

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO Informe Científico¹

PERIODO ²: 2014/15

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: PICASSO

NOMBRES: Alberto Carlos

Dirección Particular: Calle:

Localidad: Bahía Blanca CP: 8000 Tel:

Dirección electrónica: alberto.picasso@uns.edu.ar

2. TEMA DE INVESTIGACION

Propiedades Mecánicas y evolución Cinética de Microestructuras a Altas temperaturas

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Investigador independiente Fecha: 10/07/2006

ACTUAL: Categoría: Investigador independiente desde fecha: 10/07/2006

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: Universidad Nacional del Sur

Facultad: ---

Departamento: Ingeniería

Cátedra: Conformado de Metales

Otros: Lugar: "Laboratorio de Metalurgia y Tecnología Mecánica"

Dirección: Calle: Av. L. Alem Nº: 1253

Localidad: Bahía Blanca CP: 8000 Tel: 0291 4595104

Cargo que ocupa: Profesor Asociado c/Dedicación Exclusiva

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

Apellido y Nombres:

Dirección Particular: Calle: Nº:

Localidad: CP: Tel:

Dirección electrónica:

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 2014 deberá informar sobre la actividad del período 1º-01-2012 al 31-12-2013, para las presentaciones bianuales.

Firma del Director (si corresponde)

Firma del Investigador

6. RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA

Se estudia la evolución cinética de la microestructura y sus consecuencias sobre las propiedades mecánicas en aleaciones metálicas resistentes a altas temperaturas; principalmente, aceros colables austeníticos con alto contenido de Ni y Cr. Las fallas producidas en los hornos de *crackeo* tienen su origen en los tubos fabricados con estas aleaciones. De este modo, es importante conocer cómo evoluciona la microestructura a altas temperaturas en el tiempo. Cabe destacar que, algunas fases componentes (principalmente, los carburos) suelen transformar hacia fases no deseables (frágiles), generando centros de nucleación de microfisuras. Estos productos deberían tener una duración de 100.000 h, según la norma; sin embargo, las fallas prematuras suelen ocurrir alrededor de 30.000 h.

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

El grupo de investigación tiene como objetivo comprender los fenómenos que ocurren en la inestabilidad microestructural de aleaciones resistentes a altas temperaturas y sus consecuencias sobre las propiedades mecánicas. Estas aleaciones son utilizadas en la fabricación de hornos de crackeo en la industria petroquímica local. El componente en sí mismo, es un tubo de 12 m de largo, con un diámetro medio de 110 mm y un espesor de 10 mm, aproximadamente. Estos tubos constituyen los componentes de un serpentín (tipo radiador) y en el armado del horno de crackeo, se construyen entre 6 y 8 estaciones de este tipo. El serpentín es calentado por quemadores a gas distribuidos sobre su superficie, alcanzando temperaturas entre 650 y 1100°C, dependiendo de la zona. De esta forma, al circular el gas (proveniente del pozo de petróleo) a través del serpentín, se produce la reacción catalítica que separa al etano del resto de los componentes; además de incorporar otras cadenas carbonosas para finalmente obtener etileno.

Las aleaciones que el grupo investiga son comercialmente denominadas; acero austenítico *HP modificado con Nb* y una aleación de base Ni, denominada *ET45 micro*. Las muestras para llevar a cabo los estudios son extraídas a partir de los tubos citados precedentemente. El tubo en su condición *as cast* es obtenido por el fabricante mediante colado centrifugado. De esta manera, su microestructura es de tipo dendrítica con una matriz austenítica y una red de carburos eutécticos primarios interdendríticos del tipo M_7C_3 y $M_{23}C_6$ ($M = Cr, Ni, Fe$) y MC con $M = Nb, Ti$.

Bajo estas condiciones los tubos son utilizados en la fabricación del horno de crackeo.

Tal como fuera señalado precedentemente, los tubos operan en el rango de temperaturas entre 650 y 1100°C, una presión de XX y son diseñados para tener una durabilidad de 100000 h, de acuerdo con las normas; sin embargo, estos tubos suelen cambiarse habitualmente por fallas alrededor de las 30000 h. Debido a su alto costo, es de interés analizar las causas que conducen a dichas fallas.

Durante este período, se realizaron envejecimientos en hornos resistivos a 700, 750, 800, 850 y 950°C a grupos de muestras (alrededor de 10 para cada temperatura) alcanzando tiempos de envejecimientos de hasta 3000 h en algunos casos. Luego, estas muestras fueron preparadas mediante pulido mecánico con diferentes papeles abrasivos y atacadas químicamente a efecto de analizar la evolución de la microestructura. Se utilizaron técnicas tales como, microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido (*SEM*), difracción de rayos X y microdureza *Vickers*. De esta manera, se pudo caracterizar parcialmente la microestructura inicial y su evolución con la temperatura; sin embargo, no se pudieron identificar con seguridad los carburos presentes debido a que estas técnicas no son determinantes en este aspecto. Los resultados obtenidos permitieron interpretar, parcialmente, cómo evoluciona la microestructura a altas temperaturas. Nuevas técnicas; tales como, dilatometría diferencial (*Dr. Fernando D. Prado, Departamento de Física de la Universidad Nacional del Sur*) y mapeo mediante *SEM, EBSD* (*Dra. Silvina Limandri, FAMAF, Universidad Nacional de Córdoba*) serán incorporadas para profundizar dichos estudios, con el objeto de identificar, desde el punto de vista cristalográfico, los carburos primarios y su probable transformación a siliciuros, como así también los carburos secundarios que precipitan durante el envejecimiento en la matriz.

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

8.1 PUBLICACIONES.

- 1. CESAR LANZ; ALDO GAROFOLI; MATIAS SOSA LISSARRAGUE; ALBERTO PICASSO. Envejecimiento y propiedades mecánicas en una aleación resistente a altas temperaturas rica en Cr y Ni. Argentina. Estación Belgrano. 2014. Libro. Artículo Completo. Congreso. 14a. SAM - CONAMET / XIII SIMPOSIO MATERIA. Sociedad Argentina de Materiales (SAM).**
- 2. ALDO GAROFOLI; CESAR LANZ; MATIAS SOSA LISSARRAGUE; ALBERTO PICASSO. Variación en las propiedades mecánicas en el acero comercial HP**

modificado, durante envejecimientos a altas temperaturas. Argentina. Estación Belgrano. 2014. Libro. Artículo Completo. Congreso 14a. SAM - CONAMET / XIII SIMPOSIO MATERIA. Sociedad Argentina de Materiales (SAM).

3. ALDO GAROFOLI; CESAR LANZ; ALBERTO PICASSO; MATIAS SOSA LISSARRAGUE. EVOLUCION DE LA MICROESTRUCTURA Y SUS PROPIEDADES MECANICAS EN UNA ALEACION Ni-Cr-Fe, ENVEJECIDA A ALTAS TEMPERATURAS. Chile. Valparaíso. 2014. Libro. Artículo Completo. Jornada. XXII Jornadas de Jóvenes Investigadores. AUGM.
4. DANIEL ZIEGLER; MAURO PUCCINELLI; BRUNO BERGALLO; ALBERTO PICASSO. Investigation of turbine blade failure in a thermal power plant. Case studies in Engineering Failures Analysis: Elsevier. 2013 vol. n°1. p192 - 199. ISSN 2213-2902.

8.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN.

1. ALBERTO PICASSO; CESAR LANZ; MATIAS SOSA LISSARRAGUE; ALDO GAROFOLI. Microstructure evolution of a nickel-base alloy resistant to high temperature during aging. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*. USA (Delaware); Scientific Research Publishing. (en prensa) ISSN 2327 - 4077.
2. ALBERTO PICASSO . Interaction solute atom – dislocation during steady-state creep in ferritic 2.25Cr1Mo steel. *International Journal of Modern Sciences and Engineering Technology (IJMSET)* ISSN 2349-3755 (en prensa); <https://www.ijmset.com>.

8.3 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.

8.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.

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

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

8.6 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.*

9. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

9.1 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.*

9.2 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.*

9.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO.

El presente Proyecto de Investigación permite formar profesionales especializados en este tipo de aleaciones metálicas, las cuales son muy utilizadas en las empresas del Polo Petroquímico de Bahía Blanca. Esta base del conocimiento, constituye un núcleo de asesoramiento altamente calificado para la evaluación de productos utilizados en el polo.

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

9.5 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.

10. 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.

11. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

11.1 DOCENCIA

11.2 DIVULGACIÓN

1. **"Cómo fabricar un acero con las mejores propiedades mecánicas" Parte 1, N. Mazini, D. Ziegler y A. Picasso; Revista *El Fundidor* (2013), N° 137, publicación periódica de la Cámara Industrial de Fundidores de la R. Argentina (CIFRA), pag. 71 – 84.**
2. **"Cómo fabricar un acero con las mejores propiedades mecánicas" Parte 2, N. Mazini, D. Ziegler y A. Picasso; Revista *El Fundidor*, publicación periódica de la Cámara Industrial de Fundidores de la R. Argentina (CIFRA), (2014).**

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

1. **Sosa Lissarrague, Matías Humberto; becario Conicet; Tema: Caracterización, evolución de microestructuras y propiedades mecánicas de aceros austeníticos resistentes a altas temperaturas; período 2015 – 2019.**
2. **Garófoli Aldo Daniel; Prof. Titular semiexclusivo (miembro investigador del Grupo de Investigación); 2010 y actualmente.**
3. **Cévoli Iván A.; beca p/estudiantes avanzados CIN; Tema: Manejo de técnicas en caracterización microestructural y puesta en marcha de una máquina para ensayos de termofluencia; período 2015 – 2016.**

13. DIRECCION DE TESIS.

1. **Sosa Lissarrague, Matías H.; Tesis Doctoral en curso (Inicio 2015)**

14. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS.

1. **CESAR LANZ; ALDO GAROFOLI; MATIAS SOSA LISSARRAGUE (expositor); ALBERTO PICASSO. Envejecimiento y propiedades mecánicas en una aleación resistente a altas temperaturas rica en Cr y Ni. Argentina. Estación Belgrano. 2014. Libro. Artículo Completo. Congreso. 14a. SAM - CONAMET / XIII SIMPOSIO MATERIA. Sociedad Argentina de Materiales (SAM).**
2. **ALDO GAROFOLI; CESAR LANZ; MATIAS SOSA LISSARRAGUE (expositor); ALBERTO PICASSO. Variación en las propiedades mecánicas en el acero comercial HP modificado, durante envejecimientos a altas temperaturas. Argentina. Estación Belgrano. 2014. Libro. Artículo Completo. Congreso 14a. SAM - CONAMET / XIII SIMPOSIO MATERIA. Sociedad Argentina de Materiales (SAM).**
3. **ALDO GAROFOLI; CESAR LANZ; ALBERTO PICASSO; MATIAS SOSA LISSARRAGUE (expositor). EVOLUCION DE LA MICROESTRUCTURA Y SUS PROPIEDADES MECANICAS EN UNA ALEACION Ni-Cr-Fe, ENVEJECIDA A ALTAS TEMPERATURAS. Chile. Valparaíso. 2014. Libro. Artículo Completo. Jornada. XXII Jornadas de Jóvenes Investigadores. AUGM.**
15. **CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.***

16. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO

Como director:

- “Propiedades Mecánicas y evolución Cinética de Microestructuras a Altas temperaturas”, Director: Dr. Alberto C. Picasso, Laboratorio de Metalurgia y Tecnología Mecánica, UNS. PGI : 1/01/2014 al 31/12/2015 Continuación PGI 24/J064.
- “Propiedades Mecánicas y evolución Cinética de Microestructuras a Altas temperaturas”, (CICPBA), Subsidio Institucional anual 2015 Director: Dr. Alberto C. Picasso.
- “Caracterización microestructural y comportamiento mecánico de aceros austeníticos inoxidables a altas temperaturas”. Director: Dr. Alberto C. Picasso, Programa de Subsidios Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica – Convocatoria 2013, Resolución N° 813/13, C.I.C.P.B.A, periodo 2014/15.
- “Propiedades Mecánicas y evolución Cinética de Microestructuras a Altas temperaturas”, (CICPBA), Subsidio Institucional anual 2014 Director: Dr. Alberto C. Picasso.

17. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

1. Subsidio: *Fundación Hermanos Agustín y Enrique Rocca (2014). Caracterización Metalúrgica de Aleaciones Metálicas, Director: Dr. Alberto C. Picasso, Monto: \$ 60.000. Adquisición de una mesa cortadora de metales y una pulidora de doble plato.*

18. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

19. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA

- **Miembro Titular Asesor en la Comisión Asesora de Autoevaluación y Planeamiento del Departamento de Ingeniería (CASAPDI), CDI N° 219/2013 (2013/14), UNS. Tiempo dedicado 2 h/sem.**

20. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO.

- **Primer cuatrimestre: Materia “Conformado de Metales” 8 h/sem.**
- **Segundo cuatrimestre: Materia de posgrado “Aleaciones resistentes para altas temperaturas” 80 h**

21. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES.

Paralelamente a las tareas normales de investigación y docencia, se han realizado trabajos en el edificio del Laboratorio a fin de mejorar su funcionamiento y presentación. Se ha puesto en condiciones un nuevo Laboratorio para docencia e investigación. Al mismo, se le realizó trabajos de pintura, mejoras en las instalaciones eléctricas y de agua, contando con la colaboración de otros investigadores y alumnos.

22. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO.

Para el próximo período, se pretende aplicar nuevas técnicas experimentales complementarias a efecto de identificar, en forma determinante, la composición, fracción en volumen y las características cristalográficas de los carburos presentes en las aleaciones comerciales *HP modificado con Nb y ET45 micro*, en su condición as cast (microestructura inicial) y luego, a muestras envejecidas a diferentes temperaturas y tiempos. En este sentido, se emprenderán trabajos de investigación en colaboración con la *Dra. Silvina Limandri del FAMAF (Universidad de Cordoba)*, aplicando las técnicas de mapeo mediante Microscopía Electrónica de Barrido (*SEM*), *EBSD (Electron Backscatter Diffraction Analysis)* y *WDS (Wavelength Dispersive Spectroscopy)*. Por otra parte, se realizarán trabajos en colaboración con el *Dr. Fernando D. Prado (Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur)*, utilizando la técnica de dilatometría diferencial en ambas aleaciones y a diferentes temperaturas, con el fin de determinar cuáles son las fases inestables que han provocado cambios sustanciales en los valores de microdureza encontrados, a qué temperatura se produce el fenómeno y cómo son los cambios dimensionales producidos en la muestra. Cabe destacar que, los resultados obtenidos hasta el momento nos han planteado nuevas dudas acerca de la estabilidad de ciertas fases (en la literatura se da por sentado que estas fases son estables). Por último, se hará un análisis similar al estudio a realizarse mediante

dilatometría, utilizando la técnica de calorimetría diferencial que posee el Centro Atómico Bariloche.

A partir de los resultados obtenidos, se tiene previsto publicar dos trabajos en 2016 en revistas internacionales especializadas y al menos, dos trabajos en año 2017.

Es importante señalar que, se ha incorporado un nuevo profesional al Grupo con el objetivo de realizar su formación de posgrado a través de la carrera *Magister en Ciencia y Tecnología de los Materiales* y bajo mi dirección. El profesional, *Ing. Mecánico Mauro E. Puccinelli*, actualmente, cuenta con un cargo de J.T.P con Ded. Excl. (*Dpto. de Ingeniería, UNS*) y desarrolla tareas en nuestro laboratorio. El Plan de Trabajo a desarrollar por el profesional, constituye parte del Proyecto que viene desarrollando este Grupo de Investigación. Fundamentalmente, el *Ing. M. Puccinelli* determinará curvas experimentales de tracción a altas temperaturas para estas aleaciones, en la condición envejecida a diferentes temperaturas y tiempo, con el objeto de determinar los mecanismos de deformación que operan bajo esas condiciones y evaluar las pérdidas en las propiedades mecánicas que sufre el material. Cabe destacar que, el Plan de Trabajo del *Ing. Matías Sosa Lissarrague* (actual doctorando), contempla la determinación de curvas de *creep* bajo diferentes condiciones de envejecimiento.

De esta manera, se pretende contar con un amplio espectro de características físicas del material, bajo condiciones similares de operación y algo más.

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 22).
 - 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.gba.gob.ar (puntos 1 al 22), 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.

C. Sistema SIBIPA:

a. Se deberá peticionar el informe en la modalidad on line, desde el sitio web de la CIC, sistema SIBIPA (ver instructivo).

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.