decrease bacterial viability without disrupting osteoblast behavior
Materials Science & Engineering C-Biomimetic and Supramolecular Systems
60(2016)239-245
10.1016/j.msec.2015.11.042

Marín-Sánchez, M.; Conde, A.; García-Rubio, M.; Lavia, A.; García, I.
Durability of titanium adhesive bonds with surface pretreatments based on alkaline anodization
International Journal of Adhesion and Adhesives
70(2016)225-233
10.1016/j.ijadhadh.2016.07.001

Hernández-López, J.M.; Conde, A.; de Damborenea, J.J.; Arenas, M.A.
Electrochemical response of TiO₂ anodic layers fabricated on Ti6Al4V alloy with nanoporous, dual and nanotubular morphology
Corrosion Science
112(2016)194-203
10.1016/j.corsci.2016.07.021

A.J. Vázquez-Vaamonde; I. Padilla; J. García-Hierro; J.I. Robla; A. López-Delgado
Energía Solar de Alta Temperatura aplicada a la Obtención de Metales
MEMORIAS DEL CONGRESO XXII SOMIM
2016

Palomar, T.; Oujja, M.; Llorente, I.; Ramírez Barat, B.; Cañamares, M.V.; Cano, E.; Castillejo, M.

Evaluation of laser cleaning for the restoration of tarnished silver artifacts

Applied Surface Science

387(2016)118-127

10.1016/j.apsusc.2016.06.017

Cheng, N.; Cheng, J.; Valdez, B.; Schorr, M.; Bastidas, J.M.

Inhibition of seawater steel corrosion via colloid formation

Materials Performance

55(2016)48-50

Galván, J.C.; Larrea, M.T.; Bracerás, I.; Multigner, M.; González-Carrasco, J.L.

In vitro corrosion behaviour of surgical 316LVM stainless steel modified by Si⁺ ion implantation - An electrochemical impedance spectroscopy study

Journal of Alloys and Compounds

676(2016)414-427

10.1016/j.jallcom.2016.03.162

O.G. Bodelón; C.Clemente; M.A. Alobera; S. Aguado-Henche; M.L.Escudero; M.C. García-Alonso

OSSEOINTEGRATION OF Ti6Al4V DENTAL IMPLANTS MODIFIED BY THERMAL OXIDATION IN OSTEOPOROTIC RABBITS

International Journal of Implant Dentistry

2016 2:18

10.1186/s40729-016-0051-5

Hernández-Alvarado, L.A.; Hernández, L.S.; Lomelí, M.A.; Miranda, J.M.; Narváez, L.; Diaz, I.; Escudero, M.L.

Phytic acid coating on Mg-based materials for biodegradable temporary endoprosthetic applications

Journal of Alloys and Compounds

664(2016)609-618

10.1016/j.jallcom.2016.01.011

Matykina, E.; Garcia, I.; Arrabal, R.; Mohedano, M.; Mingo, B.; Sancho, J.; Merino, M.C.; Pardo, A.

Role of PEO coatings in long-term biodegradation of a Mg alloyApplied Surface Science

389(2016)810-823

10.1016/j.apsusc.2016.08.005

Carbonell, D.J.; García-Casas, A.; Izquierdo, J.; Souto, R.M.; Galvan, J.C.; Jiménez-Morales, A.

Scanning electrochemical microscopy characterization of sol-gel coatings applied on AA2024-T3 substrate for corrosion protection

Corrosion Science

111(2016)625-636

10.1016/j.corsci.2016.06.002

Morcillo, M.; Wolthuis, R.; Alcántara, J.; Chico, B.; Díaz, I.; De La Fuente, D.
Scanning electron microscopy/micro-Raman: A very useful technique for characterizing the morphologies of rust phases formed on carbon steel in atmospheric exposures

Corrosion

72(2016)1044-1054

10.5006/2059

Morcillo, M.; Chico, B.; Alcántara, J.; Díaz, I.; Wolthuis, R.; De La Fuente, D.
SEM/micro-raman characterization of the morphologies of marine atmospheric corrosion products formed on mild steel

Journal of the Electrochemical Society

163(2016)C426-C439

10.1149/2.0411608jes

García, I.; Gracia-Escosa, E.; Bayod, M.; Conde, A.; Arenas, M.A.; Damborenea, J.; Romero, A.; Rodríguez, G.

Sustainable production of titanium foams for biomedical applications by Concentrated Solar Energy sintering

Materials Letters

185(2016)420-423

10.1016/j.matlet.2016.09.037

R. Nevshupa; K. Cruz; S. Ramos; I. Llorente; I. Martinez; E. Roman

Triboemission of gases from iron and construction steel: The effect of surface conditions

Tribology International

97(2016)360-370

10.1016/j.triboint.2016.01.051

Ojeda, V.A.; Lázaro, L.; Benito, J.J.; Bastidas, J.M.

Use of the polarisation shift criterion to evaluate cathodic protection of on-grade steel storage tanks

Corrosion Engineering Science and Technology

51(2016)522-526

10.1080/1478422X.2016.1160607

2017

Fajardo, S.; Frankel, G.S.

A kinetic model explaining the enhanced rates of hydrogen evolution on anodically polarized magnesium in aqueous environments

Electrochemistry Communications

84(2017)36-39

10.1016/j.elecom.2017.10.001

Chang, T.; Wallinder, I.O.; de la Fuente, D.; Chico, B.; Morcillo, M.; Welter, J.M.; Leygraf, C.

Analysis of historic copper patinas. Influence of inclusions on patina uniformity

MATERIALS

2017

10.3390/ma10030298 10 3 298

Blanca Ramírez Barat; Ana Crespo; Emma García; Soledad Díaz; Emilio Cano
An EIS study of the conservation treatment of the bronze sphinxes at the Museo
Arqueológico Nacional (Madrid)

Journal of Cultural Heritage

2017(24)93-99

10.1016/j.culher.2016.10.010

B. Chico; D. de la Fuente; I.Díaz; J. Simancas; M. Morcillo

Annual atmospheric corrosion of carbon steel worldwide. An integration of ISO-
CORRAG, ICP/UNECE and MICAT databases

Materials

2017

10.3390/ma10060601 10 6 601

Zea, C.; Alcántara, J.; Barranco-García, R.; Simancas, J.; Morcillo, M.; de la
Fuente, D.

Anticorrosive behavior study by localized electrochemical techniques of sol-gel
coatings loaded with smart nanocontainers

Journal of Coatings Technology Research

14(2017)841-850

10.1007/s11998-017-9936-3

Sánchez-Deza, A.; Bastidas, D.M.; Iglesia, A.L.; Bastidas, J.-M.

A simple thermodynamic model on the cracking of concrete due to rust formed
after casting

Anti-Corrosion Methods and Materials

2017(64)335-339

10.1108/ACMM-11-2015-1602

Perez-Jorge, C.; Arenas, M.A.; Conde, A.; Hernández-Lopez, J.M.; de Dambore-
nea, J.J.; Fisher, S.; Hunt, A.M.A.; Esteban, J.; James, G.

Bacterial and fungal biofilm formation on anodized titanium alloys with fluorine

Journal of Materials Science: Materials in Medicine

2017(28)1-8

10.1007/s10856-016-5811-5

Aguilera-Correa, J.J.; Conde, A.; Arenas, M.A.; De-Damborenea, J.J.; Marin, M.;
Doadrio, A.L.; Esteban, J.

Bactericidal activity of the Ti-13Nb-13Zr alloy against different species of bacte-
ria related with implant infection

Biomedical materials (Bristol, England)

2017

10.1088/1748-605X/aa770c 12 4 045022

J-J. Aguilera-Correa; A. Conde; M. A. Arenas; J. J de Damborenea; M. Marin; A.
Doadrio; J. Esteban

Bactericidal activity of Ti-13Nb-13Zr alloy against different species of bacteria
related with implant infection

Biomedical materials (Bristol, England)

2017

<http://dx.doi.org/10.1088/1748-605X/aa770c>

12 4 045022

El Hadad, A.A.; Peón, E.; García-Galván, F.R.; Barranco, V.; Parra, J.; Jiménez-Morales, A.; Galván, J.C.

Biocompatibility and corrosion protection behaviour of hydroxyapatite sol-gel-derived coatings on Ti6Al4V alloy

MATERIALS

2017

10.3390/ma10020094 10 2 94

Morcillo, M.; Chang, T.; Chico, B.; de la Fuente, D.; Odnevall Wallinder, I.; Jiménez, J.A.; Leygraf, C.

Characterisation of a centuries-old patinated copper roof tile from Queen Anne's Summer Palace in Prague

Materials Characterization

2017(133)146-155

10.1016/j.matchar.2017.09.034

Redondo-Marugán, J.; Piquero-Cilla, J.; Doménech-Carbó, M.T.; Ramírez Barat, B.; Sekhaneh, W.A.; Capelo, S.; Doménech-Carbó, A.

Characterizing archaeological bronze corrosion products intersecting electrochemical impedance measurements with voltammetry of immobilized particles

Electrochimica Acta

2017(246)269-279

10.1016/j.electacta.2017.05.190

Aldama, I.; Barranco, V.; Kunowsky, M.; Ibañez, J.; Rojo, J.M.

Contribution of Cations and Anions of Aqueous Electrolytes to the Charge Stored at the Electric Electrolyte/Electrode Interface of Carbon-Based Supercapacitors

Journal of Physical Chemistry C

2017(121)12053-12062

10.1021/acs.jpcc.7b03003

Ávila, R.; Medina, E.; Bastidas, D.M.

Corrosion and mechanical performance of reinforced mortar and concrete made with MSWI bottom ash

Revista de Metalurgia

2017 53 3 e102

10.3989/revmetalm.102

De Damborenea, J.J.; Arenas, M.A.; Larosa, M.A.; Jardini, A.L.; de Carvalho Zavgla, C.A.; Conde, A.; Conde, A.

Corrosion of Ti6Al4V pins produced by direct metal laser sintering

Applied Surface Science

2017(393)340-347

10.1016/j.apsusc.2016.10.031

Vida, T.A.; Conde, A.; Freitas, E.S.; Arenas, M.A.; Cheung, N.; Brito, C.; de Damborenea, J.; Garcia, A.

Directionally solidified dilute Zn-Mg alloys: Correlation between microstructure and corrosion properties

Journal of Alloys and Compounds

2017(723)536-547

10.1016/j.jallcom.2017.06.228

Maeztu, J.D.; Rivero, P.J.; Berlanga, C.; Bastidas, D.M.; Palacio, J.F.; Rodriguez, R.

Effect of graphene oxide and fluorinated polymeric chains incorporated in a multilayered sol-gel nanocoating for the design of corrosion resistant and hydrophobic surfaces

Applied Surface Science

2017(419)138-149

10.1016/j.apsusc.2017.05.043

Palomar, T.; Chabas, A.; Bastidas, D.M.; de la Fuente, D.; Verney-Carron, A.

Effect of marine aerosols on the alteration of silicate glasses

Journal of Non-Crystalline Solids

2017(471)328-337

10.1016/j.jnoncrysol.2017.06.013

Chávez-Díaz, M.P.; Escudero-Rincón, M.L.; Arce-Estrada, E.M.; Cabrera-Sierra, R.

Effect of the heat-treated Ti6Al4V alloy on the fibroblastic cell response

MATERIALS

2017

10.3390/ma11010021 11 1 21

Martinez-Perez, M.; Perez-Jorge, C.; Lozano, D.; Portal-Nuñez, S.; Perez-Tanoira, R.; Conde, A.; Arenas, M.A.; Hernandez-Lopez, J.M.; De Damborenea, J.J.; Gomez-Barrena, E.; Esbrit, P.; Esteban, J.

Evaluation of bacterial adherence of clinical isolates of Staphylococcus sp. using a competitive model: An in vitro approach to the “race for the surface” theory

Bone and Joint Research

2017(6)315-322

10.1302/2046-3758.65.BJR-2016-0226.R2

Vega, J.M.; Granizo, N.; Simancas, J.; Díaz, I.; Morcillo, M.; de la Fuente, D.

Exploring the corrosion inhibition of aluminium by coatings formulated with calcium exchange bentonite

Progress in Organic Coatings 2017(111)273-282

10.1016/j.porgcoat.2017.04.046

E. Gracia-Escosa; I. García; J.J. de Damborenea; A. Conde

Friction and wear behaviour of tool steels sliding against high strength boron Steel

Journal of Materials Research and Technology

2017(6)241-250

10.1016/j.jmrt.2017.04.002

M. Esmaily; J.E. Svensson; S. Fajardo; N. Birbilis; G.S. Frankel; S. Virtanen; R. Arrabal; S. Thomas; L.G. Johansson

Fundamentals and advances in magnesium alloy corrosion

Progress in Materials Science

2017(89)92-193

10.1016/j.pmatsci.2017.04.011

Zea, C.; Barranco-García, R.; Alcántara, J.; Chico, B.; Morcillo, M.; de la Fuente, D.
Hollow mesoporous silica nanoparticles loaded with phosphomolybdate as smart anticorrosive pigment

Journal of Coatings Technology Research

2017(14)869-878

10.1007/s11998-017-9924-7

Tidblad, J.; Kreislová, K.; Faller, M.; de la Fuente, D.; Yates, T.; Verney-Carron, A.; Grøntoft, T.; Gordon, A.; Hans, U.

ICP materials trends in corrosion, soiling and air pollution (1987-2014)

MATERIALS

2017 10 8 969

10.3390/ma10080969

Beltrán-Partida E.; Valdéz-Salas B.; Moreno-Ulloa A.; Escamilla A.; Curiel M.A.; Rosales-Ibáñez R.; Villarreal F.; D.M. Bastidas; J.M. Bastidas.

Improved in vitro angiogenic behavior on anodized titanium dioxide nanotubes

Journal of Nanobiotechnology

2017 15 1 10

10.1186/s12951-017-0247-8

Laura Prieto-Borja; Ana Conde; María A. Arenas; Juan J. de Damborenea; Jaime Esteban

Influence of exposure time on release of bacteria from a biofilm on Ti6Al4V discs using sonication: An in vitro model.

Diagnostic Microbiology and Infectious Disease

2017(89)258-261

10.1016/j.diagmicrobio.2017.08.018

Feliu, S.; García-Galvan, F.R.; Llorente, I.; Diaz, L.; Simancas, J.

Influence of hydrogen bubbles adhering to the exposed surface on the corrosion rate of magnesium alloys AZ31 and AZ61 in sodium chloride solution

Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion

2017(68)651-663

10.1002/maco.201609233

R. del Valle-Zermeño; E. Medina; J.M. Chimenos; J. Formosa; I. Llorente; D.M. Bastidas

Influence of MSWI bottom ash as unbound granular material on the corrosion behaviour of reinforced concrete.

Journal of Material Cycles and Waste Management

2017(19)124-133

10.1007/s10163-015-0388-5

Alcántara, J.; de la Fuente, D.; Chico, B.; Simancas, J.; Díaz, I.; Morcillo, M.

Marine atmospheric corrosion of carbon steel: A review

MATERIALS

2017 10 4 406

10.3390/ma10040406

Bertelli, F.; Freitas, E.S.; Cheung, N.; Arenas, M.A.; Conde, A.; de Damborenea, J.; Garcia, A.

Microstructure, tensile properties and wear resistance correlations on directionally solidified Al-Sn-(Cu; Si) alloys

Journal of Alloys and Compounds

2017(695)3621-3631

10.1016/j.jallcom.2016.11.399

Morcillo, M.; Chico, B.; De La Fuente, D.; Alcántara, J.; Wallinder, I.O.; Leygraf, C.

On the mechanism of rust exfoliation in marine environments

Journal of the Electrochemical Society

2017(164)C8-C16

10.1149/2.0131702jes]

Chávez-Díaz, M.P.; Escudero-Rincón, M.L.; Arce-Estrada, E.M.; Cabrera-Sierra, R.

Osteoblast cell response on the Ti6Al4V alloy heat-treated

MATERIALS

2017

10.3390/ma10040445 10 4 445

Peón, E.; Domínguez, C.; Pérez, H.; Galván, J.C.; Ortiz, J.A.R.; Pavón, J.J.; Torres, Y.

Sol-gel deposition of bioactive hydroxyapatite on porous titanium Deposición sol-gel de hidroxiapatita bioactiva sobre titanio poroso

Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas

2017 36

Díaz, I.; Martínez-Lerma, J.F.; Montoya, R.; Llorente, I.; Escudero, M.L.; García-Alonso, M.C.

Study of overall and local electrochemical responses of oxide films grown on CoCr alloy under biological environments

Bioelectrochemistry

2017 115 1 10

10.1016/j.bioelechem.2017.01.003

S. Fajardo; C.F. Glover; G. Williams; G.S. Frankel

The Evolution of Anodic Hydrogen on High Purity Magnesium in Acidic Buffer Solution

Corrosion

2017 73 482 493

10.5006/2247

Calero, J.; Alcántara, J.; Chico, B.; Díaz, I.; Simancas, J.; de la Fuente, D.; Morcillo, M.

Wet/dry accelerated laboratory test to simulate the formation of multilayered rust on carbon steel in marine atmospheres

Corrosion Engineering Science and Technology

2017 52 178 187

10.1080/1478422X.2016.1244619

2018

Ramírez Barat, B.; Cano, E.; Letardi, P.

Advances in the design of a gel-cell electrochemical sensor for corrosion measurements on metallic cultural heritage

Sensors and Actuators, B: Chemical 2018(261)572-580

10.1016/j.snb.2018.01.180

Aguilera-Correa, J.J.; Doadrio, A.L.; Conde, A.; Arenas, M.A.; de-Damborenea, J.J.; Vallet-Regí, M.; Esteban, J.

Antibiotic release from F-doped nanotubular oxide layer on Ti6AL4V alloy to decrease bacterial viability

Journal of Materials Science: Materials in Medicine 2018(29)8-118

10.1007/s10856-018-6119-4

Díaz, I.; Cano, H.; Crespo, D.; Chico, B.; de la Fuente, D.; Morcillo, M.

Atmospheric corrosion of ASTM A-242 and ASTM A-588 weathering steels in different types of atmosphere

Corrosion Engineering Science and Technology

2018(53)449-459

10.1080/1478422X.2018.1500978

ML ESCUDERO; I DÍAZ; JF MARTÍNEZ LERMA; R MONTOYA; MC GARCÍA-ALONSO

CHARACTERIZATION OF TRIBOCORROSION BEHAVIOUR OF CoCr ALLOY BY ELECTROCHEMICAL TECHNIQUES IN SEVERAL CORROSIVE MEDIA
CORROSION SCIENCE AND TECHNOLOGY

2018(17)68-73

10.14773/cst.2018.17.2.68

Teresa Palomar; Emilio Cano

Comparative assessment of mechanical, chemical and electrochemical procedures for conservation of historical lead

Journal of Cultural Heritage

2018(30)34 -44

10.1016/j.culher.2017.10.010

DIAZ; MA PACHA-OLIVENZA; R. TEJERO; E. ANITUA; ML GONZALEZ-MARTIN; M.L. ESCUDERO; M.C. GARCÍA-ALONSO

CORROSION BEHAVIOUR OF SURFACE MODIFICATIONS ON TITANIUM DENTAL IMPLANT. IN SITU BACTERIA MONITORING BY ELECTROCHEMICAL TECHNIQUES

Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials 2018(106)997-1009

10.1002/jbm.b.33906

Lopesino, P.; Alcántara, J.; de la Fuente, D.; Chico, B.; Jiménez, J.A.; Morcillo, M.

Corrosion of copper in unpolluted chloride-rich atmospheres

Metals

2018 8 11 866

10.3390/met8110866

M. Marín-Sánchez; E. Gracia-Escosa; A. Conde; C. Palacio; I. García

Deposition of Zinc/Cerium Coatings from Deep Eutectic Ionic Liquids

MATERIALS

2018 11 10 2035

10.3390/ma11102035

María Angeles Arenas-Vara; Peter Skeldon; Sandra Judith García-Vergara

Effect of copper-enriched layers on localized corrosion of aluminium-copper alloys

Revista Facultad de Ingeniería

2018 27 7 15

10.19053/01211129.v27.n47.2018.7746

Cano, H.; Díaz, I.; de la Fuente, D.; Chico, B.; Morcillo, M.

Effect of Cu, Cr and Ni alloying elements on mechanical properties and atmospheric corrosion resistance of weathering steels in marine atmospheres of different aggressivities

Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion

2018 69 8 19

10.1002/maco.201709656

García-Argumánez; I. Llorente; O. Caballero-Calero; Z. González; R. Menéndez;

M.L. Escudero; M.C. García-Alonso

Electrochemical reduction of Graphene Oxide on biomedical grade CoCr alloy

APPLIED SURFACE SCIENCE

2018 465 1028 1036

Moreno-Fernandez, G.; Perez-Ferreras, S.; Pascual, L.; Llorente, I.; Ibañez, J.; Rojo, J.M.

Electrochemical study of tetraalkylammonium tetrafluoroborate electrolytes in combination with microporous and mesoporous carbon monoliths

Electrochimica Acta

2018 268 121 130

10.1016/j.electacta.2018.02.089

Palomar, T.; Ramírez Barat, B.; Cano, E.

Evaluation of cleaning treatments for tarnished silver: The conservator's perspective International

Journal of Conservation Science

2018 9 81 90

Díaz, I.; Cano, H.; Lopesino, P.; de la Fuente, D.; Chico, B.; Jiménez, J.A.; Medina, S.F.; Morcillo, M.

Five-year atmospheric corrosion of Cu, Cr and Ni weathering steels in a wide range of environments

Corrosion Science

2018 141 146 157

10.1016/j.corsci.2018.06.039

Longhitano, G.A.; Arenas, M.A.; Conde, A.; Larosa, M.A.; Jardini, A.L.; Zavaglia, C.A.d.C.; Damborenea, J.J.

Heat treatments effects on functionalization and corrosion behavior of Ti-6Al-4V ELI alloy made by additive manufacturing

Journal of Alloys and Compounds

2018 765 961 968

10.1016/j.jallcom.2018.06.319

Veleza, L.; Fernández-Olaya, M.G.; Feliu, S.

Initial stages of AZ31B magnesium alloy degradation in ringer’s solution: Interpretation of EIS, mass loss, hydrogen evolution data and scanning electron microscopy observations

Metals

2018 8 11 933

10.3390/met8110933

Blanca Ramírez Barat; Emilio Cano

In Situ Electrochemical Impedance Spectroscopy Measurements and their Interpretation for the Diagnostic of Metallic Cultural Heritage: A Review

CHEMELECTROCHEM

2018 5 2698 2716

10.1002/celc.201800844

MC GARCÍA-ALONSO; I LLORENTE; I DIAZ; ML ESCUDERO

INTERACTION OF HYALURONIC ACID WITH CoCr ALLOY UNDER IMMERSION AND WEAR;CORROSION PROCESSES

Tribology Letters

2018 66 4 122

10.1007/s11249-018-1073-3

Jirón-Lazos, U.; Corvo, F.; De la Rosa, S.C.; García-Ochoa, E.M.; Bastidas, D.M.; Bastidas, J.M.

Localized corrosion of aluminum alloy 6061 in the presence of Aspergillus niger

INTERNATIONAL BIODETERIORATION & BIODEGRADATION

2018 133 17 25

10.1016/j.ibiod.2018.05.007

Perez-Maceda, B.T.; López-Fernández, M.E.; Díaz, I.; Kavanaugh, A.; Billi, F.; Escudero, M.L.; García-Alonso, M.C.; Lozano, R.M.

Macrophage biocompatibility of CoCr wear particles produced under polarization in hyaluronic acid aqueous solution

MATERIALS

2018 11 5 756

10.3390/ma11050756

Acosta, G.; Veleza, L.; de la Fuente, D.

Mapping the initial corrosion activity of aluminium alloy 2024-T3 in diluted substitute ocean water by localized electrochemical impedance spectroscopy

Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion

2018 69 1368 1374

10.1002/maco.201810109

Gleydis Monrrabal; Blanca Ramírez Barat; Asunción Bautista; Francisco Velasco; Emilio Cano

Non-Destructive Electrochemical Testing for Stainless-Steel Components with Complex Geometry Using Innovative Gel Electrolytes

Metals

2018 8 7 500

10.3390/met8070500

Zea, C.; Barranco-García, R.; Alcántara, J.; Simancas, J.; Morcillo, M.; de la Fuente, D.

pH-dependent release of environmentally friendly corrosion inhibitor from mesoporous silica nanoreservoirs

Microporous and Mesoporous Materials

2018 255 166 173

10.1016/j.micromeso.2017.07.035

Domínguez-Trujillo, C.; Peón, E.; Chicardi, E.; Pérez, H.; Rodríguez-Ortiz, J.A.; Pavón, J.J.; García-Couce, J.; Galván, J.C.; García-Moreno, F.; Torres, Y.

Sol-gel deposition of hydroxyapatite coatings on porous titanium for biomedical applications

Surface and Coatings Technology

2018 333 158 162

10.1016/j.surfcoat.2017.10.079

Montiel-García, A.; Onofre Bustamante, E.; Escudero-Rincón, M.L.; De la Cruz-Terrazas, E.C.; Torres-Huerta, A.M.

Study of reinforcing steel corrosion behaviour treated by bluing and cerium chemical conversion treatments, part I: Conventional electrochemical techniques

Cement and Concrete Composites

2018 90 202 217

10.1016/j.cemconcomp.2018.03.012

Zea, C.; Alcántara, J.; Barranco-García, R.; Morcillo, M.; De La Fuente, D.

Synthesis and characterization of hollow mesoporous silica nanoparticles for smart corrosion protection

Nanomaterials

2018 8 7 478

10.3390/nano8070478

Arenas, M.A.; Ahuir-Torres, J.I.; García, I.; Carvajal, H.; de Damborenea, J.

Tribological behaviour of laser textured Ti6Al4V alloy coated with MoS₂ and graphene

Tribology International
2018 128 240 247
10.1016/j.triboint.2018.07.031

5) Metales críticos, reciclado de materiales de post-consumo y residuos emergentes.

2016

Alonso, M.; Borra, J.P.
A method to limit uncertainties in aerosol properties determined from comparative measurements
Journal of Aerosol Science
91(2016)15-21
10.1016/j.jaerosci.2015.09.005

Alguacil, F.J.; López, F.A.; García-Díaz, I.; Rodríguez, O.
Cadmium(II) transfer using (TiOAC) ionic liquid as carrier in a smart liquid membrane technology
Chemical Engineering and Processing 99(2016)192-196
10.1016/j.cep.2015.06.007

Abad-Penã, E.; Larrea-Marín, M.T.; Villanueva-Tagle, M.; Pomares-Alfonso, M.S.
Correction factor based on the ratio of the magnesium atom to ion background signals used for evaluating robustness in inductively coupled plasma optical emission spectrometry
Spectroscopy Letters 49(2016)19-22
10.1080/00387010.2015.1048892

Palomar, T.; Llorente, I.
Decay processes of silicate glasses in river and marine aquatic environments
Journal of Non-Crystalline Solids
449(2016)20-28
10.1016/j.jnoncrysol.2016.07.009

Rivas, E.M.; Maldonado, M.; Diezma, B.; Wrent, P.; Peinado, J.M.; de Silóniz, M.I.; Vergara, G.; García-Hierro, J.; Robla, J.I.; Barreiro, P.
Detection of Biological CO₂ and 1,3-Pentadiene Using Non-refrigerated Low-Cost MWIR Detectors
Food Analytical Methods 9(2016)1451-1460
10.1007/s12161-015-0320-6

I. Padilla; S. López-Andrés; A. López-Delgado
Effects of Different Raw Materials in the Synthesis of Boehmite and - and -Alumina
Journal of Chemistry
2016
Article ID 5353490, 6 pages
10.1155/2016/5353490

Garcia-Hierro, J.; Moya-Gonzalez, A.; Barreiro, P.; Robla, J.I.
Evaluation of the solar contribution in a hybrid incubator of avian eggs
Agricultural Engineering International: CIGR Journal 18(2016)133-146

Alguacil, F.J.; Lopez, F.A.; Garcia-Diaz, I.
Extracting metals from aqueous solutions using Ti-based nanostructures: a review
Desalination and Water Treatment
57(2016)17603-17615
10.1080/19443994.2015.1087885

F.J. Alguacil; A. Cerpa; M.I. Lado; F. López
Extracting Metals with Carbon Nanotubes: Environmental Possibilities
Key Engineering Materials
663(2016)157-165
10.4028/www.scientific.net/KEM.663.157

R. Sánchez-Hernández; A. López-Delgado; I. Padilla; R. Galindo; S. López-Andrés
One-step synthesis of NaP1, SOD and ANA from a hazardous aluminum solid waste
Microporous and Mesoporous Materials
226(2016)267-277

Garcia-Hierro, J.; Barreiro, P.; Moya-Gonzalez, A.; Robla, J.I.
Prospectives of monitoring biological activity in a red-legged partridge incubator with a carbon dioxide probe
Agricultural Engineering International: CIGR Journal
18(2016)353-362

Alguacil, F.J.; Lopez, F.A.; Rodriguez, O.; Martinez-Ramirez, S.; Garcia-Diaz, I.
Sorption of indium (III) onto carbon nanotubes
Ecotoxicology and Environmental Safety
130(2016)81-86
10.1016/j.ecoenv.2016.04.008

Sierra, M.J.; Millán, R.; López, F.A.; Alguacil, F.J.; Cañadas, I. Sustainable remediation of mercury contaminated soils by thermal desorption
Environmental science and pollution research international
23(2016)4898-4907
10.1007/s11356-015-5688-8

2017

Sánchez-Hernández, R.; Padilla, I.; López-Andrés, S.; López-Delgado, A.
Eco-friendly bench-scale zeolitization of an Al-containing waste into gismondine-type zeolite under effluent recycling
Journal of Cleaner Production
2017(161)792-802
10.1016/j.jclepro.2017.05.201

Badia-Melis, R.; Emond, J.P.; Ruiz-García, L.; Garcia-Hierro, J.; Robla Villalba, J.I.

Explorative study of using infrared imaging for temperature measurement of pallet of fresh produce

Food Control

2017(75)211-219

10.1016/j.foodcont.2016.12.008

Alguacil, F.J.

Non-dispersive extraction of gold(III) with ionic liquid Cyphos IL101

Separation and Purification Technology

2017 179 72 76

10.1016/j.seppur.2017.01.065

Villa-Bellosta, R.; Hamczyk, M.R.; Andrés, V.

Novel phosphate-activated macrophages prevent ectopic calcification by increasing extracellular ATP and pyrophosphate

PLoS ONE

2017

10.1371/journal.pone.0174998 3 e0174998

Alguacil, F.J.; Garcia-Diaz, I.; Lopez, F.; Rodriguez, O.

Removal of Cr(VI) and Au(III) from aqueous streams by the use of carbon nanoadsorption technology

Desalination and Water Treatment

2017(63)351-356

10.5004/dwt.2017.0264

A.Cerpa; F.J.Alguacil; I.Lado; A.López; F.A.López

Removal of Ni(II) and Co(II) ions from acidic solutions by Lewatit TP-260 resin

Desalination and Water Treatment

2017 70 169 174

10.5004/dwt.2017.20329

Teresa Cebriano; Irene García Díaz; Ana López Fernández; Paloma Fernández; Félix A. López

Synthesis and characterization of ZnO micro-and nanostructures grown from recovered ZnO from spent alkaline batteries

Journal of Environmental Chemical Engineering

2017(5)2903-2911

10.1016/j.jece.2017.05.052

López, F.A.; Cebriano, T.; García-Díaz, I.; Fernández, P.; Rodríguez, O.; Fernández, A.L.

Synthesis and microstructural properties of zinc oxide nanoparticles prepared by selective leaching of zinc from spent alkaline batteries using ammoniacal ammonium carbonate

Journal of Cleaner Production 2017(148)795-803

10.1016/j.jclepro.2017.02.031

Alguacil, F.J.

The removal of toxic metals from liquid effluents by ion exchange resins. Part IV: Chromium(III)/H⁺/Lewatit SP112

Revista de Metalurgia

2017

10.3989/revmetalm.093 53 2 e093

Alguacil, F.J.

The removal of toxic metals from liquid effluents by ion exchange resins. Part V: Nickel(II)/H⁺/Dowex C400

Revista de Metalurgia

2017

10.3989/revmetalm.105 53 4 e105

2018

Alonso, M.

Absence of any effect of the electric charging state of particles below 10 nm on their penetration through a metal grid

Aerosol Science and Technology

2018(52)234-241

10.1080/02786826.2017.1397267

Alguacil, F.J.

Adsorption of Gold(I) and Gold(III) using multiwalled carbon nanotubes

Applied Sciences (Switzerland)

2018 8 11 2264

10.3390/app8112264

Ruth Sánchez-Hernández; Isabel Padilla; Sol López-Andrés; Aurora López-Delgado

Al-Waste-Based Zeolite Adsorbent Used for the Removal of Ammonium from Aqueous Solutions

International Journal of Chemical Engineering 2018

1256197

10.1155/2018/1256197

I.García-Díaz; F.A.López; F.J.Alguacil

Carbon Nanofibers: A New Adsorbent for Copper Removal from Wastewater

Metals

2018 8 11 914

10.3390/met8110914

Fernández-González, D.; Ruiz-Bustanza, Í.; González-Gasca, C.; Piñuela Noval, J.; Mochón-Castaños, J.; Sancho-Gorostiaga, J.; Verdeja, L.F.

Concentrated solar energy applications in materials science and metallurgy

Solar Energy 2018(170) 520-540

10.1016/j.solener.2018.05.065

M. Romero; J.I. Robla; I. Padilla; J. Garcia-Hierro; A. López-Delgado
Eco-efficient melting of glass frits by concentrated solar energy
Solar Energy 2018 174 321 327
10.1016/j.solener.2018.08.077

M. Alejandra Mazo; Isabel Padilla; Aitana Tamayo; José I. Robla; Aurora López-Delgado; Juan Rubio
Evaluation of thermal shock resistance of silicon oxycarbide materials for high-temperature receiver applications
Solar Energy 2018 173 256 267
10.1016/j.solener.2018.07.080

L.Alcaraz; A.López Fernández; I.García-Díaz; P. Fernández; A. Urbieto; F.A.López
From spent alkaline batteries to $Zn_xMn_3xO_4$ by a hydrometallurgical route: synthesis and characterization
RSC Advances
2018 8 33496 33505
10.1039/c8ra06789a

Alguacil, F.J.; Regel-Rosocka, M.
Hydrometallurgical treatment of hazardous copper Cottrell dusts to recover copper
PHYSICOCHEM PROBL MI
2018 54 771 780
10.5277/ppmp1880

Sardá, C.; Escalante, G.; García-Díaz, I.; López, F.A.; Fernández, P.
Luminescence and gas-sensing properties of ZnO obtained from the recycling of alkaline batteries
Journal of Materials Science
2018 53 2026 2033
10.1007/s10853-017-1667-4

Badia-Melis, R.; Mc Carthy, U.; Ruiz-Garcia, L.; Garcia-Hierro, J.; Robla Villalba, J.I.
New trends in cold chain monitoring applications - A review
Food Control 2018 86 170 182
10.1016/j.foodcont.2017.11.022

L. Alcaraz; A. López-Fernández; I. García-Díaz; F.A. López
Preparation and characterization of activated carbons from winemaking wastes and their adsorption of methylene blue
ADSORPTION SCIENCE and TECHNOLOGY
2018 36 1331 1351
10.1177/0263617418770295

F.A.López; I.García Díaz; O. Rodríguez; F.García Polonio; Teresa Llorens
Recovery and Purification of Tin from Tailings from the Penouta Sn-Ta-Nb Deposit
Minerals

2018 8 1 20

10.3390/min8010020

Alguacil, F.J.; Escudero, E.

Removal of arsenic(V) from aqueous wastes by ion exchange with lewatis MP64 resin

Desalination and Water Treatment

2018 133 257 261

10.5004/dwt.2018.22676

F.J.Alguacil; L.Alcaraz; I.García-Díaz; F.A.López

Removal of Pb²⁺ in Wastewater via Adsorption onto an Activated Carbon Produced from Winemaking Waste

Metals

2018 8 9 697

10.3390/met8090697

R. Sánchez-Hernández; I. Padilla; Sol López-Andrés; A. López-Delgado

Single and competitive adsorptive removal of lead, cadmium, and mercury using zeolite adsorbent prepared from industrial aluminum waste

Desalination and Water Treatment

2018 126 181 195

10.5004/dwt.2018.22816

Fernández-González, D.; Prazuch, J.; Ruiz-Bustanza, I.; González-Gasca, C.; Piñuela-Noval, J.; Verdeja, L.F.

Solar synthesis of calcium aluminates

Solar Energy 2018 171 658 666

10.1016/j.solener.2018.07.012

Alguacil, F.J.; Escudero, E.

The removal of toxic metals from liquid effluents by ion exchange resins. Part VIII: Arsenic(III)/OH/Dowex 1x8

Revista de Metalurgia

2018 54

10.3989/revmetalm.132

Alguacil, F.J.

The removal of toxic metals from liquid effluents by ion exchange resins. Part VII: Manganese(VII)/H⁺/Amberlite 958

Revista de Metalurgia

2018 54 3

e125 10.3989/revmetalm.125

Alguacil, F.J.

The removal of toxic metals from liquid effluents by ion exchange resins. part VI: Manganese(II)/H⁺/Lewatis K2621

Revista de Metalurgia

2018 54 2

e116 10.3989/revmetalm.116

M. Qasemi; A.Hosseini-Bandegharai; M. Afsharnia; A. A. Najafpoor; A.I. Ivanets;
A. López-Delgado; F. Alakhras; M. Shams

Thermally treated aluminium waste-filings, a low cost and efficient adsorbent for
phosphorus removal from water

Global Nest Journal

2018 20 50 58

10.30955/gnj.002562

Naia Gastelu; Alexander Lopez-Urionabarrenechea; Jon Solar; Esther Acha;
Blanca María Caballero; Félix A. López; Isabel de Marco

Thermo-Catalytic Treatment of Vapors in the Recycling Process of Carbon Fi-
ber-Poly (Benzoxazine) Composite Waste by Pyrolysis

Catalysts

2018 8 11 523

10.3390/catal8110523

I.García_Díaz; F.J.Alguacil; F.A.López

Tin and silver recovery from wave soldering dross

Waste Management and Research

2018 36 1201 1209

10.1177/0734242X18798700

Alguacil, F.J.; Diban, N.; Urtiaga, A.

Zinc and iron removal from chromium(III) passivation baths by solvent extraction
with cyanex 272

Desalination and Water Treatment

2018 133 252 256

10.5004/dwt.2018.22675



CENIM

Centro Nacional
de Investigaciones
Metalúrgicas