

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO Informe Científico¹

PERIODO ²: 2014

Legajo N°:

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: Gregorutti

NOMBRES: Ricardo Walter

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: La Plata CP: 1900 Tel:

Dirección electrónica (donde desea recibir información): ricardo.gregorutti@gmail.com

2. TEMA DE INVESTIGACION

Desarrollo de materiales para implantes quirúrgicos

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Asistente Fecha: 1/9/2009

ACTUAL: Categoría: Asistente desde fecha: 1/9/2009

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

*Universidad y/o Centro: Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la
Investigación Tecnológica (LEMIT-CIC)*

Facultad: -

Departamento: -

Cátedra: -

Otros: -

Dirección: Calle: 52 e/121 y 122 N°: -

Localidad: La Plata CP: B1900AYB Tel: 483-1141/4

Cargo que ocupa: Direct Prog. Instit. Desarr. Mat. Impl. Quirur

5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)

Apellido y Nombres: Ing. Luis P. Traversa

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: CP: Tel:

Dirección electrónica: direccion@lemit.gov.ar

¹ Art. 11; Inc. "e" ; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2008 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2006 al 31-12-2007, para las presentaciones bianuales.

.....
Firma del Director (si corresponde)

.....
Firma del Investigador

6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

En el período informado se han realizado estudios de solidificación en prótesis de cadera, consistentes en determinar las curvas de solidificación en las distintas partes de la pieza, a fin de evaluar los perfiles térmicos que determinan las microestructuras y perfiles de segregación de los elementos aleantes. La importancia de estos estudios radica en que las microestructuras y perfiles de segregación de los elementos aleantes influyen en las propiedades mecánicas, electroquímicas y físicas de las prótesis. Las prácticas se realizaron con el acero inoxidable ASTM F745 y con la aleación Co-Cr-Mo ASTM F75, materiales usados para la fabricación de prótesis quirúrgicas por procesos de colada. Los perfiles térmicos se midieron con termocuplas de platino-platino/rodio y plaqueta adquisidora de datos, mientras que los análisis metalográficos se realizaron con microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía dispersiva de rayos X (EDAX) para determinar los perfiles de segregación. Los resultados indicaron que en el vástago femoral las microestructuras en ambos materiales son más finas que en la zona superior correspondiente al cabezal de la prótesis, debido a un mayor subenfriamiento térmico, originado por la mayor velocidad de enfriamiento producida en esa zona, lo que también conduce a una menor segregación de elementos aleantes.

Desde el punto de vista electroquímica, se analizó la aleación de cobalto ASTM F75 mediante ensayos de polarización cíclica, según la norma ASTM F2129, a 37°C en solución fisiológica de NaCl al 0,9% en agua. Los resultados mostraron que el comportamiento, frente a la susceptibilidad de sufrir corrosión localizada, fue similar en ambas regiones, indicando que no hay diferencias respecto de los diferentes tamaños de microestructuras en esta aleación.

Por otro lado, se realizaron ensayos electroquímicos de polarización cíclica en la mencionada solución fisiológica para evaluar la susceptibilidad a la corrosión localizada del acero inoxidable ASTM F745 y del acero inoxidable Dúplex ante posibles cambios de pH en el cuerpo humano. Los análisis se realizaron variando el pH entre 4 y 9, con barridos entre un potencial inicial de -0.1V versus el potencial de circuito abierto (Eca) y un potencial de inversión del barrido de 0,3 V respecto del Eca, o el potencial correspondiente a una corriente máxima de 30 μ A. La velocidad de barrido fue de 0,167 mV/s. La celda se conformó con el electrodo de trabajo como ánodo, el electrodo de calomel saturado como referencia y contraelectrodo de acero inoxidable. Los resultados indicaron que el acero inoxidable Dúplex ha mostrado una menor susceptibilidad a sufrir corrosión localizada que el acero ASTM F745, al poseer un rango de pasividad más amplio y una mayor capacidad de repasivación. Estas propiedades no presentaron variaciones significativas en el rango de pH considerado. En cambio el acero ASTM F745 mostró una capacidad de repasivación decreciente con el aumento de pH.

Las tareas informadas se desarrollan en el marco del Programa Institucional "Desarrollo de materiales para implantes quirúrgicos", que se lleva a cabo en el LEMIT bajo mi dirección. Se estima que las mismas poseen una relevancia significativa, habida cuenta que por la Ley Provincial 11950/98, el LEMIT es el organismo contralor de materiales para prótesis e implantes quirúrgicos en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires.

7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

7.1 PUBLICACIONES. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

1) Mechanical properties of compacted graphite cast iron with different microstructures. R. W. Gregorutti and J. E. Grau
International Journal of Cast Metals Research 2014 Vol. 27, 5, 275-281.

Abstract

Tensile strength, fracture toughness and impact properties were evaluated in compacted graphite (CG) cast iron with ferritic, pearlitic and ausferritic microstructures. Ultimate tensile strengths for the ferritic and pearlitic samples were 337 and 632 MPa respectively. The austempered samples showed a significant increment in the strength and recording values between 675 and 943 MPa. The fracture toughness test revealed that the stress–intensity factor KIC was 34.0 MPa m^{1/2} for the ferritic CG iron, 39.7 MPa m^{1/2} for the pearlitic and between 51.0 and 58.0 MPa m^{1/2} for the austempered irons. On the other hand, CG iron with ferritic matrix exhibited the best impact properties with absorbed energy of 33.3 J. The absorbed energy of the pearlitic CG iron was the lowest, 14.3 J, while the austempered samples showed values between 17.2 and 28.4 J. Complementing these results, the critical crack size was also analysed.

He participado en el desarrollo experimental, en la interpretación y discusión de los resultados y en la escritura del manuscrito.

2) Thermal Parameters Analysis during Directional Solidification of Al-Cu Eutectic Alloys: Alex Kociubczyk, Federico Cabello, Carlos Schvezov, Ricardo Gregorutti, Alicia Ares.

Proceedings of the TMS 2014, 143rd Annual Meeting & Exhibition, Annual Meeting

Abstract

Al-Cu eutectic alloy samples (Al-33.2wt.%Cu) were solidified directionally upward under conditions which produce the columnar-to-equiaxed transition (CET) phenomenon. The position of the CET was located in each sample and the distance from the bottom of the ingot was measured. During solidification the distribution of temperatures were measured by means of thermocouples located strategically. From the measured temperatures the following parameters were obtained; local temperature gradient, cooling rate of the liquid and solid and growth rate. Three different velocities of heat extraction were employed and the temperature gradient reaches values of 2.1 °C/cm, 0.1 °C/cm and -4.3°C/cm, respectively. The results are presented and discussed comparing with the results obtained in the case of CET in dendritic Al-Cu alloys.

He participado en el desarrollo experimental, en la interpretación y discusión de los resultados.

3) Susceptibilidad a la corrosión localizada y biocompatibilidad de aceros inoxidables de uso quirúrgico. Ricardo W. Gregorutti, Jorge E. Grau, Cecilia I. Elsner, Daniel Castrogiovanni, Julieta Parisi, Miguel Reigosa.
Proceedings Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-CONAMET/IBEROMAT/MATERIA 2014

Resumen

La resistencia a la corrosión y la biocompatibilidad son algunas de las propiedades más importantes que deben cumplir las aleaciones destinadas a la fabricación de implantes quirúrgicos. En el presente trabajo, se analizó la susceptibilidad a la corrosión localizada y la citotoxicidad de los aceros inoxidables ASTM F745 y dúplex ASTM A890 Tipo 5A. La susceptibilidad a la corrosión localizada se evaluó mediante ensayos de polarización cíclica usando una solución acuosa de NaCl al 0,9% a 37°C y pH entre 4 y 9. Por otro lado, los bioensayos desarrollados para evaluar la citotoxicidad fueron los de rojo neutro (RN), MTT y colágeno tipo I, de acuerdo a NORMA ISO 10995-5, empleando como sustrato diana la línea celular osteoblástica de rata, UMR-106 (ATCC, CRL-1661). Paralelamente se realizó la técnica de contacto directo, donde se cultivaron las células UMR-106 sobre las superficies pulidas y esterilizadas de las aleaciones mencionadas para determinar la biocompatibilidad de las mismas.

Los ensayos de polarización cíclica indicaron que el inoxidable dúplex ASTM A890 Tipo 5A presenta una menor susceptibilidad a sufrir picado y una mayor capacidad de repasivación que el acero inoxidable austenítico ASTM F745. La mejor respuesta a la corrosión del acero inoxidable dúplex, puede atribuirse a su mayor contenido de Cr, Mo y N que incrementan el índice de resistencia a la corrosión por picado (PREN: Pitting Resistance Equivalent Number), en medios que contienen iones cloruro.

Los bioensayos de RN, MTT y colágeno tipo I, demostraron la ausencia de compuestos citotóxicos liberados al medio de extracción. La técnica de contacto directo puso en evidencia que las células UMR-106 se adhieren a las superficies esterilizadas de las aleaciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos con la metodología de análisis empleada se puede concluir que ambos aceros inoxidables poseen una alta biocompatibilidad.

He participado en el desarrollo experimental, en la interpretación y discusión de los resultados y en la escritura del manuscrito.

4) Corrosión en prótesis porosas de AISI 316L obtenidas por Gelcasting. Ricardo W. Gregorutti, Cecilia I. Elsner, Liliana Garrido, Andrés Ozols.
Proceedings Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-CONAMAT/IBEROMET/MATERIA 2014

Resumen

El Proceso gelcasting (GC), que generalmente se usa para el moldeo de cerámica, es adaptado para la producción de componentes de metal de osteosíntesis esponjosos porosos o prótesis, destinada llenado de defectos óseos. El objetivo principal de la porosidad interconectada es mejorar la osteoconductividad de matriz metálica y el crecimiento de hueso en su interior. Además, la porosidad disminuye la densidad de metal y los módulos de Young, que causan la resorción ósea, lo que lleva al fracaso del implante, fenómeno conocido apantallamiento de tensiones. El

GC empleada se basa en la formulación de una suspensión de polvo de acero inoxidable AISI 316L en una solución acuosa de monómeros y polímeros orgánicos. Esta es colada en cáscara cerámicas porosas, como los utilizados en la técnica de la cera perdida, en la que el entrecruzado polimérico es inducido por calentamiento. Las cáscaras, que contienen el compuesto de metal de hidrogel resultante, se someten a ciclo térmico con el fin de secar, quemar la fase orgánica, sinterizar las partículas de metal a 1200 ° C, y enfriar a temperatura ambiente bajo hidrógeno flujo permanente seco.

La susceptibilidad a la corrosión fue analizada en piezas con porosidades entre 50 a 60%. Los resultados indicaron que cuanto menor es la relación entre la porosidad abierta y la porosidad total, menor es la velocidad de corrosión.

He participado en el desarrollo experimental, en la interpretación y discusión de los resultados y en la escritura del manuscrito.

5) Ensayos potenciodinámicos y espectroscopía de impedancia electroquímica en acero inoxidable para implantes quirúrgicos: Alex Iván Kociubczyk, Claudia Marcela Mendez, Ricardo Walter Gregorutti, Alicia Esther Ares.

Proceedings Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-CONAMET/IBEROMAT/MATERIA 2014

Resumen

En el presente trabajo se evaluó la resistencia a la corrosión de aceros inoxidables conformados según las especificaciones de la norma ASTM F 745. Las mismas se obtuvieron por dos métodos, el tradicional de colada en molde cerámico y el de colada contra la gravedad y a baja presión.

Los ensayos de polarización cíclica se realizaron según la norma ASTM F 2129, utilizando una celda convencional de tres electrodos. Se empleó un electrodo de Pt como contraelectrodo y uno de Calomel saturado (ECS) como electrodo de referencia. Las experiencias se realizaron a 37 ± 1 °C y antes de iniciar el ensayo se purgó la solución con gas N₂ durante 15 minutos. Como electrolito se utilizó una solución de NaCl al 0,9% (pH 7), Se monitoreó el potencial de circuito abierto (PCA) durante 1 hora y luego se inició el barrido potenciodinámico en el sentido anódico, a una velocidad de 0,167 mV s⁻¹, desde un potencial de 100 mV por debajo del PCA. El barrido se invirtió luego de haber pasado el umbral de densidad de corriente en un valor de dos décadas mayor que la densidad de corriente de picado. Las medidas de espectroscopía de impedancia electroquímica (EIE) se realizaron luego de una hora de exposición de las probetas a PCA, en un rango de frecuencias de 100 kHz a 1 mHz y con una amplitud del potencial de ± 10 mV.

La microestructura de las probetas fue analizada antes y después del ensayo empleando microscopía óptica (MO).

Los resultados indican que las muestras, en general, presentan corrosión por rendija, y en algunos casos se observó la aparición de corrosión por picado. Asimismo, los valores de la capacidad se encontraron dentro del rango de los correspondientes a la doble capa eléctrica y la resistencia a la transferencia de carga aumentó en las probetas obtenidas por colada tradicional en molde cerámico.

He participado en el desarrollo experimental, en la interpretación y discusión de los resultados y en la escritura del manuscrito.

6) Segregación y puntos duros en aleaciones de aluminio A 380 para coladas por gravedad e inyección: Ricardo Aníbal Grammatico, Ricardo Gregorutti, José Luis Sarutti

Proceedings Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-
CONAMET/IBEROMAT/MATERIA 2014

Resumen

Las aleaciones de aluminio A 380 una de las más utilizadas para la obtención de piezas coladas en moldes metálicos por gravedad e inyección. En estas aleaciones, es muy común que se formen compuestos sólidos pesados en el fondo del horno llamados fangos, los cuales están formados por aluminio y cristales de silicio con un elevado contenido de hierro, manganeso y cromo. A dichos fangos se lo expresa a través del factor de segregación, el cual da la probabilidad de la precipitación de estos compuestos duros en función del tenor de hierro, manganeso y cromo en la aleación. La formación de dichos fangos está influenciada por la relación existente entre el factor de segregación y la temperatura del metal líquido en el horno. Estos compuestos duros de forma facetada y alta dureza, afectan la fluidez del metal líquido, lo que originan taponamientos o la creación de líneas de flujo en la pieza terminada (colabilidad reducida), a su vez, le baja la tenacidad en servicio de la pieza y producen el desgaste prematuro de la herramienta durante el proceso de mecanizado. El contenido de los compuestos duros en la pieza terminada puede reducirse controlando el contenido de hierro, manganeso y cromo en la aleación, aumentando el agregado de lingotes de segunda fusión provistos por un fabricante externo, y disminuyendo consecuentemente el consumo de reciclado interno en la carga del horno de fusión. El presente trabajo plantea un estado inicial del material relacionado con una cierta relación de carga del horno de fusión junto con las mejoras obtenidas en las condiciones del material mediante la variación de los contenidos de lingotes de segunda fusión y de reciclado interno en la carga del mismo.

He participado en el desarrollo experimental, en la interpretación y discusión de los resultados.

7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

1) Mechanical, electrochemical and magnetic behaviour of duplex stainless steel for biomedical applications. R. W. Gregorutti, J. Enrique Grau, F. Sives and C. I. Elsner. Materials Science and Technology, DOI 10.1179/1743284715Y.0000000017, Referencia mst11746.3d.

Abstract

Mechanical, electrochemical and magnetic properties of duplex stainless steel were analysed to evaluate its use as biomaterial, comparing the results with those obtained for austenitic stainless steel. Yield and ultimate tensile strengths are almost

twice in duplex stainless steel, being the values 870 MPa and 564 MPa, respectively. The electrochemical test revealed that this material has lower susceptibility to localised corrosion because of its greater passive range, 1 V from the open circuit potential, while the austenitic stainless steel exhibited a passive region of 0.370 V. Both steels behave as soft magnetic materials, however, duplex stainless steel has higher magnetic saturation and remanence, while austenitic stainless steel is more prone to heating when exposed to a magnetic field.

He participado en el desarrollo experimental, en la interpretación y discusión de los resultados y en la escritura del manuscrito.

2) Corrosion in 316L Porous Prostheses Obtained by Gelcasting. Ricardo W. Gregorutti, Cecilia I. Elsner, Liliana Garrido, Andrés Ozols.
Procedia Materials Science, DOI: 10.1016/j.mspro.2015.04.035. Referencia MSPRO1167

Abstract

Gelcasting (GC) process, usually used for ceramic moulding, is adapted for producing spongy or porous metal osteosynthesis components destined to bone void filling. The main objective of the interconnected porosity is to improve the osteoconductive of metal matrix by ingrowth of bone. Further, porosity reduces metal density and Young module, which causes bone resorption, leading to implant failure, phenomenon known as stress shielding. The employed GC is based on the formulation of AISI 316L stainless steel powder suspension in an aqueous solution of organic polymers. This suspension is cast into porous ceramic shells, like those used in lost wax technique, wherein the polymer crosslinking is induced by heating. The shells, containing the resulting hydrogel-metal composite, are subjected to thermal cycle in order to dry, burn the organic phase, sinter the metal particles at 1200°C, and cool down to room temperature under dry hydrogen permanent flow. The susceptibility to corrosion of 50-60 % porous pieces was analyzed. The results indicated that the lower relation between the open porosity and the total porosity, the lower the corrosion rate.

He participado en el desarrollo experimental, en la interpretación y discusión de los resultados y en la escritura del manuscrito.

7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.

Susceptibility to localised corrosion and biocompatibility of stainless steels for surgical use. R. W. Gregorutti, J. E. Grau, C. I. E., D. Castrogiovanni, J. Parisi, M. Reigosa

Abstract

Susceptibility to localised corrosion and cytotoxicity in a simulated human environment of austenitic ASTM F745 and Duplex stainless steels were analysed to evaluate their performance as biomaterials. Corrosion tests revealed that duplex steel has higher resistance to localised corrosion because of not only its larger passivity range, 1 V from the open circuit potential while the austenitic stainless steel exhibited a passive region of 0.370 V, but also its greater repassivation capacity. Cytotoxicity assays revealed the high cell viability for both stainless steels, being 98.3% for ASTM F745 and 94.1% for Duplex stainless steel, while the type I

collagen production was 94.0% and 91.7%, respectively. At the same time, of both materials showed acceptable cell adhesion on their surfaces.

Enviado a Journal of Biomedical Materials Research Part A

7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.

7.5 COMUNICACIONES. *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*

1) Informe técnico de Pieza correspondiente a la estatua "El Sembrador", de la ciudad de Carlos Casares, Provincia de Buenos Aires.

8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

8.2 PATENTES O EQUIVALENTES. *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*

8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*

8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES *(desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).*

8.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.

9. SERVICIOS TECNOLÓGICOS. *Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.*

En el período informado se ha concluido con la Transferencia Tecnológica del método de fundición de precisión por Cera Perdida, también llamado Investment Casting, realizada a la Empresa Aceros Corona SRL. La misma se desarrolló en el marco del Programa de Créditos Fiscales promovidos por la CIC, para Proyectos de Modernización e Innovación Tecnológica, y se concretó como Acuerdo de Transferencia

Tecnológica entre el LEMIT, como Institución Científico - Tecnológica articuladora actividades y la mencionada Empresa.

El objetivo del citado Convenio se centró en la transferencia de los conocimientos necesarios para desarrollar el método de moldeo por cera perdida y colada, a partir de modelos de cera inyectados, para la fabricación de prótesis e implantes quirúrgicos.

La Empresa Aceros Corona utiliza el proceso de Cera Perdida para la fabricación de pequeños componentes de vehículos pesados y joyería, y busca expandir su base de productos a los vinculados con los implantes médicos.

La tarea involucró la evaluación del estado de situación del proceso al momento del inicio del Convenio de Transferencia Tecnológica, el entrenamiento de operarios en la Planta piloto del LEMIT y el asesoramiento en Planta de la Empresa. Los lineamientos básicos se centraron en la confección de cáscaras cerámicas, empleando distintos tipos de áridos y ligantes, especificándose los tiempos de fluidez de los barros cerámicos y el número de capas de árido, en función de la masa y geometría de las piezas a fabricar. Desde el punto de vista de los procesos de fusión y colada, se especificaron los parámetros óptimos (temperatura de cáscara y de metal líquido, y la velocidad de colada) para obtener piezas libres de defectos. Al mismo tiempo, se ha realizado el asesoramiento pertinente para la compra de los equipos necesarios para el desarrollo del proceso de Cera Perdida para la fabricación de prótesis quirúrgicas, de acuerdo a los planes de producción de la Empresa.

Los resultados obtenidos fueron altamente satisfactorios, ya que la producción mensual de piezas fabricadas por la Empresa era inferior a las 2.000 unidades, y como producto del asesoramiento realizado se registró un significativo aumento de la producción a aproximadamente 20.000 piezas.

Los trabajos se iniciaron en diciembre de 2012 y se extendieron hasta junio de 2014. Durante el período 2013, el asesoramiento en Planta se realizó con una frecuencia de de dos visitas semanales, mientras que en 2014 el asesoramiento se realizó en los meses de mayo y junio con una frecuencia de una visita semanal.

El monto total de facturación fue de \$45.000 asentado en el Expediente N° 56.731/12 del LEMIT.

10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

10.1 DOCENCIA

10.2 DIVULGACIÓN

11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES. *Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.*

Co Director del Ing. Alex Iván Kociubczyk. BECA INTERNA DE POSTGRADO TIPO I (3 AÑOS), a partir del 1º de abril de 2013, otorgada por CONICET, Resolución N° 4358 de fecha 07/12/2012 - Convocatoria 2012. Directora: Dra. Alicia Esther Ares, CONICET / Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales-UNaM. Tema de trabajo: "ESTRUCTURAS DE SOLIDIFICACIÓN Y PROPIEADES DE ALEACIONES DESTINADAS A LA SUSTITUCIÓN DE TEJIDOS DUROS".

12. DIRECCION DE TESIS. *Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.*

Co Director de la Tesis Doctoral del Ing. Alex Iván Kociubczyk., para acceder al grado de Doctor en Ciencias Aplicadas. Directora de Tesis: Dra. Alicia Esther Ares. Tema de

tesis: “ESTRUCTURAS DE SOLIDIFICACIÓN Y PROPIEDADES DE ALEACIONES DESTINADAS A LA SUSTITUCIÓN DE TEJIDOS DUROS”.

Resolución N° 010/11 del Consejo Superior de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Resolución N° 025/11 del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN). Tesis en ejecución.

13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS. *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

1) TMS 2014 143rd Annual Meeting & Exhibition, Annual Meeting. San Diego, Estados Unidos, 16-20 de febrero de 2014.

Thermal Parameters Analysis during Directional Solidification of Al-Cu Eutectic Alloys: Alex Kociubczyk, Federico Cabello, Carlos Schvezov, Ricardo Gregorutti, Alicia Ares. Participación como autor. Trabajo presentado:

2) Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales SAM-CONAMET/IBEROMAT/MATERIA 2014, Santa Fe, Argentina, 21-24 de octubre 2014. Trabajos presentados:

i) Susceptibilidad a la corrosión localizada y biocompatibilidad de aceros inoxidables de uso quirúrgico: Ricardo W. Gregorutti, Jorge E. Grau, Cecilia I. Elsner, Daniel Castrogiovanni, Julieta Parisi, Miguel Reigosa.

ii) Corrosión en prótesis porosas de AISI 316L obtenidas por Gelcasting: Ricardo W. Gregorutti, Cecilia I. Elsner, Liliana Garrido, Andrés Ozols.

iii) Ensayos potenciodinámicos y espectroscopía de impedancia electroquímica en acero inoxidable para implantes quirúrgicos: Alex Iván Kociubczyk, Claudia Marcela Mendez, Ricardo Walter Gregorutti, Alicia Esther Ares.

iv) Segregación y puntos duros en aleaciones de aluminio A 380 para coladas por gravedad e inyección: Ricardo Anibal Grammático, Ricardo Gregorutti, José Luis Sarutti

14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.*

15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO. *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

Subsidio a la Investigación otorgado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, a los fines de la compra de insumos necesarios para el desarrollo de las tareas. Monto otorgado: 7000 pesos.

16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO. *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

Fondos provenientes de la Cuenta de Terceros y Servicios Tecnológicos del LEMIT.

17. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA. *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

Miembro del Sub-Comité de Implantes Quirúrgicos del IRAM, donde se analizan y evalúan las Normas destinadas a regular el uso de prótesis e implantes quirúrgicos. Frecuencia: una reunión mensual.

19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO. *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

1) Docente Invitado de la Carrera de Ingeniería en Materiales del Instituto de Tecnología "Prof. Jorge Sabato", CNEA-UNSAM. Cátedra: Fisicoquímica de superficies, interfases y transformaciones de fase. Clase de 4 horas. Tema: Diagrama Fe - C y Fundiciones de Hierro. Características morfológicas, propiedades y transformaciones de fase por tratamientos térmicos.

20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES. *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

Teniendo en cuenta de que el tema de los biomateriales debe ser abordado desde un ámbito multidisciplinario, se realizan trabajos en conjunto con el Instituto Multidisciplinario de Biología Celular (IMBICE), con el objetivo realizar estudios de citotoxicidad y genotoxicidad de las aleaciones metálicas usadas en implantología. Los mismos se llevan a cabo en el Laboratorio de Cultivos del IMBICE, a cargo del Dr. Miguel Antonio Reigosa. Como resultado de los mismos se ha presentado un trabajo en el congreso SAM-CONAMET/IBEROMAT/MATERIA 2014, mencionado en los puntos 7.1 y 13 del presente informe, y también se ha enviado un trabajo para su publicación en Journal of Biomedical Materials Research Part A., como se indicara en el punto 7.3.

A partir del 2014 participo como colaborador externo del Proyecto UBACyT 2014-2017 "Biocomposites para Sustitutos Óseos para Restauración de Tejido Óseo", cuyo código es 20020130100076BA, dirigido por el Dr. Andrés Ozols. En el marco del mismo se ha presentado un trabajo en el congreso SAM-CONAMET/IBEROMAT/MATERIA 2014, además de ser aceptada su publicación en la revista Procedia Materials Science, como se mencionara en los puntos 7.2 y 13.

En el período informado se han iniciado trabajos en conjunto con la Dra. Alicia Roviglione Docente e Investigadora de la Facultad de Ingeniería de la UBA y el Dr. Rodolfo Kempf, Investigador de la Comisión Nacional de Energía Atómica, referidos a la obtención de materiales livianos de grafito, con alto grado de porosidad y área superficial, a partir de materiales económicos, como las fundiciones de hierro. Los mismos pueden ser diseñados a partir de procesos de solidificación y servirían para una amplia variedad de aplicaciones, tales como electrodos de carbono para celdas de combustibles, catalizadores, supercapacitores, electrodos soporte de nanofilms de cobre y plata para sanitización de agua y filtros.

Así mismo, se han realizado trabajos de colaboración con la Dra. Alicia Ares, Docente de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la UNaM e Investigadora del CONICET, sobre aleaciones Al-Cu, que redundaron en la presentación de un trabajo en el Congreso Internacional de la TMS 2014, como se indicara en los puntos 7.1 y 13.

En el presente período he participado como evaluador de artículos para la publicación Materials Science and Technology

21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO. *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

Título: Desarrollo de materiales para implantes quirúrgicos

La importancia que tiene el empleo de prótesis quirúrgicas en el ámbito de la salud pública ha conducido a la continua búsqueda de materiales que mejoren su biocompatibilidad, abriendo así, un extenso campo en la Investigación y Desarrollo de sistemas de aplicación clínica. En este contexto, el presente Plan de Trabajo tiene como objetivo general ampliar el conocimiento existente sobre los biomateriales usados en la actualidad, tanto en lo que respecta a las propiedades físicas, químicas y mecánicas, cuanto a los procesos de fabricación. Al mismo tiempo, aspira a desarrollar nuevos materiales que mejoren la performance de una pieza implantable. Los objetivos trazados en el presente Plan de Trabajo se centran en los siguientes aspectos:

1) Desarrollo de sistemas de moldeo y técnicas de colada para la obtención de distintos tipos de prótesis en acero inoxidable AISI 316L y la aleación de cobalto ASTM F 75.

2) Estudio del proceso de solidificación de estas aleaciones en función de los distintos parámetros de colada (temperatura de metal líquido, temperatura de cáscara).

3) Caracterización de las estructuras de solidificación, determinando el porcentaje de las distintas fases presentes, el tamaño de grano, el nivel de inclusiones y los perfiles de micro y macro segregación.

4) Optimización de las propiedades del acero inoxidable ASTM 316L, con agregados de titanio, niobio y nitrógeno.

5) Aplicación de tratamientos térmicos y termoquímicos para mejorar las propiedades químicas y mecánicas de las aleaciones antes mencionadas.

6) Determinación de la susceptibilidad a la corrosión localizada de las aleaciones en medios que simulen fluidos del cuerpo humano y evaluar la influencia del nitrógeno.

7) Estudio de citotoxicidad y genotoxicidad de las aleaciones metálicas usadas para elaborar prótesis e implantes quirúrgicos.

8) Estudio de nuevas aleaciones metálicas no contempladas hasta el momento para la fabricación de prótesis quirúrgicas, como por ejemplo el acero inoxidable dúplex, aceros al manganeso y AISI 316L con agregado de nitrógeno.

Métodos y técnicas a emplear.

1) Las técnicas a emplear serán las siguientes:

2) Microscopía óptica y electrónica de barrido (SEM), con análisis por Rayos X dispersados (EDAX).

- 3) Espectroscopia Mössbauer de electrones de conversión.
- 4) Espectroscopia Mössbauer de Rayos X.
- 5) Difracción de Rayos X.

El uso de dispositivos implantables, ya sean permanentes o temporarios ha cobrado una significativa importancia para la salud pública, motivo por el cual la Legislatura de la Provincia de Buenos Aires ha sancionado la Ley 11950/98, que designa al LEMIT como Organismo Contralor de los materiales implantables en el ámbito provincial. En este contexto, el LEMIT ha impulsado Programa Institucional “Desarrollo de materiales para implantes quirúrgicos”, que se lleva a cabo bajo mi coordinación, en el cual se desarrollarán las tareas correspondientes al presente Plan de Trabajo.

Condiciones de la presentación:

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
 - a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 21).
 - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda “Informe Científico Período”.
 - c. Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
 - a. Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: ininvest@cic.qba.gov.ar (puntos 1 al 21), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - b. En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.