



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **ESTIMACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS A NANO-ESCALA MEDIANTE SIMULACIONES DE DINÁMICA MOLECULAR**

**Wilmer Velilla-Díaz<sup>1</sup>, Simón Vargas<sup>2</sup>, Diego Mendoza<sup>3</sup> y Alejandro Pacheco<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Mecánica - Universidad de La Serena  
Benavente 980 – La Serena – CHILE  
e-mail wilmer.velilla@userena.cl

<sup>2</sup> Escuela de Ingeniería Mecánica - Universidad Austral de Chile  
Gral. Lagos 2086– Valdivia – CHILE  
e-mail : Simon.vargas01@alumnos.uach.cl

<sup>3</sup> Departamento de Ingeniería Química - Universidad de Antioquia  
Calle 67 No 53-108 – Medellín – COLOMBIA  
e-mail dfernando.mendoza@udea.edu.co

<sup>4</sup> Departamento de Ingeniería Mecánica-Universidad Técnica Federico Santa María  
Av. España 1680 – Valparaíso – CHILE  
email alejandro.pachecos@usm.cl

### **RESUMEN**

Las propiedades mecánicas en materiales con tamaño de grano nanométrico son superiores a las propiedades de materiales con tamaño de grano convencional. Este fenómeno se debe a la contribución energética de defectos estructurales que cobran relevancia por su fracción volumétrica en nano escalas. Las fronteras de grano (GB) tienen una contribución energética que depende de los ángulos de orientación entre granos [1]. Con la finalidad de evaluar el efecto de los ángulos de inclinación entre 0 y 45° en la tenacidad a la fractura  $J_C$ , se realizaron simulaciones de dinámica molecular del ensayo de tensión uniaxial con control de deformación, bajo consideraciones isotérmicas-isobáricas (NPT). A partir de los resultados para bi-cristales de aluminio con orientación de GB de 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40° y 45°, se determinó la evolución de la apertura de la boca de la fisura (CTOD) durante el proceso de deformación hasta la fractura final. Basado en teorías elastoplásticas de mecánica de la fractura se determinó  $J_C$ , considerando comportamiento del material no-lineal elástico. Se observó que existe un ángulo crítico de GB, a partir del cual,  $J_C$  se incrementa casi 5 veces y se mantiene constante para el mismo tamaño de grano.

### **Agradecimientos**

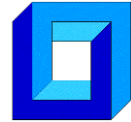
El autor W. Velilla agradece a la Dirección de Investigación y Desarrollo de La Universidad de La Serena, por el apoyo en el proyecto DIDULS.

### **REFERENCIAS**

[1] W. Velilla et al., "The role of grain boundary in the fracture toughness of aluminum bicrystals" Computational Materials Science, vol 167, pp. 34-41, September 2019.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **ESTIMACIÓN NUMÉRICA DEL CAMPO DE ESFUERZOS LOCAL DE NANOCRISTALES DE ALUMINIO**

**Miguel Pacheco-Agámez<sup>1</sup>, Valery Lancheros-Suarez<sup>1</sup> y Wilmer Velilla-Díaz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica - Universidad de Córdoba

Cra. 6 #No. 77-305 - Montería - COLOMBIA

e-mail : mpachecoagamez@correo.unicordoba.edu.co, vlancheros@correo.unicordoba.edu.co

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica - Universidad de La Serena

Benavente 980 - La Serena - CHILE

e-mail wilmer.velilla@userena.cl

### **RESUMEN**

En mecánica de la fractura existen modelos que describen una tendencia al infinito en componentes del campo de esfuerzos alrededor de la punta de la fisura. Para corregir esto, se usan modelos con coeficientes obtenidos de forma experimental. La capacidad de realizar estos ensayos para materiales, con tamaños de grano entre 3 nm y 24 nm está limitado, por lo cual se requiere de simulaciones de dinámica molecular (MD). En el presente trabajo, se realizan simulaciones MD del ensayo de tensión bajo modo I de carga, con fisura inicial de borde en cristales de aluminio. A partir de los resultados se calcula el campo de esfuerzos para los siguientes tamaños de grano: 3 nm, 5 nm, 6 nm, 8 nm, 16 nm y 24 nm. El tensor de Cauchy se calcula usando la formulación de Hardy [1] en un volumen esférico representativo de cada átomo. La función de enlace dentro del volumen se estima numéricamente usando la cuadratura de 5-puntos de Gauss y una función de localización. La fuerza entre átomos se determina con el gradiente del potencial interatómico del método del átomo embebido (EAM) [2]. Se observó una variación significativa a partir de un tamaño mayor a 16 nm.

### **Agradecimientos**

El autor W. Velilla agradece a la Dirección de Investigación y Desarrollo de La Universidad de La Serena, por el apoyo en el proyecto DIDULS.

### **REFERENCIAS**

- [1] R. Hardy, "Formulas for determining local properties in molecular-dynamics simulations: Shock waves" *Journal of Chemical Physics*, vol 76, no 1, pp. 622-628, January 1982.
- [2] M. Mendeleev et al., "Analysis of semi-empirical interatomic potentials appropriate for simulation of crystalline and liquid Al and Cu" *Philosophical Magazine*, vol 88 no 12, pp 1723-1750, April 2008.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



**Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional**

## **ANÁLISIS COMPUTACIONAL DE LA ESPUMA METÁLICA PARA CARGAS DE COMPRESIÓN**

**A. Sepúlveda<sup>1</sup>, J. F. Beltrán<sup>1</sup> y H. Pinto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Civil – Universidad de Chile

Av. Blanco Encalada 2002 – Santiago – CHILE

e-mail : alexandersepulveda@ug.uchile.cl, jbeltran@ug.uchile.cl

<sup>2</sup>Escuela de Ingeniería en Construcción y Transporte - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Av. Brasil 2147 – Valparaíso – CHILE

e-mail : hernan.pinto@pucv.cl

### **RESUMEN**

En este estudio se presenta una investigación numérica sobre el comportamiento de la espuma metálica bajo cargas de compresión, con el objetivo de analizar la influencia de la microestructura del material su curva de capacidad. El análisis numérico se desarrolla en base a una modelación 3D de elementos finitos no lineal utilizando el software ANSYS. La construcción de la geometría del modelo se basa en el algoritmo de Voronoi [1] y las propiedades mecánicas y datos geométricos de la espuma se obtienen de datos publicados en la literatura. Se espera que la metodología aplicada para la calibración de la curva de capacidad en compresión se pueda extender para el caso de comportamiento al corte, interacción corte-compresión y cargas cíclicas de manera de estudiar el efecto de disipación de este material, el cual pudiese ser una alternativa para ser usado en un dispositivo de disipación sísmica en estructuras [2].

### **Agradecimientos**

Agradecimientos al Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile y a la Escuela de Ingeniería en Construcción y Transporte de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso por permitir la posibilidad de generar una colaboración conjunta desarrollando este trabajo de investigación. Además de agradecer a La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y la Sociedad Chilena de Mecánica Computacional, por otorgar el espacio para difusión de investigación de carácter científico en el XXII Congreso Chileno de Mecánica Computacional.

### **REFERENCIAS**

- [1] M. Wang, J., Zhang, G., Lu "A note on the modeling of foams using Voronoi technique," *Thin-Walled Structures*, vol 187, June 2023.
- [2] B. Smith, S., Szyniszewski, J.F., Hajjar, S.R., Arwade "Steel foam for structures: A review of applications, manufacturing and material properties" *Journal of Constructional Steel Research*, vol 71, 1-10, April 2012.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **OPTIMIZACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE LAMINADOS DE MATERIAL COMPUESTO FRENTE A SITUACIONES DE IMPACTO A BAJAS VELOCIDADES MEDIANTE EL USO COMBINADO DE SIMULACIONES NUMÉRICAS Y MACHINE LEARNING**

**David Vielma Vidal<sup>1</sup>, Sebastián Toro Campos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica - Universidad de Santiago de Chile  
Av. Bdo. O'Higgins 3363 – Santiago – CHILE  
e-mail: jose.vielma@usach.cl

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es optimizar la configuración de laminados de materiales compuestos para reducir el daño causado por impactos de baja velocidad (LVI). Para ello, se propone un enfoque que combina simulaciones numéricas y técnicas de *machine learning*, el cual ha demostrado resultados prometedores en situaciones de carga estática [1]. El estudio se centra en la variación de dos parámetros clave: la orientación de las fibras en cada capa y el tipo de refuerzo utilizado en cada una de ellas (fibra de vidrio o fibra de carbono). Utilizando el software LS-Dyna, se generan numerosas simulaciones que modelan diferentes configuraciones de ángulos y materiales en las capas del laminado a través de un modelo 3D, que incluye la delaminación entre las láminas y el daño ocasionado en ellas. Los resultados de estas simulaciones sirven como base de datos para entrenar una red neuronal, diseñada para predecir la configuración óptima que minimice los niveles de daño en el laminado. Este enfoque permite no solo mejorar la resistencia al impacto de los materiales compuestos, sino también proporcionar una herramienta predictiva para el diseño de laminados.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen el apoyo por parte de la Dirección Científica y Tecnológica (DICYT) de la Universidad de Santiago de Chile.

### **REFERENCIAS**

[1] Wang, Q., Qin, H., Jia, L., Li, Z., Zhang, G., Li, Y., & Liu, Y., " Failure prediction and optimization for composite pressure vessel combining FEM simulation and machine learning approach" *Composites Structures*, vol no 337, pp. 118099, June 2024.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **ANALISIS NUMERICO DE METRICAS MODALES PARA LA DETECCION DE DAÑO EN CABLES METALICOS**

**Gaspar Carrasco<sup>1</sup>, Juan Felipe Beltrán<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Civil – Universidad de Chile  
Av. Blanco Encalada 2002 – Santiago– CHILE  
e-mail : gaspar.carrasco@ug.uchile.cl, jfbeltran@uchile.cl

### **RESUMEN**

En el presente trabajo se evalúan numéricamente diferentes métricas para la detección de daño en cables metálicos que se basan en la sensibilidad de sus parámetros modales asociados a vibraciones por flexión ante la presencia de daño. El daño se define como la fractura total o parcial de un cierto número de alambres superficiales que puede tener una distribución simétrica o asimétrica en la sección transversal del cable. La respuesta dinámica de un cable se estudia mediante la ecuación diferencial de una viga tipo Timoshenko considerando un material elástico-lineal y no linealidad geométrica, que incluye el potencial deslizamiento de los alambres debido a los niveles de curvatura desarrollados (relación momento-curvatura no lineal). En particular, análisis de variaciones en frecuencia, amortiguamiento, modo y curvatura modal son discutidos y validados considerando diferentes niveles de daño utilizando geometría, propiedades mecánicas y datos experimentales de cables reportados en la literatura [1-3].

[1] S. Guérard, “Power line conductors, a contribution to the analysis of their dynamic behaviour,” Doctoral thesis, University of Liège, 2011.

[2] F. Foti . L. Martinelli . F. Perotti, “A new approach to the definition of self-damping for stranded cables,” *Meccanica*, vol 51, pp. 2827–2845, 2016.

[3] Z. Xia, Y. Lin, Q. Wang, Q. Fan, “Damage detection method for cables based on the change rate of wavelet packet total energy and a neural network,” *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, vol 11, pp. 593–608, 2021.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



**Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional**

## **Modelo de Diagnóstico de Fallas en Cintas Transportadoras Mediante Visión Artificial**

**Raymi Vásquez M<sup>1</sup>, Valeria Angulo D<sup>1</sup> y Grinda Sierra G.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica – Universidad de Chile  
Beauchef 850, – Santiago – CHILE

e-mail : raymi.vasquez@ug.uchile.cl, valeria.angulo@ug.uchile.cl

<sup>2</sup>Departamento de Industrias - Universidad Técnica Federico Santa María  
Avenida España N° 1680 – Valparaíso – CHILE  
e-mail : grinda.sierra@usm.cl

### **RESUMEN**

Este trabajo de investigación presenta un modelo de mantenimiento predictivo basado en inteligencia artificial, específicamente en aprendizaje profundo, utilizando redes neuronales convolucionales para detectar fallas en cintas transportadoras a partir de imágenes. El modelo identifica cuatro modos de falla: desgaste, desalineamiento, falla por empalme y rasgaduras. El objetivo es la detección temprana de fallas para prevenir daños y reducir el tiempo de inactividad no planificado en procesos industriales.

El sistema captura imágenes en tiempo real de la cinta en movimiento y los algoritmos analizan estas imágenes en busca de anomalías. Al detectar una falla, se emite una alerta al equipo de mantenimiento para que activen las medidas necesarias. Esta solución automatizada mejora la eficiencia al reducir los errores humanos y proporciona datos en tiempo real sobre el estado de la cinta transportadora, permitiendo a las empresas optimizar sus procesos y garantizar la continuidad operativa.

La investigación se desarrolló en dos fases: una fase de laboratorio, donde se simuló fallas y se entrenó el algoritmo con una exactitud del 95%, y una fase de prueba industrial, donde se probó en cintas transportadoras reales con una exactitud del 90%. Los resultados muestran que el algoritmo detecta los modos de falla con una precisión general del 90%, con margen para mejorar entrenando el algoritmo con más datos.

### **REFERENCIAS**

- [1] Fernandez Alvarez, F. M., “Aumento de disponibilidad de la cinta transportadora,” 2021.
- [2] Zhang, M., et al., “Application of light weight convolutional neural network for damage detection of conveyor belt,” 2021.
- [3] Zhou, J., et al., “Research on operation safety management of the belt conveyor in ore terminals,” 2022.
- [4] Dwivedi, U. K., et al., “Real-time classification of longitudinal conveyor belt cracks with deep-learning approach,” 2023.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **ESTUDIO DE APLICABILIDAD DE LOS MODELOS CONSTITUTIVOS DE COWPER-SYMONDS Y JOHNSON-COOK PARA SIMULACIÓN DE IMPACTO DE BOLAS DE MOLIENDA**

**Bruna Carvalho do Nascimento<sup>1</sup>, Sebastian Jara<sup>1</sup>, Magdalena Walczak<sup>1</sup> y Diego  
Celentano<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica – Pontificia Universidad Católica de Chile  
Av. Vicuña Mackenna 4860 – Macul – CHILE  
e-mail: [bnascimento@uc.cl](mailto:bnascimento@uc.cl), [snjara@uc.cl](mailto:snjara@uc.cl), [mwalczak@uc.cl](mailto:mwalczak@uc.cl), [dcelentano@uc.cl](mailto:dcelentano@uc.cl)

### **RESUMEN**

Para el diseño de estructuras y componentes frente a eventos dinámicos, como impactos de bolas de molienda, es esencial utilizar modelos constitutivos que describan la sensibilidad del material a la tasa de deformación. No considerar este comportamiento en la respuesta plástica puede conducir a resultados inexactos, especialmente cuando se investiga una amplia gama de tasas de deformación. La tasa de deformación tiene un efecto significativo en el desempeño de las estructuras de acero bajo impacto, subrayando la importancia de modelos precisos para evaluar y mejorar su robustez y predecir tasas de desgaste. Este trabajo presenta una evaluación comparativa de los parámetros dependientes de la tasa de deformación en los modelos de plasticidad de Cowper-Symonds y Johnson-Cook utilizando simulaciones del método de elementos finitos (FEM) y resultados de deformación en base a experimentos de impacto con el objetivo de comprender las distinciones teóricas entre estos modelos en su aplicación a materiales metálicos y la sensibilidad a distintas composiciones químicas metálicas. En particular se discute la sensibilidad de los parámetros de Cowper-Symonds y Johnson-Cook en la predicción del comportamiento del material bajo condiciones de alta tasa de deformación. Mientras que el modelo de Cowper-Symonds emplea una formulación más sencilla, el modelo de Johnson-Cook proporciona una representación más detallada de los efectos de la tasa de deformación con un conjunto de parámetros extenso. Este trabajo contribuye al campo de la modelación de materiales, ofreciendo perspectivas para ingenieros e investigadores en la selección y calibración de modelos de plasticidad para mejorar las capacidades predictivas.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen apoyo de ANID brindado mediante el proyecto FONDECYT 1220211 y Beca de Doctorado N°21180965. Además, se agradece la colaboración de Tomas Gertner, Jasson Barrios, Constanza Gallardo, Agustín Ramírez y Patricio Pérez del Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica de la Pontificia Universidad Católica de Chile.