

**CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN
ENTRE EL CENTRO DE INVESTIGACIONES APLICADAS de la FUERZA AÉREA
ARGENTINA Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

Entre la FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA en adelante "FACULTAD", representada por el Dr. Prof. Marcelo Mario Mariscal D.N.I. N° 24.627.114, Decano de la Facultad de Ciencias Químicas, actuando en el ejercicio de su cargo y conforme a lo establecido en la Resolución del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Químicas, U.N.C., N°618/21, con domicilio en Medina Allende y Av. Haya de la Torre, Ciudad Universitaria, ciudad de Córdoba, y por la otra parte, la FUERZA AÉREA ARGENTINA, a través del Centro de Investigaciones Aplicadas, en adelante "CIA", representado en este acto por su Jefe el Vicecomodoro Fernando Exequiel MARTINEZ, con domicilio legal en Avenida Fuerza Aérea N°6500, Ciudad de Córdoba, ambas en conjunto denominadas "Las PARTES", acuerdan suscribir un Convenio Específico de Cooperación, sobre la base de las consideraciones y propósitos que se exponen a continuación:

CONSIDERANDO:

Que el 13 de mayo de 2022 la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA y el MINISTERIO DE DEFENSA se firmó un Convenio Marco de Colaboración que contempla la mutua colaboración, asesoría y complementación científico-académica para la elaboración de estudios, informes y la realización de actividades formativas y culturales. Res. N°: CONVE-2022-48027945-APN-DGD#MD.

Que la Cláusula Segunda de dicho marco de colaboración prevé la suscripción de Convenios Específicos, que contengan las actuaciones a llevar a cabo en aspectos concretos y específicos por las entidades.

Que hace a las funciones del CIA, establecida en la última edición del Manual de Procedimientos Orgánicos para la Dirección General de Investigación y Desarrollo

(MAPO 13 - Edición 2013), la importancia de vinculación de éste Centro con Institutos Académicos para el perfeccionamiento de su personal y el desarrollo de los proyectos en ejecución.

Por ello “Las PARTES” acuerdan celebrar el presente convenio específico de colaboración, en adelante “el CONVENIO”, el cual estará sujeto a las siguientes cláusulas y condiciones:

PRIMERA- Las PARTES acuerdan celebrar el presente CONVENIO con el objeto de llevar a cabo actividades de colaboración, fortalecer e intensificar las áreas de transferencias tecnológicas y prestaciones de servicios que resulten de mutuo interés y conveniencia para las PARTES, en los campos vinculados a la investigación y desarrollo de materiales de uso aeronáutico, espacial y para la Defensa con fines estratégicos. Como así también de procesos tecnológicos de fabricación y empleo. Así mismo establecer las bases y líneas de trabajo, para la realización del PROYECTO titulado “**DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES ELASTOMÉRICOS EN LA INDUSTRIA AEROESPACIAL**”, el cual se detalla en el Anexo 1, que se incorpora al presente acuerdo.

SEGUNDA. ACTIVIDADES. En virtud del presente LAS PARTES:

- Compartirán información académica en cuanto al estado de conocimiento del tema objeto del PROYECTO.
- Se complementarán en la utilización de instrumentos y equipos de ambas instituciones que sean necesarios en el marco del cumplimiento del objeto del presente convenio, mencionado en la cláusula 1ra.
- Publicarán de común acuerdo entre los integrantes del PROYECTO los resultados obtenidos, las metodologías implementadas y las observaciones realizadas en las memorias técnicas y/o comunicaciones científicas que se consideren pertinentes,

teniendo en cuenta aspectos de confidencialidad propios de cada institución, debiendo constar con dicha autorización documentariamente. En caso de que se expongan en publicaciones científicas o técnicas los resultados de los trabajos que se realicen como consecuencia de este convenio, deberá hacerse constar en ellas la participación de ambas instituciones. En toda otra publicación o documento editado en forma unilateral, la parte que lo haga deberá dejar constancia de la colaboración prestada por la otra, sin que ello implique responsabilidad alguna para ésta respecto del contenido y costos de lo publicado.

TERCERA. APORTES DE LAS PARTES.

RECURSOS HUMANOS: Cada Parte compromete, para la ejecución de las actividades específicas del presente acuerdo, a asignar personal que considere oportuno, según el proyecto al que se encuentren abocados. En el caso particular del “PROYECTO”, en esta primera instancia se detalla el personal abocado al mismo en el Anexo 1 del presente, sin que limite a la posible incorporación y/o desafectación posterior según requerimientos y demandas de las partes involucradas.

RECURSOS MATERIALES: Las partes contribuirán al PROYECTO con los recursos materiales para la realización de las actividades relativas al objeto del presente, según el presente detalle: La FACULTAD proveerá al CIA el uso de la infraestructura y algunos de los insumos requeridos para la caracterización de los materiales pertinentes al objeto del presente PROYECTO. Además, los responsables del proyecto por parte de LA FACULTAD podrán unilateralmente solicitar financiamiento a organismos de ciencia y técnica u otras entidades nacionales para la compra de insumos, materiales y reactivos inherentes al desarrollo experimental en el PROYECTO; no teniendo injerencia alguna el CIA en las solicitudes citadas.

El CIA manifiesta su intención de colaborar con su capacidad edilicia y tecnológica, aportando los medios técnicos y de infraestructura necesarios para la concreción de

las actividades previstas por los proyectos mencionados en la Cláusula Segunda. Asimismo, pone a disposición a su personal profesional para la participación activa dentro de las actividades.

CUARTA. RESPONSABLES. En relación al presente Convenio, para su seguimiento, control y coordinación, LAS PARTES designan como Responsables Técnicos a:

- Por CIA: Dra. Patricia López Rivilli (DNI 25610646)
- Por LA FACULTAD: Prof. Dra. Elizabeth Laura Moyano (DNI: 22036308)

Las PARTES se comprometen a prestar colaboración para la realización del presente convenio, estableciéndose a los efectos del presente programa la siguiente estructura organizativa:

Referentes Programáticos:

- El Decano de la Facultad de Ciencias Químicas de la UNC
- El Jefe del Centro de Investigaciones Aplicadas de la Dirección General de Investigación y Desarrollo de la Fuerza Aérea Argentina.

QUINTA.- El CONVENIO entrará en vigor a partir de su firma y tendrá una vigencia de VEINTICUATRO (24) meses, pudiendo prorrogarse de común acuerdo en los mismos términos y/o incorporando alguna modificación que no afecte el objeto del mismo, previendo el inicio de las conversaciones con TREINTA (30) días de antelación a la fecha de vencimiento. En ningún caso la no renovación del presente otorgará a favor de ninguna de las partes derecho alguno para formular reclamos o exigir indemnizaciones de cualquier naturaleza.

SEXTA.- Cualquiera de las PARTES podrá rescindir el presente CONVENIO, sin que ello genere derecho a indemnización alguna a favor de las otras partes, debiendo comunicarlo fehacientemente a las otras con una antelación no menor a TREINTA (30) días corridos de la fecha en que se pretenda que la rescisión tenga efectos. En

cualquiera de los casos de terminación previstos en el presente CONVENIO, los trabajos ya iniciados y que se encuentren en proceso de ejecución a la fecha de la terminación deberán ser cumplidos íntegramente, salvo decisión conjunta en contrario por las PARTES y que no perjudique a alguna de las partes y/o terceros.

SÉPTIMA- Las tareas realizadas por el personal de ambas partes no implicará el cobro de servicios prestados de forma adicional dentro de las actividades inherentes al PROYECTO.

OCTAVA. DEL PERSONAL. En caso de que personal dependiente de una de las PARTES realice tareas y ejecute acciones fuera en dependencias, instalaciones o en el ámbito de la otra, deberá cumplir y respetar todas las disposiciones internas en materia de confidencialidad, preservación de materiales, elementos y herramientas, uso exclusivo de herramientas y elementos; y ello no implicará existencia de relación de dependencia, empleo ni vínculo constitutivo de relación laboral de ninguna índole.

NOVENA. RESPONSABILIDAD LABORAL Y ECONOMICA. El presente Convenio no implica para ninguna de las PARTES obligación económica alguna fuera de las especificadas en el mismo, ni asunción de ningún tipo de responsabilidad laboral de una de las PARTES respecto del personal de la otra, comprometiéndose a mantenerse indemnes entre sí en tal sentido.

DÉCIMA. PUBLICACIÓN O DIFUSIÓN DE RESULTADOS. Previo a la publicación o difusión de cualquier resultado parcial o definitivo que se obtenga en el marco del presente Convenio, la Parte que pretenda publicar o difundir deberá contar con la autorización por escrito de la otra, y en la publicación se deberá manifestar claramente la colaboración prestada por cada Parte.

La titularidad de toda creación intelectual que pueda quedar comprendida en los regímenes legales relativos a la propiedad intelectual / industrial, y todo otro resultado

de investigación no protegible y susceptible de adquirir valor económico por su explotación comercial generada en el marco de la investigación será convenida de mutuo acuerdo entre las PARTES, en función del grado de protagonismo intelectual del personal participante en el PROYECTO.

DÉCIMA PRIMERA- Las Partes tratarán de solucionar de mutuo acuerdo y negociando de buena fe toda disputa, diferendo, controversia o divergencia que se origine en, o se relacione con, la interpretación, cumplimiento o ejecución del presente acuerdo. A tales fines se fijan los domicilios indicados ut-supra.

ANEXO 1:

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES ELASTOMÉRICOS EN LA INDUSTRIA AEROSPAZIAL

1. Introducción

Debido a las altas aceleraciones existentes durante el lanzamiento de vectores sonda de combustible sólido y el bajo módulo elástico de algunos combustibles, en el interior del motor se producen grandes deformaciones del grano, que pueden resultar en el desprendimiento entre éste y la protección térmica. Este desprendimiento genera posibles intersticios que exponen partes vitales y estructurales que no se encuentran preparadas para resistir las altas temperaturas poniendo en riesgo la misión. En dependencias del Centro de Investigación Aplicada (CIA) de la Fuerza Aérea Argentina, se ha trabajado en el proceso de desarrollo y fabricación de una protección térmica utilizando un material compuesto elastomérico de desarrollo propio, con sello incorporado, que permite acompañar las deformaciones del grano durante la aceleración, evitando estos posibles problemas. Mediante el análisis de parámetros de lanzamientos anteriores, el estudio de los distintos componentes para la síntesis de éste y la confección de probetas para ensayos, se obtuvo un material con un desempeño satisfactorio. Con éste material como base, se procedió al rediseño de la protección térmica tradicional incorporando un sistema de sello que acompaña las deformaciones del grano durante la aceleración. Los primeros resultados de los ensayos que pudieron realizarse fueron presentados en el Congreso Argentino de Tecnología Espacial, (CATE) 2017.^[1]

A los fines de lograr una caracterización química, mecánica y térmica, que sea fiable del material elastomérico obtenido, y con ello, realizar posibles mejoras y modificaciones de acuerdo con los requerimientos de futuras síntesis, es que, en éste proyecto se propone realizar un convenio específico de trabajo vinculando el Ministerio de Defensa y la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba (FCQ-UNC), de manera tal que se articule al CIA con la Universidad para realizar ensayos de caracterización química, mecánica y térmica de los materiales elastoméricos que se sintetizan en el laboratorio de Materiales del Departamento de Materiales del CIA-FAA. De ésta manera, se busca lograr la validación y trazabilidad en todo el desarrollo tecnológico alcanzado, ya que el CIA-FAA, no cuenta con el equipamiento necesario para la caracterización de los materiales obtenidos. A partir de éste trabajo en conjunto, se espera optimizar y/o generar nuevas vías para la obtención de materiales según requerimientos de la Dirección General de Investigación y Desarrollo (DIGyD).

2. Justificación

El CIA-FAA no cuenta con el equipamiento apropiado para caracterizar los materiales elastoméricos sintetizados.

Con la idea de recuperar las capacidades preexistentes y desarrollar nuevos materiales afines a las demandas del CIA, es que resulta necesaria la participación de

la FCQ-UNC, que cuenta con la idoneidad de los recursos humanos para llevar adelante la caracterización del material y con el equipamiento altamente calificado para tal fin, entre los que podemos mencionar los siguientes:

- Espectroscopía de Infrarrojo (FT-IR)
- Difracción de Rayos X (DRX)
- Termogravimetría (TGA)
- Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC)
- Reometría
- Estudios de estabilidad térmica

Una vez realizada la exhaustiva caracterización de los materiales, el propósito es evaluar mejoras en las propiedades de estos compósitos formulando modificaciones en las condiciones de síntesis o procesado.

3. Estado de la cuestión

Este trabajo se enfoca en el estudio y caracterización de la protección térmica elastomérica desarrollada en el CIA-FAA, de la cual no se encontraron antecedentes con la formulación utilizada. Con estos estudios se podría reproducir y realizar mejoras al material sintetizado, de acuerdo con los requerimientos que sean necesarios implementar en el área de materiales elastoméricos especiales.

4. Planteo del Problema

¿Qué técnicas resultan más apropiadas para realizar la caracterización química de los desarrollos tecnológicos que se llevan a cabo en el CIA?, ¿De qué manera se potencia el desarrollo tecnológico de nuevos materiales, vinculando al CIA con otras instituciones científicas?

5. Objeto de Estudio

Caracterizar química y mecánicamente los materiales compuestos elastoméricos desarrollados en el CIA-FAA. Proponer mejoras del material en base a los resultados de la caracterización.

6. Objetivos

OBJETIVOS GENERALES.

- Desarrollar acciones conjuntas entre el CIA-FAA y la FCQ-UNC que contemplen la mutua colaboración, asesoría, complementación científico-académica y formación de recursos humanos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Establecer vínculos interinstitucionales entre el CIA de FAA con la FCQ-UNC, a través de un convenio específico de trabajo.

- Caracterizar de manera integral el compuesto elastomérico mediante distintas técnicas específicas aplicadas al estudio de materiales de este tipo.
- Determinar las propiedades químicas de la materia prima a utilizar en la reproducción del desarrollo tecnológico de interés.
- En base a los resultados de caracterización reproducir la síntesis del material elastomérico obtenido para su caracterización química y mecánica, mediante técnicas adecuadas.
- Aportar la caracterización de polímeros elastoméricos y otros materiales sintetizados a futuro, al desarrollo completo de una tecnología autónoma en un campo estratégico para la DIGlyD y FAA.

7. Aspectos teóricos

La estrecha relación que existe entre las propiedades y la estructura de los polímeros hace posible diseñar materiales para aplicaciones con requerimientos de desempeño altamente específicos, pues su comportamiento en determinadas condiciones se puede anticipar, en gran medida, si se conoce su estructura. Por otra parte, la amplia cantidad de modificaciones posibles en la composición de los polímeros permite que éstos puedan abarcar una gama de propiedades químicas, mecánicas, ópticas y eléctricas y, por tanto, de usos en gran variedad de aplicaciones tecnológicas como sustitutos de otros materiales.^[7]

En particular, las resinas epoxi son ampliamente utilizadas en adhesivos estructurales debido a su fácil aplicabilidad, alta resistencia química y buenas propiedades adhesivas. Sin embargo, el alto grado de reticulación de estos sistemas provoca que los materiales finales sean quebradizos, mostrando baja resistencia a la fuerza de impacto lo que limita sus aplicaciones. Este problema es solucionado por la incorporación de modificadores. La utilización conveniente de modificadores a base de elastómeros reactivos constituye una de las maneras más prometedoras de producir adhesivos con buenas propiedades mecánicas, térmicas y químicas. Como ejemplo de modificadores han sido utilizados diferentes copolímeros de poli (acrilonitrilo-co-butadieno) con grupos carboxilo terminales (CTBN), diferentes elastómeros líquidos a base de polímeros acrílicos, así como, copolímeros de goma natural con injerto de poli(metacrilato de metilo).

Se ha investigado la utilización de polibutadieno líquido con diferentes grupos funcionales como modificador de redes epoxi. El polibutadieno es insoluble en el sistema epoxi debido a la diferencia en el parámetro de solubilidad. Sin embargo, la funcionalización con grupos convenientes, tales como grupos carboxilo o grupos isocianato, provocan la solubilidad del polibutadieno promovida por reacción química entre los grupos funcionales. Por consiguiente, se puede lograr la precipitación controlada del modificador con diámetros más uniformes y tamaños de partículas pequeños, lo que resulta en una mejora de las propiedades mecánicas.^[5] Tomando de referencia los estudios realizados para la caracterización de material polimérico con propiedades elastoméricas citados en el trabajo “Desarrollo de Materiales compuestos

avanzados basados en fibras de carbono para la industria aeroespacial”,^[8] donde se mencionan algunas de las técnicas de caracterización mecánica y en el estudio “Polibutadieno terminado en hidroxilo: Modificación química y aplicación de estos modificadores en Propelentes y Explosivos”,^[9] es que se promueve complementar el trabajo de investigación y desarrollo realizado por el CIA-FAA con la FCQ UNC para lograr este tipo de materiales con fines estratégicos, así como, futuras síntesis de desarrollos tecnológicos que se realicen.

8. Aspectos metodológicos investigación

Se realizará la reproducción de la síntesis realizada en el Departamento de Materiales del CIA-FAA en el 2015.^[1] La caracterización del material elastomérico sintetizado se realizará en la FCQ-UNC, que cuenta con la idoneidad de los recursos humanos para llevar adelante la caracterización del material como el equipamiento altamente calificado para tal fin.

9. Plan de trabajo: Cronograma

Se utilizarán recursos propios de cada institución con los que actualmente se dispone para abordar los costos de la caracterización. Los tiempos que se consideran en las actividades a realizar, estipulan que las tareas están abocadas en forma parcial, ya que, al tratarse de un proyecto sin dedicación exclusiva, se va realizando en forma conjunta con otras demandas de cada institución.

Actividades	Tiempo estipulado	Institución/es a cargo
Elaboración de acuerdos interinstitucionales y convenio específico de trabajo entre CIA-FAA y FCQ-UNC.	1 mes	CIA-FAA y FCQ-UNC
Logística de búsqueda de materia prima para la síntesis. Recolección de muestras de diferentes unidades de la DIGlyD.	2 meses	CIA-FAA
Caracterización química y mecánica de la materia prima previo a su utilización.	3 meses	FCQ-UNC
Síntesis del material elastomérico. Reproducir el desarrollo tecnológico de 2015.	6 meses	Departamento Materiales del CIA-FAA
Desarrollo de probetas de ensayos. Análisis y	1 mes	CIA- FAA

caracterización.		
Caracterización química del material sintetizado.	6 meses	FCQ- UNC
Licencias anuales/Recesos	30-45 días	De acuerdo a las reglamentaciones de cada institución.

Personal Involucrado por FCQ:

- Dra. Elizabeth Laura Moyano (Dpto. de Química Orgánica)
- Dr. Diego Dusso (Dpto. de Química Orgánica)
- Lic. Débora López (Dpto. de Química Orgánica)
- Ing. Myriam Torres García (Dpto. de Química Orgánica)
- Ing. Jhoan Tellez Bernal (Dpto. de Química Orgánica)
- Lic. María Milagros Vicho (Dpto. de Química Orgánica)

Personal Involucrado por CIA:

- Dra. Patricia V. López Rivilli (Depto. Materiales)
- Cap. Ing. Quim. Samuel Herrera (Depto. Materiales)
- Ing. Leandro Berrier (Depto. Materiales)
- Ing. Alejandro Zabala (Depto. Materiales)
- Tec. Leandro Gala (Depto. Materiales)
- Tec. Jonathan Palacio (Depto. Materiales)

Asesores técnicos del CIA:

- Ing. Eduardo Jesús Donalísio

10. Bibliografía

[1] López Rivilli, P.; Berrier, L.; Donalísio, E. (2017) "Desarrollo y fabricación de protección térmica elastomérica con sello, para motor de combustible sólido". *IX Congreso Argentino de Tecnología Espacial*. Abril 26 al 28 de 2017. Córdoba, Argentina.

[2] Graciano D. A. (2016) "Caracterización de la combustión y balística interna de propelentes sólidos heterogéneos basados en resina epóxica y nitrato de potasio para aplicaciones en motores cohete". Trabajo de investigación para obtener la maestría en Ingeniería Mecánica. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA FACULTAD DE INGENIERÍA.

[3] Barcia, F. L. (2003) "Synthesis and properties of epoxy resin modified with epoxy-terminated liquid polybutadiene". *Polymer*. Vol. 44, 5811–5819.

[4] Robayo-Salazar R.; Portocarrero-Hermann, J.; Díaz-Padrón, U.; Patiño-Castrillón, O. (2020) "Polymeric Ablative Composite Materials and their Application in the Manufacture of Aerospace Propulsion Components". *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC*.

[5] Barcia, F. L. (2004) "Adhesivos epoxídicos modificados con polibutadieno líquido funcionalizado". *Revista Iberoamericana de Polímeros*. Vol.5 (2), 67-86.

- [6] Gonçalves, V.; Barcia, F. L.; Soares, B.; (2006) "Composite Materials Based on Modified Epoxy Resin and Carbon Fiber". *J. Braz. Chem. Soc.*, Vol.17, No. 6, 1117-1123.
- [7] Juan Coreño-Alonso, J.; Méndez-Bautista, M. T. (2010) "Relación estructura-propiedades de polímeros". *Educ. quím.*, 21(4), 291-299.
- [8] Rodríguez, E. S. (2012) "Desarrollo de materiales compuestos avanzados basados en fibras de carbono para la industria aeroespacial" . *Anales Acad. Nac. de Cs. Ex., Fís. y Nat.*, tomo 64.
- [9] Qian Zhang, Yuanjie Shu,* Ning Liu, Xianming Lu, Yao Shu, Xiaochuan Wang, Hongchang Mo, Minghui Xu Xi'an (2019) Review paper "Hydroxyl Terminated Polybutadiene: Chemical Modification and Application of these Modifiers in Propellants and Explosives" *Cent. Eur. J. Energ. Mater.*,6(2): 153-13.



Universidad Nacional de Córdoba
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas
Informe Gráfico**

Número:

Referencia: CONVENIO ESPECIFICO MINDEF-CIA-FAA Y FACULTAD DE CS. QUIMICAS UNC

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 12 pagina/s.