

18º Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM - CONAMET 2018



Centro Atómico Bariloche - Instituto Balseiro

San Carlos de Bariloche

1- 5 de octubre de 2018



Comisión Nacional
de Energía Atómica

Resúmenes Extendidos

ISBN 978-987-1323-62-3



9 789871 323623

Libro de resúmenes extendidos del 18º Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-CONAMET 2018 ; compilado por Facundo J. Castro ; Pierre Arneodo Larochette ; Graciela Bertolino. - 1a ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Comisión Nacional de Energía Atómica - CNEA, 2018. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-1323-62-3

1. Ciencias Aplicadas. I. Castro, Facundo J., comp. II. Arneodo Larochette, Pierre, comp. III. Bertolino, Graciela, comp.
CDD 607

La presente obra contiene los resúmenes extendidos correspondientes a los trabajos científicos presentados del 1 al 5 de octubre de 2018 en el 18º Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-CONAMET 2018, llevado a cabo en la Ciudad de San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina. Cada autor es titular de todos los derechos de su trabajo. La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) ha confeccionado este compendio de artículos con el único objetivo de difundir las actividades de investigación en cada una de las áreas temáticas abarcadas en el Congreso. La CNEA no se responsabiliza por el contenido de dichos trabajos, los cuales fueron presentados por sus autores a los fines de ser evaluados y aprobados por el Comité Científico del Congreso en cuanto a calidad y relevancia científica para su presentación en dicho evento y su posterior publicación, de manera no exclusiva, como material en la presente obra.

Listado de resúmenes extendidos de las presentaciones orales

Tópico 1: Metalurgia extractiva

Viscoelasticity and yielding properties of flocculated kaolinite sediments in saline water; <i>Ricardo I. Jeldres, Nelson S. Herrera, Williams H. Leiva, Pedro G. Toledo and Eder C. Píceros.</i>	19
Análisis microestructural de la precipitación de cobre por polvos de hierro mecánicamente activados; <i>Alvaro Soliz, Karen Bacian, Danny Guzman y Gabriel Dubrai.</i>	22
Propiedades electroquímicas del mineral pirita en NaCl contenidos en una solución buffer de borato; <i>Alvaro Soliz, Luis Valderrama, Osvaldo Pavez, Alexis Guzman y Ana Rivera.</i>	25
Tratamiento con microondas de minerales refractarios de oro; <i>Vanesa L. Bazán, Rodolfo F. Lara y María Julieta Sánchez.</i>	28
Estudio del efecto de la alúmina sobre las escorias altas en cobre; <i>Erik C. Köhnenkamp y Héctor M. Henao.</i>	31
Electrocinética y estabilidad de mezclas sílice/arcilla en altas concentraciones de cobre. Implicaciones en procesos hidrometalúrgicos; <i>Julio Valenzuela-Elgueta, Silvia Ahualli, Ángel V. Delgado y Yecid Jiménez.</i>	34
Caracterización y flotación de apatita contenidas en relave de hierro; <i>Luis Valderrama, Javiera Oliva, Osvaldo Gómez, Patricia Tapia y Bruno Zazzali.</i>	37
Estudio de las variables que influyen en el proceso electrocinético para la recuperación de metales de valor en relaves; <i>Manuel Cánovas, Julio Valenzuela-Elgueta, Pamela Olivares y Sujearen Segovia.</i>	40
Estudio de la reactividad del sistema $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6\text{-CO}_2$ durante molienda mecánica; <i>María Laura Grasso, Jorge González y Fabiana Gennari.</i>	43
Lixiviación de enargita en medio $\text{FeSO}_4\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-O}_2$ y precipitación simultánea de As; <i>Oscar A. Jerez, María C. Ruiz y Rafael Padilla.</i>	46
Remediación electrocinética de cobre, cobalto y níquel en relaves mineros de cobre; <i>Rodrigo Ortiz, Daniela Leal, Claudia Gutiérrez, Alvaro Aracena, Adrián Rojo y Henrik K. Hansen.</i>	49

Tópico 2: Fundición, solidificación y soldadura

Calificación del proceso de fabricación de lingotes y barrotos de Zry-4 empleando 100% de material de reciclaje; <i>C. Bunte, A. Bussolini, A. Ciarrocchi, H. Reale, G. Rubiolo y J. Valesi.</i>	53
Metastable phases in rapidly solidified Ni-Nb binary alloys; <i>Katherine Martínez, Carlos A. D. Rovere, Vicente Amigó, Claudio S. Kiminami and Conrado R.M. Afonso.</i>	56
Optimización de las propiedades mecánicas de uniones soldadas por fricción agitación de AA6063-T6 a través de tratamientos térmicos post-soldadura; <i>Christian R. Porri, Leonardo N. Tufaro y Hernán G. Svoboda.</i>	59
Alternative atmosphere of SF_6 for magnesium foams fabrication; <i>D. López, Luisa Marulanda Z., J. P. Molina, J. Ramírez, V. Posada and P. Fernández-Morales.</i>	62
Diseño e implementación de un método para la fabricación de tubos de un Al-MMC obtenidos mediante rheocasting y extrusión inversa en caliente; <i>Gonzalo J. Inzunza, Javier J. Nuñez, Angel F. Candia, Robero A. Navalon, Carlos G. Camurri y Claudia Carrasco.</i>	65
Microestructura resultante de soldaduras depositadas con viruta de titanio en el fundente de arames tubulares; <i>José G. Fagundes J., Andrés M. Moreno U., Alphonsus H. Clemente C. y Alexandre Q. Bracarense.</i>	68
Comparación de la microestructura formada a partir de la aplicación de virutas de titanio en deposiciones por GTAW y MCAW; <i>José G. Fagundes J., Andrés M. Moreno U., Alexandre Q. Bracarense, Vicente A. Ventrella y Juno Gallego.</i>	71
Identificación de fases en soldaduras por TLPB aplicado a materiales base Ni; <i>Mariana Poliserpi, Ricardo Buzolin, Roberto Boeri, Cecilia Poletti y Silvana Sommadossi.</i>	74

Solidificación unidireccional de aleaciones Sn-Cu hipo e hiper-eutécticas; <i>Oswaldo Fornaro.</i>	77
Estudio comparativo entre electrodos celulósicos aglomerados con silicato y aglomerados con polímero; <i>Pedro H. Ribeiro M., Andrés M. Moreno U., Nilo N. Da Silva y Alexandre Q. Bracarense.</i>	80
Desarrollo de un calorímetro de flujo continuo para evaluación de la eficiencia y aporte térmico en el proceso GTAW; <i>Nilo N. Da Silva, Pedro H. Ribeiro M., Andrés M. Moreno U. y Alexandre Q. Bracarense.</i>	83
Estudio comparativo de la resistencia al desgaste abrasivo en recargues base Fe nanoestructurados; <i>Agustín Gualco, Jonathan Gramajo, Estela Surian y Hernán Svoboda.</i>	86
Efecto de los parámetros de soldadura de punto por resistencia (RSW) sobre la microestructura y propiedades mecánicas en uniones disímiles aluminio-acero; <i>Carlos F. Consigli, César D. Marconi y Hernán G. Svoboda.</i>	89
Evaluation of the effect of the stabilization by Nb, Ti and (Ti + Nb) on the hardness and microstructure resulting from the AISI 430 ferritic stainless steel welded by GTAW process; <i>Caroline N. Gonçalves, Felipe G. Pinheiro, Gabriel A. Carvalho, Paulo J. Modenesi y Alexandre Q. Bracarense.</i>	92
Simulación por Gleeble de las distintas regiones de la zona afectada por el calor de un cordón de soldadura de un acero 9Cr grado P91; <i>Juan I. Farias, Nilthon E. Zavaleta Gutiérrez, Jorge Vera Alvarado, María I. Luppó y Claudio A. Danón.</i>	95
Estructura de solidificación de fundiciones de hierro con grafito; <i>Marcos G. López, Juan M. Massone y Roberto E. Boeri.</i>	98
Estimación de propiedades mecánicas locales mediante SPT de uniones soldadas por fricción-agitación en AA6061-T6 con distintos tratamientos térmicos postsoldadura; <i>Hernán Svoboda, Nelson Alvarez Villar, Leonardo Tufaro, Víctor Fierro, Andrea Ansaldi y Rodrigo Gabarain.</i>	101
Técnicas para el refinamiento de grano en la aleación Fe ₇₆ Al ₁₂ V ₁₂ ; <i>Uriel A. Sterin, Sergio V. Ilarri, Cristian N. Alderete, Gerardo H. Rubiolo, Paula R. Alonso y Pedro A. Ferreirós.</i>	104
Efecto del envejecimiento artificial en la microestructura y la dureza de aleaciones para soldadura libres de Pb; <i>Carina Morando y Oswaldo Fornaro.</i>	107
Tópico 3: Pulvimetalurgia	
Estudio y caracterización de la sinterización de aleación de Ti – Si obtenida por aleado mecánico; <i>Danny Guzmán, Diego Muranda, Álvaro Soliz, Patricio Muñoz, Alexis Guzmán, Claudio Aguilar y Paula Rojas.</i>	111
Caracterización de una aleación aluminio-silicio A356 reforzada con 10, 20 y 30% en peso de Al ₂ O ₃ ; <i>Stella Ordoñez, Leonardo Soto, Oscar Bustos, Jaime Lisboa y Jon Etxeberria.</i>	114
Determinación del módulo de Young mediante ultrasonido en materiales compuestos aleación de Al A356-Si ₃ N ₄ ; <i>Stella Ordoñez, Heydi Fernández, Oscar Bustos, Linton Carvajal y Yolanda Vargas.</i>	117
Efecto de tiempo de molienda sobre la formación de fase fcc en aleaciones Ti-Ta-Sn; <i>C. Aguilar, E. Pio, C. Gonzalez, L. Bejar, A. Medina, D. Guzmán y M. Sancy.</i>	120
Fabricación de espumas de aleación de Cu-Al-Ni por pulvimetalurgia; <i>María T. Malachevsky, Eugenia Zelaya, Marcelo Esquivel, Edgardo Oliber y Claudio D'Ovidio.</i>	123
Tópico 4: Metalurgia física, tratamientos térmicos y transformaciones de fase	
The formation of austenite in low carbon steels; <i>F. M. Castro Cerda and B.J. Schulz.</i>	127
Textura cristalina en soldaduras de Zircaloy-4: modelo de selección de variantes durante la transformación de fase β→α; <i>Álvaro Moya Riffo, Miguel.A. Vicente Álvarez.</i>	130
Acero inoxidable superaustenítico producido en horno de inducción en atmósfera abierta, estabilizado con niobio; <i>D. Rojas, J. P Sanhueza, L. F. Montoya y M.F. Meléndrez.</i>	133

Evolución microestructural en estado semi-sólido de aleaciones ZA27 deformadas en frío por compresión; <i>W. Desrosin, G.H. Rubiolo, C.E. Schvezov.</i>	202
Efecto de la deformación en frío por compresión sobre la evolución microestructural en estado semi-sólido de la aleación ZA27; <i>W. Desrosin, I. López, G.H. Rubiolo y C.E. Schvezov.</i>	205
Tópico 5: Degradación de materiales, corrosión y métodos de protección	
Cinética de corrosión a largo plazo de la aleación AA6061 en medios de baja conductividad; <i>Evelina M. Linardi y Liliana A. Lanzani.</i>	209
Pasividad de la aleación 800 en soluciones de cloruro con leves adiciones de tiosulfato; <i>Abraham Alexis Becerra Araneda, Mariano Alberto Kappes y Martín Alejandro Rodríguez.</i>	212
Influencia del granallado en la resistencia a la corrosión bajo tensión de tubos de Incoloy 800; <i>Christian Salles, Diego P. Delfino y Martín H. Marchena.</i>	215
Rol del níquel en la susceptibilidad a la corrosión bajo tensión en medios agrios de aceros de baja aleación; <i>Dannisa R. Chalfoun, Mariano A. Kappes, Ricardo M. Carranza, Mariano Iannuzzi, José L. Otegui, Luis A. Aguirre, Teresa Pérez y Martín Valdez.</i>	218
Repasivación por enfriamiento de la corrosión en rendijas de aleaciones Ni-Cr-Mo; <i>Edgar C. Hornus, Martín A. Rodríguez y Ricardo M. Carranza.</i>	221
Efecto de iones fosfato, carbonato y cloruros sobre la estabilidad de la película pasiva sobre acero de construcción en hormigón; <i>Evelyn Tolosa, Alejandra Frontini, Lucia Yohai, Marcela Vazquez y Beatriz Valcarce.</i>	224
Microstructure analysis of zirconium alloy surfaces after corrosion; <i>Hernán Saraceni, Adriana Serquis, Miguel Vicente Álvarez, Liliana Lanzani, Pablo Vizcaíno and Javier Santisteban.</i>	227
Desempeño de la aleación 70Cu-30Zn de colada en el agrietamiento asistido por hidróxido de amonio; <i>I. Reyes-Chaparro, J. F. Flores-Álvarez, G. Arámburo-Pérez, A. M-Román-Sedano, B. Campillo-Illanes y O. Flores-Cedillo.</i>	230
Viabilidad del uso del principio de par galvánico en el desarrollo de sensores de corrosión para estructuras de hormigón armado; <i>Jhon E. Torres-Ramírez, Gustavo S. Duffó, Silvia B. Farina.</i>	233
Sobre el mecanismo de la corrosión de la Aleación AA6061 en ácido sulfúrico; <i>Dennis Valdez Tordoya, Evelina M. Linardi y Juan R. Collet-Lacoste.</i>	236
Nanoarcillas cargadas con inhibidores ecoamigables para recubrimientos anticorrosivos; <i>Mariana V. Revuelta, Cecilia Deyá y Roberto Romagnoli.</i>	239
Carragenina del alga <i>Chondracanthus Chamosoi</i> como un inhibidor ecológico para el acero ASTM A192 en HCl; <i>Nilthon E. Zavaleta Gutierrez, Luis M. Angelats Silva, Raúl Siche y Gustavo S. Duffó.</i>	242
Estudio de la resistencia a la corrosión de fundición esferoidal austemperada de alta resistencia recubierta con TiN y Ti/TiN mediante deposición por arco catódico; <i>Patricio G. Facciolo, Diego A. Colombo, Lisandro Escalada, Silvia N. Simison y Amadeo D. Sosa.</i>	245
Torcha de plasma de arco transferido: Tiempo de vida de ánodo de cobre; <i>Romina E. Rivero y Franco E. Benedetto.</i>	248
Corrosión de las barras de acero del hormigón armado en presencia de iones sulfato; <i>Noelia L. Klein, Gustavo S. Duffó y Silvia B. Farina.</i>	251
Corrosión galvánica de monedas bimetálicas de la República Argentina y generación de dermatitis por contacto; <i>Gustavo S. Duffó, Silvia B. Farina, Silvia A. Fernández y Faramarz S. Gard.</i>	254

Tópico 19: Simulación computacional de materiales

Difusión de componentes en intermetálicos del sistema Cu-Sn; <i>Críspulo Deluque-Toro, Julián R. Fernández y Susana B. Ramos.</i>	606
Molecular Dynamics studies of Au foams under nanoindentation; <i>Carlos J. Ruestes, Daniel Schwen, Emmanuel N. Millán and Eduardo M. Bringa.</i>	609
Hidrógeno en nanocables de Pd; <i>Eduardo A. Crespo, Margarita M. Ruda, Susana B. Ramos, Eduardo M. Bringa y Fabián U. Braschi.</i>	612
H ₂ dentro de nanotubos de C; <i>Eduardo A. Crespo, Eduardo M. Bringa y Fabián U. Braschi.</i>	615
Plasticity under nanomachining: Atomistic Simulations; <i>Herbert M. Urbassek, C. J. Ruestes y I. Alabd Alhafez.</i>	618
Comportamiento mecánico de metales con defectos mediante simulaciones de Dinámica Molecular; <i>Juan A. Hofer y Carlos J. Ruestes.</i>	620
Modelado de un tratamiento de corrección de anomalías en el crecimiento óseo de miembros inferiores de niños utilizando implantes de NiTi; <i>M. Gastón Alonso, Graciela M. Bertolino y Alejandro A. Yawny.</i>	623
Solubilidad y difusión del hidrógeno en el sistema Fe-Cr: un estudio ab-initio; <i>Pablo Bruzzoni y Roberto Pasianot.</i>	626
Mechanical properties of aluminosilicate nanotubes (imogolite); <i>Rafael I. Gonzalez, Jose Rogan, Eduardo M. Bringa and Juan Alejandro Valdivia.</i>	629
Estudio teórico del efecto del molibdeno en la estabilización de defectos cargados de circonia tetragonal; <i>Samuel E. Cotes, Paula R. Alonso, Pablo H. Gargano, Mariano D. Forti, Gerardo H. Rubiolo y Laura Kniznik.</i>	632
Estudio del efecto del cambio de ancho y velocidad de colada sobre la interfaz acero-polvo colador mediante simulación CFD; <i>Ulises Torresi Domínguez y Elena Brandaleze.</i>	635

Tópico 20: Materiales en la antigüedad y educación en ciencia de materiales

Análisis morfológico y microestructural de cuchillos de hierro del viejo mundo; <i>Andrés Chesini Remic y Horacio Manuel De Rosa.</i>	639
Técnicas científicas en el estudio de patrimonios culturales; <i>Alba E. Obrutsky.</i>	642
Desarrollo e implementación de una metodología para la enseñanza de las tensiones residuales y temas afines; <i>Juan A. Brekes Gregoris y Felipe V. Díaz.</i>	646
Materia de enseñanza. Consideraciones históricas y filosóficas sobre la enseñanza de la ciencia de los materiales; <i>Leandro Drivet, Mariana B. López y Gerardo D. López.</i>	649
Curso ingreso a ingeniería en materiales en el Instituto Sabato: ventajas de utilizar diversas estrategias de enseñanza; <i>Paula R. Alonso, Vivianne I. E. Bruyère, Mariano Kappes, Liliana Roberti y Ana M. Monti.</i>	652
Análisis LIBS de cerámicas arqueológicas del litoral bonaerense; <i>Rodolfo A. Pérez, Manuel Iribarren, Carlos Ararat-Ibarguen, Daniel Loponte.</i>	655



CALIFICACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LINGOTES Y BARROTES DE ZRY-4 EMPLEANDO 100% DE MATERIAL DE RECICLO

C. Bunte^{(1,4,5)*}, A. Bussolini⁽²⁾, A. Ciarrocchi⁽²⁾, H. Reale⁽¹⁾, G. Rubiolo⁽³⁾ y J. Valesi⁽²⁾

(1) Conuar-Fae S. A., Pbto. Juan González y Aragón 15, 1802, Ezeiza, Buenos Aires, Argentina

(2) Centro Atómico Constituyentes (CNEA, GCCN-IEC), Av. Gral. Paz 1499, 1650, San Martín, Buenos Aires, Argentina

(3) Centro Atómico Constituyentes (CNEA, GAEN-Gcia. de Materiales), Av. Gral. Paz 1499, 1650, San Martín, Buenos Aires, Argentina

(4) Universidad Tecnológica Nacional – FRBA, Medrano 951, 1179, CABA, Buenos Aires, Argentina

(5) Universidad Nacional de Gral. San Martín, (CNEA, Instituto de Tecnología "Jorge Sábato"), Av. Gral. Paz 1499, 1650, San Martín, Buenos Aires Argentina

* Correo Electrónico : cbunte@conuarfae.com

Los discos separadores utilizados en los elementos combustibles de Atucha I, son producidos por el sector Fundición de Conuar Fae S. A. y fabricados a partir de lingotes de Zry-4 empleando 100% de material de reciclo desde 1998.

El presente trabajo muestra las medidas tomadas para el desarrollo y adaptación de los métodos productivos y de control y que culminaron con la calificación del proceso de fabricación. Se destaca el trabajo conjunto entre Conuar Fae S. A. como ejecutor del proyecto y CNEA/IEC como ente calificador, en el logro de este importante objetivo que se mantiene desde hace 5 años.

Introducción

La fabricación de lingotes de Zircaloy-4 empleando 100% material de reciclo proveniente de descartes de las fábricas de aleaciones especiales (FAE S.A.) y de elementos combustibles (CONUAR S.A.) representa una importante economía en el ciclo de combustible dado que posibilita una valiosa sustitución de importaciones y permite un uso más apropiado de los recursos naturales.

La materia prima que se emplea es una mezcla de recortes de flejes (Figura 1-a), vainas, descarte de extremos de lingotes y a partir de octubre 2009 se agregaron recortes de Zry-4 generados en CONUAR durante la fabricación de componentes en la máquina de corte por agua (Figura 1-b).

Los lingotes son forjados para obtener barrotes de los cuales se extraen discos de Zry-4 que se emplean para fabricar los separadores rígidos y placas portantes de los Elementos Combustibles que se utilizan en las Centrales Nucleares Atucha-1 (EC CNA1) y Atucha-2 (EC CNA2). Por este motivo CNEA/IEC (Departamento Ingeniería de Elementos Combustibles) definió en su momento una metodología para autorizar el uso nuclear de cada lingote y realizó la habilitación para tal fin de cada uno de ellos hasta tanto se calificara el proceso de fabricación.

FAE S.A. y CNEA/IEC acordaron realizar la calificación del proceso de fabricación de lingotes y barrotes obtenidos a partir de material de reciclo de Zry-4 en el marco del Acuerdo de Asistencia Tecnológica de CNEA a CONUAR-FAE.

CNEA/IEC diseñó el Plan de Calificación del Proceso citado [1], a partir de las tareas desarrolladas por FAE y de la experiencia adquirida, desde el año 1998 hasta la fecha, en la liberación de los lingotes fabricados por FAE S.A. También fueron revisadas y actualizadas, de mutuo acuerdo, las especificaciones de lingote y de barrotes aplicables al proceso, basadas en las normas vigentes [2-3] y las instrucciones de fabricación y control.

El Plan de Calificación emitido en Diciembre de 2012, contempló una primera etapa (operativa) y una segunda etapa (de seguimiento), estableciéndose planes de control según los requerimientos de las especificaciones aplicables emitidas por CNEA/IEC, que contemplaban las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los lingotes y los barros.

Materiales y método

En el plan de calificación se clasificó el material de reciclaje o scrap en dos grandes grupos:

1. Scrap Nivel 1: recortes de flejes, de tubos de laminación, de vainas, de probetas de control y de barras para fabricar tapones.
2. Scrap Nivel 2: residuos de corte por agua, de rechazos de lingotes o barros destinados a separadores o placas portantes de los EC CNA1 y CNA2.



a- Restos de flejes

b- Corte por agua

Figura 1: Scrap utilizado en la calificación.

Para la primera etapa (operativa) de esta calificación se prepararon en 3 (tres) electrodos, cada uno, con diferentes relaciones de scrap, como se aprecia en la Tabla 1.

Zona Cabeza (lote 1)	Zona Media (lote 2)	Zona Base (lote 3)
50% Scrap Nivel 2 50% Scrap Nivel 1	25% Scrap Nivel 2 75% Scrap Nivel 1	100% Scrap Nivel 1

Tabla 1: Composición del lingote de calificación.

Esta organización permitió calificar tres condiciones distintas en un único lingote y luego en la segunda etapa (seguimiento), fabricar tres lingotes enteros, cada uno de ellos con una composición de reciclaje distinta, idéntica a cada una de las tres secciones del lingote de la etapa operativa.

Los lingotes de primera fusión se fabrican a partir de compactos (Figura 2-a) obtenidos al prensar material de reciclaje y luego soldados por EB (Electron Beam) para armar un electrodo llamado de primera fusión (Figura 2-b).



a- Compactos de scrap

b -Electrodo de 1° Fusión

Figura 2: Proceso de fabricación.

El proceso de fabricación del lingote se realiza por medio del método de fusión VAR (Vacuum Arc Remelting) en el cual el electrodo formado, se funde 2 (dos) veces para obtener un lingote de 2° Fusión. En el caso particular de FAE S. A., se deben fundir 3 (tres)