

## **Nombre distintivo de la línea**

Modelación, Fabricación y Caracterización de materiales compuestos de matriz polimérica reforzados con fibras vegetales y partículas de cobre chilenas.

## **Contexto y relevancia a nivel global**

Los materiales compuestos, tienen un amplio uso en la industria aeroespacial, automovilística, construcción naval, entre otros, debido, principalmente, a la relación entre la alta rigidez y relativa ligereza que presentan. En los últimos años, ha habido un desarrollo en el área de la investigación y aplicación de los materiales compuestos reforzados con fibras naturales, como juta, sisal o henequén, coco, lino, piña, etc. Estos materiales de refuerzo, están siendo estudiados para sustituir parcialmente y/o en su totalidad a algunas fibras sintéticas, para algunas aplicaciones de matriz termoestable, principalmente en prestaciones menos severas.

La importancia del empleo de las fibras naturales, para la sustitución de materiales sintéticos, se basa principalmente en que no son tóxicas ni perjudiciales a la salud, poseen baja densidad, se aprovechan como materia prima biodegradable, no fracturan mucho en su proceso, bajo consumo de energía durante el proceso, contribuyen a la creación y multiplicación de empresas rurales y poseen buena adhesión en algunas matrices, etc.

En los últimos años, ha habido un desarrollo en la investigación y aplicación de los materiales compuestos reforzados con arcillas naturales; como la zeolita, bentonita, caolín, cobre, entre otras. Estos materiales, usados como refuerzo, están siendo estudiados para sustituir parcialmente y/o en su totalidad a los sintéticos en algunas aplicaciones de matriz termoestable, debido, a que presentan una alta relación de aspecto y gran área de superficie para la interacción de la capa mineral de la arcilla con las moléculas de los polímeros. Las arcillas, aportan alta estabilidad térmica y dureza, pero con la desventaja de la disminución de su resistencia al impacto. También son usadas en la producción de diversos materiales, tales como: cementos, bloques refractarios-cerámicos, tintas, fármacos (transporte de sustancias médicas), antitóxicos, detergentes y para el desarrollo de diferentes procesos como, por ejemplo: la purificación y tratamiento de agua, así como el mejoramiento de los suelos.

## **Actividades específicas que se desarrollan en la Escuela**

Se pretende desarrollar en esta línea de investigación, la modelación, fabricación y caracterización de materiales compuestos de matriz termofija y termoplástica reforzadas con fibras vegetales y partículas de cobre de Chile. Se obtendrán las propiedades de los diferentes materiales compuestos, se realizará la adecuación de diferentes modelos de comportamiento de materiales, la modelación digital de diversas partes y estructuras fabricadas de estos materiales y la validación de los resultados mediante la comparación

con prototipos reales. A partir de la selección de las fibras vegetales, las partículas de cobre y los polímeros usados como matriz, teniendo en cuenta sus propiedades y su disponibilidad en Chile, se fabricarán muestras de diferentes materiales compuestos, constituidos por diferentes matrices, diferentes fibras y distribución de partículas de cobre, con diferentes configuraciones, obteniéndose, sus propiedades mecánicas, la resistencia de la interface entre las fibras-partículas y las matrices, algunas propiedades térmicas, la degradabilidad y otras características de interés. Con los datos obtenidos, de experimentos dinámicos, cíclicos y compuestos, se ajustarán modelos de comportamiento de materiales con diversos grados de complejidad, algunos de los cuales presentan índices de sus derivadas de orden entero y otros de orden fraccionario. Los modelos mencionados se utilizarán para la simulación mediante el uso del Método de los Elementos Finitos de partes, piezas y estructuras fabricadas con los materiales compuestos con mejores propiedades. Se fabricarán prototipos y muestras de las partes, piezas y estructuras, las utilizadas para la realización de las simulaciones, las cuales serán sometidas a los regímenes de cargas simulados. Se validarán los resultados obtenidos en las simulaciones mediante la comparación de los datos obtenidos de las simulaciones digitales y los obtenidos en los experimentos reales.

### **Proyectos ejecutados en el área**

Hasta la fecha, el financiamiento que se ha recibido, vinculado a esta propuesta, ha sido en proyectos de Intercambio Académico con la Universidad de São Paulo (USP) de Brasil y la Escuela de Ingeniería Mecánica de la PUCV.

- Nombre del Proyecto: Concurso vinculación académica internacional: Desarrollo y Caracterización de Materiales Compuestos Reforzados con Fibras y Partículas de Cobre de Chile.  
Fuente de financiamiento: Ingeniería 2030  
Año de ejecución: 2017  
Monto adjudicado: \$1.300.000  
Resultados: Durante el período comprendido entre 01 y 23 de julio del 2017, el Dr. José Luis Valin Rivera desarrolló estancia de trabajo programada en la Universidad de São Paulo, Brasil.
- Nombre del Proyecto: V Versión concurso de vinculación académica internacional: Desarrollo y Caracterización de Materiales Compuestos Reforzados con Fibras y Partículas de Cobre de Chile.  
Fuente de financiamiento: Ingeniería 2030  
Año de ejecución: Período de postulación II semestre 2017  
Monto adjudicado: \$1.300.000  
Resultados: Durante el período comprendido entre 20 y 25 de noviembre del 2017, se desarrolló la estancia de trabajo programada del Dr. Francisco Rolando Valenzuela Díaz, profesor del Departamento de Ingeniería Metalúrgica y de

Materiales de la Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

### Proyectos en ejecución en el área

Nombre del Proyecto: Fabricación y caracterización de material compuesto de matriz polimérica termofija reforzado con fibras de cáñamo.

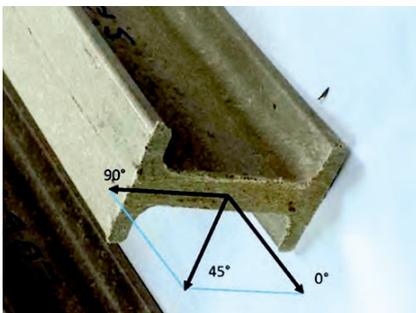
Trabajo de Título en desarrollo por el alumno: Rolando Andrés Briones Oyadanel.

### Publicaciones obtenidas.

1. Rodriguez Soto A. A., Valín Rivera J. L., Alves Borges L. M. S., Palomares Ruiz J. E. Tensile, Impact, Thermal Properties Epoxynovolac Matrix Composite with Cuban Henequen Random Fiber. Mechanics of Composite Materials (accepted the manuscript for publication, and it will appear in one of MCM issues in 2018, whose number will be known later).
2. M. Sc. Daniel Díaz-Batista, Ing. Walter Saint Blancard-Valdés, Dr. Victor Bridi-Tellez, M. Sc. Martha Mazorra-Mestre, Dr. José Luis Valin-RiveraI, Dr. Francisco Rolando Valenzuela-Díaz, Dr. Hélio Wiebeck. Profiles from Henequen Fibres with High-Density Polyethylene Matrix. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, [SciELO](#) ISSN -1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, Vol. 27. No. 1 (January-February-March, pp. 22-35), 2018.
3. M.Sc. Yosvani Guerra-Silva, Dr. José Luis Valin-Rivera, M.Sc. María Elena Fernández-Abreu, Dr. Hélio Wiebeck, Dr. Alexander Alfonso-Alvarez, Dr. Francisco Rolando Valenzuela-Díaz, Dr. Edison Gonçalves y M.Sc. Francisco Jesús Mondelo-García. Characterization of the Composite Interface of Thermoset Polymeric Matrix Reinforced with Cuban Henequen Fibers. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, [SciELO](#) ISSN -1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, Vol. 26. No. 4 (October-November-December, pp. 26-39), 2017.
4. Meylí Valin-Fernández, María Elena Fernández-Abreu, José Luis Valin-Rivera, Héctor Lopez-Salinas, Carlos Figueroa-Hernández, Jesús Eduardo González-Ruíz. Mechanical characterization of nanoporous hydroxyapatite disks obtained by sintering. Ingeniería Mecánica [SciELO](#). Vol. 20. No. 3, septiembre-diciembre, 2017, p. 144-151. [ISSN 18155944](#)
5. M.Sc. Yosvani Guerra-Silva, Dr. José Luis Valin-Rivera, M.Sc. María Elena Fernández-Abreu, M.Sc. Francisco Jesús Mondelo-García, M.Sc. Daniel Díaz-Batista, Dr. Hélio-WiebeckI, M.Sc. Henry Figueredo-Losada y Dr. Alexander Alfonso-Alvarez. Characterization of Thermo-Fixed Polymer Matrix Composite Reinforced with Cuban Zeolite Particles. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, [SciELO](#) ISSN -1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, Vol. 26. No. 3 (July-August-September, pp. 71-83), 2017.
6. Gilberto García del Pino, Francisco Rolando Valenzuela Díaz, Antonio Claudio Kieling, Jose Luis Valin Rivera, José Costa de Macêdo Neto, Rameses Botelho, Lucas Rocha dos Santos, Aristides Rivera Torres, Gabriel Federico Rivero LLerena and Melquizedec Arcos Rodrigues. Influence of the chemical treatment of curauá (ananas

- erectifolius) vegetal fibers on the mechanical resistance of composites in epoxy resin matrix. Review of Research Journal. Vol. 6, Issue 9 June 2017. [ISSN: 2249-894X](#)
7. Daniel Díaz Batista; Forcelledo, D. D.; Mestre, M. M.; Valin, J.L. Comportamiento mecánico de fibras de henequén cubano e interfase con polímeros termoplásticos del tipo poliolefina. Ingeniería Mecánica (Online) [SciELO](#). v.18, p.148-157, 2015. [ISSN 18155944](#)
  8. Gilberto, Garcia Del Pino; Diaz, F. R. V.; Valin, José L.; Kieling, A. C.; Torres, A. R. Evaluation of Composite Materials With Fiber of Curauá Pineapple (Ananas Erectifolius). Review of Research. v. 4, p.1-7, 2015. [ISSN: 2249-894X](#)
  9. Alexander Alonso; Lavinia Maria Sanabio Alves Borges; Valin, José L.; Daniel Díaz Batista. Fabricación de compuesto de matriz epoxi reforzado con fibras largas de henequén orientadas aleatoriamente. Ingeniería Mecánica (Online) [SciELO](#). v.18, p.122-128, 2015. [ISSN 18155944](#)
  10. Mondelo García; Shah, L. A.; Valin, J. L.; Almeida, F. J.; Valenzuela, M. G. S.; Diaz, F. R. V.; Silva, Y. G.; Rodriguez, F. P. Caracterización de bentonitas y zeolitas sin tratamiento como refuerzo en materiales compuestos de matriz polimérica. Ingeniería Mecánica (Online) [SciELO](#). v.17, p.57-67, 2014. [ISSN 18155944](#)
  11. Mondelo García; Almeida, F. J.; Manuel Sousa, F.; Valin, J. L.; Valenzuela, M. G. S.; Diaz, F. R. V. Caracterización física con difractogramas e hinchamiento de bentonitas organofílicas para adicionar a materiales compuestos poliméricos. Ingeniería Mecánica (Online) [SciELO](#). v.17, p.118-128, 2014. [ISSN 18155944](#)
  12. Angel A Rodríguez Soto; Valin, José L.; Daniel Díaz Batista; Viviane Fonseca Muniz; Lavinia Maria Sanabio Alves Borges. Desarrollo de un material compuesto de fibras de henequén utilizando una matriz termofija. Ingeniería Mecánica (Online) [SciELO](#). v.17, p.263-271, 2014. [ISSN 18155944](#)
  13. Abreu, M. E. F.; Alves Junior, C.; Eduardo, J. G. R.; Fernandez, M. V.; Valin, J. L. Determinación de la bioactividad de capas de alginato de sodio en discos de hidroxiapatita. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas (Impresa) [SCOPUS](#), [SciELO](#). v.33, p.34-43, 2014. [ISSN 1561-3011](#)

### Imágenes para ilustrar la página de cada línea



Perfil de material compuesto fabricado con matriz de polietileno de alta densidad reforzado con fibra de henequén (Díaz Batista *et al.*, 2018).



Placa de material compuesto fabricado con matriz de epoxi reforzado con fibras largas de henequén orientadas aleatoriamente (Rodríguez Soto *et al.*, 2015).