



**fcfm**

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



**I CONGRESO  
DE POSTGRADO *fcfm***  
INGENIERÍA, CIENCIAS E INNOVACIÓN

10 AL 12 DE AGOSTO | SANTIAGO | 2022

**I Congreso de Postgrado en Ingeniería, Ciencias e Innovación**  
10 al 12 de agosto 2022

**Congreso híbrido**

**Presencial:** Auditorio Enrique d'Etigny, Beauchef 851, Santiago.

**Streaming:** Youtube FCFM / <https://www.youtube.com/c/FCFMUChileTV>

**Plataforma:** UCursos / <https://www.u-cursos.cl/>

**Diseño y diagramación:** Carolina Jarpa N.

**ACTAS del I Congreso de Postgrado en Ingeniería,  
Ciencias e Innovación**

Escuela de Postgrado y Educación Continua,

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.



**fcfm**

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

# I CONGRESO DE POSTGRADO *fcfm* INGENIERÍA, CIENCIAS E INNOVACIÓN

 **CeBiB**  
Centre for Biotechnology  
and Bioengineering

**ISCI**  
INSTITUTO  
SISTEMAS COMPLEJOS  
DE INGENIERÍA

 **CATA**  
CENTRO DE ASTROFÍSICA Y TECNOLOGÍAS AFINES

**CMM**  
Center for  
Mathematical  
Modeling

 **campus**  
Universidad de Chile



# ÍNDICE

## DE CONTENIDOS

Índice general .....	05
Prólogo .....	07
Comité organizador .....	08
Comité científico .....	09
Charlas invitadas .....	10
Índice temático .....	12
Ponencias .....	22



El postgrado es uno de los ámbitos de desarrollo académico más relevantes, que a su vez refleja la complejidad del quehacer de la Universidad de Chile, en consonancia con su misión. Constituye, por una parte, una progresión en la formación de miles de personas que optan por mayores niveles de especialización, con los consiguientes beneficios individuales, familiares y sociales. Junto con esto, la labor de las y los estudiantes de postgrado resulta fundamental para el avance del conocimiento de frontera en las disciplinas de ingeniería, ciencias e innovación, que se cultivan en los 13 doctorados y 23 magísteres que imparte la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM), impactando positivamente en el desarrollo de docencia de calidad.

El I Congreso de Postgrado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, definió como objetivo principal visibilizar los trabajos de investigación de los y las estudiantes, académicos, académicas, investigadores postdoctorales, egresados y egresadas de programas de la Escuela de Postgrado y Educación Continua de la FCFM. Buscó constituir un espacio de discusión e intercambio de ideas y conocimiento, con la finalidad de aportar al desarrollo sostenible de nuestro país desde la investigación en ingeniería, ciencias e innovación, junto con estimular vínculos, alianzas y la integración social, potenciando así una comunidad de postgrado.

El congreso se desarrolló en el Auditorio Enrique d'Etigny ubicado en Beauchef 851, en Santiago, entre el 10 y el 12 de agosto de 2022. Se realizaron 12 charlas invitadas en temas destacados, 33 ponencias orales y 86 ponencias de posters. Las presentaciones orales se realizaron en forma híbrida, las cuales pudieron ser seguidas y están disponibles en el canal YouTube de la FCFM. Las ponencias de posters fueron expuestas en la explanada 851, ubicada bajo el auditorio, además de encontrarse disponibles, tanto en forma de documentos como a través de presentaciones audiovisuales, en la comunidad U-Cursos creada especialmente para los efectos de este congreso.

El presente volumen de resúmenes compila 119 trabajos revisados por el Comité Científico, correspondientes a las ponencias orales y posters, agrupados, para estos efectos, en distintas áreas cultivadas en la FCFM: (1) Astronomía, (2) Ciencia de Datos, (3) Ciencias de la Tierra, (4) Energía, (5) Física y Astrofísica, (6) Fluidodinámica, (7) Industria y Gestión, (8) Ingeniería Aeroespacial, (9) Ingeniería Estructural, (10) Innovación en Tecnología y Procesos, (11) Meteorología, (12) Minería, (13) Modelamiento Matemático, (14) Nanotecnología y Materiales, (15) Políticas Públicas y (16) Recursos Hídricos.

Agradecemos a todas las personas que con su empuje, trabajo y apoyo hicieron posible este importante encuentro. Especialmente agradecemos los aportes del Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB), Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI), Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines (CATA), Centro de Modelamiento Matemático (CMM), Centro Tecnológico Ucampus, como también al Decanato de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Finalmente, quisiéramos agradecer a todas y todos los investigadores que presentaron los resultados de sus apasionantes trabajos en el ámbito de la ingeniería, ciencias e innovación... ¡les deseamos mucho ánimo y éxito en nombre de todo el equipo del presente congreso!

*Gabriel Easton*  
Presidente

I Congreso de Postgrado en Ingeniería, Ciencias e Innovación

# COMITÉ ORGANIZADOR

## EJECUTIVO

<b>Presidente</b>	<b>Gabriel Easton</b>	Director EPEC
	<b>Alejandra Ávila</b>	Comunicación y Vinculación con el Medio EPEC
	<b>Francisca Luco</b>	Tutora de estudiantes EPEC
	<b>Consuelo Salas</b>	Tutora de estudiantes EPEC

8

## COLABORADOR

<b>Claudio Aracena</b>	Consejero Estudiantil de Postgrado FCFM
<b>Javier Villanueva</b>	Director Centro UCAMPUS
<b>Marcela Munizaga</b>	Vicedenaca FCFM
<b>María Pía Martín</b>	Subdirectora EPEC
<b>Julio Salas</b>	Gabinete Decanato
<b>Ana María Sáez</b>	Comunicaciones FCFM
<b>Rosa Leal</b>	Biblioteca Central FCFM

## APORTES

CEBIB, ISCI, CATA, CMM, UCampus, FCFM UChile



# COMITÉ CIENTÍFICO

## ACADÉMICOS/AS FCFM:

### Coordinador

Marcos Flores	Departamento de Física Director Departamento de Física
Cristián Leyton	Magister en Gestión y Políticas Públicas
Humberto Palza	Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales
Kimie Suzuki	Departamento de Ingeniería de Minas
Francisco Förster	Departamento de Astronomía Escuela de Postgrado y Educación Continua
Valentina Flores	Departamento de Geología
Alida Pérez	Departamento de Geología
Jaime San Martín	Departamento de Ingeniería Matemática
Víctor Fuenzalida	Departamento de Física
Viviana Meruane	Departamento de Ingeniería Mecánica Directora Dirección Académica y de Investigación
Laura Gallardo	Departamento de Geofísica Directora Departamento de Postgrado y Postítulo
Nancy Hitschfeld	Departamento de Ciencias de la Computación
Diego Mardones	Departamento de Astronomía
Franck Quero	Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales

# CHARLAS INVITADAS

## LEONARDO BASSO, PHD

Profesor Titular del Departamento Ingeniería Civil (DIC).  
Director del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI).  
Premio Franz Edelman 2022.  
*Integrante del claustro de Doctorado en Sistemas de Ingeniería (DSI) y Magíster en Cs. de la Ingeniería, mención Ingeniería de Transporte. FCFM- U. de Chile.*  
CHARLA: "Ingeniería que salvó vidas durante la crisis COVID en Chile".

## ALEJANDRA MIZALA, PHD

Prorrectora de la Universidad de Chile.  
Profesora Titular del Departamento de Ingeniería Industrial (DII) e investigadora del Centro de Investigación Avanzada en Educación (CIAE).  
*Integrante del claustro del Doctorado en Educación; Doctorado en Ciencias Sociales; Magíster en Economía Aplicada; Magíster en Gestión y Políticas Públicas y Magíster en Investigación en Educación. FCFM-U. de Chile.*  
CHARLA: "Brecha de género en educación".

10 **FRANCISCA MARCHANT / ROLANDO KINDELAN NUÑEZ**  
FM: Candidata a Doctora en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Química y Biotecnología del Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales (DIQBM).

RK: Ingeniero en Ciencias Informáticas (Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba), Magíster en Informática Aplicada (Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba) y Dr. (candidato) en Ciencias de la Computación (DCC, Universidad de Chile).

CHARLA: "FungusFree: un modelo para la detección temprana de plagas y el tratamiento oportuno contra Botrytis cinerea".

## HÉCTOR RAMÍREZ, PHD

Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Matemática (DIM) y director del Centro de Modelamiento Matemático (CMM).  
*Integrante del claustro del Doctorado Cs. Ingeniería, mención Modelamiento Matemático; Magíster en Matemáticas Aplicadas y Magíster en Ciencias de Datos. FCFM-U. de Chile.*  
CHARLA: "Herramientas tecnológicas basadas en modelamiento y aprendizaje de máquinas para disminuir la inasistencia de pacientes a las citas médicas".

## MARCOS DÍAZ, PHD

Profesor Asistente del Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE) e Investigador Responsable del Programa Espacial.  
*Integrante del claustro del Magíster en Cs. de la Ingeniería, mención Eléctrica y del Doctorado Ingeniería Eléctrica. FCFM-U. de Chile.*  
CHARLA: "Oportunidades y desafíos de la exploración espacial en Chile".

## RODRIGO PALMA, PHD

Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE), director del Centro de Energía e investigador principal del Centro de Excelencia Solar SERC-Chile.  
*Integrante del claustro del Doctorado en Ingeniería Eléctrica y del Doctorado en Sistemas de Ingeniería. FCFM-U. de Chile.*  
Charla: "Oportunidades y desafíos de la transición energética en Chile".

#### IRENE DEL REAL, PHD

Geóloga de la Universidad de Chile, PhD Economic Geology de la Universidad de Cornell de Estados Unidos. Investigadora de la Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile y del Núcleo Milenio Trazadores de Metales (Universidad de Chile). Distinguida como “talento emergente” por la Unesco y L’Oreal en el premio For Women In Science 2022.

CHARLA: “La química de minerales como herramienta para entender la evolución de un yacimiento de cobre”.

#### ANDREINA GARCÍA, PHD

Profesora Asociada, Dpto. Ingeniería de Minas (DIMIN).

Investigadora Principal del Centro Avanzado de Tecnología para la Minería (AMTC)

*Coordinadora académica del Doctorado de Ingeniería de Minas e integrante de los claustros del Magíster en Minería y del Magíster en Ciencias de la Ingeniería, mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico, FCFM-U. de Chile.*

CHARLA: "Sistema de Tratamiento de Aguas para la remoción de arsénico mediante nanomateriales y energía solar, Tecnología SolArsenic".

#### MÓNICA SOLER, PHD

Profesora Asociada del Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales (DIQBM) y directora del proyecto anillo “Superficies funcionalizadas para Detección Ambiental – FUNSED”. *Integrante del claustro del Doctorado en Cs. de la Ingeniería, mención Ciencia de los Materiales. FCFM-U. de Chile.*

CHARLA: "Superficies funcionalizadas para Detección de contaminantes emergentes".

#### ZIOMARA GERDTZEN, PHD

Profesora Asociada del Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales (DIQBM), investigadora del Center of Interventional Medicine for Precision and Advanced Cellular Therapy (IMPACT) e investigadora principal del Núcleo Milenio de Agronomía Marina de Holobiontes Macroalgales (MASH).

*Integrante del claustro del Doctorado en Cs. de la Ingeniería, mención Ingeniería Química y Biotecnología y del Magíster en Cs. de la Ingeniería, mención Química. FCFM-U. de Chile.*

CHARLA: "Incremento de biomasa en procesos de manufactura de biofármacos en Chile mediante estrategias de alimentación, diseño y optimización de medios de cultivo con la plataforma CELIA".

#### LAURA PÉREZ, PHD

Profesora Asistente Departamento de Astronomía (DAS), investigadora principal del Grupo de Investigación de Formación Planetaria de la Universidad de Chile e Investigadora del Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines (CATA).

*Integrante del claustro del Doctorado en Cs. con mención en Astronomía y del Magíster en Cs. con mención en Astronomía. FCFM-U. de Chile.*

CHARLA: “Estudiando la Formación Planetaria con ALMA”.

#### FRANCISCO MARTÍNEZ, PHD

Profesor Titular del Departamento Ingeniería Civil (DIC).

Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) e investigador Titular del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI).

*Integrante del claustro de Magíster en Cs. de la Ingeniería, mención Ingeniería de Transporte. FCFM-U. de Chile.*

CHARLA: “Un modelo para el control de externalidades, compensaciones justas y equidad económica”.

# 01

MÓDULO  
ASTRONOMÍA

- 024 **Testing the efficacy of the Search of Intermediate mass Black Holes through optical variability.**  
P. Cáceres Burgos, P. Lira
- 025 **Studying the Variability of Quasars as a function of rest-frame wavelength.**  
P. Patel, P. Lira, P. Arévalo
- 026 **A search for chemistry in the atmosphere of LTT 9779b using ESPRESSO**  
R. Ramirez Reyes, J. Jenkins
- 027 **El disco protoplanetario de GM Aurigae bajo otra luz.**  
M. Rodríguez, L. Pérez y M. Benisty
- 028 **Understanding the effect of physical properties on volatile production rates of comets.**  
Amrita Singh, Dr. Kinsuk Acharyya
- 029 **Elementos orbitales y masas de componentes individuales a partir de datos espectroscópicos y astrométricos para conjuntos de binarias espectroscópicas de doble línea**  
Jennifer Anguita-Aguero, Rene A. Mendez, Rubén M. Clavería y Edgardo Costa
- 030 **Resolved carbon monoxide observations of protoplanetary disks in Ophiuchus.**  
J. Antilen
- 031 **Probing the Milky Way's gas reservoirs with quasars.**  
F. Corro-Guerra, T. Berg, S. López
- 032 **How Super Massive Black Hole affect the quiet life of their host galaxies.**  
R. Cuellar, P. Noterdaeme, S. Lopez
- 033 **Análogos locales de galaxias de alto corrimiento al rojo: Una nueva calibración en metalicidades.**  
B. Navarrete, V. González
- 034 **NGTS-21b: An Inflated Super-Jupiter Orbiting a Metal-poor K dwarf.**  
D. Alves, J. Jenkins, J. Vines, M. Soto, NGTS consortium

# 02

MÓDULO  
CIENCIA DE DATOS

- 038 **Métodos avanzados de ciencia de datos para la predicción de reacciones adversas a medicamentos en pacientes hospitalizados**  
Patricio Wolff , Sebastián Ríos, Claudio González
- 039 **Dinámica, control y datos.**  
B. Herrmann
- 040 **Advanced analytics for wildfire management**  
Jaime Carrasco, Cristóbal Pais, Andrés Weintraub
- 041 **Reducción de Tiempos de Inferencia en Modelos de Efectos de Audio Mediante Técnicas de Knowledge Distillation.**  
D. Canales, F. Tobar
- 042 **Interpretation in crime prediction models.**  
J. Roa, K. Coussement, R. Weber, S. Maldonado
- 043 **Caracterización no-supervisada del Encuadre Comunitario en WhatsApp**  
Ricardo Córdova, Felipe Bravo Márquez, Hernán Sarmiento
- 044 **Descubriendo leyes gobernantes a partir de datos multi-fidelidad**  
Javier Lemus E.\*, Benjamín Herrmann P.

# 03

## MÓDULO CIENCIAS DE LA TIERRA

- 048 **Lithological control of active normal fault from Triassic to Quaternary, northern Chile.**  
K. Azúa, F. Pastén-Araya, J. González-Alfaro, J. Salomón, S. Ruiz, C. Pastén, P. Salazar
- 049 **Resultados preliminares del estudio de geformas volcánicas en los Andes Centrales (21°-24°S) y su implicancia en el volcanismo de Marte**  
Belén Muñoz Rojas, Patricia Larrea, Jessica Flahaut, Mary Ford, Benigno Godoy
- 050 **Nuevo material disponible para estudios en Ciencias Meteoríticas en la Universidad de Chile.**  
C. Aravena-González, D. Moncada, L. Cieza, R. Lavin
- 051 **Ge/Si ratios in siliceous sinters: Implications for silica precipitation mechanism in geothermal fields.**  
V. Bustamante, A. Pérez-Fodich, C. Muñoz-Sáez
- 052 **Deformación cortical cuaternaria y peligro sísmico asociado a la Falla San Ramón en el flanco occidental de la Cordillera de los Andes (~33,5° S).**  
Nicolas Campillay Horta, Gabriel Easton Vargas
- 053 **Registro de tsunamis holocenos en el humedal de Carizal Bajo, Atacama, Chile.**  
Maximiliano Forch B., Gabriel Easton V.
- 054 **Variabilidad interanual de los vientos del oeste, implicancias para el transporte eólico de sedimentos.**  
C. Gómez-Fontalba, V. Flores-Aqueveque, S. Alfaro
- 055 **Evolución volumétrica, morfométrica, reológica y composicional de los centros monogenéticos de El Negrillar Sur (Andes Centrales, Chile).**  
C. Loaiza, P. Larrea, S. Salinas, B. Godoy, P. Le Roux
- 056 **Génesis, naturaleza y evolución petrogenética del sector central del campo volcánico monogenético El Negrillar, Andes Centrales, Chile.**  
D. Parra-Encalada, P. Larrea, B. Godoy, P. Le Roux
- 057 **Caracterización hidrogeoquímica en el arco volcánico continental en el sur de los Andes, entre los 38° y 42° Sur y su influencia en los procesos globales de meteorización química.**  
A. Peña-Echeverría, A. Pérez-Fodich
- 058 **Reconstrucción de la intensidad de vientos del núcleo del Cinturón de Vientos del Oeste durante el Holoceno tardío basado en partículas eólicas de sedimentos lacustres en Patagonia sur (~51°S)**  
Pincheira Risso, V., Flores-Aqueveque, V., Villaseñor, T.
- 059 **El valle del Glaciar Pirámide desde un punto de vista geomorfológico, estructural y sedimentario. Chile Central (33°S).**  
G. Reyes, G. Easton
- 060 **Eventos aluviales en el Valle del Aconcagua desde el Pleistoceno tardío, causas y características.**  
D. Rodríguez-Contreras, V. Flores-Aqueveque, A. Maldonado, S. Moreiras, J. Antinao
- 061 **Paisajes Líticos y su Contexto Geológico para la Secuencia Cultural de las Cuencas de Pedernales e Infieles (25°-26° S), Región de Atacama, Chile.**  
A. Soto, V. Flores-Aqueveque, P. López
- 062 **Estudio de inclusiones fundidas en cristales de olivino: estimación de condiciones pre-eruptivas en centros volcánicos monogenéticos.**  
V. Villanueva, P. Larrea, P. Robidoux, I. Carvajal
- 063 **Interacción entre terremotos rápidos y lentos a lo largo del margen de subducción chileno.**  
J. Ojeda, S. Ruiz, J. Nocquet
- 064 **Stochastic Strong-Motion Simulation of Valparaiso 1985 Mw 8.0 Chile Earthquake.**  
R. Torres-Cuenca, S. Ruiz
- 065 **Spatial distribution and scaling properties of lidar-derived snow depth in the extratropical Andes**  
Pablo A. Mendoza, Thomas E. Shaw, James McPhee, Keith N. Musselman, Jesús Revuelto and Shelley MacDonell
- 066 **Estructura de la corteza continental del antearco chileno (37°S-38.5°S) mediante inversión 3D de datos gravimétricos.**  
E. Cárdenas, A. Maksymowicz, D. Montecinos
- 067 **Metodología para la identificación del contenido de humedad en el muro de tranques de relaves basado en la técnica de Tomografía Eléctrica.**  
L. Córdova, D. Comte, D. Díaz
- 068 **Caracterización de la fuente sísmica de Tsunami Earthquakes.**  
V. Garrido, S. Riquelme
- 069 **Estudio del ciclo sísmico de fallas corticales en márgenes de subducción: Caracterización geodésica de los terremotos del 2010 de Pichilemu Mw 7.0 y Mw 6.9.**  
G. Herrera, F. Delgado
- 070 **The 2020-2021 Bransfield Strain Seismic Sequence: Spatial and Temporal Relationship With Orca Volcano and Tectonics implications.**  
N. Vera-Cortés, P. Toledo, S. Peyrat, A. Pérez, J. Campos

## 04

## MÓDULO ENERGÍA

- 074 ¿Más diésel? La importancia del impuesto a las emisiones para una Descarbonización eficiente y segura bajo incertidumbre hidrológica.  
D. Castro, R. Moreno
- 075 Oportunidades de exportación de hidrógeno verde desde latinoamérica  
Vicente Sepúlveda, Rodrigo Palma

## 05

## MÓDULO FÍSICA Y ASTROFÍSICA

- 078 Bayesian error propagation for neural-net based parameter inference  
Daniela Grandón, Elena Sellentin
- 079 Flow Fluctuation in Confined Bacterial Suspension  
Cristian Villalobos C, María Luisa Cordero, Rodrigo Soto
- 080 Scaling the irreversible mixing of carbon dioxide in brine-rich permeable media.  
J. Letelier, H.Ulloa, J. Leyrer, J. Ortega
- 081 Efficient spin to charge current conversion in WSe<sub>2</sub> by spin pumping from CoFeB.  
E. Burgos-Parra, K. Abdukayumov, C. Vergnaud, H. Boukari, A. Marty, F. Bonell, I. de Moraes, J. Denardin, R. Rodriguez, S. Oyarzún and M. Jamet
- 082 Dinámica de polarización en VECSEL con SESAM.  
C. Castillo-Pinto, A. Broda, I. Sankowska, J. Muszalski, Y. Song, H.
- 083 Localización de luz en una cinta de Lieb comprimida.  
G. Fadic, B. Real, R. Vicencio
- 084 Caracterización de películas de V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> molecularmente funcionalizadas, para su uso como cátodo de baterías de litio.  
J. Fernández, S. Hevia, M. Flores

- 085 Informed Total-Error-Minimizing (ITEM) Priors: Interpretable cosmological parameter constraints despite complex nuisance effects  
Bernardita Ried, Daniel Gruen, Oliver Friedrich
- 086 Cómo controlar la dispersión de la luz en materiales complejos.  
A. Rates, M. Duy Truong, Ad Lagendijk, Willem L. Vos

## 06

## MÓDULO FLUIDODINÁMICA

- 090 Estudio experimental del rendimiento de una turbina Pelton de una microcentral para distintas condiciones de operación.  
R. Delgado Currín, W. Calderón Muñoz, J. Elicer Cortés
- 092 Problema de un cilindro en suspensión: Comparación entre simulaciones numéricas y mediciones experimentales utilizando LDV.  
N. Molina Godoy, R. H. Hernández
- 093 Prototipo experimental para la medición y visualización de estelas a bajos números de Reynolds.  
J.E. Rozas, R.H. Hernández
- 094 Parameter estimation in fluid flow models from aliased velocity measurements.  
Jeremías Garay, David Nolte, Miriam Löcke, Cristóbal Bertoglio

## 07

## MÓDULO INDUSTRIA Y GESTIÓN

- 098 Proceso de Gestión de Innovación Empresarial aplicado en una Entidad Financiera.  
E. Alvarez Badillo, R. Ruiz

# 08

## MÓDULO INGENIERÍA AEROESPACIAL

- 102 **Development, test, and integration of an ultra-low-cost star tracker in the new SUCHAI satellite missions of the University of Chile.**  
S. T. Gutiérrez, C. I. Fuentes, M. A. Díaz
- 103 **Arreglo de motores de propelente sólido para el problema de aterrizaje suave en la Luna: Estudio de los requerimientos y diseño del AGCS**  
Elías Obreque Sepúlveda, Marcos Díaz Quezada
- 104 **The Automatic Learning for the Rapid Classification of Events (ALeRCE) Alert Broker.**  
I. Reyes Jainaga; F. Förster; A. Álvarez; J. Arredondo; N. Astorga; F. E. Bauer; A. Bayo; J. Borissova; G. Cabrera-Vives; P. Castellanos; M. Catelan; A. Clochiatti; R. Dastidar; D. De Cicco; C. Donoso-Oliva; F. Elorrieta; P. A. Estévez; S. Eyheramendy; C. Fuentes; P. Gallardo; L. Hernández-García; P. Huijse; R. Kurtev; P. Lira; A. Moya; A. Muñoz-Arancibia; M. Pérez-Carrasco; G. Pignata; E. Reyes; D. Rodríguez Mancini; P. Sánchez-Sáez; B. Vallejos; J. R. Vergara
- 105 **Diseño, implementación y puesta en servicio de un radiotelescopio para la detección de ráfagas rápidas de radio.**  
F. Solís, S. Jorquera, D. Gallardo, M. Prieto, D. Monasterio, J. Pizarro, W. Max-Moerbeck, R. Finger

# 09

## MÓDULO INGENIERÍA ESTRUCTURAL

- 108 **Análisis del Desempeño Sísmico de Estructuras Industriales de Marcos Multi-Panel Arriostrados Concéntrica-mente, MTBF.**  
P. Añazco, R. Herrera, R. María
- 109 **Simulación de la respuesta sísmica de la Cuenca de Santiago sometida a terremotos corticales superficiales.**  
Fabián Ortiz W., César Pastén P., Sergio Ruiz T.

- 110 **Comparación de los modelos constitutivos Mohr-Coulomb y P2PSand para el modelamiento sísmico de un embalse de relaves en Chile utilizando FLAC3D.**  
A. Panes, C. Pastén
- 113 **Shear wall building design based on deep neural networks.**  
Pablo N. Pizarro, L. M. Massone, F. R. Rojas, R. O. Ruiz
- 114 **Efectos de las modificaciones a la demanda y requisitos de diseño de la norma NCH 2369 sobre el dimensionamiento y desempeño sísmico de estructuras industriales de marco arriostrado.**  
R. Riquelme H.

# 10

## MÓDULO INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍA DE PROCESOS

- 118 **Producción de carotenoides a partir del crecimiento del hongo marino *Asteromyces cruciatus*.**  
M. P. González Troncoso, C. Landeta-Salgado, M. E. Lienqueo
- 120 **Optimización de biorrefinerías y su enfoque de sustentabilidad: Una revisión sistemática de la literatura.**  
M. Zambrano, M. Elena Lienqueo
- 122 **Bioconversion of seaweed biomass through an artificial fungi consortium into a new alternative protein and functional food ingredient.**  
Catalina Landeta, Nicolás Salas, Lhaís Araújo-Caldas, Allison Leyton, Patricia Sartorelli, María Elena Lienqueo
- 123 **Valorización de botellas de plástico desechadas para producir ácido gálico, un químico de alto valor agregado.**  
Benjamin Armijo, Álvaro Olivera
- 124 **Desarrollo de un proceso de purificación para el sistema MachinePep, una alternativa sustentable y costo-efectiva para la producción de péptidos terapéuticos.**  
B. Armijo, O. Salazar

# 11

## MÓDULO METEOROLOGÍA

- 128 **Evaluación de las mediciones simultáneas de viento y oleaje de la misión satelital CFOSAT en la región del Pacífico Sudeste.**  
A. Fuenzalida-Artigas, O. Astudillo Reynoso, J. Rutllant Acosta, R. Garreaud Salazar, B. Dewitte, F. Frappart
- 129 **Sensibilidad de ozono respecto de los niveles de compuestos orgánicos volátiles en Santiago: una aproximación numérica.**  
Constanza Urbina Guerra, Laura Gallardo
- 130 **Ozono en la tropósfera media y alta del hemisferio sur durante la campaña SouthTRAC 2019.**  
C. Opazo, R. Seguel, L. Gallardo, R. Rondanelli

# 12

## MÓDULO MINERÍA

- 134 **Lixiviación de minerales de cobre de baja ley en medios clorurados.**  
P. Jumbo, T. Vargas
- 135 **Entendimiento de propiedades geometalúrgicas a partir de propiedades geotécnicas.**  
A. Pereira, P. Lois, K. Suzuki, B. Townley
- 136 **Diseño y evaluación de ADRs considerando modelos precisos de canal VLC en minas subterráneas.**  
P. Palacios Játiva, C. A. Azurdia Meza
- 137 **Factores de éxito en la autonomía de Camiones de Extracción.**  
Andrés Mujica Morovic

# 13

## MÓDULO MODELAMIENTO MATEMÁTICO

- 140 **Un problema inverso de Mecánica de Fluidos aplicado en Boimedicina.**  
Jorge Aguayo Araneda, Cristóbal Bertoglio, Axel Osses
- 141 **Perturbed degenerate state-dependent sweeping processes with regular and nonregular sets.**  
D. Narváez, E. Vilches
- 142 **Existencia global y comportamiento a largo plazo del modelo quiral principal 1+1dimensional con aplicaciones a solitones.**  
Jessica Trespalacios
- 143 **Mejoramiento de la producción de cultivos de alta densidad en biorreactores mediante la utilización de observadores y controladores de orden entero y fraccionario.**  
Lisbel Bárzaga Martell, Manuel A. Duarte Mermoud
- 144 **Generalización en Redes Neuronales.**  
A. Wortsman, J. Fontbona
- 145 **¿En profundidad, anchura o ambas? Hacia el desarrollo de un modelo de elección discreta RUM-DFT.**  
G. Nova, A. Guevara
- 146 **Combining Pre-Approval Clinical Trials and Post-Approval Spontaneous Adverse Event Reporting for Improved Safety Signaling.**  
F. Bravo, L. Chen, J. Silberholz
- 147 **Accountable Intersection Management Algorithms.**  
Bryan Ortiz\*, Alejandro Hevia
- 148 **Optimal food sharing looks like a social network.**  
Francisco Plana, Jorge Pérez, Andrés Abeliuk



# 14

## MÓDULO NANOTECNOLOGÍA Y MATERIALES

- 152 **Fabricación de membranas híbridas compuestas por biovidrio, gelatina bovina, óxido de polietileno y nanopartículas de biovidrio terciario mediante electrospinning para aplicación en regeneración ósea guiada.**  
D. Acuña, N. Cohn, F. Quero
- 153 **Estudio de óxidos de vanadio a diferentes flujos de oxígeno preparados por magnetron sputtering reactivo y su evaluación como cátodos para baterías de litio.**  
M. Briceño, J. Fernández, D. Zambrano, M. Flores, R. Espinoza
- 154 **Influencia del sustrato en la síntesis a alta temperatura de películas delgadas de óxido de manganeso y litio**  
Francisca Luco, Dante Reyes, Judit Lisoni y Marcos Flores
- 155 **Síntesis y evaluación de nanopartículas de CuS en la proteína ferritina como agente para la terapia fototérmica del cáncer.**  
Italo Moglia Fernández, Andreas Tapia Arellano, Ingrid Araya, Álvaro Olivera Nappa, Marcelo J. Kogan
- 156 **Prueba de erosión por tormenta de arena en recubrimientos antirreflectantes de para cubiertas de vidrio en paneles fotovoltaicos.**  
D. Zambrano, R. Espinoza, R. Villarroel, A. Rosenkranz
- 157 **Preparación de cerámicas nanoestructuradas bidimensionales para su aplicación como sensores de gases.**  
D. Balbontín, X. Castillo, V. Rao, A. Rosenkranz, R. Espinoza
- 158 **Comportamiento como sensor de gas de la cerámica Ca-Cu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub> dopada con Ni.**  
J. Caamaño, X. Castillo, R. Espinoza-González, M. Orlandi, A. A. Felix
- 159 **Modelación electromecánica de fractura en compuestos de nanotubos de carbono auto sensibles**  
Leonel Quinteros, Enrique García-Macías, Emilio Martínez-Pañeda
- 160 **Study of the Effect of Thickness on the Residual Stress Profile of a Cold Spray Coating by Finite Element Analysis.**  
F. Torres, R. Fernández

# 15

## MÓDULO POLÍTICAS PÚBLICAS

- 164 **Disminución de cantidad de atrasos en entrega de informes radiológicos en el centro de imagenología del Hospital Clínico de la Universidad de Chile**  
Macarena Victoria Osorio Arévalo
- 165 **Condiciones de género, mercado laboral y maltrato infantil en Chile.**  
C. Peñafiel, P. Jarvis
- 166 **Estimating the Housing Investment Externalities Effects of a Public Housing Program in Chile.**  
R. Tiara
- 167 **Innovaciones Digitales en el Sector Público.**  
L. Martínez
- 168 **Migraciones forzadas, una realidad latinoamericana. Caso Venezuela**  
Karelys Abarca
- 169 **Reclutamiento de altos/as directivos/as públicos. Una mirada desde los postulantes del Sistema tras la reforma 20.955.**  
C. Alvarado
- 170 **Gobiernos regionales de Bolivia y Chile: similitudes y diferencias de la descentralización fiscal.**  
F. Arce, L. Riquelme
- 171 **Contribuciones para la definición de políticas públicas en seguridad: Análisis de los factores determinantes de delitos en la Región Metropolitana (Chile).**  
P. Cadena, A. Iftimi, F. Montes

- 172 **Licencia postnatal en Chile: Un análisis dde la relación entre la extensión de la licencia maternal y la decisión de volver a trabajar de madres trabajadoras**  
Macarena Castañeda Letelier
- 173 **Barreras espaciales para la realización de derechos económicos y sociales: triespacialidad y territorialidades de injusticia.**  
G. Guevara
- 175 **Prospectiva estratégica & complejidad económica**  
J. Rodríguez, R. Contreras
- 177 **Mortalidad y estancia hospitalaria en una Unidad peruana de Cuidados Intensivos Neonatales.**  
K. Sánchez, L. Arévalo, A. Bartra, A. Torrejón, C. Alberto
- 178 **Evaluación de los efectos del teletrabajo en funcionarios del Estado: Evidencia e implicancias a partir de un caso piloto para Chile**  
Tomás Soto, Javier Fuenzalida, Camilo Vera
- 179 **Motivations and barriers of energy efficiency renovations in the residential sector: A review.**  
C. Vargas, J. Villot

- 182 **The benefits of remotely sensed observations for the realism of distributed hydrological models in mountainous catchments**  
Vásquez, Nicolás, Cortés-Salazar, Nicolás, Mizukami, Naoki, Mendoza, Pablo A.
- 183 **¿Se pueden considerar nuevas fuentes hídricas las rocas fracturadas?**  
M. Taucare, L. Daniele & B. Viguier
- 184 **Modelo Integrado del Sistema Sequential Anaerobic and Algal Membrane Bioreactor (A2MBR) para Reúso de aguas Residuales.**  
N. Balsebre, A. Prieto
- 185 **To what extent does river routing matter in hydrological modeling?**  
N. Cortes-Salazar, N. Vasquez, N. Mizukami, P. Mendoza, X. Vargas
- 186 **Evaluación de la predictibilidad hidrológica de períodos de sequía en una cuenca de Chile Central, utilizando la plataforma flexible SUMMA.**  
F. Lema, P. Mendoza
- 187 **Asimilación de datos aplicada a estimaciones de balance hídrico en Chile central y sus impactos en la modelación de flujos y estados hidrológicos.**  
E. Muñoz-Castro, P. Mendoza, X. Vargas
- 188 **Análisis de sustentabilidad para la implementación de la tecnología de biorreactores A2MBR para la reutilización de aguas residuales en Chile.**  
M. Rodríguez, A. Prieto
- 189 **Revisiting parameter sensitivities in the variable infiltration capacity model across a hydroclimatic gradient.**  
U. Sepúlveda, P. Mendoza, N. Mizukami, A. Newman
- 190 **Membrane technology for waste-to-bioH<sub>2</sub>: Process modeling and sustainability.**  
G. Vera, M. Escudero, A. Prieto
- 187 **Clima, cambio, crisis, ¿realmente de qué estamos hablando?**  
F. Sabando





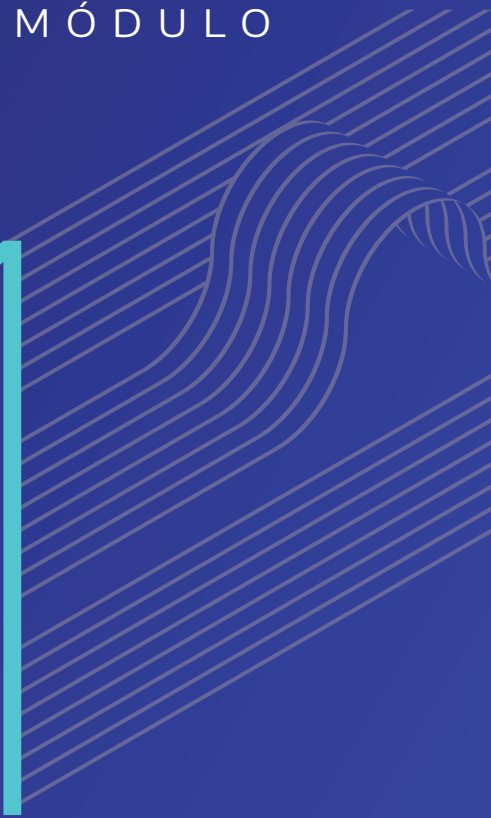
I CONGRESO  
DE POSTGRADO *fcfm*  
INGENIERÍA, CIENCIAS E INNOVACIÓN



MÓDULO

0

1





## TESTING THE EFFICACY OF THE SEARCH OF INTERMEDIATE MASS BLACK HOLES THROUGH OPTICAL VARIABILITY

Paula Cáceres Burgos<sup>1\*</sup>, Paulina Lira <sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Departamento de Astronomía, Universidad de Chile Santiago, Chile.*

*\*Email: pcaceres@uchile.cl*

---

### ABSTRACT

Intermediate Mass Black Holes (IMBHs;  $10^2$ - $10^6$  solar masses) are BHs extremely hard to detect observationally, which causes a gap in the BH mass function. As a result, the constraints for IMBH seed mechanisms are poorly known, hence the importance of proposing new techniques to find them. In this research, we test the efficacy of a method developed by Martínez-Palomera [1] that searches for active IMBH candidates by selecting sources with fast optical variability (i.e., g band time series) from the High cadence Transient Survey (HiTS). Similar to the well-known galaxy NGC 4395, which holds a  $\sim 4 \times 10^5 M_{\odot}$  IMBH. This selection composes the Search for Intermediate mass Black holes in Nearby Galaxies (SIBLING) survey. For the methods, we crossmatched the SIBLING sources with the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) and did a spectral search for broad Balmer emission lines in their spectra, a trademark of unobscured active BHs. We repeat this method for non-variable sources from HiTS as well. Results suggest no significant difference in the number of sources with spectral signatures of an active BH between SIBLING and the non-variable sample. Additionally, with the support of the LSST Science Pipeline, we revisit the candidates' photometric analysis by applying Image Subtraction [2], a method that subtracts a deep template image with the science images. Results for the latter are under development, but preliminary results show that it is effective for removing stellar continuum radiation, which generally contaminates the active IMBH signal.

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo del Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile, como también al núcleo milenio TITANS.

### REFERENCIAS

[1] Martínez-Palomera J., Lira P., Bhalla-Ladd I., Förster F., Plotkin R. M., 2020, *The Astrophysical Journal*, 889, 113

[2] Alard C., 2000, *A&AS*, 144, 363



## STUDYING THE VARIABILITY OF QUASARS AS A FUNCTION OF REST-FRAME WAVELENGTH

Priyanjali Patel<sup>1</sup>, Paulina Lira<sup>1</sup>, Patricia Arévalo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, Casilla 36D, Santiago, Chile*

<sup>2</sup>*Instituto de Física y Astronomía, Universidad de Valparaíso, Gran Bretaña 1111, Valparaíso, Chile*

*\*Email: priya@das.uchile.cl*

---

### ABSTRACT

We present the study of the correlations between Active Galactic Nuclei (AGN) variability and rest-frame wavelength. We study a sample of optical light curves from the Zwicky Transient Facility Data Release 6 for Active Galactic Nuclei (AGN) in the r-band (6339.61 Å) and the g-band (4722.74 Å). We use homogeneous analysis of SDSS DR14 quasars by Rakshit et al. (2020) to define a sample with well-measured Black Hole mass (MBH) and Eddington ratio/accretion rate ( $\dot{M}$ ) in a well-defined redshift bin. Our sample sources have  $0.1 \lesssim \text{redshift} \lesssim 0.8$ , and  $10^{7.0} \lesssim \text{MBH}/M_{\odot} \lesssim 10^{8.5}$ , while the Eddington ratio range is between  $10^{-1.3}$  and  $10^{-0.8}$ . This sample was selected because the emission from quasars is highly variable, and variability is a potential key to understanding the accretion process. To prevent biases from redshift effects as time dilation, the light curves were corrected. Then we calculate the amplitude of variability (or variance) at different time scales in the power spectrum using the 'Mexican-Hat' filter (Arévalo et al., 2012) for 3429 sources in the g-band and 3897 sources in the r-band. Redshift is used as a tool to study different rest-frame wavelengths.

In this work, we study variance on 300 and 75-day timescales and find a strong anti-correlation between rest-frame wavelengths and median variance. This anti-correlation suggests that optical fluctuations in short and long timescales are less in the outer annuli than in the inner annuli if rest-frame wavelength represents the accretion disk's radius. We compare our result with the Corona-heated Accretion-disk Reprocessing (CHAR) Model (Sun et al., 2020) to predict the changes in variation with rest-frame wavelengths to understand the mechanism behind such variation. The slope of our result is similar to the one from the CHAR model with 1-sigma precision.

25

### ACKNOWLEDGMENT

We are grateful to Dr. Mouyuan Sun for simulating ZTF light curves using CHAR model which helped to compare the result from the ZTF data to the one from the CHAR model paper. We also thank Santiago Bernal for providing code for the spectral fitting. We acknowledge support from ANID grant number 11100449.

### REFERENCES

- [1] Rakshit, S., Stalin, C. S. & Kotilainen, J. Spectral Properties of Quasars from Sloan Digital Sky Survey Data Release 14: The Catalog. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 249, 17 (2020)
- [2] Arévalo, P., Churazov, E., Zhuravleva, I., Hernández-Monteagudo, C. & Revnivtsev, M. A Mexican hat with holes: calculating low-resolution power spectra from data with gaps. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 426, 1793–1807 (2012).
- [3] Mouyuan Sun et al 2020. Corona-heated Accretion-disk Reprocessing: A Physical Model to Decipher the Melody of AGN UV/Optical Twinkling. *Apj* 891, 178 (2020)

## A SEARCH FOR CHEMISTRY IN THE ATMOSPHERE OF LTT 9779B USING ESPRESSO

R. Ramirez Reyes <sup>1\*</sup>, and J. Jenkins <sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Astronomía, Universidad de Chile,  
Camino el Observatorio 1515, Las Condes, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Núcleo de Astronomía, Facultad de Ingeniería y Ciencias,  
Universidad Diego Portales, Av. Ejercito 441, Santiago, Chile.*

<sup>3</sup>*Centro de Astrofísica y Tecnologías y Tecnologías Afines (CATA),  
Casilla 36-D, Santiago, Chile.*

*\*Email: rramirez@das.uchile.cl*

---

### ABSTRACT

**Context:** LTT 9779 b is the first ultra-hot Neptune that was recently discovered using the Transiting Exoplanet Survey Satellite. The planet has a short orbital period of only 19 hours and an equilibrium temperature of  $\sim 2000$  K, and therefore lies in the middle of the Neptune Desert. However, even after two billion years of evolution embedded within the intense radiation field of the host star, it still maintains an atmospheric mass fraction of 10%. **Aims.** Using high SNR spectra at high spectral resolution from the ESPRESSO, we aim to search for atomic and molecular species within LTT 9779 b's atmosphere.

**Methods:** We applied both the transmission spectroscopy and cross-correlation techniques to detect the atmospheric signals from Na, K, H $\alpha$ , Ca, Fe, and V. We also model the Rossiter-McLaughlin effect and the center to limb darkening effect to help identify any false positive signals.

**Results.** With the current single transit dataset from ESPRESSO, we do not detect the presence of any of the aforementioned elements, from either of the methods we applied. We were able to determine upper limits for the abundances of each of the elements 3.0 [dex] for Na.

**Conclusions:** Given previous work has confirmed the presence of the planetary atmosphere, has found a relatively high metallicity for the host star and has confirmed the planet has a mass and radius that places it close to that of Neptune, our non-detection of any elements here is suggestive that there are high-altitude absorbers present in the night-side terminator of the planet.

### AGRADECIMIENTOS

A mi profesor guía que me acompañó en todo este proceso y Elyar por ayudarme en los procesos de reducción de datos.

## EL DISCO PROTOPLANETARIO DE GM AURIGAE BAJO OTRA LUZ

Marie M. Rodríguez S.<sup>1,2\*</sup>, Laura Pérez<sup>2</sup>, Myriam Benisty<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Astronomía, Universidad de Chile,  
Camino El Observatorio 1515, Las Condes, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Universidad de Grenoble Alpes, CNRSm IPAG 38000 Grenoble, Francia.*

*\*Email: mrodrigu@das.uchile.cl*

---

### RESUMEN

Un producto natural de la formación estelar consiste en un disco que rodea a la estrella joven compuesto por gas y polvo, material de reserva que contribuye a la masa final del objeto central y sitio donde se origina un sistema planetario. A partir de observaciones que cubren rangos de longitudes de onda del sub-milimétrico al infrarrojo se ha revelado que la distribución del material en estos discos contiene una multitud de estructuras, asociados a la formación planetaria. Además, existen también sub-estructuras a pequeña escala que son claves en el proceso de formación de planetas, pues dan cabida a la acumulación de sólidos que eventualmente conlleva a la formación de planetésimales. Para discos con una gran cavidad interna, llamados discos en transición, existe una carencia en las restricciones observacionales de tales sub-estructuras a alta resolución espacial en diferentes longitudes de ondas. Con esto en mente se han analizado datos del sistema disco-estrella en GM Aurigae utilizando observaciones en el infrarrojo del VLT (Very Large Telescope) y sub-milimétrico de ALMA (Atacama Large Millimeter Array) con el propósito de caracterizar la configuración y procesos que dan origen a estos discos de transición.

27

### REFERENCIAS

[1] Huang et al. Ap. J. 891, 48 (2020)

[2] Huang et al. Ap. J. 257, 19 (2020)

## UNDERSTANDING THE EFFECT OF PHYSICAL PROPERTIES ON VOLATILE PRODUCTION RATES OF COMETS

Amrita Singh<sup>1\*</sup>, Dr. Kinsuk Acharyya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Astronomy, University of Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Physical Research Laboratory, Ahmedabad, Gujrat, India.*

*\*Email: amrita@das.uchile.cl*

### ABSTRACT

Comets are frozen cosmic leftovers of dust rocks, grains, and volatile ices. They are chemically inert and thus retain the pristine and critical information about chemical compositions and the physical properties at the time of formation of planetary system from the solar nebula, 4.6 billion years ago. Study of production rates of comets allows us to understand the formation of star-planetary systems. Production rates (Q rates, hereafter) of comets decrease significantly at  $R > 3-4$  AU, only hyper volatiles like CO, etc. and dust activity are seen occasionally beyond this heliocentric distance, so it is interesting to see the effects of solar activity on comets, with varying heliocentric distances. Previously published properties of short and long period comets were collected and complemented by new results in this work. A systematic analysis of water Q rates of short period Comets 2P/Encke (Encke, shortest period comet, detailed analysis), 21P/Giacobini-zinner (21P/G-Z), 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak (41P/T-G-K), 96P/Macholz, and 67P/Churyumov-Gerasimenko (67P/C-G) and long period comets O1 Hale-Bopp, OG108 LONEOS and C/1996 B2 (Hyakutake) are presented in this paper. Water Q rates of 2P/Encke is investigated in detail, using 60 years of data. Water Q rates at various heliocentric distances and at 1 AU are also calculated for various apparitions of the comets. We have plotted the derived observational data to examine the asymmetries about perihelion and to analyze trends with heliocentric distances and years of apparitions. Effects of albedo, size, and solar activity on water production rates of these comets are carefully analyzed by over plotting solar cycle and water Q rates calculated at 1 AU against years of apparitions. We have tried to find a correlation between these by calculating Pearson coefficient for pre- and post- perihelion heliocentric distances. Correlation coefficient calculated for short period comets varies independently while due to insufficient amount of data for long period comets, it was not possible to calculate it. We are also investigating the correlation of water Q rates with perihelion distance, although the variations in perihelion distance is very small, but showing observable effects on the Q rates. Inter-comparison of water production rates and correlations with sunspots of various comets appears to give a meaningful conclusion, more constraints needed to include for further study on the same. We do not observe any correlation in Q rates with different year of apparitions for these comets.

### ACKNOWLEDGEMENTS

AS is grateful to Prof. Patricio Rojo for his valuable comments and Dr. Kinsuk Acharyya for guiding throughout the thesis.

### REFERENCES

- [1] Sanzovo, G. De Almeida, Amaury Misra, Mon. Not. R. Astron. Soc. 326, 852-868 (2001), 8, 2001.
- [2] Combi MR et. Al. doi: 10.1016/j.icarus.2018.08.031. 617, 2018 Sep 3.
- [3] Krishnaswamy, Physics of comets, Edition 3rd, Chapter 1, 2010.

## ELEMENTOS ORBITALES Y MASAS DE COMPONENTES INDIVIDUALES A PARTIR DE DATOS ESPECTROSCÓPICOS Y ASTROMÉTRICOS PARA CONJUNTOS DE BINARIAS ESPECTROSCÓPICAS DE DOBLE LÍNEA\*

Jennifer Anguita-Aguero<sup>1\*</sup>, Rene A. Mendez<sup>1</sup>, Rubén M. Clavería<sup>2</sup>, and Edgardo Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, Casilla 36-D, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Department of Engineering University of Cambridge, UK*

*\*Email: janguita@das.uchile.cl*

---

### RESUMEN

Se presentan elementos orbitales, paralajes orbitales y masas de componentes individuales para 14 binarias espectroscópicas de doble línea espacialmente resueltas, derivados de un ajuste simultáneo de su órbita visual y su curva de velocidad radial. Esto se hizo mediante un código Markov Chain Monte Carlo desarrollado por nuestro grupo que produce funciones de distribución posterior y estimaciones de error para todos los parámetros. De esta muestra, seis sistemas contaban con estudios previos de alta calidad y se incluyeron como puntos de referencia para probar nuestros procedimientos, pero incluso en estos casos, pudimos mejorar las órbitas anteriores añadiendo datos recientes de nuestro estudio de binarias del sur que se está llevando a cabo con las cámaras speckle HRCam y ZORRO en los telescopios SOAR de 4.1 m y Gemini South de 8.1 m, respectivamente. También damos resultados para ocho objetos que no tenían una solución orbital combinada publicada, uno de los cuales tampoco tenía una órbita visual. Pudimos determinar relaciones de masas con una incertidumbre típica de menos del 1%, sumas de masas con incertidumbres de alrededor del 1%, y masas de componentes individuales con una incertidumbre formal de  $0,01 M_{\odot}$  en los mejores casos. Una comparación de nuestros paralajes orbitales con los paralajes trigonométricos disponibles de Hipparcos y Gaia eDR3 muestra una buena correspondencia, siendo el valor medio de las diferencias consistente con cero dentro de los errores de ambos catálogos. También presentamos diagramas H-R observacionales para nuestra muestra de binarias, que, en combinación con isocronas de diferentes fuentes, nos permitieron evaluar su estado evolutivo y la calidad de su fotometría.

29

### AGRADECIMIENTOS

JAA, RAM y EC agradecen el apoyo de la subvención ANID/FONDECYT n° 1190038.

### REFERENCIAS

[1] Mendez, R. A., Clavería, R. M., & Costa, E. 2021, AJ, 161, 155, doi: 10.3847/1538-3881/abdb28

[2] Clavería, R. M., Mendez, R. A., Silva, J. F., & Orchard, M. E. 2019, PASP, 131, 084502, doi: 10.1088/1538-3873/ab22e2

## RESOLVED CARBON MONOXIDE OBSERVATIONS OF PROTOPLANETARY DISKS IN OPHIUCHUS

Juanita Antilen Romero<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, Casilla 36-D, Santiago, Chile.*

*\*Email: jantilen@das.uchile.cl*

---

### ABSTRACT

The  $^{12}\text{CO}$  rotational lines in protoplanetary disks are good tracers of the total spatial extension of the gas component, and potentially planet-disk interactions. I present ALMA long baseline observations of the  $^{12}\text{CO}(2-1)$  line of ten protoplanetary disks from the “Ophiuchus Disc Survey Employing ALMA” (ODISEA) project, aiming to get new constraints on the gas distribution of these sources that lie in different evolutionary stages. We compared the spatial extent of the  $\text{CO}(2-1)$  emission with the continuum, reported in a previous article. The disk orientations, and especially their position angle, can be inferred for five sources using high-velocity channels, which can be compared to the orientation of the continuum. We find a significant difference in orientation for one source, which is evidence of a tilted inner disk, and a slight misalignment of the components of one disk. Our observations also point out a possible outflow. One disk is not detected in  $^{12}\text{CO}$ , except for the compact signal inside its dust cavity. Besides, eight disks in our sample show evidence of gas inside dust cavities.

30

### ACKNOWLEDGEMENTS

Proyecto FONDECYT 1211496

### REFERENCES

- [1] Cieza, L. A., “The Ophiuchus Disc Survey Employing ALMA (ODISEA) - I: project description and continuum images at 28 au resolution”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 482, no. 1, pp. 698–714 (2019). doi:10.1093/mnras/sty2653.
- [2] Cieza, L. A., “The Ophiuchus Disc Survey Employing ALMA (ODISEA) - III. The evolution of substructures in massive discs at 3-5 au resolution”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 501, no. 2, pp. 2934–2953 (2021). doi:10.1093/mnras/staa3787.

## PROBING THE MILKY WAY'S GAS RESERVOIRS WITH QUASARS

Felipe Corro-Guerra<sup>1\*</sup>, Trystyn Berg<sup>1,2</sup>, Sebastian López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Chile, Casilla 36-D, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>ESO fellow, Alonso de Córdova 3107, Santiago, Chile.

\*Email: fcorro@das.uchile.cl

### ABSTRACT

Assessing the physical conditions of gas reservoirs of galaxies is important to study the history of their star formation. The advantage of studying the MW is that we can see 2-D variations in the gas properties -- chemical composition, density, and temperature -- in contrast to other galaxies that can only be studied in 1-D. Our goal is to quantify the Milky Way (MW)'s gas reservoirs' properties in order to compare to observed galaxies across different cosmic times.

To this end, we have used ~200 quasars (QSO) spectra sightlines across the sky, from the Cosmic Origin Spectrograph aboard Hubble Space Telescope to study the amounts of Fe in the gas reservoirs of the MW. We aim to understand the differences between the physical conditions of the gas both surrounding and within the MW. Since the QSO we observe are outside the MW with their spectra we probe the gas in the halo and disk of the MW. We compare our results to the literature which probes the gas only in the disk of the Galaxy to conclude about the scales in which the abundances change across the sky.

We calculated the abundances of Fe in every sightline and plotted them in the sky, see Figure 1. In this talk I will summarize my methods, and results from my comparison with the literature.

31

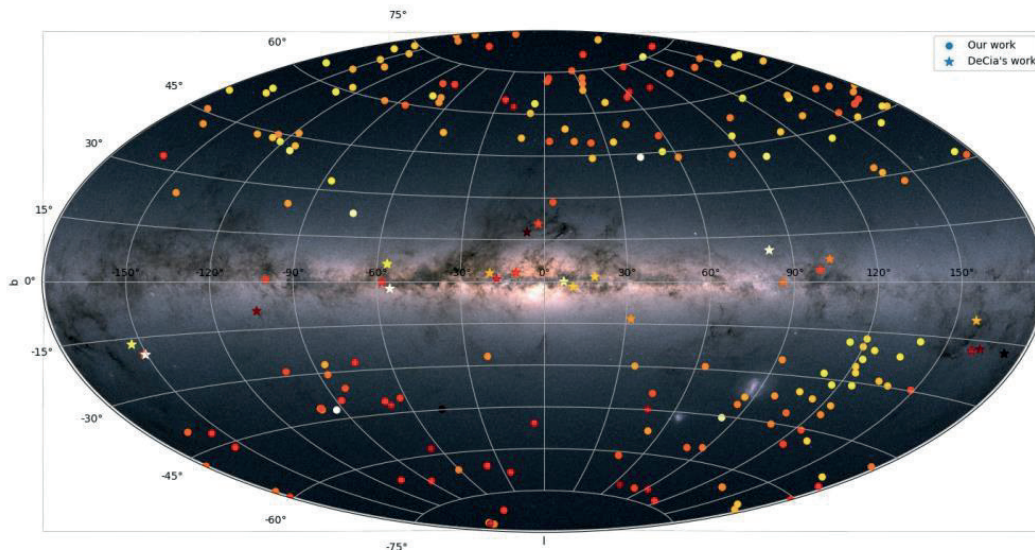


Figure 1:  
Distribution of  
abundance of Fe across  
the sky (colored circles;  
lighter colors represent  
higher abundance).  
In contrast the stars in  
the figure denote the  
abundance of Fe in  
the disk of the MW.

## HOW SUPER MASSIVE BLACK HOLE AFFECT THE QUIET LIFE OF THEIR HOST GALAXIES

R. Cuellar<sup>1\*</sup>, P. Noterdaeme<sup>2</sup>, S. Lopez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, Casilla 36-D, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Institut d'Astrophysique de Paris, CNRS-SU, UMR 7095, 98bis bd Arago, 75014, Paris, France.*

*\*Email: rodrigocuellar@gmail.com*

---

### ABSTRACT

I present a spectroscopic study of ten unobscured quasars at redshifts between 2.5 and 3.3. The spectra were obtained with the multi-wavelength spectrograph X-shooter on the Very Large Telescope. This spectrograph provides wavelength coverage from the ultra violet (UV) to the near infrared (NIR), corresponding to 300 nm to 2100 nm wavelength in the rest-frame of the quasars and thus including their emission lines [OII], [OIII] and H $\beta$ . The final goal is to get information on the interaction of the gas (feedback) in each quasar and their host galaxy. In this talk I will present a preliminary analysis of the data. First, I will show how we corrected telluric absorption using the ESO-supported software molecfit. This step is needed to recover real lines that fall in the telluric absorption zones. Then, I will show our on-going analysis of the emission lines of the forbidden lines and doublet of [OII] and [OIII], and the Balmer line of H $\beta$  in the NIR part of the spectra. This is performed using multiple Gaussian profile fits. Comparing the line redshifts and widths with those of CO and H2 (Noterdaeme et al 2021 and 2019), I'm able to get information about the distribution of the gas. With this work and studies about the kinematics of the gas, we will see the interaction between the super massive black hole and their host galaxy.

### ACKNOWLEDGMENTS

I would like to thank P.N collaborators and the Arctomo group.

### REFERENCES

- [1] Noterdaeme, P., Balashev, S., Combes, F., et al 2021, A&A, 651, A17
- [2] Noterdaeme, P., Balashev, S., Krogager, J.K., et al 2019, A&A, 627, A32
- [3] Smette, A., Sana, H., Noll, S., et al 2015, A&A, 576, A77



## ANÁLOGOS LOCALES DE GALAXIAS DE ALTO CORRIMIENTO AL ROJO: UNA NUEVA CALIBRACIÓN EN METALICIDADES

Benjamín Navarrete<sup>1\*</sup>, Valentino González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, Casilla 36-D, Santiago, Chile*

*\*Email: bnavarre@das.uchile.cl*

---

### RESUMEN

Para estudiar la evolución de las galaxias a lo largo del tiempo es crucial tener una estimación de sus abundancias químicas o metalicidad; ya que juega un rol fundamental en determinar cómo evolucionan [1]. Lamentablemente, medir metalicidades en galaxias de alto corrimiento al rojo mediante espectroscopía no es posible debido al límite en el rango de longitudes de onda que cubren los instrumentos actuales y también por baja señal a ruido. Por ello, la única forma de estimar metalicidades en estos sistemas es usando calibraciones empíricas basadas en razones entre flujos de líneas de emisión. Las calibraciones más usadas han sido derivadas a partir de observaciones de regiones HII locales [2, 3, 4], sin embargo, dichos sistemas pueden ser muy diferentes a las galaxias de alto corrimiento al rojo principalmente por las condiciones del medio interestelar (ISM) en términos del estado de ionización en el que se encuentra. En este proyecto se pretende derivar una nueva calibración para calcular metalicidades en galaxias lejanas usando una muestra de galaxias locales seleccionadas especialmente para constituir análogos que tienen condiciones similares de ISM [5]. Las observaciones consisten en espectros que cubren desde los  $\sim 3200\text{-}11000$  Å tomados con el espectrógrafo de magallanes MagE del Observatorio Las Campanas. Se estiman las razones entre flujos de líneas de emisión y las abundancias químicas a través del método directo [6] para luego derivar relaciones empíricas que servirán para realizar las mejores estimaciones de metalicidad de galaxias de alto corrimiento al rojo.

33

### REFERENCIAS

- [1] R. Sanders, et al. *ApJ*. **914**, 1, 19 (2021)
- [2] M. Pettini, B. Pagel, *MNRAS*. **348**, 3, L59-L63 (2004)
- [3] E. Pérez-Montero, et al. *MNRAS*. **504**, 1, 1237-1252 (2021)
- [4] M. Dopita, L. Kewley, R. Sutherland y D. Nicholls, *Ap&SS*. **361**, 61 (2016)
- [5] F. Bian, L. Kewley y M. Dopita, *ApJ*. **822**, 2, 62 (2016)
- [6] E. Pérez-Montero, IOP Publishing. **129**, 974, 043001 (2017)

## NGTS-21B: AN INFLATED SUPER-JUPITER ORBITING A METAL-POOR K DWARF

Douglas R. Alves<sup>1,3\*</sup>, James S. Jenkins<sup>2</sup>,  
Jose Vines<sup>1,3</sup>, Maritza Soto<sup>4</sup>, NGTS consortium<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, Casilla 36-D, Santiago, Chile*  
<sup>2</sup>*Núcleo de Astronomía, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Diego Portales,  
Av. Ejército 441, Santiago, Chile*  
<sup>3</sup>*Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines (CATA), Casilla 36-D, Santiago, Chile*  
<sup>4</sup>*School of Physics and Astronomy, Queen Mary University of London,  
327 Mile End Road, London E1 4NS, UK*  
<sup>5</sup>*Department of Physics, University of Warwick, Gibbet Hill Road, Coventry CV4 7AL, UK*  
*\*Email: douglasalvesastro12@gmail.com*

### ABSTRACT

Observations have shown that rocky and mini-Neptune planets orbiting low-mass K and M dwarfs are found in abundance, yet more massive giant planets are much less common. In particular, massive hot Jupiters around such low-mass stars are some of the rarest planets yet known. Here we report the discovery of a massive hot Jupiter orbiting a low-mass star as part of the Next Generation Transit Survey (NGTS). The planet has a mass and radius of  $2.36 \pm 0.21 M_J$  and  $1.33 \pm 0.03 R_J$ , and an orbital period of only 1.5 days. The host is a K3V ( $T_{\text{eff}} = 4660 \pm 41$  K) metal-poor ( $[Fe/H] = -0.26 \pm 0.07$  dex) dwarf star with a mass and radius of  $0.72 \pm 0.04 M_{\odot}$  and  $0.86 \pm 0.04 R_{\odot}$ . Its age and rotation period of  $10.02^{+3.29}_{-7.30}$  Gyr and  $17.88 \pm 0.08$  d respectively, are in accordance with the observed moderately low stellar activity level. When comparing NGTS-21b with currently known transiting hot Jupiters with similar equilibrium temperatures, it is found to have one of the largest measured radii. Inflation-free planetary structure models suggest the planet's atmosphere is inflated by  $\sim 18\%$ , the origin of which is possibly a combination of stellar irradiation and tidal heating of the planet. Additionally, NGTS-21b bulk density ( $1.25 \pm 0.15$  g/cm<sup>3</sup>) is also amongst the largest within the population of metal-poor giant hosts ( $[Fe/H] < 0.0$ ), helping to reveal a falling upper boundary in metallicity-planet density parameter space that is in concordance with core accretion formation models. The discovery of rare planetary systems such as NGTS-21 greatly contributes towards better constraints being placed on the formation and evolution mechanisms of massive planets orbiting low-mass stars.

### ACKNOWLEDGMENTS

DRAIv acknowledges support of ANID-PFCHA/Doctorado Nacional-21200343, Chile as well as our NGTS collaborators.

### REFERENCES

- [1] Wheatley P. J., et al., 2018, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 475, 4476
- [2] Vines J. I., et al., 2019, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 489, 4125
- [3] McCormac J., et al., 2020, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 493, 126
- [4] Ricker G. R., et al., 2015, Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems, 1, 014003
- [5] Bayliss D., et al., 2018, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 475, 4467



MÓDULO

# 02





## MÉTODOS AVANZADOS DE CIENCIA DE DATOS PARA LA PREDICCIÓN DE REACCIONES ADVERSAS A MEDICAMENTOS EN PACIENTES HOSPITALIZADOS

Patricio Wolff<sup>1\*</sup>, Sebastián Ríos<sup>1</sup>, Claudio González,<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Centro de Inv. en Inteligencia de Negocios, Universidad de Chile,  
Beauchef 851, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Hospital Barros Luco Trudeau, Gran Av. José Miguel Carrera 3204, Santiago, Chile.*

*\*Email:pwolff@ing.uchile.cl*

### RESUMEN

Las Reacciones Adversas a Medicamentos (RAM) son definidas como una respuesta o manifestación clínica a un medicamento de forma nociva y no intencionada. Las RAM en pacientes hospitalizados tienen un importante impacto económico, así como en la morbilidad y mortalidad de los pacientes [1]. No todos las RAM tienen su origen en un Error de Medicación, pero un subconjunto de estas es prevenible en el instante de la prescripción [2]. El objetivo de este trabajo es mostrar cómo la utilización metodológica de métodos avanzados de ciencia de datos puede mejorar la predicción de RAM en pacientes hospitalizados. Se utilizó un set de datos que fue publicado recientemente con información de casos provenientes del Onofre Lopes University Hospital en Natal, Brasil [3]. Se emplearon métodos de balanceo de clases, selección de características y de aprendizaje supervisado como Deep Learning (DL), Random Forest (RF) y Gradient Boosting Trees (GBT). Usamos validación cruzada de 5 particiones y diferentes métricas conocidas para evaluar el rendimiento de los métodos de Ciencia de Datos utilizados, como AUC, recall, F-measure, entre otras. La herramienta de predicción de RAM basada en GBT y utilizando las variables seleccionadas mostró en el mejor de los modelos una sensibilidad de 78,3% y área bajo la curva ROC de 0,81. Esta herramienta también permite obtener las variables que tienen más incidencia en el riesgo de RAM y que pueden conducir al desarrollo de herramientas de uso clínico. Nuestros métodos mejoraron significativamente los resultados reportados en la literatura reciente para la predicción de RAM en pacientes adultos [4]. Esta experiencia muestra que los métodos avanzados de ciencia de datos mejoran los resultados a los mostrados recientemente con métodos tradicionales, incluso utilizando un subconjunto del dataset original.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Cristian Julio, la Dra. Begoña Yarza por su continuo apoyo y al fondo IDEA I+D FONDEF 2020 código ID20I10001.

### REFERENCIAS

- [1] Donaldson M. S., Corrigan J. M., Kohn L. T., and others, To err is human: building a safer health system, vol. 6. National Academies Press, 2000.
- [2] Bates D. W., Leape L. L., and Petrycki S., 'Incidence and preventability of adverse drug events in hospitalized adults', J. Gen. Intern. Med., vol. 8, no. 6, pp. 289–294, 1993.
- [3] Lima et al., 'Development and validation of a clinical instrument to predict risk of an adverse drug reactions in hospitalized patients', PLoS One, vol. 15, no. 12, p. e0243714, Dec. 2020.
- [4] Rebane J., Samsten I., and Papapetrou P., 'Exploiting complex medical data with interpretable deep learning for adverse drug event prediction', Artif. Intell. Med., vol. 109, p. 101942, Sep. 2020.

## DINÁMICA, CONTROL Y DATOS

Benjamin Herrmann

*Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Chile,  
Beauchef 851, Santiago, Chile.  
Email: benjaminh@uchile.cl*

---

### RESUMEN

Durante las próximas décadas, los avances en nuestra capacidad para predecir, manipular y comprender sistemas dinámicos complejos tendrán un impacto en áreas como la fluidodinámica, robótica, epidemiología y neurociencia. Sin embargo, los fenómenos relevantes en estas aplicaciones modernas de ciencia e ingeniería suelen ser descritos por sistemas dinámicos no-lineales y de gran dimensión, por lo que son particularmente difíciles de modelar. En el laboratorio de modelos de dinámica para ingeniería—MODE-Lab—desarrollamos y aplicamos métodos de modelamiento basado en datos de sistemas dinámicos. Combinamos técnicas de ciencia de datos y teoría de dinámica y control para tareas como identificación de sistemas [1,2], reducción de modelos [3] y control retroalimentado [4,5]. Adicionalmente, aplicamos estas herramientas para abordar grandes desafíos en fluidodinámica, como la extracción de patrones con relevancia física [6] y el control de turbulencia [5], que prometen tener implicancias profundas en industrias como transporte, aeronáutica, conversión de energía y biomedicina.

39

### AGRADECIMIENTOS

B. Herrmann agradece financiamiento de ANID a través del proyecto Fondecyt 11220465.

### REFERENCIAS

- [1] J.E. Pohl, R. Radespiel, B. Herrmann, S.L. Brunton y R. Semaan, *Phys. Rev. Fluids* 7, 024705 (2022)
- [2] P.J. Baddoo, B. Herrmann, B.J. McKeon y S.L. Brunton, *Proc. R. Soc. A* 478, 20210830 (2022)
- [3] B. Herrmann, P. Oswald, R. Semaan y S.L. Brunton, *Commun. Phys.* 3, 195 (2020)
- [4] B. Herrmann, M. Behzad, J.M. Cardemil, W.R. Calderón-Muñoz y R.M. Fernández, *Sol. Energy* 198, 343 (2020)
- [5] B. Herrmann, S.L. Brunton, J.E. Pohl, and R. Semaan, *Commun. Phys. Rev. Fluids* 7, 024706 (2022)
- [6] B. Herrmann, P.J. Baddoo, R. Semaan, S.L. Brunton, and B.J. McKeon, *J. Fluid Mech.* 918, A10 (2021)

## ADVANCED ANALYTICS FOR WILDFIRE MANAGEMENT

Jaime Carrasco<sup>1,2\*</sup>, Cristóbal Pais<sup>3</sup>, Andrés Weintraub<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería, República 701, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Departamento de Ingeniería Industrial, Beauchef 851, Santiago, Chile*

<sup>3</sup>*IEOR Department, University of California Berkeley, Berkeley, USA.*

\*Email: [jaimecarrasco@uchile.cl](mailto:jaimecarrasco@uchile.cl)

### RESUMEN

El fuerte vínculo entre el cambio climático y el aumento del riesgo de incendios forestales sugiere un cambio de paradigma sobre cómo los seres humanos debemos coexistir con el fuego y el medio ambiente. Estos eventos pueden afectar tanto a zonas forestales (parques nacionales, plantaciones productivas, etc.) como también zonas de interfaz, con graves consecuencias para la población circundante. Los incendios forestales son estocásticos por naturaleza, en su ignición y propagación.

Pueden ser causados por un rayo, por actividad volcánica, entre otros; o por la negligencia o intencionalidad humana. La *probabilidad de ignición* se refiere a la posibilidad que un incendio se produzca y, por lo general, es un proceso que se modela separadamente de su propagación, que puede tener lugar o no tras la ignición en función de las condiciones ambientales. La *propagación del fuego* y su naturaleza (comportamiento superficial y/o de copa, spotting) está principalmente influenciada por la disponibilidad (horizontal y/o vertical) de combustible forestal; y otros factores como el clima, la topografía y la humedad de los combustibles finos (vivos y muertos). Las altas temperaturas y las fuertes rachas de viento pueden producir incendios de gran magnitud y difíciles de controlar; además, mientras que la pendiente del terreno afecta a la velocidad de propagación del fuego (aumentando y disminuyendo con las pendientes ascendentes y descendentes, resp.), la elevación puede influir en el *contenido de humedad foliar*, este último, un aspecto clave en la modelización del comportamiento de fuego de copa. El tipo de combustible forestal sujeto a la combustión puede tener diferentes niveles de inflamabilidad, liberando más o menos energía durante los incendios, que eventualmente podría provocar múltiples daños en los ecosistemas y a su vez convertirse en una importante amenaza para la población. *Wildfire Management* abarca aquellas actividades que implican la gestión del fuego en beneficio del ser humano y la naturaleza, pudiéndose distinguir dos enfoques: *reactivo o preventivo*.

El primero se refiere a la extinción de incendios e incluye todas las actividades posteriores a la ignición que contempla el control y la extinción de un incendio forestal. El enfoque preventivo por otro lado, implica el control del comportamiento del fuego a través de actividades de *silvicultura preventiva* como la reducción y manipulación del combustible, la conversión del combustible o el aislamiento del mismo (por ejemplo: construcción y localización de cortafuegos). En ambos enfoques los modelos de simulación espacialmente explícita han mostrado ser útiles herramientas en la predicción de la propagación de estos eventos, y en las últimas décadas se han utilizado en la toma de decisiones sobre cómo manejar los bosques y/o paisajes para minimizar el impacto de los incendios potenciales. Nuestra charla aborda nuestros esfuerzos en integrar el análisis de predicción de la ignición y propagación de los incendios con las decisiones sobre el manejo y diseño del paisaje. Las técnicas que hemos utilizado incluyen: simulación espacial estocástica, Derivative-free optimization, Machine learning, Optimización lineal entera-mixta, algoritmos heurísticos y Deep learning. Nuestros modelos y métodos han sido preliminarmente aplicados en Chile, España y Canadá.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), a través del proyecto FONDEF ID20I10137. Jaime Carrasco también agradece a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), a través del proyecto Fondecyt N° 3210311.



## REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE INFERENCIA EN MODELOS DE EFECTOS DE AUDIO MEDIANTE TÉCNICAS DE KNOWLEDGE DISTILLATION

Diego Canales R.<sup>1\*</sup>, Felipe Tobar H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Master of Data Science, FCFM, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Iniciativa de Datos e Inteligencia Artificial, FCFM, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*Email: diegocanales@ug.uchile.cl

### RESUMEN

En la música popular, los dispositivos que amplifican y/o alteran las señales de audio obtenidas desde los instrumentos son fundamentales y entendidos como parte de la creación musical. Por ejemplo, en el caso de la guitarra eléctrica, existe una gran variedad de efectos de audio y amplificadores que “colorean” y “transforman” el sonido para dar un carácter único al artista. Estos dispositivos, implementados en la forma de circuitos electrónicos, suelen ser costosos, delicados y difíciles de transportar. Esta investigación se enmarca en el modelamiento de estos dispositivos sobre señales de audio, lo cual se ilustra en la Figura 1. Efectos no lineales de distorsión como el *overdrive* y el *fuzz* son difíciles de modelar mediante ecuaciones explícitas, pero en los últimos años se han desarrollado modelos basados en *Deep Learning* que han mostrado resultados prometedores [1] [2], pero a un alto costo computacional. El objetivo de nuestra investigación es reducir los tiempos de inferencia de los métodos anteriores, entendiendo que una baja latencia de respuesta es fundamental para su utilidad. Se emplean técnicas de *Knowledge Distillation* (KD), que apuntan a obtener modelos más simples y rápidos a partir de modelos complejos ya entrenados. Se considera tanto el escenario en que se dispone de los datos de entrenamiento [3] como en el que no [4].

Nuestros resultados preliminares muestran que sí es posible obtener modelos que introduzcan una menor latencia en inferencia; si bien los modelos destilados presentan un desempeño inferior al modelo completo, son mejores que entrenar la arquitectura simple sin las técnicas de KD.

### REFERENCIAS

- [1] M. Martínez y J. Reiss, “Modeling Nonlinear Audio Effects With End-to-end Deep Neural Networks”, International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (2019)
- [2] A. Wright, E. Damskögg, L. Juvela, y V. Välimäki, Applied Sciences **10** (3), 766 (2020).
- [3] M. Takamoto, Y. Morishita, y H. Imaoka, “An Efficient Method of Training Small Models for Regression Problems with Knowledge Distillation,” Multimedia Information Processing and Retrieval (2020)
- [4] M. Kang y S. Kang, Expert Systems With Applications **175**, 114813 (2021)

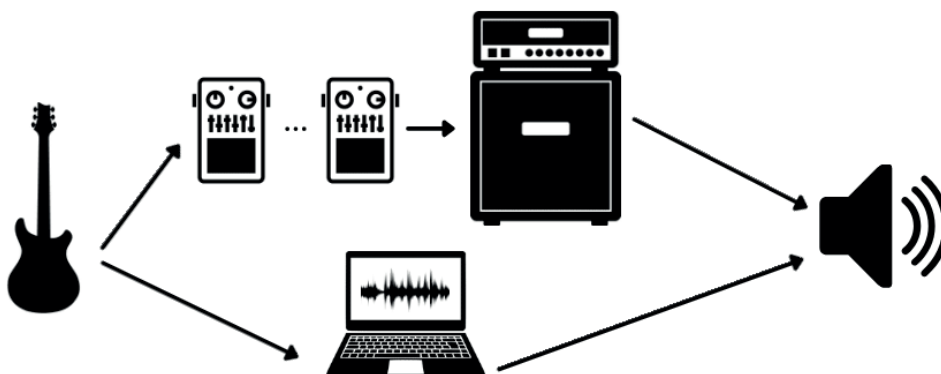


Figure 1:  
Ilustración del  
modelamiento de  
amplificadores y  
efectos de audio.

## INTERPRETATION IN CRIME PREDICTION MODELS

Joaquín Roa<sup>1\*</sup>, Kristof Coussement<sup>2</sup>, Richard Weber<sup>1</sup>, Sebastián Maldonado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, Santiago, Chile*

<sup>2</sup>*IÉSEG Center of Marketing Analytics, IÉSEG School of Management, Lille, France*

<sup>3</sup>*Departamento de Control de Gestión y Sistemas de Información, Universidad de Chile, Santiago, Chile*

*\*Email: joaquin.roa.l@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

El crimen impacta diariamente y afecta negativamente a la sociedad [1]. La capacidad de saber cuándo y dónde ocurrirán crímenes puede beneficiar a diferentes partes involucradas en la reducción del crimen, por ejemplo, a fuerzas policiales o planificadores urbanos [2].

Asimismo, existe una necesidad práctica y una oportunidad desafiante en atraer los resultados de modelos de ciencia de datos a los tomadores de decisiones de negocios [3]. En ese contexto, un sistema de soporte de toma de decisiones interpretable (iDSS) puede definirse como una solución computarizada e interpretable que apoya la toma de decisiones en organizaciones con el fin de generar valor. Un iDSS presenta cinco dimensiones fundamentales para representar su interpretabilidad; Desempeño, Escalabilidad, Comprensibilidad, Legitimidad y Practicabilidad [3].

Se realizó una revisión de la literatura de todas las publicaciones que contuvieran los conceptos “crime prediction” y/o “crime forecasting”. 46% presentaban modelos de regresión y 49% modelos de clasificación. 90% basaron su estudio en conjuntos de datos del tipo espaciotemporal y 61% incluyeron el tipo de crimen como variable. 37% de las publicaciones utilizaron redes neuronales.

Se estudió la interpretabilidad según las cinco dimensiones de un iDSS. Del total de publicaciones, 38% presentaban un alto desempeño, un 32% un desempeño medio y un 11% uno bajo. En términos de escalabilidad, sólo 6% de las publicaciones explicitaron problemas de escalabilidad, y 81% de las publicaciones cumplen con una escalabilidad adecuada. 75% de las publicaciones presentaron comprensibilidad. En legitimidad, se consideró que 79% de los estudios la presentan. Finalmente, se consideró que 76% de las publicaciones presentan practicabilidad.

Se concluye que en su mayoría las publicaciones alcanzan un nivel aceptable de interpretabilidad, y que la presencia de una dimensión cualquiera no está supeditada a la presencia de alguna otra. Comprensibilidad es la dimensión menos presente y escalabilidad la más considerada en la literatura.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Programa de Cofinanciamiento Chile–Francia “Ayudas para estadias de investigación para magíster y doctorado en su convocatoria 2022”.

### REFERENCIAS

[1] A. M. Costa, The economics of crime: a discipline to be invented and a Nobel prize to be awarded. *J. Policy Model* 32, 648–661 (2010)

[2] C. Kadar y C. Pletikosa, Mining large-scale human mobility data for long-term crime prediction. *EPJ Data Science* 7.1, 1-27 (2018)

[3] K. Coussement y D. F. Benoit, Interpretable data science for decision making. *Decision Support Systems*. 150, 113664 (2021)

## CARACTERIZACIÓN NO-SUPERVISADA DEL ENCUADRE COMUNITARIO EN WHATSAPP

Ricardo Córdova<sup>1\*</sup>, Felipe Bravo Márquez<sup>1,2</sup>, Hernán Sarmiento<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile, IMFD Chile.*

<sup>2</sup>*CENIA, Chile.*

*\*Email: rcordova@dcc.uchile.cl*

---

### RESUMEN

Chile ha experimentado una de las elecciones presidenciales más polarizadas en el último tiempo, potenciadas por el estallido social del 2019 y el plebiscito constitucional del 2020. Frente a esta situación, la gente se organiza mediante redes sociales para ayudar a sus candidatos a ganar las elecciones. En este trabajo analizamos el Encuadre Comunitario y la Polarización presentes en los mensajes compartidos por aplicaciones de mensajería instantánea durante la segunda vuelta de la elección presidencial chilena del 2021 mediante el marco de trabajo diseñado por Sarmiento et Al [1], enfocándonos en el preprocesamiento requerido para el modelamiento de tópicos de los chats comunitarios y la visualización de los *sentence embeddings* de los mensajes comunitarios. Observamos la baja coincidencia en los tópicos compartidos por ambas comunidades y la baja coincidencia en los conceptos vecinos entre comunidades de los términos claves que definen cada tópico, así como una alta probabilidad de sentimientos negativos hacia los candidatos opositores y una probabilidad intermedia de sentimientos positivos hacia el propio candidato de cada comunidad.

43

### AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al equipo PE4 del IMFD que proporcionaron los datos e ideas para desarrollar este trabajo.

### REFERENCIAS

- [1] H. Sarmiento, E. Graells-Garrido, F. Bravo-Marquez, y B. Poblete. Identifying and characterizing new expressions of community framing during polarization. In Proceedings of the 16th The International AAAI Conference on Web and Social Media. (2022).
- [2] C. R Sunstein. The law of group polarization. University of Chicago Law School, John M. Olin Law & Economics Working Paper. **91**, (1999).
- [3] M. E. McCombs y D. L. Shaw. The evolution of agenda-setting research: Twenty-five years in the marketplace of ideas. *Journal of communication*, **43**, 58–67. (1993).
- [4] K. Darwish, P. Stefanov, M.I Aupetit y P. Nakov. Unsupervised user stance detection on twitter. In Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media. **14**, 141–152 (2020).
- [5] J. Caetano, J. Oliveira, H. Seixas Lima, H. T. Marques-Neto, G. Magno, W. Meira Jr, y V. Almeida. Analyzing and characterizing political discussions in whatsapp public groups. **4**, 1804.00397. (2018).
- [6] D. Demszky, N. Garg, R. Voigt, J. Zou, J. Shapiro, M. Gentzkow y D. Jurafsky. 2019. Analyzing polarization in social media: Method and application to tweets on 21 mass shootings. In NAACL-HLT. **1**, (2019).
- [7] N. Reimers y I. Gurevych. Sentence-bert: Sentence embeddings using siamese bert-networks. In Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. Association for Computational Linguistics. (2019)
- [8] D. M. Blei, A. Y. Ng, y M. I. Jordan. Latent dirichlet allocation. *Journal of machine Learning research*. **3**, 993–1022. (2003).

## DESCUBRIENDO LEYES GOBERNANTES A PARTIR DE DATOS MULTI-FIDELIDAD

Javier Lemus E.\*, Benjamín Herrmann P.

*Depto. de Ingeniería Mecánica, Universidad de Chile, Beauchef 851, Santiago, Chile.*

*\*Email: javier.lemus@ing.uchile.cl*

---

### RESUMEN

Encontrar reglas de evolución a partir de datos nos permite predecir, analizar y entender la dinámica de diversos fenómenos en ciencia e ingeniería para los cuales carecemos de leyes gobernantes, buscamos representaciones simples o queremos corregir modelos aproximados. La identificación sparse de dinámica no lineal (SINDy) se ha establecido como una técnica efectiva para producir modelos interpretables de sistemas dinámicos a partir de datos usando regresión sparse [1]. Sin embargo, para modelar sistemas con dependencia sobre un parámetro, SINDy requiere datos que son difíciles de obtener en un escenario experimental. Este trabajo extiende el método SINDy para, además de datos de transientes, incorporar datos de la respuesta de largo plazo del sistema para varios valores del parámetro mediante restricciones al problema de regresión. La extensión muestra ser más robusta al ruido en las mediciones y necesitar menos datos para identificar correctamente un sistema que el algoritmo SINDy original.

44

### AGRADECIMIENTOS

B. Herrmann agradece financiamiento de ANID a través del proyecto Fondecyt 11220465.

### REFERENCIAS

[1] Brunton, S. L., Proctor, J. L., & Kutz, J. N. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113, 3932 (2016).



MÓDULO

# 03





**LITHOLOGICAL CONTROL  
OF ACTIVE NORMAL FAULT FROM  
TRIASSIC TO QUATERNARY, NORTHERN CHILE**

Kellen Azúa<sup>1,2\*</sup>, Francisco Pastén-Araya<sup>1,3</sup>, José González-Alfaro<sup>2</sup>,  
José Salomón<sup>4</sup>, Sergio Ruiz<sup>1</sup>, César Pastén<sup>4</sup>, Pablo Salazar<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>3</sup>*Departamento de Obras Civiles, Facultad de Ciencias de la Ingeniería,  
Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.*

<sup>4</sup>*Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>5</sup>*National Research Center for Integrated Natural Disaster Management,  
Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.*

*\*Email: kellen.azua@uchile.cl*

48

---

**ABSTRACT**

Understanding the lithological control of crustal faults near cities and localities and their potential depth is important for geophysics to assess the seismic hazard and characterize complex fault systems. We studied the Mejillones Fault (MF), which is close to one of the most important ports in northern Chile in Mejillones city. The MF is an active geological fault of 40 km in length that is part of an extensive complex system of normal faults called the Atacama Fault System. We built up an S-wave tomography model using ambient seismic data recorded by a dense network of stations registered continuously from 2013 until 2015.

The tomographic maps present significant features that correlate with surface geology. We found lower velocities in the western part of the MF than in the eastern zone, with a shear wave velocity of around 2.0 km/s. We can associate this with fractured metamorphic rocks (Triassic) and marine sediments (Neogene-Quaternary). Higher velocities ( $V_s > 3.0$  km/s) in the eastern part of the fault are related to the presence of igneous rocks from the Upper Jurassic. The difference in velocity of these two anomalies remains with increasing depth. The potential depth of the MF could be greater than 5 km and delimits the boundary between 2 different geological zones. Middle  $V_s$  (~2.8 km/s) at  $-23.25^\circ$  are associated with andesitic rocks, that would have been deposited in an Upper Triassic intra-arc basin and accommodated by the MF over the last ~150 Myr.



## RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE GEOFORMAS VOLCÁNICAS EN LOS ANDES CENTRALES (21°-24°S) Y SU IMPLICANCIA EN EL VOLCANISMO DE MARTE

Belén Muñoz Rojas<sup>1,2,3\*</sup>, Patricia Larrea<sup>1,3</sup>, Jessica Flahaut<sup>2</sup>,  
Mary Ford<sup>2</sup>, Benigno Godoy<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geología, Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Centre de Recherche Pétrographiques et Géochimiques (CRPG),  
CNRS/Université de Lorraine, 54500 Vandoeuvre-lès-Nancy, France.

<sup>3</sup>Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes,  
Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile

\*Email: [belenmunoz@ug.uchile.cl](mailto:belenmunoz@ug.uchile.cl)

### RESUMEN

La actividad volcánica en la Tierra se caracteriza por una diversidad de geoformas, variadas en composición y morfología (Wörner et al., 2018). La reología de estas geoformas puede ser estudiada a partir de las propiedades intrínsecas (Giordano et al., 2008; Chevrel et al., 2013) y extrínsecas (Hulme et al., 1974; Nichols et al., 2009) de la lava, relacionadas a su carácter petrológico y morfológico. A partir de estas propiedades, pueden calcularse parámetros como la viscosidad ( $\eta$ ) o la tasa de fusión (Q), que dependen de la naturaleza del fluido volcánico (fluido Newtoniano o de Bingham) y de la disponibilidad y resolución de los datos. En Marte, la superficie volcánica ha sido estudiada principalmente usando el modelo *aparente* (Grott et al., 2013), esto es, analizando las propiedades extrínsecas de la lava desde datos tomados en órbita por sensores remotos, mientras que en la Tierra, se puede priorizar el modelo *in-situ*, gracias a la disponibilidad de las muestras. Distintas superficies análogas terrestres (Ito et al., 2022) se han propuesto para estudiar el volcanismo extra planetario donde los datos remotos pueden ser verificados *in-situ*. En base a un análisis petrográfico (modelo *in-situ*) y morfológico (modelo aparente), se propone la superficie volcánica de los Andes Centrales y sus geoformas volcánicas excepcionalmente preservadas como modelo análogo al estudio de geoformas volcánicas en Marte. Para ello, se analizan flujos de lava en un rango de composición andesita basáltica (53,07%) a dacítica (64,62%) utilizando diversos modelos reológicos. Los resultados preliminares permiten inferir la reología de los flujos en base a la viscosidad ( $\eta$ ) y la fracción mineral ( $\Phi$ ) verificando la relación entre los datos reales y remotos. Estos datos permitirán constreñir y mejorar el adecuado uso de modelos reológicos y así contribuir a la caracterización de flujos de la superficie de Marte.

49

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es financiado por la Beca de Doctorado Nacional de ANID Agencia nacional de Investigación y Desarrollo para estudios de Postgrado en Chile, Proyecto Fondecyt de Iniciación N° 11200293 y N° 11200013, SARM Nancy y ANR Mars-Spec grant de Francia.

### REFERENCIAS

- Chevrel et al., 2013. Earth Planet. Sci. Lett., **384**, 109-120.  
Giordano et al., 2008. Earth Planet. Sci. Lett., **271**, 123-134.  
Grott et al., 2013. Space Sci. Rev., **174**:49-111. Hulme et al., 1974. Geophys. J. R. Astron. Soc., **39**, 361-383.  
Ito et al., 2022. Remote Sensing, **14** (9), 2081. Nichols et al., 1939. Geology, **47**, 290-302. Wörner et al., 2018. Bull. Volcanol, **50** (5), 287-303.

## NUEVO MATERIAL DISPONIBLE PARA ESTUDIOS EN CIENCIAS METEORÍTICAS EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Claudia Aravena-González<sup>1</sup>, Daniel Moncada<sup>1</sup>, Lucas Cieza<sup>2</sup>, Roberto Lavín<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, FCFM, Plaza Ercilla #803, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Laboratorio de polvo cósmico, Universidad Diego Portales, Av. Ejército #441, Santiago, Chile.*

*\*Email: claudia.aravena@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

El Desierto de Atacama en Chile es conocido por su hiperaridez y recientemente por ser la zona de más alta densidad de meteoritos en un desierto caliente [1]. Según The Meteoritical Bulletin, actualizado al 5 de julio del 2022, los meteoritos chilenos representan un 3% del repositorio mundial.

En abril del 2019 se realizó la Primera Expedición Nacional de recuperación de meteoritos, en el Desierto de Atacama, en contexto del curso: Fluidos en Sistemas Planetarios. Siguiendo los protocolos de patrimonio y conservación, se recaudaron 102 muestras, en las zonas de El Médano, Catalina, San Juan y Los Vientos. Esta expedición motivó el desarrollo de tesis "Buscando volátiles en meteoritos del desierto de Atacama" como parte de un magíster en ciencias, mención geología, enfocado en la investigación de inclusiones vítreas en componentes de meteoritos con espectroscopía Raman, dentro del que se propuso como objetivo específico levantar un repositorio de meteoritos y una clasificación primaria, empleando la medición de susceptibilidad magnética en el laboratorio de paleomagnetismo del departamento de Geología [2]. Los resultados estiman que un 97% de las muestras, presentan características de condritos ordinarios y un 3% de carbonáceos. La conservación apropiada, abre una oportunidad para esta disciplina, contribuyendo con material para al menos 5 proyectos de investigación en curso, estableciendo nuevas redes de investigación y colaboración con otros repositorios nacionales en proceso de formación, tales como la Universidad Católica del Norte, Universidad de Atacama, Universidad Diego Portales, Universidad Mayor, Universidad de Concepción y Universidad Austral.

Los meteoritos son patrimonio de la humanidad y un lugar de convergencia entre múltiples disciplinas como la astronomía, geología, astrobiología, química, periodismo, sociología, entre otras.

Este repositorio significa un motor para contribuir al desarrollo de futuras investigaciones sobre la formación del Sistema Solar y origen de la vida en el planeta Tierra.

### AGRADECIMIENTOS

Fondecyt, Daniel Moncada N°11170210, Lucas Cieza N° 1171246

### REFERENCIAS

[1] A. Hutzler, J. Gattacceca, P. Rochette, R. Braucher, B. Carro, E. Christensen, C. Cournede, M. Gounelle, N. Laridhi, R. Martínez, M. Valenzuela, M. Warner & D. Bourles. Meteoritics & Planetary Science, 51(3), 468-482 (2016).

[2] P. Rochette, L. Sagnotti, M. BOUROT-DENISE, G. Consolmagno, L. Folco, J. Gattacceca, M. L. Osete & L. Pesonen. Meteoritics & Planetary Science, 38(2), 251-268 (2003).

## GE/SI RATIOS IN SILICEOUS SINTERS: IMPLICATIONS FOR SILICA PRECIPITATION MECHANISM IN GEOTHERMAL FIELDS

Valeria Bustamante<sup>1,2\*</sup>, Alida Perez-Fodich<sup>1,2</sup>, Carolina Munoz-Saez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA),  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>3</sup>*Department of Geological Sciences and Engineering, University of Nevada, Reno*

*\*Email: valeria.bustamante@ug.uchile.cl*

---

### ABSTRACT

Silica sinters are opal deposits formed during the discharge and cooling of underlying geothermal systems, by precipitating a silica-rich hydrothermal fluid, preserving information about the fluid through textural, chemical, and biological evidence<sup>1</sup>. This study investigates the chemical composition of sinters formed at El Tatio geothermal field located at 4200 m.a.s.l. in the Central Andes. El Tatio is the largest geothermal field in the southern hemisphere and the third largest in the world. Environmental conditions (fast water cooling rates and high evaporation rates) and microorganisms appear to control silica precipitation dynamics<sup>2</sup>, which influence the incorporation of trace elements such as Ge. Si and Ge share geochemical characteristics<sup>3</sup> that allow the Ge/Si ratio to be an important tracer of the global silicon cycle<sup>4</sup>. Ge/Si ratios in geothermal systems show higher values due to the precipitation of Ge-poor quartz or opal<sup>5</sup> as Ge stays in the fluid. According to batch experiments of silica precipitation, this fractionation effect is enhanced during rapid silica precipitation<sup>4</sup>.

In this research we seek to understand the effect of environmental conditions on the behavior of Ge/Si partitioning during opal precipitation. In our study we have set up in-situ evaporation and opal precipitation experiments plus sampled hydrothermal fluids and fossil sinters to study the partitioning of Ge in opal across a range of extreme environmental conditions in El Tatio. Preliminary results show that our silica concentrations in the chloride-rich hydrothermal fluids range between 90–160 mg/L, and most of the samples are undersaturated with respect to opal. Silica concentrations in the evaporation experiments decreases, which suggests silica precipitation, while Ge behaves conservatively, and Ge/Si ratios increase due to the removal of silica. The precipitated mass in the experiments varies between 2.9-4 mg/day, being considered a high rate<sup>2</sup>. Our results underscore the effect of rapid amorphous silica precipitation on the partitioning of Ge as observed in silica precipitation experiments<sup>4</sup>, and emphasize the role of the fluid temperature, cooling rates and eruption style in the changes of silica's concentrations. Future work will consist of evaluating Ge/Si ratios in both active and fossil silica sinter deposits.

51

### ACKNOWLEDGMENTS

This research was conducted in the lands inhabited by the Lickanantay native communities of Caspana and Toconce.

### REFERENCES

- [1] Cortecchi, G. et al. *Geochemical Journal*, **39**(6), 547-571 (2005).
- [2] Nicolau, C. et al. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **282**, 60-76 (2014).
- [3] Goldschmidt, M. *Naturwissenschaften* **14**, 295-297 (1926).
- [4] Fernandez, N. et al. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **297**, 158-178 (2021).
- [5] Evans, M. & Derry, L. *Geology* **30**, 1019-1022 (2002).

## DEFORMACIÓN CORTICAL CUATERNARIA Y PELIGRO SÍSMICO ASOCIADO A LA FALLA SAN RAMÓN EN EL FLANCO OCCIDENTAL DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES (~33,5° S)

Nicolas Campillay Horta<sup>1\*</sup>, Gabriel Easton Vargas<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.*

*\*Email: nicolas.campillay@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

La Falla San Ramón (FSR) es una falla inversa y activa ubicada en el piedemonte del borde occidental de la Cordillera Principal de Los Andes, a lo largo de una zona densamente urbanizada en el sector oriente de la ciudad de Santiago. La traza de FSR soló ha sido definida frente a la ciudad de Santiago, pero existen evidencias sismológicas que sugieren que esta podría continuar hacia el sur hacia la comuna de Pirque. El presente trabajo tiene por objetivo la cartografía de la traza de la FSR hacia el sur, en la comuna de Pirque. Esto permitirá dilucidar el real potencial sísmico de la estructura, determinando la continuidad de esta hacia dicha zona. Por medio de una nube de puntos LiDAR (2-10 pulsos/m<sup>2</sup>), posterior al filtrado de artefactos, se generó un MET (Modelo de Elevación de Terreno) de alta resolución (1 m de resolución espacial), junto a orto-imágenes de 0,25 m de resolución espacial permitió identificar y cartografiar escarpes de falla y otros rasgos que afectan unidades geomorfológicas cuaternarias del piedemonte cordillerano. Se estudiaron 350 perfiles topográficos de orientación ~E-O espaciados cada ~50 m. De estos, 236 muestran rasgos geomorfológicos atribuibles a la actividad más reciente de la FSR distribuidos a lo largo del frente de montaña, entre los cuales se encuentran: escarpes de falla con mediciones de separación vertical del terreno entre 6 y 0,5 m; escarpes de falla con influencia antropogénica; abombamiento del terreno; y cambios de pendiente de campo lejano. Los rasgos observados sugieren que la impronta de la FSR sobre el paisaje es apreciable entre el Río Maipo y Quebrada Honda, evidenciando su continuidad por ~ 18 km en superficie, bajo la comuna de Pirque. El peligro sísmico asociado a una potencial ruptura en superficie durante un terremoto mayor es estimado entre Mw=7,1-7,5 y una zona de ruptura de 380 m con base a una función de densidad de probabilidades la cual albergaría 3 de 4 rupturas. La cartografía de detalle de la FSR indica que esta atraviesa sectores urbanizados con viviendas e infraestructura crítica, como también sectores rurales sin urbanizar, por lo tanto debe ser incorporada al Plan Regulador comunal de Pirque para lograr un desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es financiado por el proyecto FONDECYT 1190734.

### REFERENCIAS

- [1] J. Ammirati, G. Vargas, S. Rebolledo, R. Abrahami, B. Potin, F. Leyton, & S. Ruiz. Bulletin of the Seismological Society of America. *109*(5), 1985-1999 (2019)
- [2] R. Armijo, R. Rauld, R. Thiele, G. Vargas, J. Campos, R. Lacassin, & E. Kausel, Tectonics, *29*(2), (2010).
- [3] P. Boncio, F. Liberi, M. Caldarella, & F. Nurminen. Natural Hazards and Earth System Sciences, **18**(1), 241-256 (2018).
- [4] G. Vargas, Y. Klinger, T. K. Rockwell, S. L. Forman, S. Rebolledo, S. Baize, R. Lacassin, & R. Armijo. Geology, **42** (12), 1083-1086 (2014).

## REGISTRO DE TSUNAMIS HOLOCENOS EN EL HUMEDAL DE CARRIZAL BAJO, ATACAMA, CHILE

Maximiliano Forch B.<sup>1\*</sup>, Gabriel Easton V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología. Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.*

*\*Email:mforch@gmail.com*

---

### RESUMEN

El humedal de Carrizal Bajo, ubicado en dicha localidad costera de la región de Atacama, se encuentra dentro de los pocos humedales septentrionales del país. Su desarrollo se da en condiciones de extrema aridez, con casi nulas precipitaciones anuales, pero con nublados abundantes que se presentan en gran parte del año. En dicho humedal han quedado preservados, en la sucesión sedimentaria holocena, depósitos asociados a diversos eventos tsunamigénicos, intercalados en facies formadas en un contexto sedimentario de baja energía y restringido, principalmente a fangos y limos arenosos depositados en un sistema de humedal-laguna costero confinado por una barrera litoral arenosa en su zona de desembocadura. Estos eventos tsunamigénicos habrían afectado a las costas del sur del Desierto de Atacama en los últimos miles de años incluyendo tiempos históricos recientes, generando graves daños a localidades costeras y cambios muy significativos del borde litoral.

Por medio de esta investigación, a través de un estudio multidisciplinar, se recopila abundante información geomorfológica, sedimentológica, estratigráfica y micropaleontológica de estos depósitos de tsunamis, a partir de los que se ha podido reconstruir los efectos principales de la inundación marina sobre la desembocadura de la Quebrada de Carrizal, junto con abordar la procedencia de los sedimentos que constituyen estos depósitos y la edad de los eventos tsunamigénicos que se infieren a partir de ellos. Además, se aporta información relevante sobre las características geoquímicas y contenido de microfauna de los diferentes niveles interpretados como tsunamitas encontrados en el actual humedal y laguna costera. Gracias a dataciones radiocarbono a partir de capas de turba que sobreyacen e infrayacen a niveles de depósitos de paleotsunami y en conchas de gasterópodos terrestres, se infiere que el humedal de Carrizal Bajo fue afectado por tsunamis de gran magnitud, en torno al siglo VII AC y los siglos VIII/IX, X y XV AD. Este trabajo pone en evidencia el alto potencial de preservación de registros de antiguos tsunamis -o paleotsunamis- en algunos humedales áridos del Desierto de Atacama.

53

### AGRADECIMIENTOS

Al equipo multidisciplinar que conforma el proyecto FONDECYT 1201387.

## VARIABILIDAD INTERANUAL DE LOS VIENTOS DEL OESTE, IMPLICANCIAS PARA EL TRANSPORTE EÓLICO DE SEDIMENTOS

Carolina Gómez-Fontalba<sup>1\*</sup>, Valentina Flores-Aqueveque<sup>1</sup>, Stephane Alfaro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile*

<sup>2</sup>*LISA-UMR CNRS 7583, Universités Paris-Est Créteil et Paris-Diderot, IPSL, Créteil, France.*

*\*Email: carolina.gomez.f@uchile.cl*

### RESUMEN

Los reanálisis y modelos climáticos entregan información importante que permite, entre otros, simular las intensidades del viento en zonas donde hay escasas observaciones meteorológicas. En particular, en Patagonia Sur, una zona austral con una compleja topografía, existen pocas estaciones meteorológicas con bajas resoluciones temporales por lo que el uso de estos datos son claves para comprender la variabilidad climática de la región en las últimas décadas.

En esta investigación, se estudian los vientos del oeste del Hemisferio Sur (SWW, en inglés) a través de la integración de datos climáticos, en su zona de máxima intensidad (~51°S)<sup>1</sup>, con el objetivo de analizar la variabilidad interanual de vientos fuertes. Estos vientos son capaces de transportar partículas líticas que luego son depositadas y conservadas, por ejemplo, en sedimentos lacustres, quedando registrada de manera directa los cambios pasados en su intensidad.

Los resultados de este trabajo indican que (1) los SWW en 51°S, registrados por estaciones meteorológicas, muestran una marcada estacionalidad en dirección y magnitud. (2) De los tres reanálisis estudiados, ERA5 y MERRA-2 son los reanálisis que mejor se ajustan a las mediciones registradas<sup>2</sup>. (3) Los modelos regionales se ajustan con alta precisión a las variaciones de la intensidad del viento de los reanálisis ERA5 y MERRA-2. (4) Los modelos globales no presentan buenas correlaciones a escala diaria con los reanálisis, pero mejoran su comportamiento a escalas anuales y quinquenales en un periodo ~150 años.

Estos resultados sugieren que se podría utilizar series de ~150 años para representar las variaciones de los vientos fuertes. Al tener mayor cantidad de datos, se podría calibrar un proxy directo de viento relacionando el transporte de partículas líticas eólicas con la velocidad del viento en la zona de interés. De esta forma, se reconstruiría cuantitativamente la intensidad de los vientos del oeste en Patagonia Sur para los últimos cientos o miles de años permitiendo mejorar sustancialmente las reconstrucciones realizadas previamente de los SWW.

### AGRADECIMIENTOS

A Fondecyt Regular N°1191942, al Núcleo Milenio Paleoclima y a la Beca Magíster Nacional ANID 2020-22210497.

### REFERENCIAS

[1] I. M. Browne, C. M. Moy, C. R. Riesselman, H. L. Neil, L. G. Curtin, A. R. Gorman, y G. S Wilson. Late Holocene intensification of the westerly winds at the subantarctic Auckland Islands (51 S), New Zealand. *Climate of the Past*, 13(10), 1301-1322 (2017).

[2] C. Gómez-Fontalba, V. Flores-Aqueveque, y S. C. Alfaro, Variability of the Southwestern Patagonia (51° S) Winds in the Recent (1980–2020) Period: Implications for Past Wind Reconstructions. *Atmosphere*, 13(2), 206 (2022).

## EVOLUCIÓN VOLUMÉTRICA, MORFOMÉTRICA, REOLÓGICA Y COMPOSICIONAL DE LOS CENTROS MONOGENÉTICOS DE EL NEGRILLAR SUR (ANDES CENTRALES, CHILE)

Camila Loaiza<sup>1\*</sup>, Larrea.P<sup>2</sup>, Salinas.S<sup>3</sup>, Godoy.B<sup>2</sup>, Petrus Le Roux<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA), FCFM,  
Universidad de Chile, Santiago, Plaza Ercilla 803, Chile.*

<sup>3</sup>*Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra,  
Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, CP. 04510,  
Coyoacán, Ciudad de México, México*

<sup>4</sup>*Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Ciudad del Cabo,  
Rondebosch 7700, South África*

*\*Email: camila\_loa@hotmail.com*

### RESUMEN

El Negrillar es uno de los campos volcánicos monogenéticos de mayor volumen y extensión (~168 km<sup>2</sup>) dentro de la Zona Volcánica Central (ZVC) de los Andes, se encuentra al SW del Complejo Volcánico Altiplano Puna (CVAP; 21°-24°S). El Negrillar contiene tres sectores [1] según su ubicación respecto a la avalancha del volcán Socompa: El Negrillar Norte (NEN), Central (CEN) y Sur (SEN), siendo este último el objeto del presente estudio.

El SEN ubicado al SW de la avalancha del volcán Socompa, se compone de nueve centros eruptivos que emitieron veintiún fases eruptivas. El cálculo del volumen de cada una de las fases eruptivas se realizó utilizando el software ArcGIS, mediante un modelo de elevación digital (DEM) TanDEM-X de 12 m de resolución que permitió la reconstrucción idealizada de las topografías pre-eruptivas. El volumen non-DRE total emitido en el SEN es de 2,33 km<sup>3</sup>. Además, se establecieron correlaciones entre el volumen, parámetros morfométricos y reológicos básicos (e.g., viscosidad, tiempo de emplazamiento, espesor, etc).

Aunado al mapeo y el reconocimiento de la secuencia volcanoestratigráfica, se obtuvieron las composiciones químicas de roca total para cada centro y fase eruptiva. La variación química muestra un rango de 56,17 – 64,95% en peso de SiO<sub>2</sub> y 5,10 – 7,24% en peso de Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O. Las composiciones obtenidas fueron: andesita basáltica, andesita, traquiandesita, dacita y traquita. Los diagramas bivariantes exhiben una disminución de TiO<sub>2</sub>, FeO<sup>T</sup>, MnO, MgO y CaO, aumento de K<sub>2</sub>O y una tendencia no definida para el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a medida que aumenta el contenido de SiO<sub>2</sub>. Finalmente, con las edades disponibles de este campo volcánico (<1.5Ma; [2]) demuestran que el volcanismo se desarrolló durante el Plioceno y hasta el Cuaternario. Lo anterior, se complementa con relaciones de corte, superposición de flujos y grados de erosión observadas en el campo volcánico que permiten constreñir el intervalo de tiempo en el que se ha desarrollado.

### AGRADECIMIENTOS

Proyecto financiado por la ANID- FONDECYT de INICIACIÓN N°11200293 y FONDAP N°15090013 y 15200001 (CEGA).

### REFERENCIAS

- [1] Parra-Encalada et al., 2022. Bull. Volcanol. **426**, 107541.  
[2] Ramírez et al., 1991. Sernageomin.

## GÉNESIS, NATURALEZA Y EVOLUCIÓN PETROGENÉTICA DEL SECTOR CENTRAL DEL CAMPO VOLCÁNICO MONOGENÉTICO EL NEGRILLAR, ANDES CENTRALES, CHILE

Daniela Parra-Encalada<sup>1,2\*</sup>, Patricia Larrea<sup>1,2</sup>, Benigno Godoy<sup>2</sup> Petrus Le Roux<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA), FCFM,  
Universidad de Chile, Santiago,  
Plaza Ercilla 803, Chile.*

<sup>3</sup>*Department of Geological Sciences, University of Cape Town, Rondebosch 7700, South Africa.*

*\*Email: danielaparraencalada@gmail.com*

### RESUMEN

El campo volcánico El Negrillar se ubica en los Andes Centrales en la latitud 24.18°S y longitud 68.25°O, al sur del Salar de Atacama. Está constituido por 84 fases eruptivas procedentes de 35 centros eruptivos menores los cuales se distribuyen en tres clusters principales (identificados según su posición relativa a la avalancha del volcán Socompa): El Negrillar Norte (NEN), El Negrillar Central (CEN) y El Negrillar Sur (SEN). Este trabajo se enfoca en El Negrillar Central, compuesto de 27 coladas de lava emitidas por 11 centros eruptivos, que generó 2.3 km<sup>3</sup> de magma<sup>1</sup>, superando en ordenes de magnitud el volumen emitido por otros clusters monogenéticos de la región del Salar de Atacama (e.g., El País, Tilocálar Norte, Tilocálar Sur, La Albóndiga y Cerro Overo).

Las características físicas y la variación composicional de los centros eruptivos de CEN sugiere una fuerte incidencia de los factores externos que afectaron el desarrollo de su actividad eruptiva (estructuras, sistemas de fallas e hidrogeología de la zona). Por otro lado el análisis composicional (elementos mayores, trazas e isótopos de Sr-Nd-Pb) de los centros eruptivos de CEN indica que estos se relacionan mediante un proceso de cristalización fraccionada (CF) y, en bajo grado, a un proceso de contaminación cortical. Las composiciones isotópicas de Sr-Nd-Pb permitieron caracterizar la fuente del manto de los fundidos de CEN, señalando una mezcla entre un componente de manto enriquecido tipo 1 (EM1) y tipo 2 (EM2) sugiriendo una mezcla de la litosfera subcontinental en el manto e incidencia de la corteza continental durante la evolución magmática del clúster. Además, las relaciones de elementos trazas indican una fuente del manto enriquecida en granate y una similitud composicional con los productos volcánicos de la zona del trasarco, sugiriendo una génesis similar entre el volcanismo máfico monogenético del trasarco, lo cual sugiere un proceso de delaminación de la litosfera como gatillante de este volcanismo. Las firmas químicas de CEN indican un magmatismo anómalo del arco, el cual contrasta con el magmatismo típico de subducción que domina en el ZVC.

### AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID) FONDECYT de INICIACIÓN #11200293 y FONDAP #15090013 y #15200001 (Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes, CEGA).

### REFERENCIAS

[1] Parra-Encalada, D., Larrea, P., Loaiza, C., Cartagena, R., Salinas, S., Godoy, B., Grosse, P. y Le Roux, P. Physical and chemical evolution of the largest monogenetic lava field in the Central Andes: El Negrillar Volcanic Field, Chile. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 426, 107541 (2022).



## CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA EN EL ARCO VOLCÁNICO CONTINENTAL EN EL SUR DE LOS ANDES, ENTRE LOS 38° Y 42° SUR Y SU INFLUENCIA EN LOS PROCESOS GLOBALES DE METEORIZACIÓN QUÍMICA

Amanda Peña-Echeverría<sup>1\*</sup>, Alida Pérez-Fodich<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.*

*\*Email: amanda.pena@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

El proceso de meteorización de las rocas y el transporte químico realizado por los ríos hasta el océano es uno de los fenómenos más importantes para la contribución de nutrientes y la morfología de la superficie de la Tierra. El proceso de erosión química y mecánica depende de diferentes factores: litología, clima<sup>1</sup>, relieve, tectónica y cobertura vegetal. Por lo anterior, existen diferencias en el proceso dependiendo de la cuenca que se analiza; islas volcánicas y regiones cubiertas de rocas ígneas, presentan altas tasas de meteorización química y juegan un rol importante en el ciclo global del carbono<sup>2,3</sup>. Este estudio tiene como propósito analizar los flujos naturales producidos por la meteorización del arco volcánico continental chileno. La Zona Volcánica Sur de los Andes, es potencial contribuyente global de flujos químicos; dado que se han identificado extensas cuencas con rocas máficas (basalto, andesita-basalto), diversos afloramiento de aguas termales, altas tasas de precipitación (> 2 mm/año), largos ríos que desembocan al océano pacífico y caudales promedios de 2000 mm/año.

Contamos con nuevos datos geoquímicos de 22 ríos en cuencas volcánicas. Estas se han recolectado en estaciones de baja y alta descarga, asociada a las precipitaciones. En estas muestras se han analizado elementos mayores, trazas e isótopo de B, además de los parámetros fisicoquímicos in-situ. Las aguas corresponden al tipo bicarbonatadas cálcicas/magnésicas, lo cuál indica una alta concentración de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, la relación que muestra el flujo Ca+Mg y el flujo catiónico de Na nos indica la afectación de rocas silicatadas en el proceso. La concentración de Si varía entre 9.9 y 36.2 mg/l. Las muestras se encuentran subsaturadas en calcita y saturadas en Kaolinita. De manera preliminar, determinamos el flujo de solutos provocado con la suma de concentración de elementos en épocas secas y húmedas y los caudales instantáneos medidos en los ríos; obteniendo valores entre 0.1539x10<sup>4</sup> mol/km<sup>2</sup>/mes. Para determinar finalmente las tasas de meteorización es necesario contar con muestras de aguas lluvias en la zona y discriminar los aportes de fuentes termales, esto debido a la relación presentada entre la concentración de B y radio isotópico en las muestras<sup>4</sup>. Sin embargo, estos primeros resultados de flujos químicos destacan la importancia en los procesos de meteorización en los arcos volcánicos continentales a nivel global.

57

### AGRADECIMIENTOS

Agradecer al Fondecyt 11200656 por permitir el desarrollo de esta investigación y la Beca ANID Magíster Nacional, al Laboratorio de Geoquímica de Fluidos del CEGA, Chile y al Laboratorio G2E del Institut de Physique du Globe de Paris.

### REFERENCIAS

- [1] Godsey et al. (2009), *Hydrol. Process.* **23**, 1844–1864.
- [2] Louvat & Allègre. (1997), *Geochimica Et Cosmochimica Acta* **61**, 3645-3669.
- [3] Dessert et al. (2009), *Geochimica Et Cosmochimica Acta* **73**, 148-169.
- [4] Louvat et al. (2014), *Procedia Earth and Planetary Science*, **10**, 231 – 237

## RECONSTRUCCIÓN DE LA INTENSIDAD DE VIENTOS DEL NÚCLEO DEL CINTURÓN DE VIENTOS DEL OESTE DURANTE EL HOLOCENO TARDÍO BASADO EN PARTÍCULAS EÓLICAS DE SEDIMENTOS LACUSTRES EN PATAGONIA SUR (~51°S)

Pincheira Risso, V. <sup>1\*</sup>, Flores-Aqueveque, V. <sup>1</sup>, Villaseñor, T. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Instituto de Ciencias de la Ingeniería, Universidad de O'Higgins, Rancagua, Chile.*

*\*Email: valeria.pincheira@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

El cinturón de vientos del oeste del hemisferio sur tiene un rol fundamental en el intercambio de dióxido de carbono entre el océano y la atmósfera [1]. Variaciones en su posición y/o intensidad genera cambios en la precipitación y temperatura, lo que afecta a la vegetación, incendios y extensión de glaciares [2, 3, 4]. En el hemisferio sur, los *westerlies* se extienden entre los 30-60°S y se estima su núcleo de mayor intensidad de vientos a los ~51°S.

El presente estudio busca reconstruir la señal climática de un registro lacustre localizado en el núcleo actual de mayor intensidad de vientos y así aportar al entendimiento de los *westerlies* en el Holoceno tardío. Para esto, se realizaron análisis de laboratorio, incluyendo tomografías computarizadas de rayos X, pérdida por ignición, dataciones de radiocarbono, granulometría láser, fluorescencia de rayos X y análisis de proveniencia utilizando isótopos de Sr-Nd.

Los resultados isotópicos indican una fuente distal de sedimentos transportados eólicamente, desde el oeste, hacia el Lago Dorotea de cuenca cerrada, descartando otro tipo de fuentes cercanas. El registro muestra variaciones cíclicas en el tamaño de grano, por lo que se ocupa el D90 como *proxy* directo de intensidad de viento dado que es el parámetro granulométrico que mejor refleja las diferencias en el tamaño de grano y, por tanto, la capacidad del viento para transportar partículas más gruesas o finas. El modelo cronológico permitió la reconstrucción temporal de intensidad de viento de acuerdo al parámetro D90. Los resultados indican una variabilidad inter-decadal-centenaria de los *westerlies* para periodos de intensificación/debilitamiento durante los últimos ~2000 años, caracterizado por una intensificación progresiva en los últimos ~100 años coincidente con estudios previos y una fase SAM positiva.

### AGRADECIMIENTOS

Fondecyt Regular N°1191942, ANID - Subdirección de Capital Humano/ Magíster Nacional/2020 - 22201217.

### REFERENCIAS

- [1] Sigman, D. M., Hain, M. P., & Haug, G. H. *Nature*, **466**(7302), 47-55 (2010)
- [2] Moreno, P., François, J., Villa-Martínez, R., & Moy, C. *Quaternary Science Reviews*, **28**(1-2), 25-38 (2009)
- [3] Lamy, F., Kilian, R., Arz, H. W., Francois, J., Kaiser, J., Prange, M., & Steinke, T. *Nature Geoscience*, **3**(10), 695-699 (2010)
- [4] Garreaud, R., Lopez, P., Minvielle, M., & Rojas, M. *Journal of Climate*, **26**(1), 215-230 (2013)

## EL VALLE DEL GLACIAR PIRÁMIDE DESDE UN PUNTO DE VISTA GEOMORFOLÓGICO, ESTRUCTURAL Y SEDIMENTARIO. CHILE CENTRAL (33°S)

Gabriela Reyes Kutscher<sup>1\*</sup>, Gabriel Easton Vargas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.*

*\*Email: gabriela.reyes.k@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

El cambio climático es evidente e inminente y está afectando a todas las regiones del mundo, pero manifestándose de distintas maneras. En la zona Central de Chile uno de los mayores problemas producto del alza en la temperatura global es el aumento en frecuencia y duración de las sequías y en consecuencia escasez hídrica [1]. Es por eso que el estudio de las reservas de agua, como los glaciares, es fundamental. Una de las mayores fuentes de agua de la ciudad de Santiago es el Embalse del Yeso. El glaciar Pirámide es un glaciar de valle cubierto de detritos y corresponde a la masa de hielo con mayor agua equivalente de la cuenca del río Yeso [2]. Estudios anteriores de diversos autores ([3], [4] y [5]) han determinado el balance de masa y otras propiedades físicas del glaciar.

Este proyecto de investigación comprende un estudio en detalle del valle del glaciar Pirámide en cuanto a su geomorfología, sedimentología y geología estructural para determinar los factores que controlan la cubierta de detritos del glaciar y cómo aporta esta en su protección. Para ello, se realiza un mapeo a distancia de las geoformas glaciares con imágenes satelitales, imágenes capturadas por un dron y un modelo de elevación digital creado a partir de estas imágenes. Además, se buscará caracterizar litológica y sedimentariamente la cubierta detrítica del glaciar y sus morrenas laterales y frontales a partir de análisis de petrología óptica, granulometría por tamizaje, granulometría laser, junto con análisis mineralógicos y geoquímicos difracción de rayos X (DRX), fluorescencia de rayos X (FRX) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Por último, se complementará la información con el estudio de las estructuras geológicas, como pliegues y fallas, que ejercen un control sobre la morfología del valle del Pirámide.

59

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es patrocinado por el Laboratorio de Sedimentología y Medio Ambiente de la Universidad de Chile.

### REFERENCIAS

- [1] DGA, 2022.
- [2] Masson-Delmotte, et al., 2021. IPCC.
- [3] Ferrando, 2012. *Investig. Geogr. Chile*, **44**, 57-74.
- [4] Torres et.al., 2013. *Geogr. Espacios*, **3(5)**, 11-25.
- [5] Quezada, 2018. *U. de Chile*, 90 pág.

## EVENTOS ALUVIALES EN EL VALLE DEL ACONCAGUA DESDE EL PLEISTOCENO TARDÍO, CAUSAS Y CARACTERÍSTICAS

Diego Rodríguez-Contreras<sup>1\*</sup>, Valentina Flores-Aqueveque<sup>1</sup>,  
Antonio Maldonado<sup>2</sup>, Stella M. Moreiras<sup>3,4</sup>, José Luis Antinao<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Center for Advanced Studies in Arid Zones (CEAZA), La Serena, Chile.*

<sup>3</sup>*IANIGLA, CONICET, Mendoza, Argentina.*

<sup>4</sup>*Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina*

<sup>5</sup>*Division of Earth and Ecosystem Sciences, Desert Research Institute,  
2215 Raggio Parkway, Reno, Nevada 89512, USA.*

*\*Email: diego.rodriguez@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

Los Andes Subtropicales (30 – 34°S) es una de las áreas que está experimentando más intensamente los efectos del cambio climático. A pesar de la severa sequía que prevalece en la región, los eventos de lluvias torrenciales esporádicas han desencadenado importantes eventos aluviales en la última década produciendo grandes daños a las poblaciones aledañas. Por lo tanto, analizar y entender cómo ha evolucionado la relación entre clima y, tanto deslizamientos como aluviones a través del tiempo en una mirada de largo plazo en esta zona, es vital para comprender de mejor manera la dinámica entre condiciones climáticas y recurrencia de estos eventos en el presente (Sepúlveda et al., 2015; Lauro et al., 2017).

Este estudio se centra en el Valle del Aconcagua en los Andes de Chile central, ya que representa un elemento fundamental para la economía de la zona y la conexión Chile-Argentina. Gran parte del área del valle está cubierta por depósitos cuaternarios provenientes de flujos de detritos, remociones, y, en menor medida, depósitos morrénicos y fluvioglaciares de los cuales existen escasos estudios. Variaciones paleoclimáticas importantes desde el Pleistoceno tardío, tales como lluvias intensas, altas tasas de retroceso glaciar e incrementos de temperatura habrían sido gatillantes de flujos aluviales en el Valle del Aconcagua, estos cambios quedarían impresos en el registro estratigráfico, distribución espacial, cronología y características sedimentológicas del sedimento en los depósitos aluviales de la zona, así como en la geomorfología y paisaje del valle. Once puntos fueron estudiados durante las campañas de terreno, en conjunto con un mapeo geomorfológico de la zona de estudio. De estos, se han clasificado diversas facies de flujos de detritos aluviales, secuencias fluviales y facies de deslizamientos. En cuanto a la geomorfología, se identificaron abanicos aluviales, coluvios, deslizamientos, terrazas fluviales y depósitos glaciares. Estos registros permitirán inferir condiciones tales como contenido de agua, niveles energéticos y ciclos de erosión y agradación, así como de mayor o menor precipitación.

### AGRADECIMIENTOS

Estudio financiado por el proyecto Fondecyt Regular # 1180413 “Climate change and landslides occurrence in the subtropical Andes since the Late Pleistocene”.

### REFERENCIAS

[1] S. A. Sepúlveda y D. N. Petley. Natural Hazards and Earth System Sciences, **15(8)**, 1821–1833. (2015)

[2] C. Lauro, S. Moreiras, S. Junquera, I. Vergara, R. Toural, J. Wolf, R. Tutzer. Environmental Earth Sciences. **76**. (2017)

## PAISAJES LÍTICOS Y SU CONTEXTO GEOLÓGICO PARA LA SECUENCIA CULTURAL DE LAS CUENCAS DE PEDERNALES E INFIELES (25°-26° S), REGIÓN DE ATACAMA, CHILE, PROYECTO FONDECYT 1190197

Angélica Soto<sup>1\*</sup>, Valentina Flores-Aqueveque<sup>2</sup>, Patricio López<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, casilla 13518, Santiago, Chile.*

<sup>3</sup>*Investigador Independiente.*

*\*Email: aisoto@ug.uchile.cl*

---

### RESUMEN

En los grupos cazadores-recolectores denominados Paleosindios ( $\geq 11.000$  años AP) de la Puna Meridional del Desierto de Atacama (Región de Atacama, 26°-28°S) se evidencia el primer acercamiento del hombre con su entorno geológico, donde la colonización y dispersión humana temprana ocurre en torno a paleohumedales, lagos y vegas, microambientes productivos y dispersos en un contexto de aridez pronunciada (López Mendoza, y otros, 2020, Núñez, Grosjean, & I. Cartajena, 2002).

El presente estudio tiene como objetivo general identificar fuentes de aprovisionamiento de materias primas líticas utilizadas a lo largo de toda la secuencia arqueológica que comprende las dos cuencas localizadas en las tierras altas de la actual Región de Atacama: Salar de Infieles y Salar de Pedernales (25°-26° S) y su comparación con las materias primas recuperadas de los distintos contextos arqueológicos excavados durante el proyecto Fondecyt 1190197, con especial énfasis en los contextos datados para la transición Pleistoceno-Holoceno. Lo anterior, posibilitará comprender el denominado paisaje lítico, es decir, los lugares que explotaron los antiguos habitantes de los salares para la confección de artefactos de roca, elementos clave para llevar a cabo distintas actividades cinegéticas y tecnológicas en general.

Se exponen los resultados obtenidos hasta la fecha; análisis petrográfico de material arqueológico, análisis petrográfico macroscópico y microscópico de materias primas y análisis de composición elemental por Fluorescencia de rayos-X (XRF) en materiales arqueológicos.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado través del Proyecto Fondecyt 1190197: "Ocupaciones humanas y paisajes de altura. Marco paleoambiental y geoarqueológico durante el poblamiento humano inicial en la puna meridional del desierto de Atacama (26-28°S, 3.200-4.500 msnm)". Mis agradecimiento al grupo de arqueólogos(as), y geólogos detras de este Proyecto.

### REFERENCIAS

[1] L. Núñez, M. Grosjean y I. Cartagena, Human occupations and climate change in the Puna de Atacama, Chile. *Science*. **298**, 821-824 (2002)

[2] P. López, C. Carrasco, R. Loyola, V. Flores-Aqueveque, F. Santana-Sagredo, A. Maldonado, I. Martínez. "Develando Terra Incognita. Una Búsqueda Arqueológica de las Primeras Ocupaciones Humanas en los Salares de Infieles y Pedernales (3000-4100 m.s.n.m., 25°-26°S), Región de Atacama, Chile." *Intersecciones en Antropología*. **22** (1): 11-23 (2021)

## ESTUDIO DE INCLUSIONES FUNDIDAS EN CRISTALES DE OLIVINO: ESTIMACIÓN DE CONDICIONES PRE-ERUPTIVAS EN CENTROS VOLCÁNICOS MONOGENÉTICOS

Villanueva, V.<sup>1\*</sup>, Larrea, P.<sup>1,2</sup>, Robidoux, P.<sup>1,2</sup>, Carvajal, I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA), FCFM,  
Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.*

*\*Email: v.villanueva.1@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

Las inclusiones fundidas son típicamente pequeñas porciones de fundido silicatado atrapado en cristales a temperatura y presiones magmáticas. El microanálisis de las inclusiones nos puede entregar información sobre la composición del magma atrapado, y las condiciones termobarométricas (presión y temperatura) y composicionales pre-eruptivas del mismo a través del estudio de los volátiles capturados (e.g., H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>).

El Astillero y el Parícutín son volcanes monogenéticos pertenecientes al Campo Volcánico

Michoacán-Guanajuato (MGVF), México. Enfocado en el estudio de muestras de tefra de ambos centros eruptivos, representando la fase eruptiva explosiva inicial (apertura del sistema volcánico), por lo que se conciben como el producto más cercano a la fase pre-eruptiva. Ambos volcanes han sido ampliamente abordados con anterioridad respecto al estudio de la secuencia eruptiva y geoquímica de los productos eruptivos (e.g., [1]; [2]; [3]; [4]; [5]).

El objetivo principal consiste en estimar las condiciones pre-eruptivas y la composición del magma relacionado al evento eruptivo, por medio del estudio de las inclusiones fundidas que albergan los cristales de olivino de estas muestras de tefras. La metodología de estudio de las inclusiones fundidas considera un primer proceso de tamizaje y separación manual de cristales de olivino, selección de los cristales juveniles con inclusiones vítreas, siguiendo con la caracterización tipológica y textural de inclusiones bajo microscopía óptica por luz transmitida y reflejada. Después, prosigue la etapa de preparación de soportes petrográficos de fenocristales, considerando 10 cristales de la fracción [300-500 μm] para El Astillero y [500-1000 μm] para el Parícutín. Esto, para la intersección de las inclusiones cerradas las cuales se eligen sin marcadores de efecto post-atrapamiento, con el fin de analizarlas a futuro mediante mFTIR y la espectroscopía por micro Raman para obtener los contenidos de las especies fuertemente dependiente de la presión de saturación (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O), y finalmente la microsonda electrónica (Electron Microprobe - EMP) para el análisis del contenido en óxidos mayores (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, etc.).

### AGRADECIMIENTO

Proyecto financiado por la ANID-FONDECYT de INICIACIÓN N°11200293.

### REFERENCIAS

- [1] Alber, H., et al. Sci. Report. **10**, 101038 (2020)
- [2] Larrea, P., et al. Jour. Volcanol. **348**, 101016 (2017)
- [3] Larra, P., et al. Jour. Pretrol. **62**, 101093 (2021)
- [4] Larrea, P., et al. Chem. Geol. **504**, 101016 (2019)
- [5] Larrea, P., et al. Boll. Volcanol. **81**, 101007 (2019)

## INTERACCIÓN ENTRE TERREMOTOS RÁPIDOS Y LENTOS A LO LARGO DEL MARGEN DE SUBDUCCIÓN CHILENO

Javier Ojeda<sup>1,2,3\*</sup>, Sergio Ruiz<sup>1</sup>, Jean-Mathieu Nocquet<sup>4,3</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>3</sup>*Université Paris Cité, Institut de Physique du Globe de Paris, CNRS, F-75005 Paris, France.*

<sup>4</sup>*Université Côte d'Azur, IRD, CNRS, Observatoire de la Côte d'Azur, Géoazur, 250 rue Albert Einstein, Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, France.*

*\*Email: javier.ojeda.v@uchile.cl*

---

### RESUMEN

El aumento progresivo de instrumental sismológico y geodésico en el mundo, de la mano con nuevas técnicas que permiten el procesamiento de este tipo de datos, ha permitido observar e interpretar procesos físicos que suceden bajo nuestros pies. Uno de esos lugares son las zonas de subducción como la chilena, lugar de cientos de sismos diarios, grandes y complejos terremotos cada cierto tiempo y de gran heterogeneidad en el régimen de deformación. Recientes avances, también apuntan a una alta variabilidad espacio-temporal en las formas o estilos de deslizamiento que ahí ocurren y que han sido tema de estudio que permiten implementar verdaderos laboratorios con el fin de identificar estas señales, darles un significado a sus propiedades físicas e interpretarlas. Entre estas señales encontramos rupturas “rápidas” como los sismos que frecuentemente podríamos percibir, y cuya naturaleza ha sido bien estudiada más no totalmente comprendida y también rupturas “lentas” que normalmente no radian energía sísmica y no suele percibirse. Sin embargo, se ha observado que ambos tipos de señales son complementarias para estudiar las propiedades mecánicas de fallas geológicas en diferentes ambientes tectónicos, y además podrían darnos información clave para comprender la fase precursora y/o nucleación de grandes terremotos, el desarrollo de deslizamiento post-sísmico luego de eventos importantes y cómo este podría gatillar las subsecuentes réplicas, o bien el desarrollo de deformación lenta que ayude a acomodar el régimen de esfuerzos en la interfaz de subducción, entre otros. En este trabajo se analizan algunas de estas expresiones rápidas y lentas en distintas zonas del margen chileno, destacando su importancia en el contexto de episodios de grandes terremotos, enjambres sísmicos o terremotos lentos. Para ello utilizamos catálogos sísmicos estables durante el tiempo para identificar pequeños cambios en la tasa de sismicidad en áreas de interés y analizamos los cambios de tendencia en las series de tiempo de GPS que registran la posición precisa de la superficie. Los resultados muestran que existen períodos de tiempo en que los cambios de tasa de sismicidad tienen una expresión en la deformación cortical, especialmente en los períodos en que ocurren enjambres sísmicos. No obstante, el momento liberado no guarda relación con la magnitud de los cambios de tendencia en las series de tiempo, que en principio podría indicar la presencia de terremotos lentos de corto plazo. Finalmente, sugerimos que estos tipos de transientes observados corresponden a terremotos lentos y enjambres sísmicos sincronizados, demostrando una relación de procesos asísmicos y sísmicos que aportaría a nuestro entendimiento de la mecánica de deslizamientos en zonas de subducción y dar un paso más allá a la evaluación de peligro sísmico debido a estos episodios que en algunas ocasiones han precedido a grandes terremotos.

63

### AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Beca ANID-PFCHA/Doctorado Nacional/2020-21200903

## STOCHASTIC STRONG-MOTION SIMULATION OF VALPARAISO 1985 MW 8.0 CHILE EARTHQUAKE

Rogelio Torres-Cuenca<sup>1</sup> and Sergio Ruiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y  
Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.  
Email: md.rogelio.tc@gmail.com*

---

### RESUMEN

Historical and recent earthquakes have been studied in the Central Chile to know the characteristics of seismic rupture of large events and to estimate their seismic hazard. On 3 March 1985 the Valparaíso earthquake with Mw 8.0 occurred off the coast of Central Chile. Mostly the studies have modeled their earthquake rupture using low frequencies. For the earthquake engineering is necessary model the high frequency rupture to estimate correctly the strong motion records. In general, the high frequency waves are generated from different zones other than low-frequency waves. Here, we propose a source model for the high frequencies with the appropriate parameters to reproduce the strong motion records (Otarola and Ruiz 2016). A stochastic method is used to model the horizontal and the vertical components in addition to the site effects. The characterized source model consists of by 2 principal strong-motion-generation-areas (SMGAs). This ground motion simulation approach, applicable to any arbitrary seismic source model, is well suited for seismic hazard analysis and ground motion simulation. The results of the synthetic accelerograms fit well the spectral and temporal domains of the real records.

64

### AGRADECIMIENTOS

Recognition of the Conicyt scholarship for financing this doctoral project.

### REFERENCIAS

Otarola, C., and Ruiz, S. (2016). Stochastic generation of accelerograms for subduction earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 106(6), 2511-2520.



## SPATIAL DISTRIBUTION AND SCALING PROPERTIES OF LIDAR-DERIVED SNOW DEPTH IN THE EXTRATROPICAL ANDES

Pablo A. Mendoza<sup>1,2,\*</sup>, Thomas E. Shaw<sup>2</sup>, James McPhee<sup>1,2</sup>,  
Keith N. Musselman<sup>3</sup>, Jesús Revuelto<sup>4</sup>, and Shelley MacDonell<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Department of Civil Engineering, Universidad de Chile, Santiago, Chile*

<sup>2</sup>*Advanced Mining Technology Center (AMTC), Universidad de Chile, Santiago, Chile*

<sup>3</sup>*Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado, Boulder, Colorado, USA*

<sup>4</sup>*Pyrenean Institute of Ecology, CSIC, Zaragoza, Spain*

<sup>5</sup>*Centre for Advanced Studies in Arid Zones (CEAZA), La Serena, Chile*

\*Email: pamendoz@uchile.cl

---

### ABSTRACT

We characterize elevational gradients, probability distributions and scaling patterns of lidar-derived snow depth at the hillslope scale along the extratropical Andes. Specifically, we analyze snow depth maps acquired near the date of maximum accumulation in 2018 at three experimental sites: (i) the Tascadero catchment (-31.26°N, 3270-3790 m), (ii) the Las Bayas catchment (-33.31°N, 3218-4022 m); and (iii) the Valle Hermoso (VH) catchment (-36.91°N, 1449-2563 m). We examine two subdomains in the latter site: one with (VH West) and one without (VH East) shrub cover. The comparison across sites reveals that elevational gradients are site-dependent, and that the gamma and normal distributions are more robust than the lognormal function to characterize the spatial variability of snow depth. Multiscale behavior in snow depth is obtained in all sites, with up to three fractal regimes, and the magnitude of primary scale breaks is found to be related to the mean separation distance between local snow depth peaks. The differences in snow depth fractal parameters between VH West - the only vegetated subdomain - and the remaining sites suggest that local topographic and land cover properties are dominant controls on the spatial structure of snow, rather than average hydroclimatic conditions. Overall, the results presented here provide, for the first time, insights into the spatial structure of snow depth along the extratropical Andes Cordillera, showing notable similarities with other mountain regions in the Northern Hemisphere and providing guidance for future snow studies.

65

## ESTRUCTURA DE LA CORTEZA CONTINENTAL DEL ANTEARCO CHILENO (37°S-38.5°S) MEDIANTE INVERSIÓN 3D DE DATOS GRAVIMÉTRICOS

Eric Cárdenas<sup>1\*</sup>, Andrei Maksymowicz<sup>1</sup>, Daniela Montecinos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento Geofísica, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: eric.cardenasfernandez@gmail.com*

---

### RESUMEN

El estudio está orientado a la observación de la estructura de densidades de la corteza continental del antearco en la zona de estudio. Para poder obtener un modelo 3D de datos gravimétricos se utilizaron datos gravimétricos calculados entre 1982 y 2002 por distintas instituciones y publicadas por Schmidt & Götze (2006)<sup>1</sup>; además de nuevos registros gravimétricos en el marco del proyecto FONDECYT N°11170047, el cual se dividió en dos etapas, obteniendo finalmente más de 4000 datos gravimétricos.

En una primera etapa se observó el espesor sedimentario de las cuencas de antearco continentales. Una vez calculada la profundidad del basamento y con las inversiones 3D realizadas se inició con el estudio de la estructura interna de dominios morfo-estructurales de la plataforma costera, Cordillera de la Costa (la cual incluye los complejos metamórficos permo-triásicos, Series Este y Oeste), los granitoides de la Cordillera de Nahuelbuta; y además se interpreta el límite oriental en las unidades asociadas a la Cordillera de la Costa bajo la depresión central. Se observan variaciones longitudinales Norte-Sur de la estructura continental, la cual está probablemente asociada a la variación de extensión de los complejos metamórficos, variaciones regionales de fracturamiento y presencia de fallas corticales mayores. Esta variación Norte-Sur puede estar relacionada a variaciones en las características sismotectónicas en este segmento del margen de subducción chileno.

### REFERENCIAS

[1] Schmidt, S., & Götze, H. J. (2006). Bouguer and isostatic maps of the Central Andes. In *The Andes* (pp. 559-562). Springer, Berlin, Heidelberg.

## METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL MURO DE TRANQUES DE RELAVES BASADO EN LA TÉCNICA DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

Leopoldo Córdova<sup>1,2</sup>, Diana Comte<sup>2</sup>, Daniel Diaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geosinergia Ingenieria y Medioambiente, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>AMTC-FCFM, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

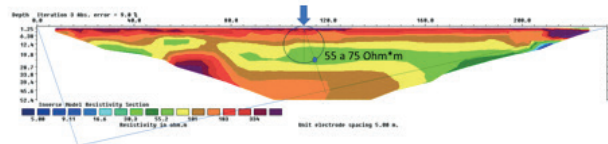
\*Email: lcordovaie@gmail.com

### ABSTRACT

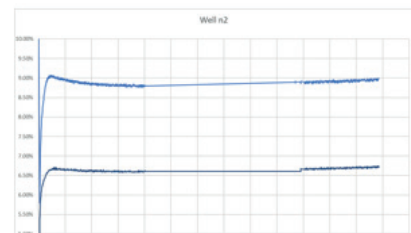
The most frequent cause of failure on tailings dam is related to the action of water seepage and leakage through the tailings dam wall, resulting in instability and dam failure [1]. In tailings failures reports around the world, one of the recommendations is to monitor periodically the conditions of non-saturation that were established at the dam design [2].

One of the methodologies of monitoring that has been increasingly used for the detection of internal erosion and infiltration, is through the observation of electrical resistivity, especially using the technique of electrical resistivity tomography (ERT) [3][4][5]. Even if this geophysical technique allows a ground characterization of resistivity, the step to convert this to humidity percentage is not simple, with certain difficulties also in the conversion to depth, and the definition or resolution that can achieve because of the interference of the tailings dam content, and the relationship between the resistivity and real humidity content that we want to detect.

This investigation presents the development of a methodology to obtain the real humidity percentage with ERT technique and moisture sensors at different depths in a well, instead of the application of Archie's law through lab tests. The acquisition of ERT is currently an ongoing project during the well instrumentation campaign of a tailings dam up north of Chile. (A results preview can be seen in the following figure).



+



### ACKNOWLEDGEMENTS

The tests related to this investigation have been carried on with Geosinergia Company in Chile central valley, they contribute with their operative collaboration and with the soil moisture sensors as well.

### REFERENCES

- [1] Tsf failures from 1915, csp2. Center for science in public participation.Mgz. (2020)
- [2] Newcrest Release, Report on NTSF Embankment Failure, Cadia Valley Operations. (2019)
- [3] Sjödal, P., Dahlin, T. Detection of internal erosion and seepage evaluation, **97(10)**, 54-56. (2007)
- [4] Arjwech, R., & Everett, M. E. Application of 2D electrical resistivity tomography, **37**, n.6. (2015)
- [5] Camarero, P. L., Moreira, C. A. Analysis of the physical integrity, **176(12)**, pp.5363-5375. (2019)

Figure.  
Left image: ERT  
profile acquired at  
tailings dam.

Right image:  
Moisture sensor  
data acquired from  
a well in the same  
tailings dam.

## CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE SÍSMICA DE TSUNAMI EARTHQUAKES

Valentina Garrido<sup>1\*</sup>, Sebastián Riquelme<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: vagarrido@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

Se conoce como *tsunami earthquakes* a un tipo particular de terremotos entre los eventos sísmicos generadores de tsunamis. Estos presentan características como: una magnitud moderada ( $M_w < 8.0$ ), baja velocidad de ruptura  $\sim 1$  km/s y alturas de run-up elevadas para la magnitud calculada. Además, se observa que no generan intensidades altas en campo cercano, puesto que la energía es fundamentalmente liberada a través de un proceso de ruptura sísmica que toma mucho más tiempo en comparación a los valores conocidos para terremotos típicos de subducción.

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo consiste en desarrollar una metodología para obtener una caracterización de la fuente sísmica que permita identificar *tsunami earthquakes*. Para esto, se determinarán algunos parámetros clave del modelo de fuente sísmica finita del tipo doble-cupla (DC), como la amplitud y dirección del deslizamiento sobre el plano de falla, tiempo de dislocación y velocidad de ruptura, mediante la implementación de una estrategia de inversión conjunta de observables estáticos y dinámicos, correspondientes a datos de estaciones sismológicas clásicas y de tecnologías satelitales. Con este objetivo, se implementará una metodología de inversión en el dominio Wavelet [1][2], que demuestra ser efectiva para estudiar simultáneamente las características del proceso de ruptura sísmica, en el dominio temporal y de frecuencia, representados en las formas de onda. El objetivo principal del trabajo es encontrar características comunes en las fuentes sísmicas de este tipo de terremotos, que permitan explicar por qué generan un tsunami desproporcionado para la magnitud de los eventos y confirmar que son atributos intrínsecos del proceso de ruptura. La idea es explorar también la incidencia tsunamigénica de la velocidad de ruptura de este tipo de eventos. Se utilizarán datos de *tsunami earthquakes* reconocidos y bien estudiados que se identifican en esta categoría, como los terremotos de Mentawai (2010), Nicaragua (1992) [3], Perú (1996), Sumatra (2004) y Java (1994, 2006).

### REFERENCIAS

- [1] Ji, C., Wald, D. J., & Helmberger, D. V. (2002). Source description of the 1999 Hector Mine, California, earthquake, part I: Wavelet domain inversion theory and resolution analysis. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92(4), 1192-1207.
- [2] Ji, C., Wald, D. J., & Helmberger, D. V. (2002). Source description of the 1999 Hector Mine, California, earthquake, part II: Complexity of slip history. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92(4), 1208-1226.
- [3] Sallarès, V., Prada, M., Riquelme, S., Meléndez, A., Calahorrano, A., Grevemeyer, I., & Ranero, C. R. (2021). Large slip, long duration, and moderate shaking of the Nicaragua 1992 tsunami earthquake caused by low near-trench rock rigidity. *Science Advances*, 7(32), eabg8659.

## ESTUDIO DEL CICLO SÍSMICO DE FALLAS CORTICALES EN MÁRGENES DE SUBDUCCIÓN: CARACTERIZACIÓN GEODÉSICA DE LOS TERREMOTOS DEL 2010 DE PICHILEMU MW 7.0 Y MW 6.9

Gabriela Herrera<sup>1\*</sup>, Francisco Delgado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Av. Almte. Blanco Encalada 2002, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Departamento de Geología, Universidad de Chile, Pl. Ercilla 803, Santiago, Chile.*

*\*Email: gabrielaherrera@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

Los terremotos de subducción producen efectos geológicos permanentes y transientes sobre la estructura del antearco debido al incremento de esfuerzos estáticos de Coulomb sobre fallas, lo que resulta en una mayor probabilidad de actividad sísmica cortical, lo que explicaría su reactivación. A escalas temporales de horas a días luego de un megaterremoto, estos esfuerzos tienden a gatillar terremotos en fallas localizadas en el antearco del sistema de subducción. Esto puede ocurrir incluso en zonas distintas al área de ruptura principal. El 11 de marzo del 2010 ocurrió una secuencia de terremotos de este tipo en la zona central de Chile. Dos eventos, con mecanismos compatibles con fallas normales, con magnitudes de Mw 7.0 y Mw 6.9 ocurrieron con sólo 15 minutos de diferencia, ubicadas cerca de la ciudad de Pichilemu. Pese a su tamaño, no se detectaron evidencias de ruptura superficial. Dichos terremotos fueron aparentemente gatillados por el terremoto del Maule Mw 8.8 del 27 de febrero del mismo año, siendo éstas 2 de las 3 réplicas de mayor magnitud registradas de este evento. Los terremotos de Pichilemu constituyen los eventos más grandes registrados en fallas corticales de América del Sur desde el inicio de la geodesia satelital a principios de la década de 1990.

El movimiento de fallas se puede medir con un método conocido como InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar). Éste utiliza satélites que viajan por sobre la superficie de la Tierra en órbitas polares, los cuales envían ondas que rebotan en la superficie, siendo el satélite capaz de recibirlas de vuelta. Una componente de la señal recibida corresponde a la fase de ondas electromagnéticas, cuya diferencia entre dos tiempos es proporcional a la distancia entre el satélite y la superficie de la Tierra, la cual puede ser medida, con esto se tiene como producto final un interferograma. Gracias a este análisis de imágenes, la información puede aplicarse al estudio de tectónica activa. La importancia de este estudio radica en determinar y caracterizar la manera en que la falla de Pichilemu se comporta en todas las fases del ciclo sísmico, lo cual puede ayudar a comprender el rol del terremoto del Maule del 2010 en la acumulación de esfuerzos en la corteza y cómo se gatilla la posterior liberación de energía. Esto sienta precedentes para futuros estudios de fallas corticales en el antearco chileno, lo que puede aportar a la determinación del peligro sísmico producto de fallas en otras zonas del país.

En este trabajo se caracterizaron las distintas fases del ciclo sísmico de la falla de Pichilemu mediante datos de InSAR de las misiones ALOS y ENVISAT. Se calcularon series de tiempo de InSAR entre 2007 y 2011, donde se cuantificó que no existe acumulación de energía en las fallas durante la etapa de bloqueo intersísmico. Se modelaron interferogramas co- y post-sísmicos y se realizó un perfil de deformación acumulada de la falla en función del tiempo. Además se observó y cuantificó deformación post-sísmica, la que corresponde a un orden de magnitud menor a la registrada en la fase co-sísmica. A futuro se procederá a realizar una inversión conjunta de InSAR con datos sismológicos para determinar los parámetros de la falla.

## THE 2020-2021 BRANSFIELD STRAIN SEISMIC SEQUENCE: SPATIAL AND TEMPORAL RELATIONSHIP WITH ORCA VOLCANO AND TECTONICS IMPLICATIONS

Nicolás Vera-Cortés<sup>1,2\*</sup>, Patricio Toledo<sup>1</sup>, Sophie Peyrat<sup>1</sup>, Adriana Pérez<sup>1</sup>, Jaime Campos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Riesgo Sísmico (PRS), Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*Email: nicolas.vera.c@ug.uchile.cl

### RESUMEN

On the only convergent boundary of Antarctic Plate margin (2% of total border), Phoenix Plate is subducted under South Shetland Islands block inducing interaction between various plates and microplates in a complex kinematic-tectonic arrangement. In August 2020, a seismic sequence 8 months long started on the Bransfield Strait with a Mw 6.9 mainshock. Based on previous instrumental coverage, later complemented with an intervention campaign that took place in February 2021, we analyzed the local seismicity during this crisis. The methodology consists in the study of the spatial, temporal and energetic behavior of the seismicity compiled in the ISC catalog, complemented by local and regional location. Further, we present a stress distribution analysis according to focal mechanisms obtained by full wave-form time-domain moment tensor inversion with double couple (DC) and compensated linear vector dipole (CLVD) components. We show 21 precise focal mechanisms 17 of them located a few kilometers northeast (NE) Orca volcano, showing both normal and strike-slip faults. Another 4 focal mechanisms are located along-axis of Bransfield Strait, 3 of them present normal faulting, including the mainshock, and a last one with hybrid normal strike-slip faulting. Seismic spatial distribution shows a first cluster nucleated 25 km northeast of Orca volcano with sub-circular shape, and a second one axially elongated to the ridge from 56° to 55°W. The first cluster takes place in two stages, the first one takes place between August 29th, 2020 and November 6th, 2020 ending with the Mw 6.0 event without notable aftershocks. This cluster is reactivated on February 14th, 2021 in a diffuse way until early May 2021. The second cluster is intercalated, starting on January 23th, 2021 with the Mw 6.9 mainshock, followed by aftershocks ceasing on February 13th, 2021. The closeness between the first cluster and Orca volcano suggest seismic-volcanic interaction, while the second cluster, according to its geometry, is probably related to (normal) faults on the ridge. Cluster temporalities, especially when seismicity returns from the second cluster to the first one is an indicator of causality. The wide range of non DC component in seismic moment tensors is coherent with fluid action all along the rupture process which is expected in a volcanic environment.

### AGRADECIMIENTOS

A todo el equipo del Programa de Riesgo Sísmico (PRS) por el espacio y ambiente colaborativo en que se desarrolla este trabajo.

### REFERENCIAS

- [1] Almendros, J., Wilcock, W., Soule, D., Teixidó, T., Vizcaíno, L., ... & Schmahl, L. (2020). BRAVOSEIS: Geophysical investigation of rifting and volcanism in the Bransfield strait, Antarctica.
- [2] Dreger, D. S. (2003). TDMT\_INV: Time domain seismic moment tensor inversion.



MÓDULO

# 04







## ¿MÁS DIÉSEL? LA IMPORTANCIA DEL IMPUESTO A LAS EMISIONES PARA UNA DESCARBONIZACIÓN EFICIENTE Y SEGURA BAJO INCERTIDUMBRE HIDROLÓGICA

Diland Castro<sup>1\*</sup>, Rodrigo Moreno<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Depto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Imperial College London,  
Londres, Reino Unido.

\*Email: diland@ug.uchile.cl

### RESUMEN

El último informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) ha sido categórico, ahora es el momento de actuar. Los expertos coinciden en que, si no logramos reducir las emisiones de manera considerable e inmediata en todos los sectores, limitar el calentamiento global estará fuera de nuestro alcance. Para conseguirlo, se requiere que el sistema energético global, y en particular los sistemas eléctricos, experimenten una profunda transformación [1]. No obstante, la tan anhelada y necesaria transición energética a la que aspira nuestro país, conlleva múltiples desafíos a la hora de planificar nuestro sistema eléctrico.

Para afrontar la emergencia climática muchos países han realizado cambios regulatorios, cambios en la política fiscal y han implementado incentivos económicos como poner un precio a las emisiones de CO<sub>2</sub> [2]. A nivel internacional, existe consenso en que los instrumentos de precio a los contaminantes cumplen objetivos de reducción de emisiones a un menor costo social [3].

Por otro lado, el aumento de los niveles de penetración de las Energías Renovables Variables (ERV) experimentado en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), está provocando que gradualmente las ERV sean nuestra nueva columna vertebral. Sin embargo, a medida que aumenta la participación de fuentes de ERV en un sistema eléctrico, las operaciones de este aumentan en complejidad. Lo anterior empeora, si consideramos que Chile pasa por la sequía más larga de los últimos 60 años [4].

A modo de ejemplo, en agosto de 2021, una “tormenta perfecta” fue la encargada de mostrar que los eventuales problemas de suficiencia del SEN. En dicha oportunidad, una hidrología especialmente seca, sumada a una baja notable de disponibilidad eólica en múltiples momentos del mes<sup>1</sup> y diferentes problemas logísticos con los combustibles, fueron responsables que el SEN operara al borde de sus límites.

Este trabajo busca dar respuesta a múltiples interrogantes que subyacen del proceso de Descarbonización de la matriz eléctrica chilena. En particular, permite cuantificar la relevancia que tiene el impuesto al carbono en el proceso de planificación al 2050 y cómo este puede favorecer la incorporación de tecnologías habilitantes que permitan transitar hacia un sistema profundamente descarbonizado. ¿Es el impuesto al CO<sub>2</sub> actual suficiente para acelerar el abandono de los combustibles fósiles? ¿Es necesario seguir instalando más centrales en base a diésel? ¿Qué tan importante es disponer de tecnologías de almacenamiento? Estas y otras preguntas son respondidas en este trabajo, el cual busca ser una guía para la creación de políticas públicas en búsqueda de una matriz eléctrica chilena baja en carbono.

### REFERENCIAS

- [1] Flexibilidad del sistema eléctrico para la transición energética, Agencia Internacional de Energías Renovables, IRENA, 2018.
- [2] Efecto del impuesto al CO<sub>2</sub> en el sector de la energía de países seleccionados de América Latina y el Caribe, CEPAL, 2022.
- [3] W. Bank. (2022, May) State and trends of carbon pricing 2022. World Bank. Consultado el 28-05-2022.
- [4] Progresos en Materia de agua potable, saneamiento e higiene, OMS, 2017. Accedido: 27 de junio de 2022.
- [5] Generación real del sistema, agosto 2021. Coordinador Eléctrico Nacional. Consultado el 25-05-2022.

<sup>1</sup> El día 13 de agosto de 2021, los aportes de la generación eólica en el SEN estuvieron por debajo del 10 % de la capacidad instalada durante 13 horas. Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional [5]

## OPORTUNIDADES DE EXPORTACIÓN DE HIDRÓGENO VERDE DESDE LATINOAMÉRICA

Vicente Sepúlveda<sup>1\*</sup>, Rodrigo Palma<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Energía, Universidad de Chile, Plaza Ercilla 874, Santiago, Chile

\*Email: vsepulveda@centroenergia.cl

---

### RESUMEN

Los países latinoamericanos tienen grandes oportunidades de desarrollo económico y sustentable debido a su potencial en energías renovables. Así también, estas oportunidades los convierte en productores potenciales de hidrógeno verde y derivados, tanto para su uso local como para exportación.

En cuanto a la exportación, enviar hidrógeno verde a la Unión Europea puede ser más conveniente si este se produce y envía desde Brasil, pero utilizando la energía solar del norte de Chile. Así, se estaría aprovechando el enorme recurso solar, y el acceso al océano Atlántico de la región. A su vez, el desarrollo de colaboraciones entre países contribuiría a la independencia energética de la región, respecto de los combustibles fósiles importados.

El objetivo principal de este trabajo es identificar las oportunidades de exportación de hidrógeno verde desde Latinoamérica aprovechando las sinergias existentes entre los distintos países y sus recursos renovables. Se plantea un enfoque técnico-económico que sin embargo busca enunciar aspectos socioambientales relevantes a considerar.

Para lograr lo anterior, se establecen puntos de interés de la economía del hidrógeno, tanto en Latinoamérica (productores), como en el mundo (consumidores), mediante revisión bibliográfica y uso de datos georreferenciados. Se realiza un mapa de la región con los puntos de mayor potencial y las zonas de exclusión por criterios técnicos y medioambientales.

Luego, se establecen las posibles conexiones entre estos puntos de mayor potencial, y se evalúa mediante un modelo de optimización los posibles escenarios futuros hasta el 2050. El modelo considera los costos y restricciones de los procesos de producción y transporte del hidrógeno, desde la obtención del agua hasta las pérdidas y uso propio del transporte marítimo.

Finalmente, se obtiene el potencial de la región latinoamericana en cuanto a la exportación y uso local del hidrógeno verde, cuantificando el impacto a nivel de países y de la región, en términos económicos, sociales (empleos) y medioambientales (reducción de emisiones).

75

### AGRADECIMIENTOS

a la familia, amigos, y al equipo del Centro de Energía.

### REFERENCIAS

[1] Palma-Behnke, et al. The Chilean Potential for Exporting Renewable Energy (Mitigation and Energy Working Group Report), (2021).

[2] Antonio Galván, et al. Exporting Sunshine: Planning South America's Electricity Transition with Green Hydrogen. Applied energy, (2022)

[3] IRENA. Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor, (2022).

MÓDULO

# 05





## BAYESIAN ERROR PROPAGATION FOR NEURAL-NET BASED PARAMETER INFERENCE

Daniela Grandón<sup>1,2\*</sup>, Elena Sellentin<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*Grupo de Cosmología y Astrofísica Teórica, Departamento de Física, FCFM,  
Universidad de Chile, Blanco Encalada 2008, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Mathematical Institute, Leiden University, Snellius Gebouw, Niels Bohrweg 1,  
NL-2333 CA Leiden, The Netherlands.*

<sup>3</sup>*Leiden Observatory, Leiden University, Oort Gebouw, Niels Bohrweg 2,  
NL-2333 CA Leiden, The Netherlands.*

\*Email: [daniela.grandon@ug.uchile.cl](mailto:daniela.grandon@ug.uchile.cl)

---

### ABSTRACT

Neural nets have become popular to accelerate parameter inferences, especially for the upcoming generation of galaxy surveys in cosmology. As neural nets are approximative by nature, a recurrent question has been how to propagate the neural net's approximation error, in order to avoid biases in the parameter inference. We present a Bayesian solution to propagating a neural net's approximation error and thereby debiasing parameter inference. We exploit that a neural net reports its approximation errors during the validation phase. We capture the thus reported approximation errors via the highest-order summary statistics, allowing us to eliminate the neural net's bias during inference, and propagating its uncertainties. We demonstrate that our method is quickly implemented and successfully infers parameters even for strongly biased neural nets. In summary, our method provides the missing element to judge the accuracy of a posterior if it cannot be computed based on an infinitely accurate theory code.

### ACKNOWLEDGMENTS

We thank the support staff of Leiden's ALICE High Performance Computing infrastructure. DG acknowledges financial support by project ANIDPFCHA/Doctorado Nacional/2019-2119188 and thanks the Mathematical Institute of Leiden University for the hospitality during this research.

### REFERENCES

[1] D. Grandón and E. Sellentin, Bayesian error propagation for neural-net based parameter inference, 2205.11587.

## FLOW FLUCTUATION IN CONFINED BACTERIAL SUSPENSION

Cristian Villalobos C, María Luisa Cordero. Rodrigo Soto

*Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Avenida Blanco Encalada 2008, Santiago, Chile.  
Email: cristian.villalobos@ug.uchile.cl*

---

### ABSTRACT

Microswimmers move the fluid around their bodies, creating flows that influence the movement of other swimmers and particles in the medium. Once the number of microswimmers increases, these hydrodynamic interactions result in a fluctuating flow, which we aim to characterize. In this work, we study experimentally and numerically the flow fluctuations generated by a confined suspension of E.coli bacteria. The suspension is encapsulated in a double emulsion, where an oil droplet gets trapped inside a bacteria-in-oil emulsion. By measuring the mean square displacement (MSD) and the velocity autocorrelation function of the oil droplet, we found that it performs a persistent random walk at short times with a characteristic persistence time  $\tau$ . Due to the confinement, the MSD reaches a plateau at long times and the velocity correlation function shows a negative peak.

We propose a Langevin-type equation with reflective boundary conditions, where a colored noise term models the flow generated by the bacterial suspension and is characterized by two parameters: its amplitude and correlation time. The numerical solution of this model is in good agreement with the experiments and allows us to obtain the characteristic properties of the noise associated with the bacterial bath.

79

### ACKNOWLEDGMENTS

Funding from ANID through Millennium Nucleus Physics of Active Matter and Beca de Doctorado Nacional 21201766 is gratefully acknowledge.

## SCALING THE IRREVERSIBLE MIXING OF CARBON DIOXIDE IN BRINE-RICH PERMEABLE MEDIA

Juvenal A. Letelier<sup>1\*</sup>, Hugo N. Ulloa<sup>2</sup>, Julio Leyrer<sup>1</sup>, Jaime H. Ortega<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.  
Blanco Encalada 2022, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Department of Earth and Environmental Sciences, University of Pennsylvania, PA, USA.*

<sup>3</sup>*Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de Chile.  
Beauchef 851, Santiago, Chile.*

*\*Email: juvenal.letelier@uchile.cl*

---

### ABSTRACT

The supercritical CO<sub>2</sub> injection and dissolution into deep brine aquifers allow its sequestration within geological formations. After its injection, CO<sub>2</sub> is placed over the denser brine in an apparent gravitational stable distribution. However, mixing CO<sub>2</sub> and brine leads to a cabbelling-like process, i.e., the resulting mixture is even denser than the pure brine. Here, we investigate the fluid dynamics of CO<sub>2</sub> sequestration in underground brines at a laboratory scale utilising the Hele-Shaw model [1].

At this scale, the CO<sub>2</sub>-brine mixture density meets a non-linear miscible model  $\rho(S_w)$ , with  $S_w$  the CO<sub>2</sub> mass fraction. We performed direct numerical simulations to quantify the irreversible mixing of CO<sub>2</sub> in brines, recovering experimental results in porous media [2,3]. More remarkably, for the Hele-Shaw model, we found that the mean scalar dissipation rate,  $\vartheta_{scalar}$ , depends on the Rayleigh number,  $Ra$ , a novel result not predicted by previous works. The results show that the dissolved CO<sub>2</sub> mass flux, characterised by the Sherwood number,  $Sh$ , satisfies the scaling law  $Sh \sim Ra \vartheta_{scalar}$  within the time window between the onset of convection and the arrival of the first megaplume at the Hele-Shaw cell bottom. This work sheds light on the fluid dynamics, the irreversible mixing and trapping of CO<sub>2</sub> into geological reservoirs.

### ACKNOWLEDGMENT

This research was partially supported by the supercomputing infrastructure of the National Laboratory High Performance Computing NLHPC (ECM-02).

### REFERENCES

- [1] J. A. Letelier, N. Mujica, J. H. Ortega, *J. Fluid Mech.* **864**, 746-767 (2019)
- [2] J. A. Neufeld, M. A. Hesse, A. Riaz, M. A. Hallworth, H. A. Tchelepi, H. E. Huppert, *Geophys. Res. Lett.* **37**, 22 (2010)
- [3] R. Guo, H. Sun, Q. Zhao, Z. Li, Y. Liu, C. Chen, *Geophys. Res. Lett.* **48**, 23 (2021)



## EFFICIENT SPIN TO CHARGE CURRENT CONVERSION IN WSE2 BY SPIN PUMPING FROM COFEB

E. Burgos-Parra<sup>1</sup>, K. Abdukayumov<sup>2</sup>, G. Rodriguez<sup>1</sup>, C. Vergnaud<sup>2</sup>, H. Boukari<sup>2</sup>,  
A. Marty<sup>2</sup>, F. Bonell<sup>2</sup>, I. de Moraes<sup>2</sup>, J. Denardin<sup>1</sup>, R. Rodriguez<sup>3</sup>, S. Oyarzún<sup>1</sup> and M. Jamet<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>C Université Grenoble Alpes, CEA, CNRS, G-INP, IRIG-Spintec, Grenoble, France.

<sup>3</sup>Pontificia Universidad Católica de Chile, San Joaquín, Santiago, Chile

\*Email: eoburgos@ug.uchile.cl

### ABSTRACT

The key for a successful integration of electronics and spintronics is mastering the spin-charge conversion phenomena. Since the discovery of this phenomena, 3D materials with large spin-orbit coupling (SOC) have been used to produce spin currents using inverse spin Hall effect. The importance of the interface effects in these systems, and the search for materials with a richer physics, have move the focus to 2D materials, specifically to the family of the transition metal dichalcogenides (TMD) [1]. TMDs materials present a strong SOC effect, exhibit remarkable spin momentum locking due to the Rashba effect and have varied band gaps, making TMDs based devices the cornerstone for the next generation of spintronics and optoelectronic devices.

In this work we have perform spin pumping measurements using microwaves in the X band (9 GHz) in a microwave cavity mode on a Bruker EMX Plus, at room temperature, on multilayer system comprised of //STO/1T'-WSe2/Au/CoFeB/Al. The ferromagnetic resonance spectrum shows (Fig.1(a)) a resonance at  $89.5 \pm 1$  mT for  $0^\circ$  and  $180^\circ$  while the electromotive signal (Fig.1(b)) is centered at the same field position. The fit of the voltage signal yields an amplitude of  $74 \mu\text{V}$  at  $0^\circ$  ( $214 \mu\text{V}$  at  $180^\circ$ ) for the symmetric component of the signal. The voltage achieved at  $180^\circ$  is one order of magnitude bigger than the voltages measured for similar systems using 3D materials such as Pt [2] or Ta. Even more, the symmetric voltage achieved is an order of magnitude bigger than for the sample without the Au spacer between the FM and the TMD. We ascribe this behavior to the improvement of the interfaces between FM and Au and TMD and Au and the lack of intermixing between FM and TMD.

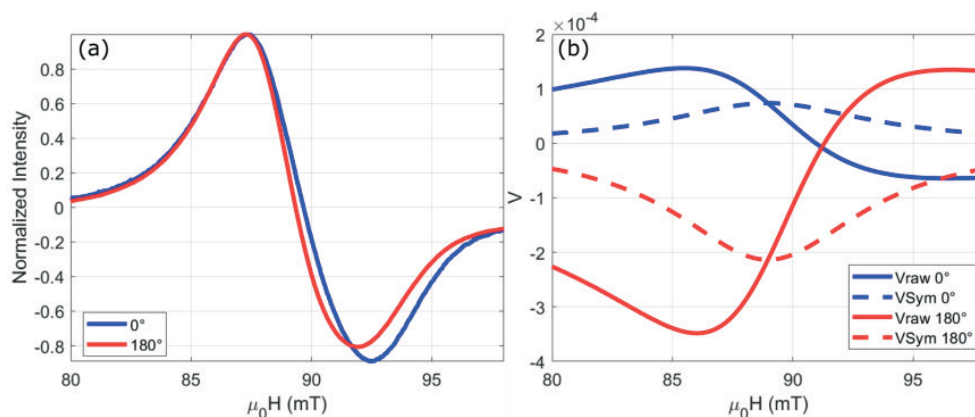


Figure 1: (a) Ferromagnetic resonance spectrum of //STO/1T'-WSe2(1ML)/Au/CoFeB/Al, obtained at 9GHz and 195 mW, for an orientation of  $0^\circ$  and  $180^\circ$  between the plane normal and the external magnetic field. (b) Measured raw ( $V_{raw}$ ) voltage and its symmetric ( $V_{Sym}$ ) component for  $0^\circ$  and  $180^\circ$ , produced by spin pumping on CoFeB onto the TMD layer.

### REFERENCIAS

- [1] Ahn, E.C. npj 2D Mater Appl 4, 17 (2020)  
[2] M. Haertinger, C. H. Back, J. Lotze et al. Phys. Rev. B 92, 054437

## DINÁMICA DE POLARIZACIÓN EN VECSEL CON SESAM

Camila Castillo-Pinto<sup>1\*</sup>, Artur Broda<sup>2</sup>, Iwona Sankowska<sup>2</sup>, Jan Muszalski<sup>2</sup>,  
Yufeng Song<sup>3</sup>, Han Zhang<sup>4</sup>, Krassimir Panajotov<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>*B-PHOT Brussels Photonics, Vrije Universiteit Brussel. Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium*

<sup>2</sup>*Institute of Microelectronics and Photonics, Al. Lotników 32/46, 02-668 Warsaw, Poland*

<sup>3</sup>*Intelligent Internet of Things and Intelligent Manufacturing Center, Shenzhen University, China*

<sup>4</sup>*Shenzhen Engineering Laboratory of Phosphorene and Optoelectronics,  
Institute of Microscale Optoelectronics, Shenzhen University, China*

<sup>5</sup>*Georgi Nadjakov Institute of Solid State Physics, Bulgarian Academy of Sciences,  
72 Tzarigradsko Chaussee, Sofia 1784, Bulgaria*

*\*Email: ccastill@b-phot.org*

### RESUMEN

Los Láser de emisión de superficie de cavidad externa vertical (VECSELS), desarrollados por primera vez en 1997<sup>1</sup>, son de gran interés en la comunidad científica debido a sus ventajas por sobre otros tipos de láser. Se ha demostrado que usando espejos saturables absorbentes (SAM) es posible generar pulsos ultracortos de luz de manera pasiva<sup>2</sup>. En este tópico, grandes avances han sido reportados desde entonces investigando la intensidad y duración de los pulsos de luz<sup>3</sup>. Sin embargo, la dinámica de la polarización de la luz es todavía un campo poco explorado. En este trabajo hemos apuntado a revelar el comportamiento temporal de la polarización para este tipo de láser, investigando experimentalmente los parámetros de Stokes normalizados y el grado de polarización de la luz. Nuestros resultados demuestran que los parámetros de Stokes normalizados y el grado de polarización son variables dinámicas, que alcanzan valores extremos durante el pulso. Además, la luz está elípticamente polarizada, exhibiendo componentes de polarización circular positiva (rotación hacia la derecha) o negativa (rotación hacia la izquierda).

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido apoyado por Fonds Wetenschappelijk OnderzoekVlaanderen FWO (G0E5819N) y National Natural Science Foundation of China (No. 61705140)

### REFERENCIAS

<sup>1</sup> Kuznetsov, M. et al., (1997). High-power (>0.5-W CW) diode-pumped vertical external-cavity surface-emitting semiconductor lasers with circular TEM/sub 00/beams. IEEE Photonics Technology Letters, 9(8), 1063-1065.

<sup>2</sup> Hoogland, S. et al., (2000). Passively mode-locked diode-pumped surface-emitting semiconductor laser. IEEE Photonics Technology Letters, 12(9), 1135- 1137.

<sup>3</sup> Tilma, B. W. et al., (2015). Recent advances in ultrafast semiconductor disk lasers. Light: Science & Applications, 4(7), e310-e310.)

## LOCALIZACIÓN DE LUZ EN UNA CINTA DE LIEB COMPRIMIDA

Guillermo Fadic<sup>1\*</sup>, Bastián Real<sup>1</sup>, Rodrigo A. Vicencio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Física y MIRO, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile*

*\*Email: guillermo.fadic@ug.uchile.cl*

---

### RESUMEN

El estudio de la localización de la luz en una red fotónica que presenta bandas planas generalmente asume sólo acoplamiento a primeros vecinos, ya que se ha predicho que acoplamiento con vecinos más lejanos curva las bandas, induciendo transporte. La cinta de Lieb es una red cuasi-1D que presenta una banda plana, y en este trabajo se demuestra que al comprimir esta red para inducir acoplamiento a segundos vecinos es posible mantener la localización mediante una nueva banda plana que surge al satisfacer una relación muy precisa entre los acoplamientos a primeros y segundos vecinos. Buscamos en este trabajo observar esta transición experimentalmente, observando la transición localización-transporte-localización- transporte en torno a la relación antes mencionada.

## CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS DE V2O5 MOLECULARMENTE FUNCIONALIZADAS, PARA SU USO COMO CÁTODO DE BATERÍAS DE LITIO

Juan Fernández<sup>1\*</sup>, Samuel Hevia<sup>2</sup>, Marcos Flores<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, FCFM, Universidad de Chile, Beauchef 850, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Institute of physics. Pontificia Universidad Católica, Vicuña Mackenna 4860, Santiago, Chile

\*Email: juan.fernandeza.96@gmail.com

### RESUMEN

Hoy en día, las investigaciones dirigidas a mejorar el desempeño de las baterías de litio han ido en aumento ya que se espera un aumento del 300% en la demanda de almacenamiento de energía para el 2030. En particular, se busca aumentar la capacidad de carga de las baterías y su eficiencia, para lo cual, las investigaciones se enfocan principalmente en el cátodo de la batería, ya que el desempeño de estas depende fuertemente de sus propiedades. Entre los materiales catódicos más utilizados se encuentran  $\text{LiMnO}_2$  y  $\text{LiCoO}_2$ , sin embargo, el  $\text{V}_2\text{O}_5$  ha atraído gran interés debido a su alta capacidad teórica de carga (294 mAh/g), por lo cual se busca aumentar la ciclabilidad de este material. Para cumplir con ello se han implementado varias estrategias, entre las cuales sobresale el recubrimiento de la superficie del cátodo para protegerla de la acción reductora del electrolito.

En este trabajo se recubrió la superficie de  $\text{V}_2\text{O}_5$  con ácido 4-(fenilazo)benzoico (PPAB). Las superficies de  $\text{V}_2\text{O}_5$  fueron preparadas mediante la evaporación de vanadio metálico por cañón de electrones, que fueron posteriormente oxidadas térmicamente en una atmosfera controlada de oxígeno. Luego a la mitad de las muestras se les depositó PPBA mediante inmersión con isopropanol. La composición química de la muestra fue analizada mediante espectroscopía de fotoelectrones emitidos por rayos X, comprobando la elaboración de  $\text{V}_2\text{O}_5$  y la presencia de la molécula luego de la inmersión en la solución. Además, la caracterización topográfica de la muestra se realizó mediante microscopía de fuerza atómica (AFM) y la caracterización eléctrica mediante AFM conductor (CAFM). De esta última caracterización se obtuvo una notable diferencia de conductividades entre la muestra prístina y la muestra funcionalizada con moléculas (a). Finalmente se utilizó el material elaborado como batería y se comprobó un aumento en la eficiencia para la muestra funcionalizada con moléculas (b).

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento a los proyectos MultiMat y fondecyt 1191779.

### REFERENCIAS

[1] Shaqsi, A. Z. A. et al. Review of energy storage services. *Energy Reports*, 6, 288-306.

[2] J-M Tarascon et al. Issues and challenges facing, pages 171–179. World Scientific, 2011.

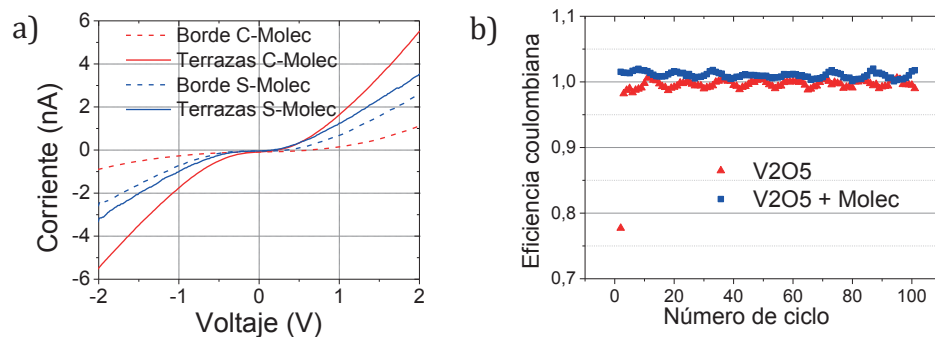


Figura 1:  
a) curvas IV  
de las muestras,  
b) eficiencia  
coulombiana

## INFORMED TOTAL-ERROR-MINIMIZING (ITEM) PRIORS: INTERPRETABLE COSMOLOGICAL PARAMETER CONSTRAINTS DESPITE COMPLEX NUISANCE EFFECTS

Bernardita Ried<sup>1\*</sup>, Daniel Gruen<sup>2</sup>, Oliver Friedrich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Física, FCFM, Universidad de Chile,  
Av. Blanco Encalada 2008, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*University Observatory, Faculty of Physics, Ludwig-Maximilians-Universität München,  
Scheinerstr. 1, 81677 Munich, Germany.*

<sup>3</sup>*Excellence Cluster ORIGINS, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching, Germany.*

*\*Email: [bernardita.ried@ug.uchile.cl](mailto:bernardita.ried@ug.uchile.cl)*

---

### ABSTRACT

Present and future wide-area surveys of galaxies will provide an unprecedented volume of data over most of the extragalactic sky. An example of this is the Dark Energy Survey (DES) [1]. The promise of precision cosmology with these data can only be realized by accounting for nuisance effects - both astrophysical and in the calibration uncertainty of data - with increasingly complex models. A key step of the cosmological inference from survey data is to perform likelihood analyses that results in a many-dimensional joint posterior distributions. While Bayesian inference techniques are standard in cosmological analyses, the average audience of these analyses interprets resulting parameter constraints with a frequentist intuition. It is increasingly understood that this intuition can fail when marginalizing high-dimensional parameter spaces onto subsets of parameters because of what has come to be known as *projection effects* or *prior volume effects*.

We present the method of Informed Total-Error-Minimizing (ITEM) priors to address this effect. ITEM priors are prior distributions on a set of nuisance parameters intended to enforce the validity of a frequentist interpretation of the posterior constraints derived for a set of target parameters (e.g. cosmological). Our method works as follows: We split the vector of the model parameter into target and nuisance parameters. For a set of realistic data realizations we generate target parameter posteriors using several different candidate priors for the nuisance parameters. Next, we remove candidate priors that do not accomplish minimum requirements of bias (of point estimates) and coverage (of 1- $\sigma$  confidence regions) for the target parameters. Of the priors that survive this cut we select the ITEM prior as the one that minimizes the total error of the marginalized posteriors of the target parameters.

As an example, we apply our method by re-analyzing the Density Split Statistics (DSS) measured in DES Year 1 data. We provide ITEM priors needed to model the shot-noise of tracer galaxies that enter the DSS. We demonstrate that the ITEM priors substantially reduce prior volume effects that arise when marginalizing over these shot-noise parameters.

### ACKNOWLEDGMENTS

BR was funded by the Chilean National Agency for Research and Development (ANID) - Subdirección de Capital Humano / Magíster Nacional / 2021 - ID 22210491 and the German Academic Exchange Service (DAAD, Short-Term Research Grant 2021 No. 57552337).

### REFERENCES

[1] Dark Energy Survey Collaboration, MNRAS **460**, 1270–1299 (2016)

## CÓMO CONTROLAR LA DISPERSIÓN DE LA LUZ EN MATERIALES COMPLEJOS

Alfredo Rates<sup>1\*</sup>, Minh Duy Truong<sup>1</sup>, Ad Lagendijk<sup>1</sup>, Willem L. Vos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Complex Photonic Systems (COPS), MESA + Institute for Nanotechnology,  
University of Twente, P.O. Box 217, 7500 AE Enschede, The Netherlands.*

*\*Email: a.rattessoriano@utwente.nl*

---

### RESUMEN

Poder observar y controlar la luz a través de materiales opacos ha sido un tema de investigación en múltiples áreas de la ciencia, desde nanotecnología hasta medicina. Una técnica desarrollada recientemente para lograr este objetivo es *Wavefront Shaping* (WFS) [1], donde se controla la dispersión de la luz mediante interferencia. El potencial de la técnica WFS ha sido ampliado en múltiples direcciones, con muchas mejoras a lo largo de los años. Aún, WFS se enfoca en optimizar la intensidad de la luz, sin preocuparse de las propiedades complejas de esta. A raíz del estudio de WFS, recientemente se ha descubierto el efecto *Mutual Extinction and Transparency* (MET)[2], el cual estudia la interferencia entre luz coherente y luz dispersa. Explotando el efecto MET, se puede controlar tanto la dispersión como la absorción de la luz, con lo que se puede manipular la transparencia de un objeto. Este efecto fue observado experimentalmente[3] y promete ser una ampliación de la técnica WFS para materiales absorbentes. En esta charla haré una introducción a nuestro grupo Complex Photonic Systems (COPS), donde se descubrieron tanto la técnica WFS como el efecto MET. Hablaré de la importancia del estudio de la dispersión de la luz y cómo en COPS estudiamos estos fenómenos. Finalmente, hablaré en detalle sobre el efecto MET y su proyección a futuro.

86

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Cornelis Harteveld por su apoyo técnico, Ozan Akdemir por preparación de muestras y Catalina García por su contribución. Este trabajo fue financiado por el programa P15-36 de NWO-TTW "Free-form scattering optics" y el MESA+ institute en la sección Applied Nanophotonics (ANP).

### REFERENCIAS

- [1] I. M. Vellekoop and A. P. Mosk, *Opt. Lett.* **32**, 2309 (2007).
- [2] A. Lagendijk, A. P. Mosk, and W. L. Vos, *EPL* **130**, 34002 (2020).
- [3] A. Rates, A. Lagendijk, O. Akdemir, A. P. Mosk, W. L. Vos, *PRA* **104** (4), 043515 (2021).



MÓDULO

06







## ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL RENDIMIENTO DE UNA TURBINA PELTON DE UNA MICROCENTRAL PARA DISTINTAS CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Raúl Delgado Currín<sup>1,2\*</sup>, Williams Calderón Muñoz<sup>2</sup>, Juan Elicer Cortés<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Depto. Ingeniería Mecánica – Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile.

<sup>2</sup>Depto. Ingeniería Mecánica – Universidad de Chile, Av. Beauchef 851, Santiago, Chile.

\*Email: raul.delgado@ufrontera.cl

### RESUMEN

En este trabajo, se ha llevado a cabo la puesta en marcha de una micro central hidráulica con la finalidad de realizar un trabajo experimental para analizar el efecto de la variación de las condiciones de operación en el rendimiento de una turbina Pelton.

Si bien se han realizado caracterizaciones de la turbina Pelton utilizando distintos diámetros de inyector, caudales, con distintas potencias de frenado del eje, no se ha caracterizado para distintas alturas de presión sino solo las variaciones de estas por efecto de la variación de caudal y diámetros de inyector, considerando potencia generada en el eje la turbina de 70 (W) [1]. En este trabajo, se realiza una caracterización experimental de una turbina considerando distintas aperturas del inyector  $d$ , alturas presión  $H$  y caudal  $Q$ . Además, se utilizan distintas cargas eléctricas Pelect conectadas al generador para obtener el rendimiento de la turbina. La instalación experimental se muestra en la Figura 1 (a) en donde se ve la disposición de cada uno de los componentes que la conforma. En la Figura.1(b) se muestra un esquema de dicha instalación.

Los resultados experimentales muestran que el aumento de la apertura del inyector conduce a una reducción de la potencia de entrada debido a la disminución de  $H$  [2]. Existe un rendimiento óptimo de la turbina influenciado por las cargas eléctricas sobre el generador eléctrico, debido al aumento del torque y presión para suministrar la potencia necesaria. Se observa además que, al considerar la velocidad del eje de la turbina-generador constante

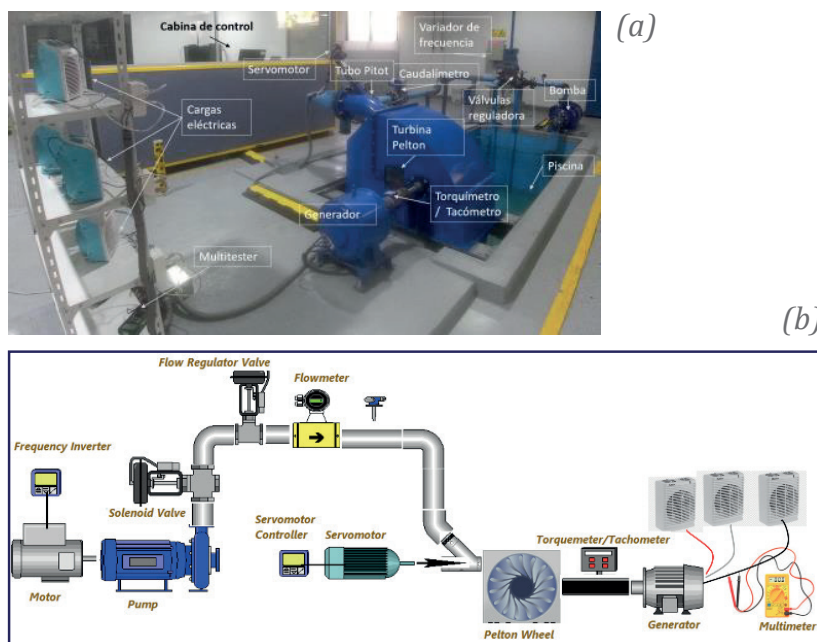


Figura 1  
(a) Banco de ensayos experimental y  
(b) esquema de instalación.

para cada ensayo, se obtiene que el torque y potencia en el eje van en aumento, tanto al aumentar la carga eléctrica como al aumentar las revoluciones de eje. Por otra parte, se observa un aumento del rendimiento al aumentar la velocidad de giro y disminución de la carga eléctrica al generador.

### AGRADECIMIENTOS

A la Beca de Doctorado Nacional ANID y Universidad de la Frontera.

### REFERENCIAS

- [1] O. Alomar, H. Adb, M. Salih. Performance analysis of Pelton turbine under different operating conditions: An experimental study. **Vol 13**, Issue 4 (2022).
- [2] F.Stamatelos, J. Anagnostopoulos, .E. Papantonis, Performance measurements on a Pelton turbine model. Vol.225 (3) pp. 351-362 (2011).

## PROBLEMA DE UN CILINDRO EN SUSPENSIÓN: COMPARACIÓN ENTRE SIMULACIONES NUMÉRICAS Y MEDICIONES EXPERIMENTALES UTILIZANDO LDV

Nicolás Molina Godoy<sup>1\*</sup>, R. H. Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LEAF-NL, Departamento de Ingeniería Mecánica,  
Universidad de Chile, Casilla 2777, Santiago, Chile.

\*Email: nicolas.molina@ug.uchile.cl

---

### RESUMEN

En la actualidad es posible modelar algunos dispositivos mecánicos, como los rodamientos, mediante una celda de Taylor-Couette horizontal donde el cilindro interior se encuentra en rotación libre dado su mecanismo de funcionamiento [1,2]. No obstante, son pocos los estudios experimentales que han considerado este tipo de régimen como objeto de estudio. Algunos autores se han aproximado a este modelo utilizando como cuerpos interiores paralelepípedos o cilindros y empleando teoría de lubricación [3-5].

El presente trabajo tiene como fin continuar lo realizado por [6], utilizando una celda tipo Taylor-Couette horizontal, donde el cilindro interior corresponde a un tubo hueco. Se utiliza la técnica LDV para encontrar el campo de velocidades a través de la celda. Además, se realiza una simulación numérica 3D utilizando el método de volúmenes finitos en OpenFoam para una posición fija del cilindro interior en suspensión.

Se consideran números de Reynolds  $ReD,1=2686, ReD,2=5273, ReD,3=7782$  y  $ReD,4=10361$ . Estos valores son impuestos por las diferentes velocidades de rotación del cilindro exterior. De este modo se pueden comparar los resultados experimentales con los numéricos a modo de validación de estos últimos, para luego poder calcular otros parámetros físicos del sistema en base a los resultados numéricos.

### AGRADECIMIENTOS

Nicolás Molina Godoy agradece el financiamiento de ANID a través de su programa de becas de doctorado, ANID-PFCHA/Doctorado\_Nacional/2020-21200878 y al laboratorio LEAF-NL por el uso de sus instalaciones.

### REFERENCIAS

- [1] G. Wang & H. Yuan, Phys. Fluids, **30**, 037101 (2018)
- [2] G. Wang & H. Yuan, Phys. Fluids, **31**, 017103 (2019)
- [3] T. Mullin, H. Ockendon & J. Ockendon, J. Fluid Mech. **888**, A17 (2020)
- [4] J. Eggers, R. R. Kerswell & T. Mullin, Phys. Rev. E, **87**, 065001 (2013)
- [5] M. Dalwadi, R. Cimpeanu, H. Ockendon, J. Ockendon & T. Mullin, J. Fluid Mech. **917**, A28 (2021)
- [6] R.H. Hernández, A. Vial & C. Barraud, Phys. Fluids, **27**, 083602 (2015)

## PROTOTIPO EXPERIMENTAL PARA LA MEDICIÓN Y VISUALIZACIÓN DE ESTELAS A BAJOS NÚMEROS DE REYNOLDS

J.E. Rozas<sup>1,2\*</sup>, R.H. Hernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LEAF-NL, Departamento de Ing. Mecánica, Universidad de Chile, Casilla 2777, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Academia Politécnica Aeronáutica, Fuerza Aérea de Chile, Santiago, Chile.

\*Email: joseph.rozas@ug.uchile.cl

### RESUMEN

Se presentan resultados experimentales sobre la interacción entre las estelas de un sistema formado por dos cilindros (binario) de diferentes diámetros [1]. El sistema binario está conformado por un cilindro primario de diámetro  $d_0$  y un cilindro secundario de diámetro  $d_1 < d_0$ , separados por una distancia  $e$ . El sistema binario es introducido en un estanque con agua y acoplado a un carro con desplazamiento lineal, provocando el desarrollo de la estabilidad de Bénard von Kármán (BvK) [2,3] a través del movimiento relativo entre el cuerpo y el fluido. La dinámica de las estelas es caracterizada a través de un algoritmo PIV (Particle Image Velocimetry) usando un sensor CCD acoplado al movimiento solidario del carro. Se incorporan en el agua, partículas de vidrio (Spherical 110P8) como trazador, iluminándose a través de un plano láser horizontal de 200 mW y 532 nm de longitud de onda. Por otro lado, la interacción de estelas se visualiza usando la técnica de burbujas de hidrógeno (HB) [4,5] cuyo montaje contempla la incorporación de un electrodo (alambre de platino con 30  $\mu\text{m}$  de diámetro [6]) aguas arriba del sistema binario y anclado al movimiento solidario del carro.

Las mediciones de los perfiles de velocidad permitieron analizar y caracterizar el comportamiento dinámico de las estelas en el rango subcrítico-super-crítico del número de Reynolds ( $\text{Re}_{\text{sub}} < 47 < \text{Re}_{\text{super}}$ ). El resultado del análisis con PIV permite obtener perfiles promediados de velocidad y velocidad rms, además, visualizar la formación e interacciones de vórtices entre ambas estelas identificando zonas sincrónicas y asincrónicas en las interacciones de estela.

93

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Proyectos Conicyt-Fondequip EQM 190029, UM-03/19 de la Universidad de Chile y Beca de Doctorado Nacional ANID, folio 21161186.

### REFERENCIAS

- [1] K. Zhang and M. N. Haque. Wake interactions between two side-by-side circular cylinders with different sizes. Pages 1–10, 2022.
- [2] C. Mathis and L. Boyer. Benard-von Karman instability: Transient and forced regimes. Journal of Fluid Mechanics, 182:1–22, 1987.
- [3] R. H. Hernández and C. Baudet. A new perturbation method. Application to the Bénard-von-Kármán instability in the subcritical regime. Europhysics Letters, 49(3):329–335, 2000.
- [4] S. Kumar, G. Laughlin, and C. Cantu. Near-wake structure behind two circular cylinders in a side-by-side configuration with heat release. Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics, 80(6):1–11, 2009.
- [5] C. Morton and S. Yarusevych. Three-dimensional flow and surface visualization using hydrogen bubble technique. Journal of Visualization, 18(1):47–58, 2015.
- [6] S. Edition. Flow Visualization - Techniques and Examples. 2010.

## PARAMETER ESTIMATION IN FLUID FLOW MODELS FROM ALIASED VELOCITY MEASUREMENTS

Jeremías Garay<sup>1\*</sup>, David Nolte<sup>2</sup>, Miriam Löcke<sup>1</sup>, Cristóbal Bertoglio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Bernoulli Institute, University of Groningen, The Netherlands.*

<sup>2</sup>*Department for Fluid Dynamics, Technical University of Berlin, Germany.*

*\*Email: j.e.garay.labra@rug.nl*

---

### ABSTRACT

In blood flows, the personalization of spatially distributed (i.e. 3D) models is a key step in performing predictive patient-specific simulations. Such a step relies on the formulation and numerical solution of inverse problems using clinical data, namely medical images for measuring both anatomy and function of the vasculature. In the context of 3D-0D coupled models, the personalization typically relies on estimating those 0D model parameters at each outlet boundary of the 3D model from velocity (and eventually pressure) data using non-linear least-squares approaches solved via variational [1] or sequential [2,3] methods.

On the other hand, the gold standard for distributed blood flow velocity measurements in the clinical context is Phase-Contrast Magnetic Resonance Imaging (PC-MRI) [4,5]. However, PCMRI presents important artifacts, noise and velocity aliasing being the most important ones. When personalizing the models with such data, not taking them into account can render to important inaccuracies in the blood flow model personalization.

Therefore, in this work we introduce a new but straightforward inverse problem formulation in order to effectively account for aliased velocity data. This is accomplished by a generalization of the cost function using the fact that phase-contrast problem accounts for multiple periodic solutions. This new formulation is naturally derived from the phase-contrast problem with the complex MRI signal as input.

Numerical results in an aortic flow show robust parameter estimation for velocity encoding ranges until 30% of the maximal velocity of the problem, while the standard inverse problem fails already for any encoding velocity smaller than the true one. Moreover, the parameter estimation results are even improved for reduced velocity encoding ranges when using the new cost function. The presented approach allows therefore for great flexibility in personalization of blood flows models from MRI data commonly encountered in the clinical context.

### REFERENCES

- [1] Fevola, E. et al. P. Int. Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering **37.10** (2021)
- [2] Pant, S., Fabreges, B., Gerbeau, J-F, Vignon-Clementel, I. E. Int. Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering **30** (2021)
- [3] Arthurs, C., Xiao, N., Moireau, P., Schaeffter, T., Figueroa, C. Advanced modeling and simulation in engineering sciences. **7** (2021)
- [4] Markl M, Frydrychowicz A, Kozerke S, Hope M, Wieben O. Journal of Magnetic Resonance Imaging **36**(5) (2012)
- [5] Soulat G, McCarthy P, Markl M. Annual Review of Biomedical Engineering **22** (2020)



MÓDULO

07







## PROCESO DE GESTIÓN DE INNOVACIÓN EMPRESARIAL APLICADO EN UNA ENTIDAD FINANCIERA

Eduardo Alvarez Badillo<sup>1\*</sup>, Rocío Ruiz<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Master in Business Engineering MBE, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>DII, Domeyko 2367, Santiago, Chile.

\*Email: [eduardo.alvarez.b@ing.uchile.cl](mailto:eduardo.alvarez.b@ing.uchile.cl)

### RESUMEN

El trabajo identifica y propone una solución a la necesidad empresarial de generar y sostener iniciativas de innovación, siendo capaces de asumir riesgos que no impacten en la operación y continuidad del negocio, mientras que en paralelo se pueda experimentar y desarrollar productos, servicios, canales u otras capacidades digitales de que apoyen a la empresa en una realidad más volátil y competitiva, permitiéndole consolidar su mercado cautivo y la vez explorar mercados cercanos, sin perder ni descuidar su operación tradicional. Mediante la ingeniería de negocios y utilizando tecnologías de información, se ha tomado el modelo de gestión de innovación por Lily Pads y se ha logrado diseñar un Proceso de Gestión de Innovación enfocado en producir productos mínimos viables que puedan ser gestionados y gobernados desde su etapa más temprana, ideación, hasta su entrega e integración a la operación core de la empresa, evolución.

Gracias a la ejecución y demostración de piloto, se logró vivir desde cero y llegar hasta la medición de resultados, donde un MVP simple puede agregar valor en poco tiempo, implementando el proceso de gestión de innovación en la empresa. Se demuestra además que las unidades de innovación empresarial son espacios de experimentación y desarrollo de nuevas capacidades y fortalezas, a través de ejercicios de prueba error ejecutados frecuentemente, motivo por el que éstas no representan una rentabilidad financiera en el corto plazo, pero sí están obligadas a demostrar su aporte al entregar resultados sobre espacios de incertidumbre que la operación normal no puede topár aún. Así, la empresa ha aceptado esta conceptualización y ha tomado la decisión de implementar el proceso de gestión de innovación, declarando una unidad de negocio tipo hub para llevarla a cabo, y escalar su alcance en el corto plazo.

98



### AGRADECIMIENTOS

A la Presidencia de Banco Diners Club Ecuador, y a la dirección ejecutiva del Master en Ingeniería de Negocios MBE, del DII.

### REFERENCIAS

Barros, O. (2017). Service design with applications for health care Institutions. New York, NY: Business Expert Press.

Obtenido de <http://www.researchgate.net/publication/281464831>.

Nagji, B., & Tuff, G. (Mayo de 2012). Managing you innovation portfolio. Harvard Business Review, 3-11.



MÓDULO





## DEVELOPMENT, TEST, AND INTEGRATION OF AN ULTRA-LOW-COST STAR TRACKER IN THE NEW SUCHAI SATELLITE MISSIONS OF THE UNIVERSITY OF CHILE

Samuel T. Gutiérrez<sup>1\*</sup>, César I. Fuentes<sup>2</sup>, Marcos A. Díaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Space and Planetary Exploration Laboratory (SPEL), Electrical Engineering Department,  
Faculty of Physical and Mathematical Sciences, University of Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Astronomy Department, Faculty of Physical and Mathematical Sciences,  
University of Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: samuel.gutierrez@ug.uchile.cl*

### ABSTRACT

Attitude estimation sensors contribute to increasing the capabilities of satellites in space, although they constitute a significant fraction of the budget of a satellite mission [1]. If the mission requires attitude determination with a precision of the order of arcminutes (or better), the cost skyrockets. This limits the capabilities of the satellite, especially if the mission budget is limited. To solve this problem, we developed SOST (SPEL - Open Star Tracker), a star tracker for CubeSat-type nanosatellites, capable of attitude determination at an ultra-low cost, achieving sub-arcminute precision (in the boresight direction) 97.3% of the time in almost 12 s of operation. Regarding the hardware, the proposed platform is based on the Raspberry Pi family of microcomputers. In terms of software, SOST relies on free and open-source software widely used in the field of astronomy. Currently, the operation of a Raspberry Pi in space has been demonstrated [2], and the use of commercial off-the-shelf components (COTS) has been consolidated as a new area of research and testing for nanosatellites [3]. The development of SOST involved the creation of an algorithm based on robust astronomical tools and was tested with space images from the STEREO satellite from NASA. The proposed hardware with the algorithm was extensively tested, ensuring its ability to work in space with performance according to the requirements of the new space missions of the SPEL group: SUCHAI-2/3 and PlantSAT. In terms of hardware, the PC-104 standard was used to integrate SOST. Regarding software, the satellite flight software developed at SPEL was used. It was established requirements for the payload, and commands were developed to satisfy those requirements. Finally, a series of experiments are proposed to evaluate the performance of SOST in space.

### ACKNOWLEDGMENT

The authors thank CONICYT - Programa formación de capital humano avanzado (PFCHA)/Doctorado Nacional/2017-21171862. In addition, we would like to thank the entire human group that makes up SPEL for their constant support during this work.

### REFERENCES

- [1] C. C. Liebe. Accuracy performance of star trackers - A tutorial. *IEEE Transactions on aerospace and electronic systems*, 38(2):587–599, 2002.
- [2] BBC. Raspberry Pi computer looks down on Earth. Available: <http://www.bbc.com/news/science-environment-49584941>. [Online]. Accessed on: July 20, 2022.
- [3] Samuel Pedrotty, Ronney Lovelace, John Christian, Devin Renshaw, and Grace Quintero. Design and performance of an open-source star tracker algorithm on commercial off-the-shelf cameras and computers. In *43rd Annual AAS Guidance, Navigation and Control Conference*, 2020.

## ARREGLO DE MOTORES DE PROPELENTE SÓLIDO PARA EL PROBLEMA DE ATERRIZAJE SUAVE EN LA LUNA: ESTUDIO DE LOS REQUERIMIENTOS Y DISEÑO DEL AGCS

Elías Obreque Sepúlveda<sup>1,2\*</sup>, Marcos Díaz Quezada<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago 8370448, Chile*

<sup>2</sup>*Laboratorio de Exploración Espacial y Planetaria (SPEL), Facultad de Ciencias Físicas y  
Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago 8370448, Chile*

### RESUMEN

Este trabajo presenta el diseño de un sistema de control inteligente de actitud y guía (AGCS) para el problema del aterrizaje suave en la Luna utilizando motores de propelente sólido (SPM). Si bien los SPMs presentan problemas de controlabilidad y el hecho de que no se pueden volver a apagar/encender una vez encendidos/apagados, estos se caracterizan por su confiabilidad, simplicidad y rentabilidad [1]. En consecuencia, nuestra principal contribución es abordar estas desventajas mediante la formulación de un problema de optimización de aterrizaje unidimensional utilizando un arreglo de SPMs. El arreglo se estudia en una plataforma CubeSat con diferentes números de motores, y para tres tipos de sección transversal del grano propulsor (STGP) en el motor: Regresivo, Neutral y Progresivo. Los parámetros del motor y el control son optimizados mediante un algoritmo genético (AG) debido a la no linealidad del problema y las incertidumbres de las variables de estado. Se analizan dos enfoques de diseño para el control, donde el diseño robusto basado en las incertezas de las variables muestra el mejor desempeño. Para esto se definen 30 casos de aterrizajes y una función de costo promedio (FCP) para el AG [2]. La FCP se calcula con la media y la desviación estándar de las funciones de costos individuales pertenecientes a los 30 casos de trayectorias simuladas. La evaluación del segundo enfoque por simulaciones de Monte Carlo demuestra la efectividad de la estrategia de diseño para 60 nuevos casos. Esta mejora disminuye la velocidad de impacto (VI) asintóticamente a medida que aumenta el número de motores, y disminuye la s. d. de la velocidad. Los resultados muestran que la VI óptima en la superficie es de -2.97 m/s con una s. d. de 0.993 m/s utilizando un arreglo de 10 motores con una STGP regresivo.

Paralelamente, durante el descenso se requiere de un sistema de estimación y control de actitud para mantener la estabilidad direccional del empuje. El arreglo de motores implica la existencia de fuerzas no colineales al centro de masa que generan torques externos y para disminuir los torque cada motor inicia junto a otro simultáneamente. Como la ignición posee tiempos muertos pequeños y aleatorios, esto aún deja torques residuales que deben ser eliminados. Por ello, se detallan los rangos del torque residual, y los requerimientos de control de unas ruedas de reacción.

### AGRADECIMIENTOS

FONDECYT Regular 1221907 y 1211695, Oficina de Investigaciones Científicas del Ejército del Aire (AFOSR), número de adjudicación FA9550-18-1-0249, y CONICYT-PFCHA/Doctorado Nacional/2019-21190990. Los autores agradecen al laboratorio SPEL de la Universidad de Chile.

### REFERENCIAS

- [1] F. Maggi, A. Bandera, L. Galfetti, L. T. De Luca, T. L. Jackson, *Acta Astronautica*. **66**, 1563-1573 (2010)
- [2] I. Sekaj, *IFAC Proceedings Volumes*. **36**, 125-128 (2003)

## THE AUTOMATIC LEARNING FOR THE RAPID CLASSIFICATION OF EVENTS (ALERCE) ALERT BROKER

Ignacio Reyes Jainaga<sup>1, 2</sup>; F. Förster; A. Álvarez; J. Arredondo; N. Astorga;  
F. E. Bauer; A. Bayo; J. Borissova; G. Cabrera-Vives; P. Castellanos; M. Catelan;  
A. Clocchiatti; R. Dastidar; D. De Cicco; C. Donoso-Oliva; F. Elorrieta; P. A. Estévez; S. Eyheramendy;  
C. Fuentes; P. Gallardo; L. Hernández-García; P. Huijse; R. Kurtev;  
P. Lira; A. Moya; A. Muñoz-Arancibia; M. Pérez-Carrasco; G. Pignata; E. Reyes;  
D. Rodríguez-Mancini; P. Sánchez-Sáez; B. Vallejos; J. R. Vergara;

<sup>1</sup>Centro de Modelamiento Matemático, Beauchef 851, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Instituto Milenio de Astrofísica MAS, Av. Vicuña Mackenna, 4860, Macul, Santiago.

\*Email: ireyes@cmm.uchile.cl

### ABSTRACT

*The Automatic Learning for the Rapid Classification of Events (ALeRCE) [1] es un broker o intermediario astronómico cuya función es recibir alertas desde telescopios de levantamiento, procesarlas en tiempo real, enriquecerlas con información adicional, y disponibilizar dichos datos a la comunidad astronómica. Actualmente ALeRCE recibe alertas desde el Zwicky Transient Facility (ZTF) y desde el Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System (ATLAS), y se encuentra en preparación para operar como uno de los brokers oficiales del Observatorio Vera C. Rubin. El procesamiento que realiza ALeRCE incluye la ingestión de alertas en tiempo real, agregación, cruzamiento con otros catálogos, clasificación de eventos y fuentes con modelos de aprendizaje de máquinas, entre otras tareas. Actualmente ALeRCE tiene dos clasificadores en operación: un clasificador de imágenes usado para la detección rápida de eventos transitorios [3] y un clasificador de curvas de luz con una taxonomía más refinada [2]. Los productos que entrega ALeRCE pueden ser accesados mediante una interfaz web, una API, un cliente de Python, una conexión a la base de datos y un stream de Apache Kafka (ver <http://alerce.science/services/>). Desde 2019, ALeRCE ha reportado más de 15000 candidatos a supernova en TNS y clasificado más de 1.7 millones de curvas de luz. El 30% de las supernovas confirmadas a nivel mundial, descubiertas desde 2021, han sido halladas gracias a ALeRCE. El objetivo de esta presentación es dar a conocer las herramientas que ofrece ALeRCE y mostrar de qué manera la comunidad astronómica puede hacer uso de ellas en sus distintos casos científicos.*

### AGRADECIMIENTOS

ALeRCE opera gracias al financiamiento y apoyo del Instituto Milenio de Astrofísica MAS, Centro de Modelamiento Matemático, Data Observatory, Universidad de Concepción, ANID, Fintual, REUNA y NLHPC, además de las universidades y centros de investigación a los que sus miembros se encuentran afiliados.

### REFERENCIAS

- [1] Förster, F., et al. "The automatic learning for the rapid classification of events (ALeRCE) alert broker." *The Astronomical Journal* 161.5 (2021): 242.
- [2] Sánchez-Sáez, P., et al. "Alert classification for the ALeRCE broker system: the light curve classifier." *The Astronomical Journal* 161.3 (2021): 141.
- [3] Carrasco-Davis, Rodrigo, et al. "Alert classification for the ALeRCE broker system: The real-time stamp classifier." *The Astronomical Journal* 162.6 (2021): 231.



## DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UN RADIOTELESCOPIO PARA LA DETECCIÓN DE RÁFAGAS RÁPIDAS DE RADIO

Francisca Solís<sup>1\*</sup>, Sebastián Jorquera<sup>2</sup>, Diego Gallardo<sup>2</sup>, Maximiliano Prieto<sup>2</sup>,  
 David Monasterio<sup>2</sup>, José Pizarro<sup>2</sup>, Walter Max-Moerbeck<sup>2</sup>, Ricardo Finger<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile, Av. Tupper 2007, Santiago, Chile

<sup>2</sup>Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, Camino El Observatorio 1515, Santiago, Chile.

\*Email: francisca.solis.12@sansano.usm.cl

### RESUMEN

Un fast radio burst (FRB) es un fenómeno astronómico que se caracteriza por tener una corta duración del orden de ~ ms y alta densidad de flujo espectral ~100 Jy, se observa como un pulso de alta energía que barre todas las frecuencias en un pequeño intervalo de tiempo, se desconoce su origen. El primero fue observado por Lorimer [1] el año 2007, tal como se muestra en la Fig.1, donde se apreció que producto de las condiciones físicas del medio de propagación se produjo una dispersión de la señal, dicha medida de dispersión (DM) se utiliza como una propiedad particular de cada FRB. Astronomical Radio Transients Experiment (ARTE) es el nombre que recibe el radio telescopio cuyo objetivo es trackear el centro galáctico con un arreglo de antenas diseñado para que su patrón de radiación coincida con la vía láctea, obteniendo así mayor sensibilidad a fuentes galácticas. Dentro de los subsistemas que lo componen como se muestra en la Fig.2, está el receptor de microondas, que opera entre 1.2 y 1.8 GHz, con ganancia ~ 90 dB. Digitalmente, se implementó un detector de RFI que correlaciona el beam de la antena de referencia con el del arreglo principal de antenas. Para poder realizar la detección en tiempo real de los FRBs, se realiza la dedispersión de la señal recibida y posteriormente el cálculo de potencia dedispersada. Actualmente, se tiene un modelo sensible a 11 diferentes medidas de dispersión y se encuentra en fase preliminar de observación, apuntando al cenit. Este proyecto se basa en el desarrollo realizado por STARE2 [2].

105

### AGRADECIMIENTOS

"La Universidad de Chile agradece el apoyo de la ANID bajo los subsidios Basal ACE210002, FB210003 y FONDECYT 1221662"

### REFERENCIAS

- [1] D. R. Lorimer, M. Bailes, M. A. McLaughlin, D. J. Narkevic, and F. Crawford, "A Bright Millisecond Radio Burst of Extragalactic Origin", *Science*, **vol. 318**, p. 777-780 (2007)
- [2] C. D. Bochenek et al, "STARE2: Detecting Fast Radio Burst in The Milky Way"(2020)

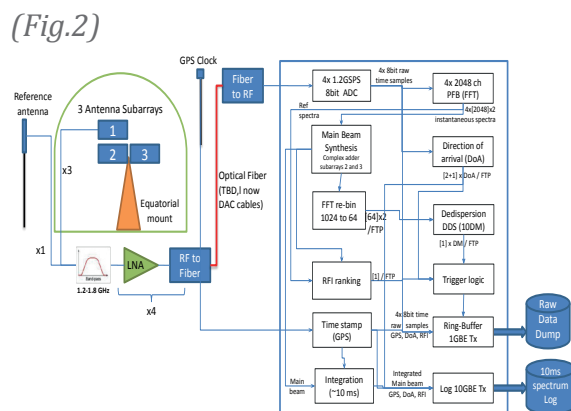
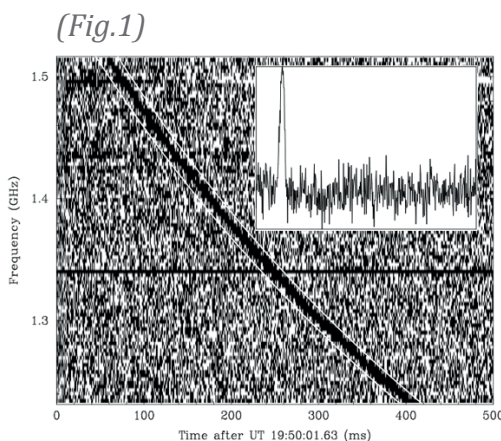


Fig.1: Primer espectrograma FRB

Fig.2: Esquemático ARTE

08

MÓDULO

09





## ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS INDUSTRIALES DE MARCOS MULTI-PANEL ARRIOSTRADOS CONCÉNTRICAMENTE, MTBF

Añazco Paúl<sup>1\*</sup>, Herrera Ricardo<sup>2</sup>, Rodríguez María<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad de Chile, Beauchef 850, Santiago, Chile.

\*Email: panazco@utmachala.edu.ec

### RESUMEN

Los marcos multi-panel arriostrados concéntricamente (Multi-Tiered Braced Frames), sistema estructural que no se encuentra contemplado aun en la norma de diseño sísmico de estructuras industriales nacional, son comúnmente usados en proyectos industriales en estructuras altas como los centros de convenciones, hangares de aviones. Los marcos multi-panel son enrejados verticales divididos por puntales entre paneles y se encuentran conformados por diagonales concéntricas para soportar cargas laterales, cuentan con un diafragma ortogonal a nivel de techo, y disipan energía mediante la fluencia en las diagonales traccionadas y el pandeo en las diagonales que se comprimen, siendo su desempeño característico el de un sistema de un grado de libertad debido a que su respuesta estructural está determinada por el desplazamiento de techo. El código de diseño en acero AISC 341 en el año 2016 agregó un apartado exclusivo para este sistema con requisitos adicionales para el diseño estructural, razón por la cual se ha decidido realizar un análisis del desempeño sísmico bajo ambas normativas.

Partiendo de estudios previos en donde se evalúa el desempeño sísmico de marcos multi-panel mediante análisis estáticos no lineales, se realizan a través del software Opensees análisis dinámicos incrementales (IDA), diferenciando el tipo de suelo, con registros en roca y registros en suelo, a fin de estudiar la influencia del suelo en la respuesta estructural y obtener valores que permitan evaluar el desempeño sísmico de las estructuras y poder comparar los resultados obtenidos de cada metodología de diseño aplicada. El diseño bajo la norma AISC genera un peso estructural 15% mayor, debido al aumento en las secciones de puntales y columnas. Al comparar los desempeños sísmicos bajo ambas metodologías se observa que cumplen los requerimientos de la norma FEMA P695 para un desempeño satisfactorio, pero se evidencia poca incursión inelástica en los marcos, finalmente se concluye que los requerimientos de diseño de la norma AISC 341 para los marcos multipanel no son efectivos en el desempeño sísmico de las estructuras estudiadas. Además, se realizan análisis IDA con dos variaciones estructurales: en el espesor de la plancha Gusset de la conexión y en el perfil de las diagonales, en donde se observa una leve mejora en el desempeño sísmico al obtener valores mayores de CMR y en la incursión inelástica de los modelos para ambos tipos de suelo.

### AGRADECIMIENTOS

Familia y amigos realizados durante los dos años de maestría en Chile.

### REFERENCIAS

- [1] Imanpour, A., Auger, K., and Tremblay, R. (2016) Seismic Design and Performance of Multi-Tiered Steel Braced Frames Including the Contribution from Gravity Columns under In-plane Seismic Demand. *Advances in Engineering Software*, pages 106–122. (2016)
- [2] Imanpour, A., Stoakes, C., Tremblay, R., Fahnestock, L., and Daravan, A. (2013). Seismic Stability Response of Columns in Multi-Tiered Braced Steel Frames for Industrial Applications. *Structure Congress 2013, ASCE 2013, Reston, VA*, pages 2650–2661. (2013)

## SIMULACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE LA CUENCA DE SANTIAGO SOMETIDA A TERREMOTOS CORTICALES SUPERFICIALES

Fabián Ortiz W.<sup>1\*</sup>, César Pastén P.<sup>1</sup>, Sergio Ruiz T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. de Ing. Civil, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Dept. de Geofísica, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*Email: Fabian.ortiz@ug.uchile.cl

---

### RESUMEN

La Cuenca de Santiago, donde se emplaza la capital de Chile, se ha visto afectada por grandes terremotos en las últimas décadas, los cuales causaron considerables daños en la infraestructura. La Cuenca se ubica a los pies del flanco oeste de la Cordillera Principal de los Andes, donde se encuentra la Falla San Ramón (FSR), sistema de falla inversa cercana al final de su periodo de recarga. De activarse la FSR, podría provocar intensidades de movimiento sísmico incluso mayores que las provocadas en los últimos mega terremotos ocurridos en Chile Central, lo que enfatiza la necesidad de estudiar la respuesta sísmica de la Cuenca frente a eventos corticales superficiales. En este trabajo, se realizan simulaciones numéricas tridimensionales de la respuesta sísmica de la Cuenca de Santiago con el código de diferencias finitas FDSim3D, considerando un modelo geológico y sedimentario simplificado y puntos doble cupla que modelan fuentes sísmicas asociadas a la FSR y a un clúster sísmico al sur de la Cuenca. La respuesta sísmica del modelo tridimensional muestra que suelos competentes como las Gravas de Santiago presentan baja amplificación sísmica y menores duraciones de movimiento fuerte, a diferencia de los suelos menos competentes, como los Finos del Noroeste e Ignimbritas. Además, se observa un aumento significativo en la respuesta en las cercanías de cuerpos rocosos, donde se evidencia una constante amplificación de los niveles de intensidad, atribuible a la interacción de las ondas superficiales con los afloramientos. Se calcularon factores de amplificación sísmica respecto a un punto de referencia sobre grava, y se observó que los mayores niveles de amplificación se obtienen en las cercanías de la fuente sísmica y en suelos de baja competencia, incluso cuando estos están alejados del epicentro. Por otro lado, se utilizaron modelos de movimiento de suelo para estimar aceleraciones máximas de suelo en superficie (PGA), considerando dos escenarios de la posible activación del plano de falla de la FSR, uno asociado a la ruptura de la sección norte del plano y otro asociado a la ruptura del plano completo. Se encontraron grandes aceleraciones superficiales en la cercanía del escarpe, incluso mayores a las medidas en la Cuenca durante el mega terremoto Mw 8.8 del Maule de 2010. Se comparó el comportamiento de estos modelos de movimiento de suelo con los resultados del modelo numérico tridimensional, mostrando similitud en las atenuaciones sobre suelos de alta competencia, pero una subestimación de la respuesta en suelos de baja competencia. Además, se destaca que el modelo tridimensional logra evidenciar efectos de sitio asociados a la geomorfología local a diferencia de los modelos de movimiento de suelo.

109

### AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) por financiar este trabajo mediante el Proyecto 1190995. También al Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento (NLHPC) por el uso de servidores computacionales que permitieron desarrollar las simulaciones numéricas requeridas.

## COMPARACIÓN DE LOS MODELOS CONSTITUTIVOS MOHR-COULOMB Y P2PSAND PARA EL MODELAMIENTO SÍSMICO DE UN EMBALSE DE RELAVES EN CHILE UTILIZANDO FLAC3D

Andrés Panes<sup>1\*</sup>, César Pastén<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Itasca Chile SpA, Av. Pedro de Valdivia 291, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile,  
Av. Blanco Encalada 2002, Santiago, Chile.*

*\*Email: andres.panes@itasca.cl*

### RESUMEN

Chile es reconocido mundialmente como un país minero que cuenta con el 29% de las reservas de cobre del mundo (Cantallopts, 2016). El relave, que corresponde al residuo del proceso de extracción de los minerales sulfurados en el proceso de flotación, debe almacenarse en forma segura en estructuras llamadas depósitos de relaves tal como lo establece el Decreto Supremo N° 248 (DS 248, 2007). La tendencia en el análisis dinámico de depósitos de relaves es utilizar modelos constitutivos avanzados con el propósito de capturar apropiadamente el comportamiento cíclico de los materiales y así tener una mejor estimación de la estabilidad física de estas estructuras. En este contexto, esta investigación tiene como objetivo principal comparar los resultados de simulaciones numéricas realizadas con un modelo constitutivo utilizado en la práctica actual, como lo es el modelo elasto-plástico Mohr-Coulomb (M-C), y un modelo constitutivo avanzado, basado en la teoría del estado crítico. Este modelo, P2PSand (Cheng and Detournay, 2021), tiene la capacidad de representar el comportamiento contractivo y dilatante de los suelos y las características esenciales del comportamiento cíclico de arenas. El modelo fue calibrado con resultados de ensayos de laboratorios en arena proveniente del muro de un embalse de relaves, facilitados por Itasca Chile SpA (Itasca). A partir de los resultados de los análisis numéricos, se pueden establecer las siguientes conclusiones: 1) Al considerar un nivel de amortiguamiento de baja magnitud (0.2%), los resultados mostraron insensibilidad a este parámetro; 2) P2PSand es capaz de simular adecuadamente el comportamiento dinámico del muro de arenas del embalse de relaves sometido a un sismo medido de mediana intensidad (Mw 5.4); 3) M-C tuvo un buen ajuste al comportamiento real del muro sometido a un sismo medido y los resultados fueron similares al modelo constitutivo P2PSand; 4) Análisis bidimensionales parecen ser una buena alternativa, en comparación a análisis tridimensionales para el caso de estudio, en donde la geometría del muro principal es homogénea; 5) Los modelos constitutivos P2PSand y M-C poseen la capacidad para analizar un sismo máximo creíble (MCE) de magnitud 8.0 (Mw=8.0); y 6) En base a los resultados de las calibraciones y la respuesta del muro frente a los sismos utilizados, el modelo constitutivo P2PSand es un buen candidato para ser utilizado en un análisis dinámico.

### AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera agradecer a mis hijos Sofía e Ignacio y a mi esposa Lissette. El apoyo incondicional y paciencia durante la etapa del magíster fue muy importante para terminar este largo proceso. Lissette hizo lo imposible por mantener mi ánimo en los tiempos más difíciles, me hizo entender que el amor y la confianza en uno mismo te permiten llegar lejos y alcanzar todas las metas que uno se proponga.

Agradecer, también, a mis padres y hermanos por creer en mí y por todo el apoyo moral durante el tiempo del magíster. Agradezco a César Pastén, mi profesor guía, con quién tuve la oportunidad de desarrollar el tema de tesis, por la confianza que depositó en mí, por haber compartido su conocimiento y experiencia, por sus acertados comentarios y correcciones, siempre con excelente disposición, entregando feedback y consejos en cada etapa de la Tesis.

No quiero perder la oportunidad de agradecer a quienes considero mi segunda familia; mis colegas de Itasca, por sobre todo, a Patricio Gómez por darme su apoyo durante este proceso. Gracias a Itasca por entregarme los espacios para terminar de escribir y desarrollar esta tesis. De otro modo, hubiera sido imposible.

## REFERENCIAS

- [1] Andrus, R. D., & Stokoe II, K. H. "Liquefaction resistance of soils from shear-wave velocity." *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, **126(11)**, 1015-1025 (2000)
- [2] Barrios, D., Análisis de deformaciones de depósitos de relaves con muros de material de empréstito sometidos a sismos chilenos. Universidad de Chile (2019)
- [3] Been, K and Jefferies, G. "A state parameter for sands." *Geotechnique* **35**, No. 2, 99-112 (1985)
- [4] Been, K., Jefferies, G., & Hachey, J. "The critical state of sands." *Geotechnique* **41**, No. 3, 365-381 (1991)
- [5] Bolton, M. D. "The Strength and Dilatancy of Sands", *Geotechnique*, **36(1)**, pp. 65-78 (1986)
- [6] Cantallopis, J. "Importancia y oportunidades de la minería en Chile en el escenario global". Conferencia Internacional de Minería, CONFEMIN (2016)
- [7] Carvajal, M. "Desarrollo de una metodología para análisis de estabilidad física de depósitos de relaves." Memoria de Título, Universidad de Chile (2018)
- [8] Casagrande, A. "Characteristics of cohesionless soils affecting the stability of slopes and earth fills". *Journal Boston Society Civil Engineers*, Vol. **23**, No. 1, pp. 13-32 (1936)
- [9] O. Cheng, Z. and Detournay, Formulation, validation and application of a practice oriented two-surface plasticity sand model", *Computers and Geotechnics*, **132**, 1-24 (2021)
- [10] Cheng, Z. "A Practical 3D Bounding Surface Plastic Sand Model for Geotechnical Earthquake Engineering Application," in *Proceedings, Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics V: Numerical Modeling and Soil Structure Interaction* (Austin, Texas, June 2018), pp. 34-47. S.J. Brandenberg and M.T. Manzari, Eds. ASC (2018)
- [11] Cheng, Z. "Significance of calibration procedure consistency", Itasca Consulting Group, Inc. Minneapolis: Itasca (2017)
- [12] Dafalias, Y. F. & Manzari, M. T. Simple plasticity sand model accounting for fabric change effects. *ASCE J. EngngMech.* 130, No. 6, 622-634 (2004)
- [13] EPRI. "Guidelines for Determining Design Basis Ground Motion", Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA, Vol1, PERI TR-102293 (1993)
- [14] Gutiérrez, F. "Evaluación de herramientas para el análisis de estabilidad física de una presa de relaves espesados." Memoria de Título, Universidad de Chile (2017)
- [15] Itasca Consulting Group, Inc., "Fast Lagrangian Analysis of Continua in 3 Dimensions (FLAC3D)", Version 7.0 (2019)
- [16] Ishihara, K. "Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics", *Oxford Engineering Science Series - 46* (1996)
- [17] Jáky, J. "A nyugalmi nyomás tényezője (The coefficient of earth pressure at rest)," *Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye* (Journal for Society of Hungarian Architects and Engineers), October, pp. 355-358 (1944)
- [18] Jefferies, M. G. "Nor-Sand: a simple critical state model for sand." *Géotechnique*, **43(1)**, 91-103 (1993)
- [19] Jefferies, M. G., & Shuttle, D. A. Dilatancy in general Cambridge-type models. *Geotechnique*, **52(9)**, 625-638 (2002)
- [20] Jefferies, M., and K. Been. *Soil liquefaction: a critical state approach*. CRC Press (2015)
- [21] Jefferies, M., D. Shuttle and K. Been. *Principal stress rotation as cause of cyclic mobility* (2015)
- [22] Konno, K., & Ohmachi, T. Ground-motion characteristics estimated from spectral ratio between horizontal and vertical components of microtremor. *Bulletin of the Seismological Society of America*, **88(1)**, 228-241 (1998)
- [23] Kramer, S. L. "Geotechnical Earthquake Engineering". Publ. Prentice Hall (1996)
- [24] Kuhlemeyer, R. L., y J. Lysmer "Finite Element Method Accuracy for Wave Propagation Problems," *J. Soil Mech. & Foundations*, Div. ASCE, **99(SM5)**, 421-427 (1973)
- [25] Manica, M., Ovando, E., Botero, B. "Assessment of damping model in FLAC". *Computers and Geotechnics* 59 pp 12-20 (2014)
- [26] Mejía, L.H. y Dawson, E.M., "Earthquake deconvolution for FLAC". 4th International FLAC Symposium on Numerical Modeling in Geomechanics - Hart & Varona (eds.). (2006)
- [27] Mine Safety and Health Administration MSHA. *Engineering and Design Manual - Coal Refuse Disposal Facilities* (2010)

- [28] Ministerio de Minería de Chile. Decreto Supremo No **248**: Reglamento para la aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de los Depósitos de Relaves, 159-182 (2007)
- [29] Pells, S. y Fell, R., "Damage and Cracking of Embankment Dams by Earthquakes and the Implications for Internal Erosion and Piping", School of Civil and Environmental Engineering, University of New South Wales. 22 pages (2002)
- [30] Ramírez, N. "Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves", Servicio Nacional de Geología y Minería (2007)
- [31] Robertson, P.K., May. Estimating in-situ state parameter and friction angle in sandy soils from CPT. In 2nd International Symposium on Cone Penetration Testing, Huntington Beach, CA, USA. (2010)
- [32] Schofield, A., Wroth, P. "Critical State Soil Mechanics". McGraw-Hill (1968)
- [33] Seed, H.B., and Lee, K.L. "Liquefaction Of Saturated Sands During Cyclic Loading" Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. **92**, SM6, pp. 105-134 (1966)
- [34] Seed H.B., Idriss I.M. "Soil moduli and damping factors for dynamic response analyses", Technical Report EERRC-70-10, University of California, Berkeley (1970)
- [35] Seed, H.B., Makdisi, F.I., & De Alba, P. "The Performance of Earth Dams During Earthquakes," Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. **104**, No. GT7, pp. 967-994 (1978)
- [36] Seed and Idriss, "Moduli and Damping Factors of Dynamic Analyses of Cohesionless Soils", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 112, No. 11, 1016-1032 (1984)
- [37] Swaisgood, J. "Embankment Dam Deformations caused by Earthquakes", In Proc. Pacific Conference on Earthquake Engineering, Paper No. 14 (2003)
- [38] Swaisgood, J. "Predicting dam deformation caused by Earthquakes- an Update". ASDSO 2013 Dam Safety Conference, Rhode Island, United States (2013)



## SHEAR WALL BUILDING DESIGN BASED ON DEEP NEURAL NETWORKS

Pablo N. Pizarro<sup>1,2\*</sup>, L. M. Massone<sup>2</sup>, F. R. Rojas<sup>2</sup>, R. O. Ruiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: pablo.pizarro@ing.uchile.cl*

---

### ABSTRACT

In the structural design of shear wall buildings, the initial process requires the interaction between the architecture and engineering teams to define the appropriate distribution of walls, a stage typically carried out through a trial-and-error procedure, without any consideration of previous similar projects. For the engineering analysis, first, the wall thickness and length definition, their location, and in some cases, the presence of new wall sections, are required to fulfill not only architectural requirements but also engineering needs such as building deformation limits, base shear, among others. The present investigation consists of two parts to help the structuring of a shear wall building: first, an artificial neural network (ANN) is used for predicting the thickness and length of the wall segments, based on information obtained from previous architectural and engineering projects, and second, two convolutional neural networks (CNN) models are used to predict new shear wall not considered by architecture. The study includes surveying the architectural and engineering plans for a total of 165 buildings constructed in Chile. The generated database has the geometric and topological definition of the walls and the slabs [1]. An ANN model was trained for the regression of the thickness and length of the wall segments of each structure, making use of a feature vector that models the variation between the architectural and the engineering plans for a set of conditions such as thickness, connectivity (vertical and horizontal), area, wall density, type of structure, type of foundation soil, the distance between elements, among other engineering parameters. The regression model (ANN) obtained results in terms of  $R^2$  of 0.995

and 0.994 for the predicted wall thickness and length, respectively. As a first approach of applying an artificial intelligence model to predict the thickness and length of the walls, remarkable results were achieved; however, the initially proposed purely regressive methodology does not allow the prediction of new elements not present within the architectural plan. For this reason, another two convolutional neural network (CNN) models are used in the early process of the conceptual design of the building wall layout, fed only by architectural data (images and numerical features). The first CNN application is a regressive model that predicts the wall engineering values of the thickness, the length, the wall translation in both axes from the architectural plan, and the floor bounding box geometrical properties such as width or the aspect ratio. The second application is a model that generates a likely image of the final engineering floor plan to propose new structural elements not present in architecture while reinforcing the existing wall layout. In this contribution, the convolutional layers provide a better extraction of geometrical and topological features. Both models allow building a tool to predict the complete engineering floor plan based on previously validated projects [2].

113

### ACKNOWLEDGMENTS

Beca ANID magister N° 22200500 y FONDECYT Regular 2020 N° 1200023.

### REFERENCES

- [1] P. Pizarro y L. Massone, Eng. Struct. **241**, 112377 (2021)
- [2] P. Pizarro, L. Massone, F. Rojas y R. Ruiz, Eng. Struct. **239**, 112311 (2021)

## EFECTOS DE LAS MODIFICACIONES A LA DEMANDA Y REQUISITOS DE DISEÑO DE LA NORMA NCH 2369 SOBRE EL DIMENSIONAMIENTO Y DESEMPEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS INDUSTRIALES DE MARCO ARRIOSTRADO

Roberto Riquelme H.<sup>1\*</sup>

*<sup>1</sup>Egresado Magister en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Estructural, Sísmica y Geotecnia,  
Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: robertoriquelme@ug.uchile.cl*

---

### RESUMEN

Si bien históricamente el desempeño sísmico de las estructuras industriales de acero diseñadas bajo las disposiciones de la norma NCh2369Of2003 ha sido satisfactorio, tras el terremoto del Maule del año 2010 la norma entró en un proceso de revisión basándose en la evidencia acumulada sobre el desempeño instalaciones industriales. El proceso de revisión ha originado una serie de modificaciones a las disposiciones normativas dentro de las cuales se incluye las estructuras basadas en marcos arriostrados concéntricos (MAC), tipología estructural ampliamente usada en la industria.

Las modificaciones a la norma abarcan aspectos que van desde la demanda sísmica a disposiciones sobre el dimensionamiento de los elementos estructurales y tienen como principal objetivo mejorar el desempeño sísmico ante eventos severos.

Este trabajo evalúa el efecto de estas modificaciones en el dimensionamiento de los elementos sismorresistentes y el desempeño sísmico, para ello se modelan seis estructuras industriales de acero, todas basadas en MAC, diseñándolas con la normativa vigente y la versión propuesta. El desempeño es evaluado realizando análisis no lineales estáticos de acuerdo con la metodología indicada en el estándar FEMA P695 (2009), incluyendo la no linealidad de arriostramientos, columnas, vigas o puntales y pernos de anclaje.

Los resultados muestran que las estructuras diseñadas bajo las modificaciones normativas poseen un desempeño similar a las diseñadas según la versión vigente de la norma NCh2369, cuando se compara parámetros como sobrerresistencia, ductilidad y factor de modificación de la respuesta. Sin embargo, el desempeño se ve mejorado cuando se compara la deriva máxima que pueden alcanzar las estructuras y los niveles de energía que son capaces de acumular a dichas derivas. En términos de la relación costo – desempeño, la mejora en el desempeño se asocia aumentos moderados en costo.

### AGRADECIMIENTOS

Al departamento de Ingeniería Civil en particular a mi profesor guía el profesor Ricardo Herrera M.

### REFERENCIAS

[1] R. Riquelme, Tesis para optar al grado de magister en ciencias de la ingeniería, mención estructural, sísmica y geotecnia, Universidad de Chile, 2020 (2022)



MÓDULO

10





## PRODUCCIÓN DE CAROTENOIDES A PARTIR DEL CRECIMIENTO DEL HONGO MARINO ASTEROMYCES CRUCIATUS

María Paz González Troncoso<sup>1\*</sup>, Catalina Landeta-Salgado<sup>1</sup>, María Elena Lienqueo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB), Departamento de Ingeniería Química,  
Biotecnología y Materiales, Universidad de Chile, Beauchef 851, Santiago, Chile.*

*\*Email: maria.gonzalez.t@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

Los carotenoides han sido ampliamente utilizados en la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica con el fin de mejorar la coloración de los productos y a su vez aprovechar las propiedades bioactivas como antioxidante, antitumoral, entre otras <sup>1</sup>.

En los últimos años ha generado interés la producción de estos compuestos a partir de fuentes naturales dado que los pigmentos sintéticos han provocado efectos adversos para la salud <sup>2</sup>. A partir de esto se ha investigado su producción mediante el cultivo de microorganismos <sup>3</sup>, en el cual la fermentación de materias primas económicas que contengan carbohidratos, como es el caso de los alginatos en las algas pardas, podrían reducir los costos de producción.

En este estudio preliminar se analizó la producción de carotenoides a partir del cultivo del hongo marino *Asteromyces cruciatus* utilizando como fuente de carbono glucosa o alginato. La metodología empleada para la extracción del pigmento fue a través de ruptura celular (calentamiento con ácido o ruptura mecánica) en combinación con solventes orgánicos (acetona: éter de petróleo (4:1) o metanol: cloroformo (2:1)).

A partir de los resultados indicados en la tabla 1, se puede observar que *A. cruciatus* produce carotenoides con ambas fuentes de carbono, siendo mayor la producción al utilizar glucosa (1,11 mg/g), con el método de calentamiento con ácido y la mezcla acetona: éter de petróleo. Si bien el ensayo con alginato entrega valores menores, la producción de estos compuestos mediante fermentación de algas pardas está en desarrollo.

En resumen, *Asteromyces cruciatus* es un hongo que produce carotenoides, siendo el método de calentamiento con ácido y la mezcla acetona: éter de petróleo el indicado para la extracción de esos pigmentos a partir de las fuentes de carbonos mencionadas.

Fuente de carbono	Método de ruptura	Solvente	mg /g (carotenoides totales / biomasa)
Alginato	HCl-calor	M:C (2:1)	0,02
Alginato	HCl-calor	A: P-Et (4:1)	0,03
Glucosa	HCl-calor	M:C (2:1)	0,95
Glucosa	HCl-calor	A: P-Et (4:1)	1,11
Alginato	Físico	M:C (2:1)	0,01
Alginato	Físico	A: P-Et (4:1)	0,00
Glucosa	Físico	M:C (2:1)	0,69
Glucosa	Físico	A: P-Et (4:1)	0,79

*Tabla 1.  
Extracción de carotenoides totales a partir del cultivo de *A. cruciatus* utilizando distintos métodos de ruptura y solventes.*

## AGRADECIMIENTOS

Beca de Doctorado, Escuela de Postgrado y Educación continua (EPEC); Programa de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Química y Biotecnología; Proyecto basal presentado por el Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CEBIB), FB0001

## REFERENCIAS

1. Milani A, Basirnejad M, Shahbazi S, Bolhassani A British Journal of Pharmacology.; **174**(11):1290-1324. (2017)
2. Torres FAE, Zaccarim BR, de Lencastre Novaes LC, et al. Natural colorants from filamentous fungi. Applied Microbiology and Biotechnology.; **100**(6):2511-2521. (2016)
3. Liu C, Hu B, Cheng Y, Guo Y, Yao W, Qian H. Bioresource Technology.; 337:125398. (2021)

## OPTIMIZACIÓN DE BIORREFINERÍAS Y SU ENFOQUE DE SUSTENTABILIDAD: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Medardo Zambrano<sup>1\*</sup>, M. Elena Lienqueo<sup>1</sup>, Ronney Mancebo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB), Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales, Universidad de Chile, Beauchef 851, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca: Rio de Janeiro, RJ, BR

\*Email: medardo.zambrano@ing.uchile.cl

### RESUMEN

Las actividades que sostienen la calidad de vida de la población son altamente demandantes de energía fósil y materiales no renovables. A pesar de los acuerdos internacionales para disminuir la contaminación y el interés académico y social por aprovechar fuentes de energía renovables a partir de biomásas, los problemas ambientales no parecen disminuir [1]. Varias recomendaciones se han planteado y el desarrollo de biorrefinerías parece ser una de las claves para la sustentabilidad. Las biorrefinerías son plantas industriales que procesan biomasa para obtener distintos productos. Su viabilidad depende de factores ambientales, económicos y sociales que a su vez dependen de las condiciones de operación de la planta [2]. Para encontrar la mejor combinación de los factores mencionados se utilizan técnicas de optimización. Este trabajo busca conocer el enfoque sustentable de la optimización de biorrefinerías. Para ello se realizó una revisión sistemática a través del método PRISMA junto a una revisión bibliométrica utilizando VOSviewer.

Se encontró que los objetivos de optimización se enfocan principalmente en el aspecto económico, medianamente en lo ambiental y poco en el aspecto social. Varios estudios asumen que la actividad de una biorrefinería es ambientalmente amigable por lo que se enfocan en optimizar aspectos económicos. Sin embargo, se encontró que la optimización estrictamente económica trae consigo impactos ambientales y sociales negativos. Se evidenció poca colaboración en investigaciones sobre este tema entre países de Latinoamérica a pesar de que presentan un grado similar de sustentabilidad según reportes de economía circular. Las palabras clave relevantes en la optimización de biorrefinerías son “biocombustibles”, “optimización multiobjetivo”, “análisis de ciclo de vida (LCA)”, “cadena de suministros” y “biorrefinería integrada” (Figura 1). El concepto de biorrefinería integrada es probablemente el tipo de actividad industrial que más se ajusta al enfoque de la economía circular, sin embargo, no se menciona dicha relación en los estudios analizados ni en las palabras clave probablemente al uso excesivo del término en otras áreas [3]. Así mismo, se encontraron pocos estudios que tomen en cuenta las recomendaciones de dicho enfoque. Los tipos de optimización más utilizados son MILP, MINLP y multiobjetivo. Los indicadores de sustentabilidad más utilizados, ya sea como función objetivo o restricción, son los económicos (53%), seguido de los ambientales (37%) y sociales (10%).

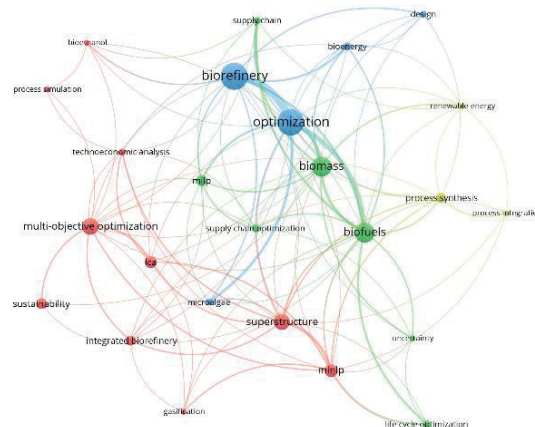


Figura 1:  
Co-ocurrencia  
de palabras clave.



## AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el CeBiB Proyecto Basal FB0001 y las Becas Internacionales de Postgrado 2018 de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Ecuador (SENESCYT).

## REFERENCIAS

- [1] M. de Wit y L. Haigh. [www.circularity-gap.world/global](http://www.circularity-gap.world/global) (2022)
- [2] D. Yue, F. You y S. W. Snyder. *Comp & Che Eng.* **66**, 36–56 (2014)
- [3] J. Kirchherr, D. Reike, y M. Hekkert. *Res, Cons and Recy.* **127**, 221–232 (2017)

## BIOCONVERSION OF SEAWEED BIOMASS THROUGH AN ARTIFICIAL FUNGI CONSORTIUM INTO A NEW ALTERNATIVE PROTEIN AND FUNCTIONAL FOOD INGREDIENT

Catalina Landeta<sup>1\*</sup>, Nicolás Salas<sup>1</sup>, Lhaís Araújo-Caldas<sup>2</sup>, Allison Leyton<sup>3</sup>, Patricia Sartorelli<sup>2</sup>, María Elena Lienqueo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Center for Biotechnology and Bioengineering (CeBiB), Department of Chemical Engineering, Biotechnology, and Materials, University of Chile, Beauchef 851, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, SP, Brazil.*

<sup>3</sup>*Center for Biotechnology and Bioengineering (CeBiB), Center of Food Biotechnology and Bioseparations, BIOREN and Department of Chemical Engineering, Universidad de La Frontera, Francisco Salazar 01145, Temuco 4780000, Chile.*

\*Email: [cmlandeta@uc.cl](mailto:cmlandeta@uc.cl)

### ABSTRACT

The stages of production of proteins of animal origin to satisfy human needs require abundant natural resources and their intake is associated with health problems. It is necessary to search for appropriate substitutes more sustainable and healthy. In this research, we obtained for the first time an alternative and functional protein rich in proteins (~48% DW), amino acids (~29% DW), and  $\beta$ -D-glucans (~22% DW). This product is the result of enhancing the nutritional value of the Chilean brown seaweed *Durvillaea incurvata* through a submerged fermentation process with a unique GRAS artificial consortium of marine and terrestrial fungi. This artificial consortium is regarded as part of the solution to debottleneck the physiological limitations of mono-cultures bioprocesses, such as degrading complex carbon sources and efficient substrate utilization. The rationally designed consortium demonstrated properties that exceeded the monoculture properties, including a ~150% increase in productivity, a significant increase in total protein (~336%), amino acids (~245%), and  $\beta$ -D-glucans (~100%). This product has all essential amino acids, low content of fatty acids (8,7%), good content of total dietary fiber (26.8%), high antioxidant activity (TEAC of 34  $\mu$ M/g), no toxic metabolites, no heavy metals, and no pesticides. In this study, an untargeted metabolomics approach combined with multivariate statistical analysis and dereplication techniques aided by the GNPS Molecular Network was employed to screen the differential metabolites and to identify molecules with nutraceutical properties of the monoculture and of three artificial consortia designed. Thus, the results of principal component analysis revealed their distinct secondary (mono-culture: PC1, 41.5%; co-culture: PC2, 30.7%) metabolite patterns, and allowed to discriminate the chemical composition between co-culture and mono-culture. Among the screened 110-top differential metabolites, 22 nutraceutical compounds involving unsaturated fatty acids and fatty acid amides such as linoleic acid, palmitamide, 13-docosenamide, 9-octadecanamide, among others showed higher content in co-culture. In conclusion, the bioconversion of *Durvillaea incurvata* through an artificial fungi consortium results in a product that has high-quality protein, great nutritional value, with potential prebiotic due to the presence of  $\beta$ -D-glucans, and potential nutraceutical due to the production of unique bioactive compounds such as fatty acid amides with broad bioactivity.

### ACKNOWLEDGMENTS

Centre for Biotechnology and Bioengineering – CeBiB – (Project FB-0001).

### REFERENCIAS

[1] I. Ergal, O. Gräf, B. Hasibar, M. Steiner, S. Vukotic, *Comm. Bio.* 3, 1-12 (2020)

## VALORIZACIÓN DE BOTELLAS DE PLÁSTICO DESECHADAS PARA PRODUCIR ÁCIDO GÁLICO, UN QUÍMICO DE ALTO VALOR AGREGADO

Benjamin Armijo<sup>1,2\*</sup>, Álvaro Olivera<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB), Beauchef 851, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales,  
Beauchef 851, Santiago, Chile.

\*Email: benjamin.armijo@ug.uchile.cl

### RESUMEN

Luego de su primer uso, una botella de plástico pierde el 95% de su valor comercial, lo que cada año conlleva una pérdida de 110 billones de dólares a la economía global [1]. Para el 2021, se estima que se produjeron cerca de 580 billones de botellas de plástico en el mundo [2], de las cuales menos de un 20% fue reciclada [3] y el resto acabó mayoritariamente en vertederos o contaminando los ecosistemas. Si se considera que cada botella PET tiene un tiempo de degradación de 500 años, la acumulación de este material genera un alto impacto medioambiental.

Por otra parte, el ácido gálico es un compuesto químico de alto valor comercial que puede utilizarse en múltiples industrias [4]. Actualmente su demanda anual es de 8 mil toneladas y se espera que para el año 2026 su mercado alcance 111 millones de dólares. Sin embargo, su síntesis es compleja, ineficiente y posee un alto impacto ambiental [5], lo que dificulta su producción a escala industrial.

En este contexto, este proyecto busca valorizar las botellas de plástico PET mediante su conversión en ácido gálico, permitiendo así producir un metabolito de alto valor agregado (upcycling), a la vez que se reduce la contaminación generada por la acumulación de plásticos y se promueve la economía circular de este material.

Para ello, se diseñó una vía metabólica que permite lograr la biotransformación deseada mediante el uso de enzimas específicas y un microorganismo modificado genéticamente. Este proceso consta de dos etapas que se realizan en condiciones de operación favorables (37°C, presión atmosférica), permitiendo la degradación de las botellas de plásticos para la producción del ácido gálico, el cual mantendría las propiedades fisicoquímicas y nivel de pureza requerido para este compuesto.

Una de las ventajas de este proyecto es que puede utilizar cualquier botella de plástico PET, sin importar si el material ha perdido su calidad debido a múltiples ciclos de reciclaje. Además, ayuda a solucionar la limitación de materias primas que tienen los actuales métodos de producción de ácido gálico. Finalmente, se estima que el uso de sistemas biológicos permitiría lograr un mayor rendimiento de producción de ácido gálico frente a tecnologías actuales [5].

### REFERENCIAS

- [1] J. Sadler y S. Wallace, *Green Chem.* **23**, 4665-4672 (2021).
- [2] E. Tamburini, S. Costa, D. Summa, L. Battistella, E. A. Fano y G. Castaldelli, *Environ. Res.* **196**, 110974 (2021)
- [3] J. Zheng y S. Suh, *Nat. Clim. Chang.* **9**, 374-378 (2019)
- [4] B. Badhani, N. Sharmaa y R. Kakkar, *RSC Adv.* **5**, 27540-27557 (2015)
- [5] Z. Chen, X. Shen, J. Wang, J. Wang, Q. Yuan, Y. Yan, *Biotechnol. Bioeng.* **114**, 2571-2580 (2017)

## DESARROLLO DE UN PROCESO DE PURIFICACIÓN PARA EL SISTEMA MACHINEPEP, UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE Y COSTO-EFECTIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE PÉPTIDOS TERAPÉUTICOS

Benjamin Armijo<sup>1,2,\*</sup>, Oriana Salazar<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB), Beauchef 851, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales, Beauchef 851, Santiago, Chile.

\*Email: benjamin.armijo@ug.uchile.cl

### RESUMEN

Un péptido es un polímero proteico que posee un tamaño menor a 100 aminoácidos (AA). En las últimas décadas, estas moléculas han generado un alto interés en la industria farmacéutica debido a su alta especificidad, alta actividad biológica y afinidad por su blanco terapéutico [1]. Su amplio rango de aplicaciones los posiciona como una potencial alternativa a las terapias disponibles en el mercado [1].

Sin embargo, la síntesis química de péptidos de gran tamaño (> 30 AA) es compleja, costosa y requiere una gran cantidad de solventes, lo que implica un alto impacto ambiental [2]. Por ejemplo, para la producción de 1 [kg] de péptido, se pueden generar más de 1000 litros de residuo líquido, los cuales se caracterizan por contener compuestos tóxicos [2]. En este contexto, la síntesis biológica surge como una alternativa sustentable y costo-efectiva para la producción de estos compuestos.

Este trabajo estudió el sistema de producción de péptidos recombinantes MachinePep, una tecnología desarrollada en el Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB) de la Universidad de Chile, la cual permite producir péptidos de forma recombinante en *Escherichia coli* con un alto rendimiento y pureza [3]. Posterior al proceso de purificación estándar de la tecnología, los péptidos se encuentran en una solución con alto contenido de sales y contaminantes, lo que impide la comercialización de este producto con potenciales clientes.

Por lo mismo, este trabajo tuvo como objetivo validar técnica y económicamente un proceso de purificación que permitiera la remoción de los contaminantes de la solución. Para ello, se diseñó un proceso de purificación en base a la información disponible en la bibliografía, el cual fue validado con la expresión y purificación de dos secuencias peptídicas, analizando técnicamente la escalabilidad de la solución y el costo económico de incorporarlo al actual proceso de producción de MachinePep. Los resultados obtenidos dan cuenta de la factibilidad técnica y económica de implementar el proceso, así como puntos de optimización para permitir el uso comercial de esta tecnología, la cual permitiría mejorar la sustentabilidad de los procesos productivos de estas moléculas.

### AGRADECIMIENTOS

B.A.G agradece el financiamiento otorgado por la Beca de Magíster Nacional 2021 N° 22212066 de ANID y del Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB) FB-0001.

### REFERENCIAS

- [1] S. Lien y H. Lowman, Trends Biotechnol, **21**, 556-562 (2003)
- [2] F. Guzman, S. Barberis y A. Illanes, Electron. J. Biotechnol. **10**, 279-314 (2007)
- [3] V. Rodríguez, J.A. Asenjo y B.A. Andrews. Microb. Cell Fact. **13**, 1-10 (2014)



MÓDULO

1

1





## EVALUACIÓN DE LAS MEDICIONES SIMULTÁNEAS DE VIENTO Y OLEAJE DE LA MISIÓN SATELITAL CFOSAT EN LA REGIÓN DEL PACÍFICO SUDESTE

Alexandra Fuenzalida-Artigas<sup>1\*</sup>, Orlando Astudillo Reynoso<sup>2</sup>, José Rutllant Acosta<sup>1,2</sup>,  
René Garreaud Salazar<sup>1</sup>, Boris Dewitte<sup>2,3</sup>, Frédéric Frappart<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), La Serena, Chile.

<sup>3</sup>Climat, Environnement, Couplages et Incertitudes (CECI), Toulouse, Francia.

<sup>4</sup>Interactions Sol Plante Atmosphère, Francia.

\*Email: alexandra.fuenzalida@ug.uchile.cl

### RESUMEN

La circulación atmosférica a lo largo de una gran parte de la costa oeste de América del Sur está controlada por la Anticiclón subtropical del Pacífico Sudeste, que favorece la surgencia costera y, por ende, el enfriamiento de la superficie oceánica a través de la dinámica de Ekman. Dentro de esta región, un área cerrada con máximos de velocidades de viento es observado entre 26° a 36°S asociado al desarrollo favorable del *Low Level Jet* (LLJ) (Garreaud & Muñoz, 2005). Inmersos en esta estructura de LLJ, existen incluso máximos locales de viento cerca de la costa, conocidos como *Coastal Low Level Jet* (CLLJ) (Aguirre et al., 2021). La alta variabilidad temporal y espacial de estos jets refleja las complejas interacciones océano-atmósfera-tierra. La escasez de mediciones in situ dificulta analizar correctamente la circulación atmosférica y su acción sobre los parámetros de viento, mar y oleaje. Adicionalmente, existen diversos estudios que proyectan alteraciones en esta dinámica, tanto para circulaciones a gran escala como regionales, como resultado del cambio climático antropogénico (Aguirre et al., 2018). El objetivo de este trabajo es avanzar en la documentación de la circulación atmosférica, tanto en mar abierto como a lo largo de la costa de Chile, en conjunto con la respuesta del oleaje asociado, por medio de observaciones proporcionadas por *China-France Oceanography Satellite* (CFOSAT), las cuales se validarán con datos de modelos de viento, de oleaje y con datos de la misión satelital *Advanced Scatterometer* (ASCAT).

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación Fondecyt 11190999, *Coupling between the ocean-atmosphere-land system off Central Chile: the non-linear response of the upwelling dynamics to coastal wind patterns*, del profesor Orlando Astudillo Reynoso y en el proyecto de fortalecimiento de centros regionales *Climate Action Planning* (CLAP) del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA).

### REFERENCIAS

- [1] Aguirre, C., Flores-Aqueveque, V., Vilches, P., Vásquez, A., Rutllant, J. A., & Garreaud, R. Recent Changes in the Low-Level Jet along the Subtropical West Coast of South America. *Atmosphere*, **12(4)**, 465. (2021). <https://doi.org/10.3390/atmos12040465>
- [2] Aguirre, C., García-Loyola, S., Testa, G., Silva, D., & Farías, L. Insight into anthropogenic forcing on coastal upwelling off south-central Chile. *Elementa: Science of the Anthropocene*, **6**, 59. (2018). <https://doi.org/10.1525/elementa.314>
- [3] Garreaud, R. D., & Muñoz, R. C. The Low-Level Jet off the West Coast of Subtropical South America: Structure and Variability. *Monthly Weather Review*, **133(8)**, 2246–2261. (2005). <https://doi.org/10.1175/MWR2972.1>



## SENSIBILIDAD DE OZONO RESPECTO DE LOS NIVELES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN SANTIAGO: UNA APROXIMACIÓN NUMÉRICA

Constanza Urbina Guerra<sup>1,2\*</sup>, Laura Gallardo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Climate and Resilience Research (CR)<sup>2</sup>, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y  
Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*Email: constanza.urbina@ug.uchile.cl

### RESUMEN

El estudio y cuantificación del ozono (O<sub>3</sub>) en la tropósfera es relevante por múltiples factores, entre ellos su carácter de agente nocivo para la salud y para la vegetación, así como su carácter de agente climático por ser un gas de efecto invernadero [1]. En la tropósfera, su acumulación depende de procesos fotoquímicos, y de la presencia de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y compuestos orgánicos volátiles (COV), cuya interacción representa un problema no-lineal [2]. En la Región Metropolitana, la norma primaria para la salud del ozono ha sido continuamente excedida a lo largo de los años, mayormente durante el verano y en la zona oriente de la ciudad [3]. Actualmente no se tienen mediciones sistemáticas de la abundancia y especiación de COV en Chile, y los datos de calidad de su concentración total no son suficientes para determinar impactos y medidas adecuadas de mitigación. Dado lo anterior, este trabajo busca reproducir y estimar a través de un modelo que representa los procesos de emisiones, química y transporte troposféricos, buscando determinar los niveles de COV consistentes con las observaciones de O<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub> en Santiago para marzo y diciembre 2021 cuando se cuenta con algunas mediciones especializadas de COV. Para ello, se utilizará el modelo de transporte químico European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) [4], alimentado por un campo meteorológico generado con el modelo atmosférico Weather Research and Forecasting (WRF 4.3.2) [5]. Aquí se presentarán resultados preliminares.

129

### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realiza en el marco del Centro del Clima y Resiliencia (ANID/FONDAP/15110009) y del Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Desempeño NLHPC (ECM-02).

### REFERENCIAS

- [1] IPCC, [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)], Cambridge University Press (reporte) (2013)
- [2] Brasseur, G. P., y Jacob, D. J. Modeling of atmospheric chemistry, Cambridge University Press (libro) (2017)
- [3] Seguel, R. J., Gallardo, L., Fleming, Z. L., y Landeros, S., Air Quality, Atmosphere and Health, 13(5), 593–605 (2020)
- [4] Simpson, D., Benedictow, A., Berge, H., Bergström, R., Emberson, L. D., Fagerli, H., Flechard, C. R., Hayman, G. D., Gauss, M., Jonson, J. E., Jenkin, M. E., Nyúri, A., Richter, C., Semeena, V. S., Tsyro, S., Tuovinen, J. P., Valdebenito, A., y Wind, P., Atmospheric Chemistry and Physics, 12(16), 7825–7865 (2012)
- [5] Powers, J. G., Klemp, J. B., Skamarock, W. C., Davis, C. A., Dudhia, J., Gill, D. O., Coen, J. L., Gochis, D. J., Ahmadov, R., Peckham, S. E., Grell, G. A., Michalakes, J., Trahan, S., Benjamin, S. G., Alexander, C. R., Dimego, G. J., Wang, W., Schwartz, C. S., Romine, G. S., ... Duda, M. G., Bulletin of the American Meteorological Society, 98(8), 1717–1737 (2017)

## OZONO EN LA TROPÓSFERA MEDIA Y ALTA DEL HEMISFERIO SUR DURANTE LA CAMPAÑA SOUTHTRAC 2019

Charlie Opazo<sup>1,2\*</sup>, Rodrigo Seguel<sup>1,2</sup>, Laura Gallardo<sup>1,2</sup>, Roberto Rondanelli<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Blanco Encalada 2022, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Universidad de Chile,  
Blanco Encalada 2022, Santiago, Chile*

*\*Email: charlie.opazo@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

El ozono troposférico actúa como un agente tóxico para los seres humanos y la vegetación cerca de la superficie, participa en la capacidad oxidativa de la atmósfera y actúa como gas de efecto invernadero, especialmente, en la tropósfera alta. La abundancia de este gas en la tropósfera depende tanto de procesos fotoquímicos como de procesos dinámicos. Actualmente se ha observado una tendencia global del incremento en la abundancia de ozono, asociada al incremento de las emisiones de sus precursores (e.g., metano, Saunio et al., 2018) y al aumento del flujo de ozono transportado desde la estratósfera hacia la tropósfera (WMO, 2018).

Bajo este contexto fue llevada a cabo la misión SouthTRAC (Transport and Composition of the Southern Hemisphere Upper Troposphere and Lower Stratosphere), entre septiembre y noviembre de 2019. Ésta tuvo como objetivo investigar los procesos atmosféricos tanto dinámicos como químicos en la troposfera superior y la estratosfera inferior en torno a la región sur de Sudamérica, mediante el uso de observaciones, realizadas desde la aeronave HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft), cuya base de operaciones se encontraba en Río Grande, Argentina. Dentro de los parámetros químicos medidos se encuentran ozono, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ácido nítrico y vapor de agua. Estas observaciones fueron contrastadas con mediciones obtenidas de ozonosondeos lanzados desde Ushuaia y Marambio, y con mediciones superficiales de ozono en Cerro Tololo.

Los resultados muestran una variación de ozono en un orden de magnitud (30-300 ppbv) en la denominada zona de intercambio estratósfera tropósfera (8 y 12 km de altitud). Este incremento correlaciona con otros trazadores estratosféricos tales como ácido nítrico. También se analizó un caso de transporte de aire estratosférico hacia la tropósfera ocurrido durante SouthTRAC, el cual incrementó la concentración de ozono a 200 ppbv en 8,5 km. Además, se observa un impacto en latitudes subtropicales en conexión con una baja segregada, donde la estación Cerro Tololo registra un incremento de 13 ppbv de ozono superficial en 24 horas debido al descenso de aire estratosférico.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al proyecto ANID/PIA/FONDEQUIP/FUNDACIÓN ALEMANA PARA LA INVESTIGACIÓN/DFG190003 y al ANID/FONDAP/15110009. Estudios de magíster financiados por CONICYT-PFCHA/Magíster Nacional/2019 – 22191465.

### REFERENCIAS

[1] Saunio, M., Jackson, R. B., Bousquet, P., Poulter, B., & Canadell, J. G. (2016). The growing role of methane in anthropogenic climate change. *Environmental Research Letters*, 11(12).

[2] WMO, (World Meteorological Organization). (2018). *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018 (Issue 58)*. World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project-Report No. 58, 67 pp., Geneva, Switzerland, 2018.



MÓDULO

12





## LIXIVIACIÓN DE MINERALES DE COBRE DE BAJA LEY EN MEDIOS CLORURADOS

Pablo Jumbo<sup>1,2\*</sup>, Tomás Vargas<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería de Minas, Facultad de Ciencias, Física y Matemática (FCFM),  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Advanced Mining Technology Center, FCFM, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>3</sup>*Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales,  
Facultad de Ciencias, Física y Matemática (FCFM), Universidad de Chile, Santiago, Chile*

*\*Email: pjumbo@ing.uchile.cl*

### RESUMEN

Actualmente, la industria mundial del cobre se enfrenta a una serie de desafíos para mantener su suministro en el mercado global, uno de estos es la extracción de cobre de minerales de baja ley, cuáles son los minerales de sulfuro de cobre están incrustados en una matriz de especies de ganga que soportan transformaciones físicas y químicas durante la lixiviación [1, 2].

Para intentar acortar los tiempos de lixiviación y mejorar la recuperación se han evaluado diversos medios y agentes de lixiviación, siendo el medio cloruro uno de los más prometedores y con gran potencial de aplicación industrial. Entre las ventajas que se destacan están: (1) velocidades de reacción más altas, (2) formación de cloruros metálicos muy solubles, (3) el agua de mar podría utilizarse como recurso hídrico principal. La lixiviación en medio cloruro se basa en el alto poder oxidante de iones férricos y/o cúpricos en medio cloruro para la oxidación de sulfuros metálicos a azufre elemental y en la alta estabilidad de los complejos metálicos de cloruro en solución [1, 2]. Bajo este contexto, en este trabajo se planea estudiar lixiviación de minerales de cobre de baja ley en medios clorurados a través de la investigación del efecto de variación de la concentración de cloruro, ion férrico, ion cúprico, así como la variación del tamaño de partícula. Se espera que este estudio contribuya en el entendimiento de los mecanismos de reacción y de la cinética de disolución de minerales de baja ley de cobre en un sistema de lecho inundado [3].

Los resultados obtenidos han mostrado que la adición de NaCl contribuye a un aumento significativo en la tasa de lixiviación del cobre. El análisis matemático de las curvas de conversión vs tiempo indica que la cinética de la disolución del cobre se puede describir correctamente con el modelo de núcleo sin reaccionar con control por difusión. Por otra parte, los resultados evidencian que el tamaño de partícula es una variable que influyó significativamente en la lixiviación de cobre.

### AGRADECIMIENTOS

Al financiamiento otorgado por el Advanced Mining Technology Center (AMTC) y al personal académico y técnico del Laboratorio de Hidrometalurgia y Electroquímica del FCFM.

### REFERENCIAS

[1] M. Seredkin; A. Zabolotsky y G. Jeffress. *Ore Geology Reviews*, **79**, 500-514 (2016)

[2] T. Havlík. Chapter 5 - Thermodynamic Studies of Heterogeneous Systems in an Aqueous Medium. *Hydrometallurgy*. 96-172 (2008)

[3] T. Vargas, F. Rojas, C. Bahamondez, R. Castro, C. Ihle, M. Caraballo y E. Widzyk. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy* 117.8, 727-730 (2017)

## ENTENDIMIENTO DE PROPIEDADES GEOMETALÚRGICAS A PARTIR DE PROPIEDADES GEOTÉCNICAS

Alexis Pereira<sup>1\*</sup>, Pia Lois<sup>1,2</sup>, Kimie Suzuki<sup>1,2</sup>, Brian Townley<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Chile, DIMIN, Beauchef 850, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Universidad de Chile, Advanced Mining Technology Center (AMTC),  
Beauchef 850, Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Universidad de Chile, Departamento de Geología, Beauchef 850,  
Santiago, Chile.

\*Email: alexispereira@ug.uchile.cl

---

### RESUMEN

La Geometalurgia permite la integración de la geología, minería y metalurgia con el propósito fundamental de maximizar el VAN en el negocio. Uno de los procesos críticos en esta área corresponde a la conminución, caracterizado por el gran consumo de energía y acero en etapas de molienda, las cuales han ido incrementando debido a un endurecimiento de los yacimientos. En base a esto, surge la necesidad de poder mejorar las predicciones de variables geometalúrgicas de conminución (e.g. BWi, axb, DWi,) que permitan no solo predecir, sino también entender el fenómeno de ruptura que ocurre en esas variables. Para ello, incorporar parámetros de otras áreas que puedan aportar a su entendimiento y predicción cobra relevancia. La siguiente investigación apunta a cómo las propiedades geotécnicas obtenidas de ensayos de compression simple, triaxial, tracción indirecta y el índice de carga puntual, pueden contribuir al entendimiento y predicción de variables geometalúrgicas de conminución, con un enfoque que vaya más allá de lo empírico, sino más bien fenomenológico. En este enfoque se considera en una primera parte la influencia de las propiedades primarias, donde variables como la geoquímica, litología, alteración, mineralización o textura tienen influencia en los resultados de ensayos. A lo anterior, también se le suma el efecto producido por las condiciones de ensayo, las cuales son distintas para cada metodología (e.g. L/D, Tasa de esfuerzo, N° bolas, etc), estas adquieren gran importancia en el estudio, ya que un mismo ensayo puede realizarse bajo distintas condiciones de ruptura, lo que se traduce a una variación en sus resultados. De esta manera se demuestra que no solo las propiedades primarias deben ser consideradas en el modelo, sino también las condiciones de ruptura, las que debieran desacoplarse para entender los fenómenos de ruptura en ensayos, ya sean geometalúrgicos o geotécnicos.

135

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por ANID-Subdirección de Capital Humano/Doctorado Nacional/2021- 21211508

## DISEÑO Y EVALUACIÓN DE ADRS CONSIDERANDO MODELOS PRECISOS DE CANAL VLC EN MINAS SUBTERRÁNEAS

Pablo Palacios Játiva<sup>1\*</sup>, Cesar A. Azurdia Meza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: pablo.palacios@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

La minería subterránea es una industria que preserva la seguridad de los mineros en su trabajo utilizando como herramienta los sistemas de comunicación inalámbricos. Además de los enlaces de comunicación caracterizados por señales de radiofrecuencia, los enlaces ópticos en el espectro de luz visible, llamados Visible Light Communication (VLC) están bajo intensa investigación para aplicaciones de minería subterránea debido a sus ventajas en comparación con las tecnologías basadas en RF. Los sistemas VLC tienen varios beneficios, como el uso de espectro sin licencia que va desde 400 THz a 800 THz, elementos del sistema a precios razonables e inmunidad a la interferencia electromagnética, por ejemplo [3]. Estas ventajas hacen de VLC un buen candidato para obtener una comunicación segura, robusta y confiable en entornos de minería subterránea. Sin embargo, en este entorno físicamente complejo, el modelado de canales tiende a ser más desafiante. Una mina subterránea está compuesta por túneles irregulares con factores particulares como partículas de polvo que causan dispersión, maquinaria pesada que genera sombras y paredes y techos no planos, que son un desafío para el diseño de VLC en entornos mineros [1].

Las contribuciones de este trabajo están orientadas en dos partes. En primer lugar, se desarrollan modelos analíticos precisos de canales VLC para minería subterránea mediante el modelado de distribuciones 3D de partículas de polvo para integrarlos como componente del modelo general de canal VLC, considerando el comportamiento de los dispersores, su distribución en el túnel, su interacción con el haz de luz, paredes irregulares en el túnel y ensombrecimiento producido por maquinaria pesada [4]. En segundo lugar, se analiza, diseña y compara soluciones basadas en arquitecturas de receptores de diversidad angular (ADR) de baja complejidad para mitigar los problemas de propagación de señales ópticas en escenarios de minería subterránea VLC [2]. Estas soluciones serán evaluadas considerando métricas estándar y una comparación entre las principales ADR propuestas en la literatura.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por: ANID FONDECYT Regular No. 1211132, ANID PFCHA/Beca de Doctorado Nacional/2019 21190489, CODELCO: Concurso Piensa Minería 2021, SENESCYT "Convocatoria abierta 2014-primer fase.

### REFERENCIAS

[1] P. P. Játiva et al., IEEE Access, vol. 8, pp. 185445–185464, 2020

[2] P. P. Játiva et al., Sensors, vol. 20, no. 2, p. 367, 2020

[3] P. P. Játiva et al., AEU-Int. Journal of Electronics and Communications, p. 154101, 2022

[4] P. P. Játiva et al., Sensors, p. 22, 2483, 2022



## FACTORES DE ÉXITO EN LA AUTONOMÍA DE CAMIONES DE EXTRACCIÓN

Andrés Mujica Morovic<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Technical Lead Expert, Tellus Mining, Santiago, Chile.

\*Email: a.mujica@tellus-mining.com

### RESUMEN

La incorporación automatización en camiones de extracción en minería es un proceso que involucra la transición de pasar desde la operación con operadores en cabina al movimiento de la flota mediante un sistema centralizado. Durante los últimos años la tecnología de camiones autónomos ha comenzado a incorporarse dentro de diferentes compañías mineras en Chile. Las experiencias acumuladas, sus características en seguridad y su aplicación a la operación minera, han sido una motivación importante para la inversión en este sistema de transporte.

La operación de camiones autónomos implica trabajar con la tecnología y procedimientos de manera conjunta para permitir que estos elementos funcionen como parte de un Sistema global. Este sistema global tiene ventajas sobre la operación convencional al mejorar la información de ubicación, sistema anti-colisión, mejoras a la conducción y un aumento en el tiempo de operación.

La implementación de camiones autónomos tiene asociada una importante gestión de cambio operacional, tecnológica y organizacional. Los parámetros operacionales, la organización del personal y la estandarización de prácticas tanto de supervisores como de operadores son importantes a considerar al momento de aprovechar los beneficios de la tecnología autónoma sobre la tecnología convencional.

Este trabajo busca presentar los beneficios de la autonomía y su estado actual, los requerimientos habilitantes para la tecnología en minería en rajo abierto y los Factores de éxito recomendados para que la adopción de la nueva tecnología sea exitosa por parte de las compañías mineras y sea haga sustentable en el tiempo.

137

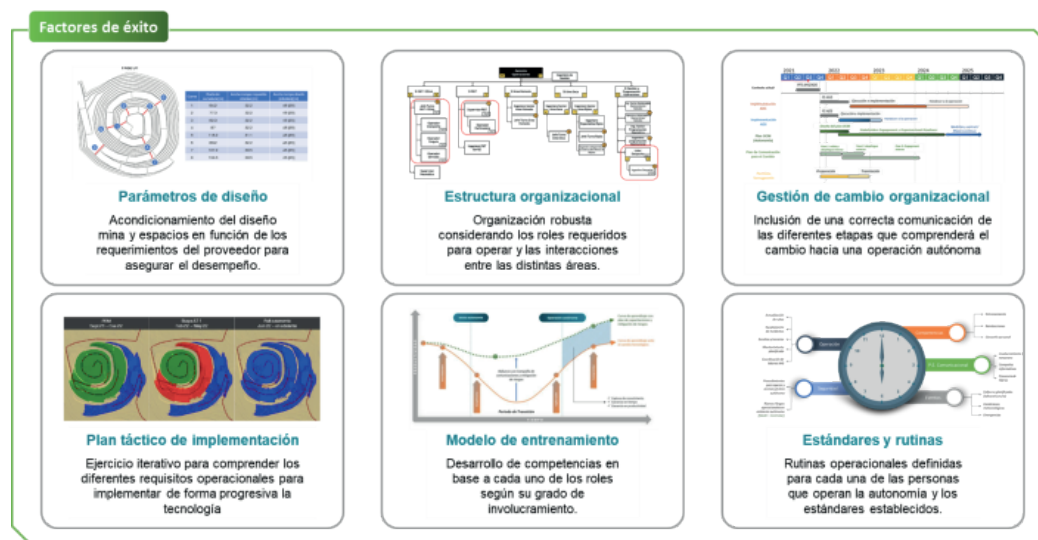


Tabla 1. Extracción de carotenoides totales a partir del cultivo de *A. cruciatus* utilizando distintos métodos de ruptura y solventes.

### REFERENCIAS

- [1] Mujica, A. E. (2019). Factibilidad de Implementación de Camiones Autónomos en División Radomiro Tomic, Codelco.  
[2] Nebot, E. M. (2006). Surface Mining: Main Research Issues for Autonomous Operations. En 12vo Simposio Internacional ISRR (págs. 268-280).

MÓDULO

# 13





## UN PROBLEMA INVERSO DE MECÁNICA DE FLUIDOS APLICADO EN BOIMEDICINA

Jorge Aguayo Araneda<sup>1\*</sup>, Cristóbal Bertoglio<sup>2</sup>, Axel Osses<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Matemática, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Bernoulli Institute, University of Groningen, Groningen, Países Bajos.*

<sup>3</sup>*Centro de Modelamiento Matemático,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: jaguayo@dim.uchile.cl*

---

### RESUMEN

En este trabajo se presentan nuevos avances en problemas inversos de Mecánica de Fluidos en estado estacionario, con aplicaciones directas en la recuperación de deformaciones de dominio y obstáculos, y cuyo propósito es contribuir a la detección de afecciones de la válvula aórtica (como insuficiencia o estenosis).

Como primer resultado, se presenta un resultado de aproximación asintótica entre los problemas de detección de obstáculos y de recuperación de un parámetro de permeabilidad no negativo que asume valores significativamente grandes en las regiones con obstáculos o el valor 0 en otras partes. Este resultado es respaldado con pruebas numéricas que confirman el resultado de aproximación. El segundo resultado de esta tesis presenta una desigualdad logarítmica para el problema de identificación del parámetro de permeabilidad en la ecuación de Navier-Stokes a partir de mediciones locales de la velocidad del fluido. Se incluyen también pruebas numéricas sobre la recuperación de parámetros suaves y no suaves mediante algoritmos de minimización y de refinamiento adaptativo. Finalmente, se estudia un problema de identificación de parámetros para las ecuaciones de Oseen y Navier-Stokes que permite recuperar un parámetro de permeabilidad a partir de mediciones locales o globales de la velocidad de un fluido. Varios experimentos numéricos con flujo de Navier-Stokes ilustran la aplicabilidad del método, para la localización de una válvula cardíaca 2D simulada a partir de una resonancia magnética sintética en 2D y también para la recuperación del parámetro de permeabilidad a partir de una resonancia magnética sintética en 3D.

### AGRADECIMIENTOS

Jorge Aguayo fue parcialmente financiado por la BECA ANID DOCTORADO NACIONAL 2018-21180642. Axel Osses fue parcialmente financiado por ANID-Fondecyt 1191903, 1201311, CMM ACE210010, Fondo Basal ANID FB210005, FONDAP/15110009, Programas Milenio NCN17-1, NCN19-161 y ACIPDE MATH190008.

### REFERENCIAS

- [1] J. Aguayo, C. Bertoglio, A. Osses. A distributed resistance inverse method for flow obstacle identification from internal velocity measurements, *Inverse Problems* 60, 028793 (2021)
- [2] J. Aguayo, A. Osses. A stability result for the identification of a permeability parameter on Navier–Stokes equations. *Inverse Problems* 38, 028793 (2022)

## PERTURBED DEGENERATE STATE-DEPENDENT SWEEPING PROCESSES WITH REGULAR AND NONREGULAR SETS

Diana Narváez<sup>1\*</sup>, Emilio Vilches<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Chile, Beauchef 851, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Universidad de O'Higgins, Av Libertador Bernardo O'Higgins 611,  
Rancagua, Chile.

\*Email: [dnarvaez@uchile.cl](mailto:dnarvaez@uchile.cl)

---

### ABSTRACT

In this talk, based on [3] and [4], we study the existence of solutions of the so called perturbed degenerate state-dependent sweeping processes. This dynamic was proposed by Kunze and Monteiro-Marques as a model for quasistatic elastoplasticity in [2]. Since then, the degenerate sweeping process has been studied by several authors in the context of convex and prox-regular sets. However, there are not results about perturbed degenerate state-dependent sweeping processes with nonregular moving sets. We are intended to cover this gap using an appropriate existence result for differential inclusions with single-valued perturbation, and together to a suitable adaptation of the Moreau-Yosida regularization technique by extending the method developed in [1], which allows us to obtain a solution existence result under the assumption that moving sets varies of a Lipschitz way with respect to truncated Hausdorff distance. As a consequence we obtain the well-posedness for integrally perturbed degenerate state-dependent sweeping processes. This theoretical results are applied to obtain the well-posedness for the online mirror descent method, which is related to the k-server problem.

141

### ACKNOWLEDGEMENTS

<sup>2</sup>Partially supported by ANID-Chile under grants Fondecyt Regular N° 1220886.

### REFERENCES

- [1] A. Jourani and E. Vilches, Regularization of perturbed state-dependent sweeping processes with nonregular sets. *J. Nonlinear Convex Anal.* 19(4), 633-651 (2018)
- [2] M. Kunze and M. D. P. Monteiro Marques, Existence of solutions for degenerate sweeping processes. *J. Convex Anal.* 4(1), 165-176 (1997)
- [3] D. Narváez and E. Vilches, Moreau-Yosida Regularization of degenerate state-dependent sweeping processes. *J. Optim. Theory Appl.* (2022)
- [4] D. Narváez and E. Vilches, Perturbed degenerate state-dependent sweeping processes with regular and non-regular sets. Submitted (2022)

## EXISTENCIA GLOBAL Y COMPORTAMIENTO A LARGO PLAZO DEL MODELO QUIRAL PRINCIPAL 1+1DIMENSIONAL CON APLICACIONES A SOLITONES

Jessica Trespalacios<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: jtrespalacios@dim.uchile.cl*

---

### RESUMEN

Consideramos el modelo de campo quiral principal (PCF) en 1+1 dimensiones de valor vectorial, obtenido como una simplificación de las ecuaciones de campo de Einstein en el vacío bajo la simetría Belinski-Zakharov. El PCF es un modelo integrable, pero una descripción rigurosa de su evolución está lejos de ser completa. Aquí proporcionamos la existencia de soluciones locales en un espacio de energía adecuado, así como soluciones pequeñas globales suaves bajo una cierta condición de no degeneración. También construimos funcionales viriales que proporcionan una clara descripción del decaimiento de las soluciones globales suaves dentro del cono de luz. Finalmente, se presentan algunas aplicaciones en el caso de solitones del modelo PCF, un primer paso hacia el estudio de su estabilidad no lineal.

142

### AGRADECIMIENTOS

Profundo agradecimiento al profesor C. Muñoz por su apoyo, dirección y valiosas sugerencias que han permitido obtener una versión de calidad de este trabajo.

### REFERENCIAS

- [1] J. Trespalacios, *Global Existence and Long Time Behavior in the 1+1 dimensional Principal Chiral Model with Applications to Solitons*, arXiv:2201.02683.
- [2] M. A. Alejo and C. Muñoz, *Almost sharp nonlinear scattering in one-dimensional born-infeld equations arising in nonlinear electrodynamics*, Proceedings of the American Mathematical Society, 146 (2018), pp. 2225–2237.
- [3] Y. Hadad, *Integrable Nonlinear Relativistic Equations*, PhD thesis, University of Arizona, 2013.
- [4] G. K. Luli, S. Yang, and P. Yu, *On one-dimension semi-linear wave equations with null conditions*, Advances in Mathematics, 329 (2018), pp. 174–188.

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS DE ALTA DENSIDAD EN BIORREACTORES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE OBSERVADORES Y CONTROLADORES DE ORDEN ENTERO Y FRACCIONARIO

Lisbel Bázquez Martell<sup>1\*</sup>, Manuel A. Duarte Mermoud<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile, Av. Tupper 2007, Casilla 412-3, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Central de Chile, Av. Santa Isabel 1186, Santiago, Chile.

\*Email: lisbel.barzaga@ug.uchile.cl

### RESUMEN

La tesis doctoral contribuyó al conocimiento de sistemas adaptables y sus aplicaciones en el área de procesos fermentativos de alta densidad, al incluir estrategias que hasta el momento no han sido exploradas ni desarrolladas. Los diseños propuestos son herramientas atractivas que pueden ser aplicadas en una amplia gama de sistemas fermentativos de alta densidad. Se implementaron diferentes combinaciones de esquemas que involucran observadores y controladores de orden entero y/o fraccionario basados en un modelo fenomenológico de un cultivo fed-batch de alta densidad de *S. cerevisiae* modificada genéticamente para producir carotenoides de gran importancia comercial.

La producción de carotenoides como el  $\beta$ -caroteno y la  $\beta$ -ionona tienen una gran importancia a nivel comercial, dado su amplio uso en la industria cosmética, de alimentos y salud. Para la síntesis de estos compuestos a nivel industrial se utiliza la levadura *S. cerevisiae* modificada genéticamente, cuyo proceso de cultivo presenta un metabolismo overflow.

Para mantener el sistema bajo un perfil óptimo, se aplicó un novedoso controlador adaptable combinado con un controlador de linealización por retroalimentación y cálculo fraccionario para el control de la velocidad específica de crecimiento ( $\mu$ ).

Además, se propusieron novedosos observadores adaptables para la estimación de las variables no accesibles. Un primer observador (Observador híbrido Kalman-Asintótico) estimó las concentraciones de biomasa, etanol y velocidad de crecimiento específica, a partir de las mediciones disponibles de  $O_2$ ,  $CO_2$  y concentración de sustrato. El segundo observador (Observador asintótico fraccionario) empleó derivadas de orden fraccionario para estimar las velocidades de crecimiento de las reacciones química a partir de la medición de biomasa.

Los resultados se compararon con controladores clásicos aplicados a procesos de fermentación similares, validando la tesis de doctorado que mostró mejores resultados. Con estos resultados se publicaron dos artículos científicos a revistas indexadas WOS, Q1-Q2.

### REFERENCIAS

[1] L. Bázquez-Martell, M. Duarte-Mermoud, F. Ibañez, B. Gamboa, P. A. Saa and J.R. Pérez-Correa (2021). A robust hybrid observer for monitoring high-cell density cultures exhibiting overflow metabolism. *Journal of Process Control*, 104, 112-125.

[2] F. Ibañez, P. A. Saa, L. Bázquez-Martell, M. Duarte-Mermoud, D. Coutinho, M. Fernández, E. Agosin and J.R. Pérez-Correa (2021). Assessment by simulation of heuristic and model based strategies to control fed batch bioreactors at high densities cultivation'. *Computers and Chemical Engineering*, 155.

## GENERALIZACIÓN EN REDES NEURONALES

Arie Wortsman<sup>1\*</sup>, Joaquín Fontbona<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*DIM, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.*

### RESUMEN

En los últimos años, la comunidad de ciencia de datos y Machine Learning ha presenciado avances cada vez más grandes, siendo el Aprendizaje Profundo el que los ha liderado. Si bien las redes neuronales han sido ampliamente utilizadas en la práctica, en la teoría aún no existe un estudio completo sobre sus propiedades de convergencia. Es más, aún no se comprenden sus buenas propiedades de generalización, pese a ser un modelo altamente sobre parametrizado (una red con dos capas ocultas puede tener del orden de un millón de neuronas).

En este contexto, una serie de trabajos han intentado estudiar las propiedades de entrenamiento y generalización estudiando las propiedades del modelo cuando la cantidad de neuronas diverge a infinito. Han aparecido dos líneas de trabajo, parametrizando la red neuronal de distintas formas. La primera, guiada por Jacot et al. [2], estudia el llamado Neural Tangent Kernel (NTK), un kernel que guía el entrenamiento de la red cuando su cantidad de neuronas tiende a infinito. La segunda, guiada por Mei et al [3], estudia el llamado régimen *Mean Field*.

El NTK ha sido altamente cuestionado puesto que no parece funcionar igual que las redes neuronales en la práctica. Además, hay propiedades de este régimen que aún no se comprenden en su totalidad. Las principales consisten en que el NTK no depende de la inicialización de los parámetros cuando la cantidad de neuronas tiende a infinito, y en que los parámetros parecen quedarse sólo dentro de una vecindad, lo que se ha denominado *Lazy Training* en Chizat & Bach [1].

El trabajo presente intenta estudiar algunas de estas propiedades desde una perspectiva probabilista. Se busca estudiar la convergencia al régimen NTK en el entrenamiento con descenso de gradiente estocástico usando ecuaciones diferenciales estocásticas, y las propiedades de generalización en este contexto.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es financiado por el Proyecto Fondecyt Regular 1201948.

### REFERENCIAS

- [1] L. Chizat, F. Bach; On Lazy Training in Differentiable Programming (2019)
- [2] A. Jacot, F. Gabriel, C. Hongler, Neural Tangent Kernel: Convergence and Generalization in Neural Networks (2018)
- [3] S. Mei, T. Masiakiewicz, A. Montanari; Mean Field Theory of Two-Layers Neural Networks (2019)



## ¿EN PROFUNDIDAD, ANCHURA O AMBAS? HACIA EL DESARROLLO DE UN MODELO DE ELECCIÓN DISCRETA RUM-DFT

Gabriel Nova<sup>1\*</sup>, Angelo Guevara<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de ingeniería Civil, Universidad de Chile.

<sup>2</sup>Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería, Chile.

\*Email: g.nova.sep@gmail.com

### RESUMEN

Las elecciones de los agentes son de gran interés para diversas áreas científicas y sus esfuerzos se centran en entender su comportamiento, estimar las valoraciones subjetivas de los atributos, analizar el impacto de políticas o incentivos, entre otros fenómenos. La modelación ha estado dominada por los enfoques estáticos debido a su fácil implementación y alta interpretabilidad económica, siendo el modelo de Maximización de la Utilidad Aleatoria (RUM) el más desarrollado. No obstante, estos no son tan realistas, pues consideran que los tomadores de decisión poseen racionalidad perfecta e información completa. A diferencia de los enfoques compensatorios estáticos, el modelo Decision Field Theory (DFT) incluye de manera explícita el proceso de búsqueda de información en anchura, permitiendo modelar que la elección final es afectada por la secuencia de atributos atendidos. A partir de este enfoque, se puede estimar de manera matricial los pesos de atención, parámetros de sensibilidad y memoria que afectan la dinámica de la actualización de las preferencias.

Esta tesis busca caracterizar el proceso de búsqueda de información que realizan los usuarios previa a la elección a través de datos de procesos y analizar si existe una variación de este comportamiento influenciado por variables socioeconómicas o por las dimensiones de la tarea de elección. Además, avanzar en un modelo RUM que dé cuenta de la dinámica cognitiva que permita subsanar restricciones de identificación e inferencia de los parámetros del DFT.

Se diseñaron y aplicaron tres encuestas de preferencias declaradas pivotadas con respecto a los viajes de punta mañana que varían en la cantidad de alternativas y atributos (áreas de interés mostradas: AOI). Estos valores se mostraron como panel informativo y se registraron los clics para evaluar el proceso de búsqueda de información de los encuestados. Los hallazgos permiten establecer tres conclusiones principales. Primero, el patrón de búsqueda de información en anchura predomina independiente de las AOI mostradas. Segundo, se realizan más indagaciones que la cantidad de información mostrada y este valor aumenta de manera decreciente con el incremento de las AOI. Tercero, encontramos que las transiciones más probables durante el proceso de deliberación son las que surgen a partir de búsquedas en anchura. En síntesis, la evidencia encontrada sugiere que existe un dominio de búsquedas en Anchura, por lo que el modelo RUM no sería capaz de describir adecuadamente el proceso de deliberación y que los supuestos del enfoque DFT serían más apropiados para estos fines.

Finalmente, se avanza en el desarrollo metodológico del modelo RUM-DFT y se aclaran supuestos considerados anteriormente. Este enfoque recupera los parámetros del proceso de deliberación, muestra el comportamiento dinámico de las utilidades y posee un buen rendimiento en base de datos simulados y real, se logra mejores indicadores de ajuste que todos los enfoques convencionales. Estos resultados son prometedores y motivan a seguir profundizando esta línea de investigación.

### AGRADECIMIENTOS

Trabajo parcialmente financiado por FONDECYT 1191104

## COMBINING PRE-APPROVAL CLINICAL TRIALS AND POST-APPROVAL SPONTANEOUS ADVERSE EVENT REPORTING FOR IMPROVED SAFETY SIGNALING

Fernanda Bravo<sup>1\*</sup>, Lawrence Chen<sup>2</sup>, John Silberholz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*UCLA Anderson School of Management, Los Angeles, California, USA.*

<sup>2</sup>*UC Berkeley Department of Industrial Engineering and Operations Research,  
Berkeley, California, USA.*

<sup>3</sup>*University of Michigan, Ross School of Business, Ann Harbor, Michigan, CA.*

*\*Email: fernanda.bravo@anderson.ucla.edu*

---

### ABSTRACT

Negative side effects from taking a drug, termed adverse drug reactions (ADRs), cause thousands of deaths a year in the U.S. alone. Regulators such as the U.S. Food and Drug Administration (FDA) have a critical role monitoring the safety of drugs on the market. Ideally, regulators would detect all safety issues prior to a drug's marketing approval on the basis of clinical trial results. However, trials are often too small or too short to detect rare or slow-developing ADRs. As a result, regulators rely on post-approval surveillance from observational data sources such as spontaneous adverse event reporting systems to detect potential safety issues. These systems (such as the FDA's FAERS system) contain large volumes of safety reports voluntarily submitted by patients and their doctors, and regulators generate hypotheses about potential safety issues (termed safety signals) by identifying side effects that occur at a disproportionately high rate in patients taking a drug versus patients taking other drugs for the same condition. Reliance on biased observational data — due to selection and reporting differences among patients — can result in regulators flagging safety issues that are not truly present or in missing real safety issues. In this work, we seek to enhance the hypothesis generation step of safety signaling based on spontaneous ADR reporting systems via a Bayesian methodology that combines pre-approval clinical trial and post-approval observational data for multiple ADRs. We use data from more common adverse events to quantify the direction and magnitude of bias in observational data as compared to clinical trial data and use it to debias the observational data for more rare adverse events. We quantify the benefits of the proposed approach to regulators via both analytical modeling with a stylized model as well as via a detailed numerical evaluation using real-world clinical trial and FAERS data. Numerical results suggest our approach could improve expected benefit of signal detection from roughly 1% to 10% depending on the rare ADR or drug class.

146

## ACCOUNTABLE INTERSECTION MANAGEMENT ALGORITHMS

Bryan Ortiz\*, Alejandro Hevia

*Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile.*

*\*Email: bortiz@dcc.uchile.cl*

---

### RESUMEN

La gestión de intersecciones es un problema en el que un grupo de vehículos intenta cruzar una intersección de forma eficiente y segura [1]. Las formas convencionales de abordar este problema mediante señalizaciones o el uso de semáforos carecen de adaptación dinámica a las necesidades del momento y poseen altos costos de implementación. En las últimas décadas se han propuesto distintos algoritmos para la gestión de intersecciones para vehículos autónomos cuyo objetivo es optimizar este problema, llegando a obtener buenos resultados en entornos experimentales [2, 3]. La mayor parte de estos protocolos se basan en la conducción cooperativa, la cual mediante el uso de comunicación V2V (vehicle-to-vehicle), coordina con sus pares la estrategia de cruce, emitiendo y recibiendo información relacionada. El problema de estas últimas es que requieren una contraparte física que coopere y siga las instrucciones.

En la vida cotidiana, cuando alguien comete una infracción severa, el procedimiento regular consiste en denunciarlo ante la justicia o una autoridad competente mostrando la respectiva evidencia. No obstante, el cómo realizar una denuncia dentro de un contexto de comunicación vehicular no es muy claro, ni tampoco, qué se considera evidencia. Dado que las interacciones ocurren en vía pública, existe una expectativa de privacidad que vuelve poco aceptable un monitoreo constante mediante cámaras, por lo que son necesarias nuevas soluciones.

En 2016, Facebook presentó un sistema de denuncias para su chat Messenger, denominado message franking. Esta propuesta permite al receptor de un mensaje abusivo reportarlo de forma segura ante un moderador. La idea fue formalizada de forma más rigurosa por Grubbs et al. [4], proporcionando al protocolo garantías específicas: la privacidad de la conversación se mantiene, el moderador puede verificar el reporte mediante herramientas criptográficas, un emisor no se puede desligar de algo que envió, y un receptor no puede inculpar a un emisor no-abusivo.

El punto de partida de este trabajo de investigación es que podemos ver el problema de coordinación vehicular en intersecciones como un protocolo distribuido, donde fruto de la comunicación V2V, se genera de forma colectiva un documento con evidencia de la interacción. A partir de esta base, buscamos desarrollar un marco teórico que permita aplicar las propiedades de message franking en el contexto de gestión de intersecciones. En particular, se apunta a poder reportar un mal comportamiento de forma verificable ante un “juez” haciendo uso de la evidencia generada, además de mantener la privacidad de aquellos participantes inocentes. El resultado entregará un primer acercamiento a una herramienta que incentive un buen comportamiento vehicular, y un curso a seguir en situaciones maliciosas.

### REFERENCIAS

- [1] L. Chen y C. Englund, IEEE. Transactions on Intelligent Transportation Systems. Vol **17** no. 2, pp. 570-586 (2016).
- [2] R. Zhang et al., IEEE. 88th Vehicular Technology Conference. Vol **88**, pp 1-5 (2018)
- [3] K. Dresner y P. Stone, ACM. Proceedings of the Fourth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. pp 471-477. (2005)
- [4] P. Grubbs et al., Springer. Lecture Notes in Computer Science. Vol **10403**, pp 66-97. (2017)

## OPTIMAL FOOD SHARING LOOKS LIKE A SOCIAL NETWORK

Francisco Plana<sup>1\*</sup>, Jorge Pérez<sup>2</sup>, Andrés Abeliuk<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ciencias de la Computación, FCFM, UChile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Instituto Milenio Fundamentos de los datos, Santiago, Chile.*

<sup>3</sup>*Centro Nacional de Inteligencia Artificial, Santiago, Chile.*

*\*Email: franciscoplana@gmail.com*

---

### RESUMEN

It has been argued that hunter-gatherers' food-sharing may have provided the basis for a whole range of social interactions, and hence its study may provide important insight into the evolutionary origin of human sociality. Motivated by this observation, we propose a simple network optimization model inspired by a food-sharing dynamic that can recover some empirical patterns found in social networks. We focus on two of the main food-sharing drivers discussed by the anthropological literature: the reduction of individual starvation risk and the care for the group welfare or egalitarian access to food shares, and show that networks optimizing both criteria may exhibit a community structure of highly-cohesive groups around special agents that we call hunters, those who inject food into the system. These communities appear under conditions of uncertain and scarce food, which suggests their adaptive value in this context. We have additionally obtained that optimal welfare networks resemble social networks found in lab experiments that promote more egalitarian income distribution, and also distinct distributions of reciprocity among hunters and non-hunters, which may be consistent with some empirical reports on how sharing is distributed in waves, first among hunters, and then hunters with their families. Regarding our methods, we employ an original pipeline of state-of-art clustering algorithms to analyze the multiple network optima of our model, which were computed by evolutionary algorithms. Finally, our model also relies on an original formulation of starvation risk, and it may contribute to a formal framework to proceed in this discussion regarding the principles guiding food-sharing networks.

148



MÓDULO

14





## FABRICACIÓN DE MEMBRANAS HÍBRIDAS COMPUESTAS POR BIOVIDRIO, GELATINA BOVINA, ÓXIDO DE POLIETILENO Y NANOPARTÍCULAS DE BIOVIDRIO TERCIARIO MEDIANTE ELECTROSPINNING PARA APLICACIÓN EN REGENERACIÓN ÓSEA GUIADA

Daniela Acuña<sup>1\*</sup>, Nicolas Cohn<sup>2</sup>, Franck Quero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Nanocelulosa y Biomateriales, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Laboratorio de Nanobiomateriales, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

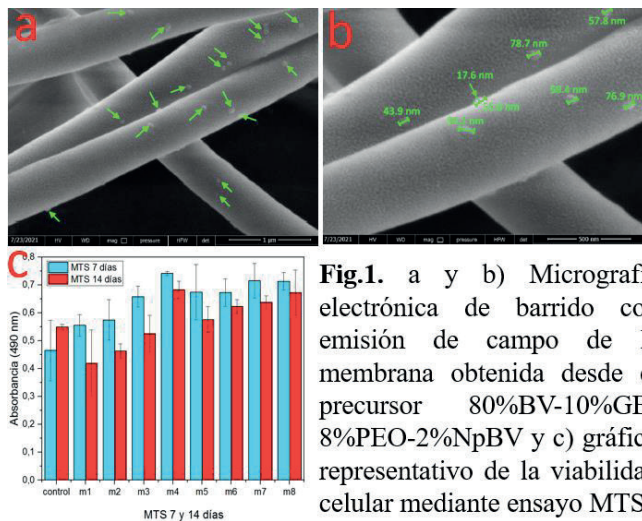
\*Email: danielaacuna@ug.uchile.cl

### RESUMEN

**Introducción:** La ingeniería de tejidos óseos tiene como objetivo producir sustitutos basados en la biología celular y los principios de la ingeniería. Los andamios formados a partir de fibras producidas con diámetros más pequeños que el diámetro de las células, generan una unión superior en este tipo de estructuras capaces de imitar las matrices extracelulares mineralizadas (MEC)<sup>1</sup>. Mediante el método de electrospinning se pueden obtener fibras de tamaño micrométrico.

**Metodología:** La síntesis del biovidrio (BV) se llevó a cabo mediante la técnica sol-gel, utilizando el precursor tetraetil ortosilicato (TEOS), agua Milli-Q y ácido clorhídrico, en presencia de gelatina bovina (GB) y PEO (10% p/v de gelatina y 2% p/v de PEO en agua) de acuerdo con lo reportado por Greenhalgh R. et al<sup>2</sup>. La síntesis de las nanopartículas de biovidrio terciario (NpBV) se llevó a cabo mediante la técnica sol-gel de acuerdo con Valenzuela F. et al<sup>3</sup>. Se realizó el proceso de electrospinning de los precursores BV/GB/PEO/NpBV en distintas proporciones. Las membranas híbridas fueron caracterizadas por diversas técnicas incluyendo, microscopía electrónica de barrido con emisión de campo (FESEM) y espectroscopia de energía dispersiva de rayos X (EDX). Además, se estudió la viabilidad celular y diferenciación osteogénica.

**Resultados y conclusiones:** Se logró fabricar membranas a partir del precursor BV/GB/PEO. Se sintetizaron NpBV y se incorporaron efectivamente a nivel de la superficie de las fibras (flechas verdes) (Fig.1a y b). Mediante la técnica de reducción de MTS (Fig. 1.c) se observa que existen pocas diferencias estadísticamente significativas por lo tanto hay citocompatibilidad de las membranas frente a las células y en algunas se observa una tendencia de crecimiento respecto al control.



### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la ANID (beca de doctorado nacional N° 21191051).

### REFERENCIAS

- [1] M. Erol-Taygun et al., Adv. Eng. Mater. 21, (2019)
- [2] R. Greenhalgh et al., J. Mater Sci. 52, (2017)
- [3] F. Valenzuela et al., J. Biomed. Mater. 100, (2012)



## ESTUDIO DE ÓXIDOS DE VANADIO A DIFERENTES FLUJOS DE OXÍGENO PREPARADOS POR MAGNETRÓN SPUTTERING REACTIVO Y SU EVALUACIÓN COMO CÁTODOS PARA BATERÍAS DE LITIO

Mackarena Briceño<sup>1\*</sup>, Juan Fernández<sup>2</sup>, Dario Zambrano<sup>1</sup>,  
Marcos Flores<sup>2</sup>, Rodrigo Espinoza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales, FCFM, Universidad de Chile, Av. Beauchef 851, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Departamento de Física, FCFM, Universidad de Chile, Av. Beauchef 850, Santiago, Chile.*

*\*Email: mackabsm@gmail.com*

### RESUMEN

Dentro del desarrollo tecnológico enfocado en las baterías de litio, los recubrimientos de pentóxido de vanadio ( $V_2O_5$ ) están siendo utilizados como material cátodico debido a su alta transferencia de carga, el cual hace que sea un material idóneo para generar ciclos de carga-descarga, permitiendo incrementar la eficiencia de las baterías de litio [1]. Dentro de las técnicas de fabricación que permiten obtener bajos espesores, homogeneidad y control de la microestructura, se encuentra la pulverización catódica reactiva (sputtering reactivo) el cual permite, además, generar diferentes estequiometrías de los óxidos de vanadio y en específico del  $V_2O_5$  [1-3]. El objetivo de este trabajo se enfoca en el estudio del efecto del oxígeno en el plasma de argón durante el proceso de pulverización catódica reactiva y la influencia de esta en el rendimiento electroquímico en su aplicación como electrodo en baterías de litio. El proceso de depósito fue monitoreado por espectroscopía de emisión óptica (OES). Las muestras fueron caracterizadas por Difracción de rayos X, Espectroscopía de rayos X de energía dispersiva (EDS), espectroscopía confocal Raman, Espectroscopía de fotoemisión de rayos X (XPS) y Microscopía de fuerza atómica (AFM). Para el proceso de obtención del óxido metálico, durante el estudio del plasma a una potencia constante de 150W, el espectro OES exhibió líneas de emisión del vanadio (458 nm), oxígeno (777 nm) y argón (811 nm), mostrando que la intensidad de las líneas V y Ar disminuyen con el aumento de oxígeno en la cámara. Del análisis de la espectroscopía Raman para la muestra depositada a 3 SCCM de  $O_2$ , se pueden identificar los modos vibracionales de estiramiento ( $143\text{ cm}^{-1}$ ) el cual señala que existe el enlace V-O-V correspondiente a una estructura cristalina de tipo romboédrico del  $V_2O_5$ , mientras que la segunda banda vibracional de flexión a  $995\text{ cm}^{-1}$ , indica la existencia del enlace V=O el cual se relaciona a la estequiometría de la película. XPS mostró una correlación entre el flujo de  $O_2$  y el estado de oxidación del vanadio:  $V^{+4}$  a 1,25 SCCM de flujo de  $O_2$ ,  $V^{+4}/V^{+3}$  a 1,75 SCCM de flujo de  $O_2$  y  $V^{+5}$  sobre 2,5 SCCM de flujo de  $O_2$ , evidenciando una capacidad de 280 mAh/g a 1C en la muestra con mayor flujo de oxígeno en contraste a las muestras con menor flujo de oxígeno.

153

### REFERENCIAS

- [1] M. Panagopoulou et al., The Journal of Physical Chemistry C, **121**(1), 70–79(2016).
- [2] D. Wruck, S. Ramamurthi et al., Thin Solid Films, **182**(1-2), 79–86(1989).
- [3] L.-J. Meng, R.A. Silva et al., Thin Solid Films, **515**(1), 195–200(2006).

## INFLUENCIA DEL SUSTRATO EN LA SÍNTESIS A ALTA TEMPERATURA DE PELÍCULAS DELGADAS DE ÓXIDO DE MANGANESO Y LITIO

Francisca Luco<sup>1\*</sup>, Dante Reyes<sup>2</sup>, Judit Lisoni<sup>3</sup> y Marcos Flores<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Superficies y Nanomateriales, Depto. de Física, FCFM, Universidad de Chile.

<sup>2</sup>Escuela de Química, Facultad de Ciencias Naturales, Matemáticas y del Medio Ambiente, UTEM.

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias Físicas y Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

\*Email: franciscaluco@ug.uchile.cl

### RESUMEN

El óxido de manganeso y litio, LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (LMO), se considera una de las mejores alternativas para ser utilizado como material catódico en baterías de ion-litio (LIBs). Puede ser obtenido por rutas de síntesis más respetuosas con el medio ambiente, de menor costo en comparación con otros materiales catódicos y tiene una capacidad práctica de almacenamiento similar a los materiales comerciales utilizados actualmente. Por estas razones, el LMO puede reemplazar al óxido de cobalto (LiCoO<sub>2</sub>) y sus derivados, los cuales son tóxicos y costosos. Presentamos los resultados de la influencia del sustrato utilizado en la formación de películas uniformes de LMO por el método de descomposición metalorgánica (MOD), una ruta de síntesis sencilla y de bajo costo que es distinta a los métodos convencionales que se utilizan en la actualidad para la fabricación de este material.

Las muestras resultantes se caracterizaron por espectroscopía Raman, difracción de rayos X (XRD), microscopía de fuerza atómica (AFM) y microscopía electrónica de barrido (SEM). Los espectros Raman muestran los picos característicos de la estructura Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> [1]. Los difractogramas XRD de las películas de las muestras después del recocido a 600°C evidencian la presencia de la fase espinela tetragonal Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> [2,3] y algunas impurezas relacionadas con los precursores. Las imágenes topográficas obtenidas por AFM muestran que las películas sintetizadas son uniformes, con estructuras micrométricas que se asemejan a estructuras piramidales, típicas de la estructura espinela [3], y el estudio estadístico de los pasos de altura muestra un valor promedio común de  $0.44 \pm 0.08$  nm relacionado con la separación de capas en la dirección [111]. Finalmente, las imágenes de microscopía SEM evidencian la formación de nanopartículas facetadas con distintas distribuciones que dependen del sustrato utilizado, Figura 1.

154

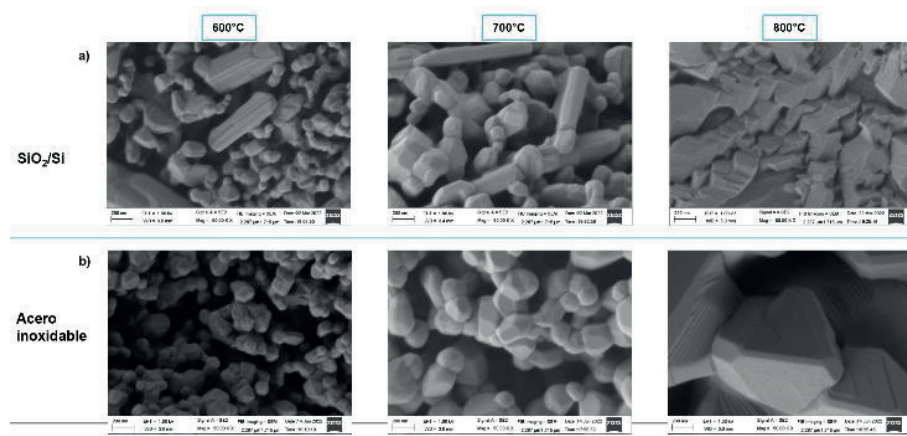


Figura 1: Serie de imágenes SEM realizadas a distintas temperaturas sobre sustratos de silicio y acero.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto FONDECYT n° 1191799.

### REFERENCIAS

- [1] C. M. Julien et al, M. Massot, Spectrochimica Acta Part A (2004) 689- 700.
- [2] M. Molenda et al, M. Bakierska, Solid State Ionics 272 (2015) 127-132.
- [3] A. Hashem et al, S. Abbas, Heliyon 5 (2019) 02027.

## SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE CuS EN LA PROTEÍNA FERRITINA COMO AGENTE PARA LA TERAPIA FOTOTÉRMICA DEL CÁNCER

Italo Moglia Fernández<sup>1,2</sup>, Andreas Tapia Arellano<sup>1</sup>,  
Ingrid Araya<sup>1</sup>, Álvaro Olivera Nappa<sup>3</sup>, Marcelo J. Kogan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile

<sup>2</sup>Centro Avanzado de Enfermedades Crónicas ACCDiS

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

\*Email: italo.moglia@gmail.com

### RESUMEN

En los últimos años la nanotecnología ha potenciado el área biomédica mediante el desarrollo de diversos materiales nanométricos como agentes de terapia fototérmica, estudiándose recientemente el uso de nanopartículas CuS, cuyas propiedades ópticas, como absorción de luz en el infrarrojo (IR), no dependen de sus dimensiones y morfología [1]. Por otro lado, múltiples sistemas nanoestructurados pueden ser sintetizados por rutas biomiméticas como péptidos y proteínas, lo que favorece la estabilidad coloidal, agregación e internalización celular. En este sentido, se ha destacado el uso de la proteína ferritina como una plataforma para la síntesis de diversos sistemas nanoestructurados, cuya cavidad interna puede ser utilizada para la síntesis controlada de nanopartículas y su superficie externa puede funcionalizarse para direccionamiento celular [2].

El presente trabajo muestra el uso de la proteína ferritina para la síntesis controlada de NP de CuS en su cavidad y la funcionalización superficial con ácido fólico para su direccionamiento celular. Se evaluaron las condiciones de síntesis como la relación cobre/ferritina y cobre/azufre sobre las propiedades ópticas y estructurales del sistema resultante. El análisis conjunto de UV-Vis, XRD, XPS y TEM indican la formación de NP coloidalmente estables con una distribución de tamaño entre 4 y 6 nm, las que exhiben absorbanza en el rango IR así como la coexistencia de dos tipos de estructuras cristalinas de CuS y Cu<sub>2</sub>S influenciadas por las condiciones de síntesis, Fig. 1a y b. Los ensayos de viabilidad celular, Fig 1c, indican un umbral de toxicidad cercano a los 300 µg/mL. Los ensayos del efecto fototérmico indican un incremento máximo de temperatura de 22°C con una eficiencia fototérmica cercana al 50%.

155

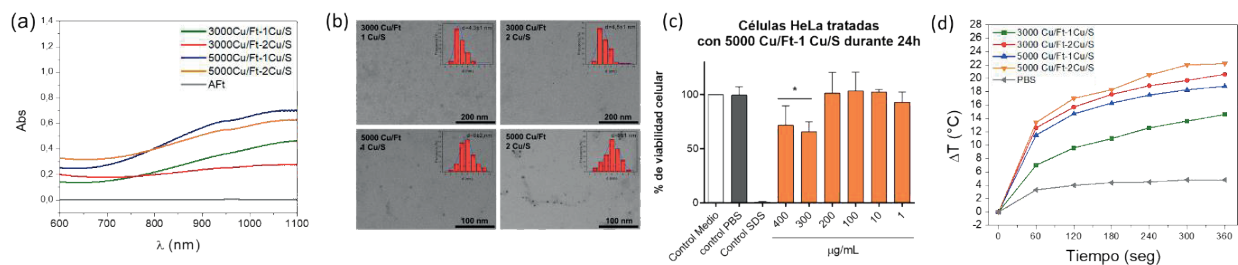


Figura 1:  
(a) Espectros de absorbanza UV-Vis,  
(b) Imágenes de microscopía electrónica de transmisión e histograma de distribución de tamaños, (c) ensayo de viabilidad celular,  
(d) gráfico de incremento de temperatura en función del tiempo de irradiación láser.

### AGRADECIMIENTOS

Fondap 15130011, Postdoctorado-Fondecyt N° 3190297, Andrés Ibañez

### REFERENCIAS

[1] Yixin Zhao et al. J.A.C.S. 131, 4253 (2009).

[2] Hasanain Gomhor et al. Art. Cells, Nanomed and Biotech. 46, 847 (2018).

## PRUEBA DE EROSIÓN POR TORMENTA DE ARENA EN RECUBRIMIENTOS ANTIRREFLECTANTES DE PARA CUBIERTAS DE VIDRIO EN PANELES FOTOVOLTAICOS

Dario Zambrano,<sup>1\*</sup>, Rodrigo Espinoza<sup>1</sup>, Roberto Villarroel<sup>1</sup>, Andreas Rosenkranz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de ingeniería química, biotecnología y materiales,  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: dario.zambrano@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

Los sistemas multicapa se utilizan con frecuencia como revestimientos antirreflectantes (ARC) debido a sus excelentes propiedades ópticas. Sin embargo, estos sistemas sufren degradación erosiva (desgaste), por lo que se busca con urgencia formas alternativas para mejorar sus propiedades mecánicas manteniendo su respuesta óptica<sup>[1,2]</sup>. Para abordar este problema, proponemos dopar los recubrimientos multicapa de TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> con óxidos de base Zr para mejorar su estructura cristalina y su densidad, así como para formar enlaces Si-Zr-O.

Exploramos el efecto del dopaje con óxido de Zr en la microestructura, así como las propiedades ópticas, mecánicas y tribológicas de los recubrimientos multicapa de TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> con el objetivo general de inducir sinérgicamente propiedades ópticas y mecánicas mejoradas. Por lo tanto, se depositaron recubrimientos de TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> multicapa homogéneos de 250 nm de espesor dopados con óxidos de Zr (diferentes concentraciones atómicas) sobre sustratos de vidrio mediante pulverización catódica con magnetron.

Según nuestro análisis, el dopaje con Zr mejora las propiedades ópticas y mecánicas simultáneamente. Entre todos los ARC, la muestra recocida a 400 °C y dopada con 1 at.-% Zr presentó un excelente comportamiento antirreflejos y el mejor desempeño mecánico<sup>[3]</sup>. Estas características demostraron a través de los ensayos de erosión una resistencia al desgaste mejorada (durabilidad excepcional) y eficiencia óptica, lo que los convierte en excelentes candidatos para la protección de cubiertas de vidrio en paneles solares.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento a la beca de Doctorado Nacional, folio # 21161488, patrocinada por ANID y al proyecto FONDECYT #1191779

### REFERENCIAS

- [1] D. F. Zambrano, R. Villarroel, R. Espinoza-González, N. Carvajal, A. Rosenkranz, A. G. Montaña-Figueroa, M. J. Arellano-Jiménez, M. Quevedo-Lopez, P. Valenzuela, W. Gacitúa, *Solar Energy Materials and Solar Cells* **2021**, 220, 110841.
- [2] S. Chu, Y. Cui, N. Liu, *Nat Mater* **2017**, 16, 16.
- [3] D. F. Zambrano-Mera, R. Espinoza-González, R. Villarroel, A. Rosenkranz, N. Carvajal, M. I. Pintor-Monroy, A. G. Montaña-Figueroa, M. J. Arellano-Jiménez, M. Quevedo-López, P. Valenzuela, *Solar Energy Materials and Solar Cells* **2022**, 243, 111784.

## PREPARACIÓN DE CERÁMICAS NANOESTRUCTURADAS BIDIMENSIONALES PARA SU APLICACIÓN COMO SENSORES DE GASES

Daniela Balbontín Campomanes<sup>1\*</sup>, Ximena Castillo Castillo<sup>1</sup>, Viyayabhaskara Rao<sup>1</sup>,  
Andreas Resenkranz<sup>1</sup>, Rodrigo Espinoza González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Chile, Santiago, Chile

\*Email: [dbalbontin1996@gmail.com](mailto:dbalbontin1996@gmail.com)

### RESUMEN

El desarrollo industrial de distintas áreas como la minería o la manufactura, sumado a la quema de combustibles, ha conllevado a la emisión de gases contaminantes denominados Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs), junto con otros compuestos como monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (NOx), ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), entre otros. Los largos tiempos de exposición a estas sustancias pueden ocasionar efectos negativos crónicos para la salud humana; adicionalmente, reaccionan formando compuestos neurotóxicos y cancerígenos<sup>[1]</sup>.

En este sentido, ha existido un aumento sustancial en el desarrollo de sensores de gases, los cuales son dispositivos que determinan posibles perturbaciones causadas por los gases en el ambiente, procesándolo como señales electrónicas<sup>[2]</sup>. Este debe cumplir con dos requerimientos: generar una señal nítida, dada por la abundancia de sitios de adsorción, y una alta conductividad que disminuya la existencia de ruidos eléctricos<sup>[3]</sup>.

Los sensores de gases son generalmente elaborados a partir de materiales semiconductores metálicos, sin embargo, estos compuestos requieren una alta temperatura para presentar una señal nítida y sin ruidos, lo cual limita su aplicación en lo cotidiano<sup>[3]</sup>. Es en esta línea donde los materiales en dos dimensiones han demostrado ventaja; en particular, recientemente ha ganado interés el estudio de MXenes para el desarrollo de sensores de gases.

Los MXenes son nanomateriales bidimensionales compuestos por carburos y nitruros de metales de transición, enlazados a grupos funcionales orgánicos. Debido a su alta área superficial, conductividad eléctrica, estabilidad térmica y estructural, y buena relación entre señal y ruido, se posiciona como un material prometedor en el ámbito del sentido de gases, especialmente a temperatura ambiente<sup>[4]</sup>.

En este estudio se fabricaron materiales en dos dimensiones Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub> MXenes con la finalidad de evaluar sus capacidades como sensor de gases. Para ello se utiliza la técnica de grabado químico utilizando ácido fluorhídrico (HF), a partir de precursores en fase MAX compuestos por carburos y nitruros metálicos hexagonales. Posterior a la síntesis el análisis de microscopía de barrido electrónico (SEM) mostró la formación de compuestos delaminados en dos dimensiones, conformados por titanio, carbono, oxígeno y flúor.

### AGRADECIMIENTOS

Laboratorio de Materiales Avanzados Multifuncionales (LABMAM)

### REFERENCIAS

- [1] Kim, S. J., Koh, H.-J., Ren, ACS Nano **12**, 986 – 993 (2018)
- [2] Y. Pei, X. Zhang, Z. Hui, ACS Nano **15**, 3996–4017 (2021)
- [3] S. Nandy, A. Ulloa, A. Mishra, ACS Sens. **5**, 2915–2924 (2020)
- [4] H. Riazi, G. Taghizadeh, M. Soroush, ACS Omega **6**, 11103–11112 (2021)

## COMPORTAMIENTO COMO SENSOR DE GAS DE LA CERÁMICA $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ DOPADA CON NI

Josefa Caamaño<sup>1</sup>, Ximena Castillo<sup>1</sup>, Rodrigo Espinoza-González<sup>1</sup>,  
Marcelo Orlandi<sup>2</sup>, Anderson A. Felix<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LabMAM, Departamento de Ingeniería Química Biotecnología y Materiales,  
FCFM, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Department of of Engineering, Physics and Mathematics, Sao Paulo State University (UNESP),  
Araraquara, Brazil

\*Email: josefamargot4297@gmail.com

### RESUMEN

El cambio climático producto de la emisión de gases de efecto invernadero, han promovido fuertemente la investigación de materiales aplicables a la detección de gases nocivos para el medioambiente como  $\text{CO}_2$ , CO,  $\text{NO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$ . Entre estos un material de interés es la cerámica  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  (CCTO) debido a su comportamiento electrónico no lineal.

En este trabajo se estudia la fabricación de mediante la técnica sol-gel de nanopartículas de CCTO dopadas con 10%p. de Ni, con el fin de probar sus capacidades como detector de gases. Las nanopartículas de CCTO con y sin dopaje fueron depositadas mediante drop-casting sobre electrodos de Pt en sustrato de alúmina.

Mediante DRX se confirmó la formación de la fase de CCTO, con una formación mejor de CuO en la muestra dopada con Ni. Análisis mediante SEM/EDS confirmaron la composición elemental esperada, así como el tamaño nanométrico de las partículas.

Por otro lado, ambas muestras una respuesta positiva en la detección de  $\text{NO}_2$ , con un óptimo de detección a  $250^\circ\text{C}$  llegando a un límite de detección de 2 ppm

Adicionalmente, ambos gases exhiben una alta selectividad en la detección de  $\text{NO}_2$  en comparación a otros gases como  $\text{H}_2$ , CO,  $\text{C}_2\text{H}_2$  y  $\text{C}_2\text{H}_4$ . Lo que permite concluir el uso promisorio de esta cerámica en la detección de este gas de efecto invernadero.

### AGRADECIMIENTOS:

Los autores agradecen el financiamiento de los proyectos Fondecyt 1191779 y 3200824.

### REFERENCIAS

[1] A. Dey, Mater. Sci. Eng. B Solid-State Mater. Adv. Technol. 229 (2018) 206–217.

[2] D. Kohl, J. Phys. D. Appl. Phys. 34 (2001) R125.

[3] Y. Shimizu, H. Nakano, S. Takase, J.H. Song, Sensors Actuators, B Chem. 264 (2018) 177–183.

## MODELACIÓN ELECTROMECAÁNICA DE FRACTURA EN COMPUESTOS DE NANOTUBOS DE CARBONO AUTO SENSIBLES

Leonel Quinteros<sup>1\*</sup>, Enrique García-Macías<sup>1,2</sup>, Emilio Martínez-Pañeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, UK.*

<sup>2</sup>*Department of Structural Mechanics and Hydraulic Engineering, University of Granada, Spain.*

*\*Email: l.quinteros-palominos20@imperial.ac.uk*

---

### RESUMEN

La investigación en materiales compuestos auto sensibles es crucial para desarrollo del monitoreo inteligente de estructuras civiles. En este campo los nanotubos de carbono se presentan como un filamento prometedor para ser usado como refuerzo en compuestos, tanto poliméricos como en base a cemento, pues además de mejorar las propiedades electromecánicas del compuesto, también le otorgan auto sensibilidad gracias a las interacciones entre estas inclusiones [1], permitiendo la variación de su conductividad eléctrica en función de la deformación mediante el llamado efecto piezoresistivo.

El concepto de monitoreo estructural inteligente da paso a generar un gemelo digital que requiere detectar cualquier variación en el sistema, desde simples deformaciones hasta la fractura estructural total, por lo tanto, se requiere un modelo preparado para simular la respuesta bajo cualquier carga. El siguiente trabajo propone la simulación de compuestos con inclusiones de nanotubos de carbono, estimando sus propiedades electromecánicas [2], para luego introducir estas propiedades en un modelo de elementos finitos obteniendo la variación en la resistencia eléctrica entre dos electrodos debido a la deformación. El modelo resuelve el equilibrio de momento, la conservación de corriente eléctrica y además estima el crecimiento y propagación de grietas utilizando el método phase-field, que predice la propagación de grietas en geometrías y dimensiones arbitrarias basándose en la minimización global de energía [3]. También, tanto la rigidez del sistema como la conductividad eléctrica del compuesto están acopladas a la variable del phase-field, degradándose a medida que el compuesto pierde su integridad mecánica.

159

### AGRADECIMIENTOS:

L. Quinteros agradece el apoyo financiero otorgado por la agencia nacional de investigación y desarrollo (ANID)/ programa de becas / DOCTORADO BECAS CHILE/2020 - 72210161.

### REFERENCIAS

- [1] García-Macías, E., Castro-Triguero, R., Sáez, A., & Ubertini, F. (2018). 3D mixed micromechanics-FEM modeling of piezoresistive carbon nanotube smart concrete. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 340, 396-423.
- [2] Quinteros, L., García-Macías, E., & Martínez-Pañeda, E. (2022). Micromechanics-based phase field fracture modelling of CNT composites. *Composites Part B: Engineering*, 236, 109788.
- [3] Kristensen, P. K., Niordson, C. F., & Martínez-Pañeda, E. (2021). An assessment of phase field fracture: crack initiation and growth. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 379(2203), 20210021.

## STUDY OF THE EFFECT OF THICKNESS ON THE RESIDUAL STRESS PROFILE OF A COLD SPRAY COATING BY FINITE ELEMENT ANALYSIS

Felipe Torres<sup>1\*</sup>, Rubén Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
de la Universidad de Chile, Beauchef 851, Santiago, Chile.*

*\*Email: felipe.torres.c@ug.uchile.cl*

---

### ABSTRACT

The understanding of residual stress is of critical importance in the cold spray and thermal spray processes. It has a direct effect on the integrity of the coating related to the adhesion strength, fatigue life, and can lead to undesired effects such as the delamination of the coating [1-9]. In cold spray, several investigations have evaluated the impact of the residual stress on the coatings, and it is generally accepted that cold spray coatings follow a similar profile to those obtained in the shot peening process [3,6,10-12]. Although the measurement of residual stresses gives fundamental insight into the process, the estimation of such stresses considering the deposition of each layer by numerical methods has not been extensively studied [3,10,11]. This work proposes a method for analyzing the evolution of residual stress on a cold spray coating, both on the coating and the substrate, as a function of the deposited layers, using Finite Element Analysis (FEA). The evolution of the residual stress profile with the coating thickness was obtained along the transverse direction. The results were compared to experimental and numerical data from previous studies [3,10,11]. The influence of the deposition of each layer on the residual stress profile has been discussed.

160

### ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by CONICYT-PFCHA/Magíster Nacional/2020 – 22201405.

### REFERENCES

- [1] O. Smith, S. Autor y S. Klein, Phys. Rev. H **60**, 028793 (2009)
- [2] P. Autor y T. Autor, Phys. Rev. Lett. **118**, 190603 (2017)
- [1] V.K. Champagne, Woodhead Publishing Limited (2007)
- [2] R.T.R. McGrann et al., Surf. Coatings Technol. **108-109**, 59–64 (1998)
- [3] V. Luzin et al., Acta Mater. **59**, 1259–1270 (2011)
- [4] J. Karthikeyan, Elsevier Ltd. 62–71 (2007)
- [5] J. Cizek et al., Surf. Coatings Technol. **217**, 23–33 (2013)
- [6] R. Ghelichi et al., Acta Mater. **60**, 6555–6561 (2012)
- [7] C.Y. Jeong et al., Int. J. Cast Met. Res. **21**, 235–238 (2008)
- [8] T.S. Price et al., Proc. Int. Therm. Spray Conf. **15**, 507–512 (2006)
- [9] R. Ghelichi et al., Int. J. Fatigue. **65**, 51–57 (2014)
- [10] G. Shayegan et al., Mater. Des. **60**, 72–84 (2014)
- [11] R. Ghelichi et al., Appl. Surf. Sci. **288**, 26–33 (2014)
- [12] C.W. Ziemian et al., Mater. Des. **54**, 212–221 (2014)





MÓDULO

# 15





## DISMINUCIÓN DE CANTIDAD DE ATRASOS EN ENTREGA DE INFORMES RADIOLÓGICOS EN EL CENTRO DE IMAGENOLÓGÍA DEL HOSPITAL CLÍNICO DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Macarena Victoria Osorio Arévalo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Hospital Clínico de la Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*Email: macarena.osorio@ing.uchile.cl

---

### RESUMEN

Una de las instituciones que representa al sistema de salud por su marca y reconocimiento es el Hospital Clínico de la Universidad de Chile, el cual entrega tanto servicios clínicos como docentes, destacando su estrategia de mejor servicio y de diferenciación. Específicamente, en el Centro de Imagenología (CI) se destaca el estándar de recepción a los pacientes y entrega de servicios de gran calidad. Uno de los principales servicios del CI es la toma de exámenes y posterior entrega de informes radiológicos. En particular, la entrega de informes radiológicos posee un protocolo de tiempo máximo desde que termina el examen hasta la entrega de este según estado del paciente: 48 horas para pacientes Ambulatorios (A), 24 horas para Hospitalizados (H) y 2 horas para Ambulatorio Urgente (AU).

Del total de exámenes analizados desde 2013 a 2018, correspondiente a 470.000 registros, se encuentra que 30% de ellos poseen informes radiológicos atrasados, siendo 53% AU, 39% A y 8% H, encontrando entonces el problema de cantidad de atrasos en informes radiológicos en el CI. Es por esto, que se comienza la presente investigación, utilizando la metodología de Ingeniería de Negocios y el Nurse Scheduling Problem [1], algoritmo de asignación de función objetivo múltiple utilizado en el sector de salud, para detectar el mejor rediseño y solución posible.

Una de las principales causas de este problema es la estimación de demanda poco clara, lo que deriva en la deficiente distribución de horas de radiólogo, por lo que se propone la creación del macroproceso de Gestión de personal, el cual incluye análisis de demanda, optimización de recursos y generación de turnos. El macroproceso es apoyado por un sistema de información para facilitar la toma de decisiones tácticas del CI. Este sistema de información recibe la demanda ingresada por el usuario, la cual es analizada y optimizada mediante el Software Gurobi para luego entregar resultados en pantalla y en un informe en formato .pdf, los cuales incluyen cantidad de horas radiólogo por especialidad y turno, parámetros y supuestos. Los resultados principales del piloto con data real son que más del 50% en cada unidad de los datos analizados poseen un déficit de horas radiólogo, lo cual contribuye a los atrasos y merma el servicio. Finalmente, se realiza un análisis de Gestión del cambio, en donde se impulsa una comunicación entre diferentes unidades, y una evaluación de proyecto social, la cual indica un beneficio para la sociedad a un horizonte de 6 años.

### AGRADECIMIENTOS:

Al Hospital Clínico de la Universidad de Chile, personal administrativo y médico.

### REFERENCIAS

[1] Michelon, P., Ferland, J. & Berrada, I. A Multi-objective Approach to Nurse Scheduling with both Hard and Soft Constraints **907**, 184-189 (1996)

## CONDICIONES DE GÉNERO, MERCADO LABORAL Y MALTRATO INFANTIL EN CHILE

Peñañiel, Carla<sup>1</sup>, Jervis, Pamela<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Chile, Magíster de Economía Aplicada, Santiago, Chile.  
carla.penañiel@ug.uchile.cl

<sup>2</sup>Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Santiago, Chile.

### RESUMEN

Esta investigación estudia los efectos de condiciones del mercado laboral medido a través del empleo, en el maltrato, abuso y negligencia infantil a nivel comunal en Chile entre los años 2013-2019. A partir de indicadores económicos se separa el efecto por género y se estima a partir de una regresión de Poisson de efectos fijos por comuna y año. Encontramos evidencia robusta de que un aumento del empleo femenino, disminuye el maltrato, abuso y negligencia infantil y un aumento del empleo masculino, lo aumentaría. Estudiamos además el efecto separando por tipo de denuncia y los resultados se mantienen constantes en el delito de abuso sexual. El principal mecanismo para estos resultados tiene que ver con cómo el poder de negociación de las mujeres al interior de los hogares aumentaría al aumentar el empleo femenino, relativo al de los hombres, reduciendo el maltrato, abuso y negligencia contra niños, niñas y adolescentes.

Agradecimientos: Agradecimientos a mi profesora guía Pamela Jervis, mi comisión de tesis, Alejandra Mizala e Ignacio Cuesta y al Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

### REFERENCIAS

- [1] A. Aizer. American Economic Review, 100(4):1847-59, 2010.
- [2] T. Bartik. Institute for Employment Research, 1991.
- [3] O. Blanchard, L. Katz, R. Hall & B. Eichengreen. Brookings papers on economic activity, 1992(1):1-75, 1992.
- [4] J. Currie & C. Widom. Child maltreatment, 15(2):111-120, 2010.
- [5] J. Currie & E. Tekin. Journal of Human Resources, 47(2):509-549, 2012.
- [6] J. M Fletcher. Social Science & Medicine, 68(5):799-806, 2009.
- [7] S. Frioux, J. Wood, O. Fakeye, X. Luan, R. Localio & D. Rubin. Maternal and child health journal, 18(9): 2202-2208, 2014.
- [8] J. Heckman & J. Scheinkman. The Review of Economic Studies, 54(2):243-255, 1987.
- [9] L. Katz & K. Murphy. The quarterly journal of economics, 107(1):35-78, 1992.
- [10] J. Lindo, J. Schaller & B. Hansen. Journal of Public Economics, 163:77-98, 2018.
- [11] K. Raissian. Child abuse & neglect, 48:1-12, 2015.
- [12] C. Ruhm. The Quarterly journal of economics, 115(2):617-650, 2000.
- [13] D. Simons and S. Wurtele. Child abuse & neglect, 34(9):639-646, 2010.
- [14] C. Widom, S. Czaja & M. Dutton. Child abuse & neglect, 38(4):650-663, 2014.
- [15] J. Wood, S. Medina, C. Feudtner, X Luan, R. Localio, E. Fieldston & D. Rubin. Pediatrics, 130(2): e358-e364, 2012.
- [16] D. Zielinski. Child abuse & neglect, 33(10):666-678, 2009.

## ESTIMATING THE HOUSING INVESTMENT EXTERNALITIES EFFECTS OF A PUBLIC HOUSING PROGRAM IN CHILE

Rafael Tiara Torres<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>J-PAL (PUC), MAGCEA (U. Chile), Santiago, Chile.

\*Email: rafaelmirched@gmail.com

---

### ABSTRACT

I study the housing investment externalities effects of the DS-49, a public housing program in RM, Chile. Using a quasi-experimental strategy, I exploit the time variation of the urban intervention to estimate the causal externalities effects as a function of distance. Reduced form estimation of the effects demonstrates that, in average, households that are closest to the housing projects invest more in housing quality and less in security than those furthest away. A back-of-the-envelope calculation for housing investment externalities indicate that these could represent an additional return on investment of up to 7%.

A theoretical model based on both Rossi-Hansberg's (2012) framework of housing externalities complementarity and the optimal housing consumption model proposed by Ortalo-Magné (2011) is suggested to explain the mechanisms beyond the behavioral change of the households. It rationalizes the idea that households that are closest to the housing projects invest more because they want to fill the housing quality gap, between their own residence and the perceived average quality of the neighborhood, created by the investment carried out by the government.

I test this hypothesis by testing reduced form models on housing investment outcome variables measured by surveys to the households living in the intervened neighborhood in 2017 and 2018. Results suggest that, on average, for every 100 meters of proximity to the housing project, the probability of every household to invest in housing quality assets increases by 5%, while an extra investment of 12,000 CLP is performed.

Implications are discussed when income heterogeneity is introduced into the model. Even though that richest households account for most of the housing investment in terms of amount invested, there are still persistent positive effects for low-income households.

Finally, this study demonstrates the existence of anticipation and contemporaneous housing externalities effects. Households invest more with proximity even when the housing projects are still not ready. However, they tend to invest even more when the project has already been inaugurated and the new neighbors have arrived. In this sense, this study contributes to the literature by analyzing the externalities effects of public investment when social integration also plays a part.

### REFERENCES

[1] Rossi-Hansberg, E. y Sarte, P.-D., "Economics of housing externalities," *International Encyclopedia of Housing and Home*, vol. 2, p. 47-50, 2012.

[2] Davis, M. y Ortalo-Magné, F., "Household expenditures, wages, rents," *Review of Economic Dynamics*, vol. 14, p. 248-261, 2011

## INNOVACIONES DIGITALES EN EL SECTOR PÚBLICO

Laura E. Martínez

<sup>1</sup>*University of Leicester, Leicester, Reino Unido.*

*\*Email: lemg1@leicester.ac.uk*

---

### RESUMEN

Las innovaciones digitales en el sector público se han estado desarrollando desde hace varios años, pero ha sido en la pandemia, que su desarrollo, implementación y adopción se potenció y se volvió masivo. Esto se debe a la necesidad de los gobiernos de poder seguir brindando sus servicios a los ciudadanos en momentos en donde el confinamiento fue la norma, e incluso después del mismo, cuando ya las restricciones de movilidad disminuyeron, los servicios públicos, han mantenido mayormente formatos híbridos, donde seguimos teniendo la posibilidad de hacer muchos de los trámites en línea. Sin embargo, las investigaciones y publicaciones académicas acerca de este tema no se han podido mantener al mismo ritmo del desarrollo de estas innovaciones digitales. Por esta razón, esta es la brecha de investigación a la cual este proyecto se dirige, específicamente en el sector público de Panamá. La pregunta de investigación principal de este estudio busca entender y analizar ¿cómo los gerentes del sector público en Panamá perciben las prestaciones (*affordances*) de la innovación digital? Este proyecto se ha llevado a cabo en modalidad de estudio de caso, se han usado entrevistas semi estructuradas y un grupo focal. Sin embargo, también se usará data secundaria de otros países de la región como: Brazil México, Chile y Costa Rica, para comparar el caso y tener un contexto más amplio.

Actualmente, este estudio se encuentra en la etapa de análisis de los datos recabados empíricamente, en el periodo de escribir la tesis doctoral. Se espera terminar la misma durante el primer semestre del próximo año, enviar el borrador a mis profesores supervisores, revisarla, y solicitar la fecha para presentar la tesis.

167

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis profesores supervisores de este proyecto de tesis doctoral por su guía y motivación, a mis padres y esposo por su apoyo incondicional y, a todas las personas que tuvieron la disposición de participar en el estudio.

## MIGRACIONES FORZADAS, UNA REALIDAD LATINOAMERICANA. CASO VENEZUELA

Karelys Abarca<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Chile, egresada del MGPP, Santiago, Chile.

\*Email: karelysabarca@yahoo.de

---

### RESUMEN

El deterioro de las bases democráticas en Venezuela, por la profundización del modelo del Socialismo del Siglo XXI, que debilitó el tejido productivo de la economía, condujo a un proceso de depauperación intensiva de la población, que al no poder sobrevivir a los altos precios de bienes y servicios escasos, a sueldos y salarios paupérrimos, altos niveles de violencia y persecución política, se ha visto “forzada” a migrar al resto de América Latina, el Caribe, Estados Unidos y Europa. Esta iniciativa de investigación tiene la finalidad de difundir cuáles son las principales condiciones y causas que han provocado la salida masiva de aproximadamente 7 millones de venezolanos, de las cuales probablemente cerca de la mitad han sido “migraciones forzadas” por una crisis humanitaria, consecuencia de un desastre de políticas públicas; así como determinar las causas potenciales que pueden producir movilizaciones similares en otros países de la región.

Las condiciones que han impulsado a los venezolanos a migrar a otros países de la región, particularmente después del año 2017, tienen las características de migración forzada, no voluntaria. Es muy importante caracterizar en especial esta ola de “migración forzada”, debido a que permite analizar las causas de deterioro de la democracia, el mercado y el estado de derecho que pueden llevar a un país a presentar un mayor riesgo potencial de convertirse en una fuente de personas desplazadas por motivos ajenos a su decisión voluntaria. De allí que en este proyecto se propuso explorar qué factores impulsan la migración forzada a partir del caso venezolano y proponer un índice, que recogiendo información económica, social, política, nos permite medir el riesgo potencial que un país se enfrente a migraciones forzadas.

Este proyecto propone la construcción de un Índice de Riesgo de Migraciones Forzadas a partir del análisis del caso venezolano, además de identificar las políticas públicas (especialmente económicas y sociales) que generaron las condiciones para el desborde migratorio que está atravesando Venezuela y que ha afectado a todos los países del continente. Se encontró que los temas más álgidos tienen que ver con la economía, el deterioro institucional, la inseguridad y la vulneración de la propiedad privada.

### AGRADECIMIENTOS

Investigación de Cedice (Centro de Divulgación del Conocimiento Económico)

### REFERENCIAS

- [1] Bhabha, Jacqueline. 2018. *Can we solve the migration crisis?* Wiley
- [2] Mandic, D. (2022). *What is the force of forced migration? Diagnosis and critique of a conceptual relativization.* *Theory and Society* (2022) 51:61–90
- [3] Betts, Alexander. (2013). *Survival migration: Failed governance and the crisis of displacement.* Cornell U.P.



## RECLUTAMIENTO DE ALTOS/AS DIRECTIVOS/AS PÚBLICOS UNA MIRADA DESDE LOS POSTULANTES DEL SISTEMA TRAS LA REFORMA 20.955

Autora: Camila Alvarado Valenzuela

*Magíster en Gestión y Políticas Públicas. Depto. De Ingeniería Industrial,  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile Beauchef 851, 8370456 Santiago.  
Email: calvarado.valenzuela@gmail.com*

---

### RESUMEN

A casi 6 años de la implementación de la reforma N° 20.955, cuyo propósito se funda en fortalecer el Sistema de Alta Dirección Pública (SADP), es imperante la necesidad de evaluar si tuvo o no los impactos esperados en materia de legitimidad y credibilidad del Sistema. A pesar de que existe un amplio desarrollo teórico sobre el SADP, los estudios sobre impacto de la reforma N° 20.955 son más bien acotados, destacando el análisis realizado sobre el impacto de la reforma en la cantidad y calidad de las y los Altos Directivos Públicos [1] y los efectos de la reforma sobre los convenios de desempeño [2]. Sin embargo, hasta la fecha no existe un estudio que dé cuenta sobre cómo esta norma generó un impacto en la percepción de las y los postulantes del Sistema de Alta Dirección Pública.

La justificación de este estudio busca dar respuesta a un ámbito poco explorado, persiguiendo de esta manera dos motivaciones: Por una parte, se plantea su desarrollo desde una perspectiva teórica, desarrollando un análisis exploratorio sobre el impacto de la reforma 20.955 en la percepción de las y los postulantes expresado en las reclamaciones de concursos del SADP; mientras que, por otro lado, tiene una motivación práctica, ya que el Servicio Civil, como institución responsable del SADP, no cuenta con una categorización de reclamos histórica, de manera que este estudio permitirá contribuir al desarrollo de procesos internos que impulsen una mejor administración del Sistema y comprensión de las necesidades de los y las postulantes.

Tras el análisis de los datos, se determinaron 12 categorías principales y 51 categorías secundarias. De esta manera, los hallazgos más relevantes del estudio plantean, por una parte, una baja correlación en la tanto en la cantidad como en la tipología de reclamaciones por concurso, según número de convocatorias y volumen de postulaciones. Por otra parte, a nivel general se presenta una mejora en diversos ámbitos que previo a la reforma tenían mayor recurrencia en las reclamaciones. Entre ellos se destaca el cuestionamiento de un proceso de selección a partir de la presencia de la figura Transitorio y Previsional, la transparencia y difusión de información de quienes resulten nombrados/as, e incluso, se presenta una mejora en la comprensión sobre el proceso de reclamación. Sin embargo, en cuanto los datos analizados, el volumen de reclamaciones en proporción con la cantidad de convocatorias de cargos, fue menos sensible al impacto de la aplicación de la reforma N° 20.955.

### AGRADECIMIENTOS

Dirección Nacional del Servicio Civil por la provisión de los datos que permitieron este estudio, y a Javier Fuenzalida y Andrés Fernández, quienes guiaron este trabajo desde distintas perspectivas.

### REFERENCIAS

- [1] Fernández, A., Fuenzalida, J. y Castro, C. (2021). Serie de Sistemas Públicos N° 18. Centro de Sistemas Públicos.  
[2] Fernández, A., Fuenzalida, J. (2021). Reporte Ejecutivo, Documentos Servicio Civil.

## GOBIERNOS REGIONALES DE BOLIVIA Y CHILE: SIMILITUDES Y DIFERENCIAS DE LA DESCENTRALIZACIÓN FISCAL

Franz R. Arce Velasco<sup>1</sup>, Luis Riquelme Contreras<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Economista Universidad Católica Boliviana y Magíster en Gestión y  
Políticas Públicas de la Universidad de Chile.*

*Actualmente Profesor de la Universidad Católica Boliviana  
San Pablo (UCB) Sede Tarija. Correo: farce@ucb.edu.bo*

*<sup>2</sup>Economista y Magister en Gestión y Políticas Públicas de la Universidad de Chile.  
Se desempeña en la Dirección de Presupuestos de Chile y en la Universidad de Chile.*

*\*Email: lariquelmec@gmail.com*

### RESUMEN

El trabajo pretende brindar un panorama general y comparativo sobre aspectos relacionados con el marco de descentralización fiscal y los gobiernos regionales de Bolivia y Chile. La comparación permite visibilizar diferencias en el entorno de aplicación (sistema de gobierno, densidad de la población, nivel de ingreso, desigualdad territorial, cantidad de gobiernos subnacionales, índices de desigualdad, carga tributaria y fondos especiales de financiamiento). Se encuentran similitudes que permite realizar un diagnóstico global de la situación y se identifican experiencias que pueden fortalecer ambos sistemas de descentralización, sobre todo el pronto desafío que tienen ambas naciones de gestar un pacto fiscal y modificar su marco constitucional.

Al comparar el financiamiento de los gobiernos regionales en Bolivia y Chile, en el primer caso los gobiernos regionales se financian con ingresos provenientes de subvenciones y subsidios del gobierno nacional FISCO entre las que se incluyen los ingresos del petróleo y el gas compartidos a través de las regalías, los Impuestos Directos a los Hidrocarburos (IDH), y un fondo compensatorio o contraparte (aproximadamente un 60%), y por otra parte recursos en menor cuantía provenientes ingresos tributarios, propios, coparticipación tributaria, cobro de tasas y patentes, y operaciones propias (aproximadamente en un 40%); mientras que en el caso de Chile principalmente con aportes de FISCO (no pueden generar tributos); en ambos países hay fondos principales que se distribuyen según algoritmos definidos en normas legales: Chile tiene el Fondo Nacional de Desarrollo Regional y Bolivia las distribución de regalías y recursos del IDH.

Si bien en el caso de Bolivia se aprecia un proceso más avanzado de descentralización fiscal, en Chile se producirán cambios sustantivos si se aprueba mediante un plebiscito en septiembre próximo una nueva constitución.

### REFERENCIAS

[1] Borrador Proyecto de Nueva Constitución de Chile. [2] Rocabado, C. Autor, Régimen fiscal autónomico y autonomía fiscal: un breve balance. Ministerio de Autonomías (2012)

[3] Gomez, J. El financiamiento de los gobiernos subnacionales en America Latina: studio de casos. CEPAL (2011)

[4] Ministerio de Economía y Finanzas de Bolivia. Informe fiscal 2019, 2020 y 2021. Bolivia, (2022) [5] Riquelme Luis,

Gamboni Cristóbal, Labarca Christian, Parada José, Pérez Joaquín, Ramírez Francisco (2021): "Avances de Descentralización Fiscal en Chile: Aspectos Presupuestarios de Gobiernos Regionales y Municipalidades".

## CONTRIBUCIONES PARA LA DEFINICIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN SEGURIDAD: ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES DE DELITOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA (CHILE)

Pablo Cadena<sup>1\*</sup>, Adina Iftimi<sup>2</sup>, Francisco Montes<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Universitat de València, Valencia, España.

\*Email: [pablocadena@gmail.com](mailto:pablocadena@gmail.com); [pablo.cadena@ing.uchile.cl](mailto:pablo.cadena@ing.uchile.cl)

### RESUMEN

La seguridad ciudadana es una condición esencial para la realización de las personas, en aporte a esto, el objetivo del artículo es proporcionar información relevante sobre el comportamiento del crimen, analizando los delitos de mayor connotación social ocurridos en las comunas de la Región Metropolitana de Chile. El método elegido es un modelo logístico, que incluye covariables socioeconómicas y demográficas de cada comuna, además de efectos espaciales y temporales. En el caso de las primeras, destaca la importancia que tiene la población, la mortalidad infantil, los ingresos propios permanentes y la pobreza como factores que aumentan significativamente la probabilidad de perpetración de delitos, especialmente los robos en todas sus formas; En este mismo orden de ideas, la asistencia escolar y las áreas verdes disminuyen la ocurrencia de delitos. Crímenes que destacan por su extrema violencia, como son el homicidio y la violación, ocurren con mayor probabilidad los días sábado y domingo sumándose, además, el día viernes para los delitos de lesiones y robo con violencia. Con todo, es importante este tipo de análisis que permite identificar patrones delictivos que pueda adoptar el crimen, todo orientado a una prevención del delito focalizada y basada en evidencia, con el fin de contener el crimen y, así, favorecer el desarrollo humano, lo que permite al individuo y a la comunidad realizar sus legítimas aspiraciones. Finalmente, la información que se obtiene es relevante, constituyendo un aporte a la toma de decisiones, a la hora de diseñar e implementar políticas públicas de seguridad. En las conclusiones, se sugieren posibles modelos alternativos para estudios futuros.

171

### REFERENCIAS

- [1] Becker, G. "Crime and Punishment: An Economic Approach", *Journal of Political Economy*. **76**, 169-217 (1968)
- [2] Braithwaite, A. and Johnson, S.D (2015). The Battle for Baghdad: Testing Hypotheses About Insurgency From Risk Heterogeneity, Repeat Victimization, and Denial Policing Approaches. *Terrorism and Political Violence*. **21**, 112-132 (2015)
- [3] Chicco, D. and Jurman, G. The advantages of the Matthews correlation coefficient (MCC) over F1 score and accuracy in binary classification evaluation. *BMC Genomics*. **21**, 6 (2020)
- [4] Johnson, Shane D., and Lucia Summers. Testing ecological theories of offender spatial decision making using a discrete choice model. *Crime & Delinquency*. **61**, 454-80 (2015)
- [5] Rummens, A., Hardyns, W. and Pauwels, L. The use of predictive analysis in spatiotemporal crime forecasting: Building and testing a model in an urban context. *Applied Geography*. **86**, 255-261 (2017)
- [6] Seguí, L., Iftimi, A., Briz-Redón, A. and Montes F. Noise Disturbances and Calls for Police Service in València (Spain): A Logistic Model with Spatial and Temporal Effects. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. **16**, 2815 (2019)

## LICENCIA POSTNATAL EN CHILE: UN ANÁLISIS DDE LA RELACIÓN ENTRE LA EXTENSIÓN DE LA LICENCIA MATERNAL Y LA DECISIÓN DE VOLVER A TRABAJAR DE MADRES TRABAJADORAS

Macarena Castañeda Letelier<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Magíster en Gestión y Políticas Públicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*Email: [mfcastaneda.l@gmail.com](mailto:mfcastaneda.l@gmail.com)

---

### RESUMEN

Esta investigación analiza la incidencia de la política pública de licencia maternal chilena en la decisión de mujeres trabajadoras que han tenido hijos/as de volver a trabajar en 5 tramos de tiempo: entre los 0 a 3 meses, 3 a 6 meses, 6 a 12 meses, 12 a 18 meses o después de los 18 meses del nacimiento. Para ello se analiza una muestra de mujeres trabajadoras en los periodos 2006-2010 y 2012-2016, que marcan el antes y después de la extensión del postnatal de 3 a 6 meses, mediante la ley n°20.545 el año 2011. El análisis se realiza a través del modelo econométrico Probit Ordenado sobre la decisión de volver a trabajar por cada tramo de tiempo, contrastando entre mujeres trabajadoras que acceden al postnatal y quienes no.

Los resultados muestran diferencias en las decisiones de las mujeres trabajadoras, tanto entre quienes acceden al postnatal y quienes no, como antes y después de la ley n°20.545 del año 2011, aunque no es posible establecer relaciones causales. Las mujeres con y sin postnatal antes del 2011 parecieran tener la misma tendencia en su toma de decisiones, siendo más probable que retornen al trabajo entre los 0 a 3 y 3 a 6 meses del nacimiento, y luego disminuyendo la probabilidad en el tiempo. Mientras que después del 2011, la probabilidad es inversa entre mujeres con y sin postnatal: las mujeres sin postnatal mantienen la tendencia pre-2011, mientras que las mujeres con postnatal la invierten, siendo menos probable que retornen al trabajo entre los 0 a 6 meses desde el nacimiento y aumentando la probabilidad de retorno en el tiempo, siendo la probabilidad más alta después de los 18 meses. Además, los factores que inciden en la toma de decisión son distintas entre grupos de mujeres con y sin postnatal. Mientras las mujeres con postnatal se ven incididas por contar con cotización previsionales y de salud, para las mujeres sin postnatal marcan los ingresos y que consideren al padre como quien debiese hacerse responsable de la crianza como sus variables más significativas.

Sobre estos resultados, se recomienda mejorar el acceso a datos administrativos que permitan mejorar el análisis de la política y el comportamiento laboral de las mujeres. También se recomienda incorporar en el estudio de la empleabilidad femenina variables que contemplen las responsabilidades de cuidado y crianza en las personas, lo que permitiría hacer visible el peso del trabajo reproductivo en la participación laboral y la empleabilidad de las mujeres y que no queden los estudios limitados únicamente al género. Finalmente, se recomienda abrir la discusión sobre cuál es el fin que se tiene con la política de descanso por maternidad: proteger el trabajo de las mujeres trabajadoras o proteger la maternidad para todas las mujeres facilitándoles entrar al mercado laboral. Si el interés es proteger la maternidad, las condiciones para acceder a las licencias maternales debieran dejar de estar vinculadas a las condiciones laborales. Es decir, que dejen de considerarse un beneficio (como lo nombra la ley) de la mujer trabajadora y pase a ser un derecho, con cobertura universal a las mujeres, personas gestantes u otros quienes asuman la crianza y el cuidado de infantes, como parte de un aparato social que facilite la compatibilidad entre el trabajo, la familia y la vida.

## BARRERAS ESPACIALES PARA LA REALIZACIÓN DE DERECHOS ECONÓMICOS Y SOCIALES: TRIESPACIALIDAD Y TERRITORIALIDADES DE INJUSTICIA

Guevara Cue, Gabriela<sup>1\*</sup>,

<sup>1</sup>Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*Email: [gabriela.guevarac@gmail.com](mailto:gabriela.guevarac@gmail.com)

### RESUMEN

Esta investigación doctoral explora el goce y realización de derechos como un hecho espacial, avanzando en la teoría de la Justicia Espacial (Soja, 2010) mediante la identificación de barreras para la realización de derechos que surgen en el primer, segundo y tercer espacio. Con este objetivo, se basa en la identificación de un problema con un componente teórico y uno empírico.

El primero, dice relación con que el espacio condiciona la realización de las personas pues el territorio se construye a partir de la actividad de sujetos o grupos que operan apropiándose de este o dominándolo y, ya que su capacidad y alcance es desigual, sus procesos de apropiación o territorialidad son desiguales también. Entonces, de acuerdo con las condiciones en las que se desarrolle, la territorialidad podrá ser una experiencia positiva o negativa de apropiación del espacio (Haesbaert, 2011), una experiencia justa o injusta (Soja, 2010).

El segundo, es el hecho de que en Chile existen personas que no consiguen una realización plena de derechos económicos y sociales (PNUD, 2017; Fuenzalida y Carvajal, 2019; Olavarría, 2006, 2012; Vergara, Correa y Aguirre, 2020); que la implementación de políticas y programas por parte del Estado con ese fin, ha tenido logros insuficientes (Ballas, 2012; Bilal, 2019; Ffrench-Davis, 2003, 2018; PNUD, 2017; Virgili, 2008) y que existe, por lo tanto, una brecha entre lo declarativo y lo efectivo (Cox, 2006; Erazo, 2010; Nash, 2017), más allá de las limitaciones materiales y económicas que la propia provisión de servicios implica (Prado, 2007).

Considerando lo señalado y a la luz de las propuestas de Soja (2010), se explora cómo el primer, segundo y tercer espacio y su interacción, inciden en la realización de derechos conformando barreras que impiden que las personas se beneficien de programas y acciones positivas del Estado que tienen este fin. De este modo, focalizando el análisis en experiencias concretas, trabajando con unidades ejecutoras de cada uno de estos programas y personas que han participado en ellos, se procederá a identificar las barreras espaciales asociadas al primer, segundo, tercer espacio y a analizar, además, su interrelación y operación en conjunto. Una vez identificadas estas barreras y los mecanismos a través de los cuales se interrelacionan, se propone una tipología de barreras espaciales, priorizada y caracterizada, que da cuenta del rol del espacio y la territorialidad en el goce y realización de derechos.

Los resultados de esta investigación aportan a la comprensión espacial de la realización de derechos y a la problematización del rol del espacio como causa de injusticia social. Se da cuenta de que es inútil el reconocimiento de derechos, o incluso la implementación de planes y programas destinados a su provisión, si no son considerados estos como un hecho espacial. Esto constituye además un aporte, particularmente en un contexto de cambio constitucional, para la concepción, diseño e implementación de una nueva generación de políticas y programas derivados, en el futuro, del nuevo contrato social.

### REFERENCIAS

- (1) Ballas, D. (2012). Mind the Gap, Education Inequality Across EU Regions, European Commission's Directorate-General for Education. Disponible en: [www.nesse.fr/nesse/activities/reports](http://www.nesse.fr/nesse/activities/reports) Culture n. 31. Paris: L'Harmattan
- (2) Bilal, U. (2019). Inequalities in life expectancy in six large Latin American cities from the SALURBAL study: an ecological analysis. *Lancet Planet Health* 2019; 3: e503–10. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30235-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30235-9)
- (3) Erazo, X. (2013). Políticas Públicas, exigibilidad y realización de derechos. Santiago, Chile
- (4) Ffrench-Davis, R. (2003). Entre el neoliberalismo y el crecimiento con equidad: tres décadas de política económica en Chile. Tercera Edición, C. Sáez Editor, Santiago, Chile

- (5) Ffrench-Davis, R. (2018). Reformas económicas en Chile (1973 - 2017). Neoliberalismo, crecimiento con equidad, inclusión. Taurus. Santiago, Chile
- (6) Fuenzalida, M., y Carvajal, E. (2019). Desigualdades en la atención hospitalaria por diabetes mellitus en el Servicio de Salud Metropolitano Central, Chile. *Revista Universitaria de Geografía*, 28(1), 91-112
- (7) Haesbaert, R. (2011). El mito de la desterritorialización: del “fin de los territorios” a la multiterritorialidad”. México: Siglo XXI
- (8) Nash, C. (2010). La Concepción de Derechos Fundamentales en Latinoamérica. México: Fontamara. Santiago, Chile
- (9) Olavarría, M. (2006). POBREZA Y ACCESO A LOS PROGRAMAS SOCIALES. Gestión y Política Pública, primer semestre, año/vol. XV, número 001 Centro de Investigación y Docencia Económicas, D.F., México
- (10) PNUD (2017). Desiguales. Orígenes, cambios y desafíos de la brecha social en Chile. Santiago de Chile, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.desiguales.org/capitulos>
- (11) Prado, D. (2007). Limitación de los Derechos Humanos. Algunas Consideraciones Teóricas. *Revista Chilena de Derecho*, vol. 34, núm. 1. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile
- (12) Soja, E. (2010 a). The City and Spatial Justice. In Bret, B., Gervais-Lambony, P., Hancock, C., & Landy, F. (Eds.), *Justice et injustices spatiales*. Presses universitaires de Paris Nanterre. doi:10.4000/books.pupo.415
- (13) Soja, E. (2010b). En busca de la justicia espacial (Crónica) (Spanish Edition) . Tirant Lo Blanch. Edición de Kindle
- (14) Virgili, M. (2008). Los factores de fracaso de las políticas sociales en Chile: La necesidad de un nuevo modelo. Recuperado de: [https://www.academia.edu/4043778/Los\\_factores\\_de\\_fracaso\\_de\\_las\\_pol%C3%ADticas\\_sociales\\_en\\_Chile](https://www.academia.edu/4043778/Los_factores_de_fracaso_de_las_pol%C3%ADticas_sociales_en_Chile)

## PROSPECTIVA ESTRATÉGICA & COMPLEJIDAD ECONÓMICA

Jonathan Rodríguez C.<sup>1\*</sup>, Remigio Contreras C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Valparaíso, Brigadier de la Cruz 1050, San Miguel, Chile.

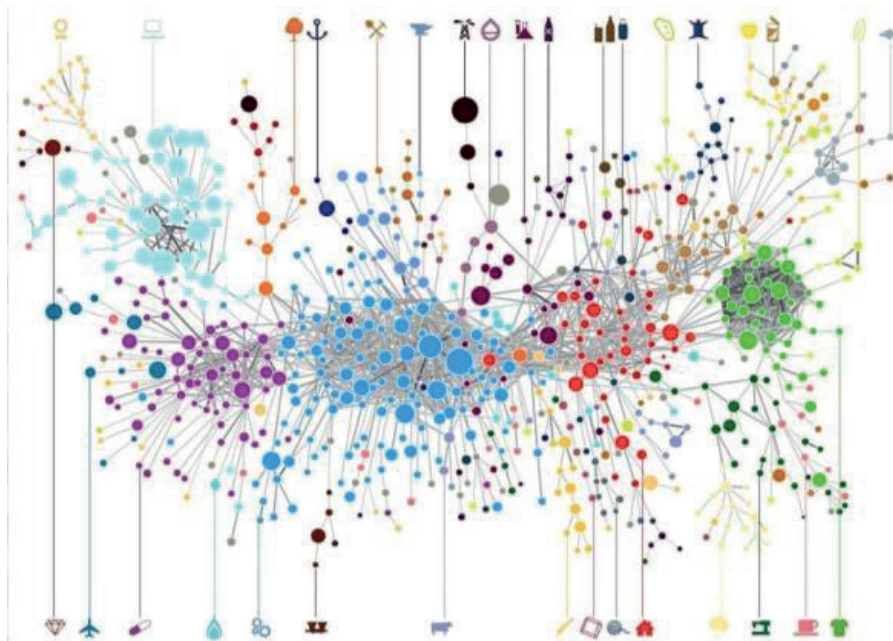
<sup>2</sup>Universidad Diego Portales, Ejercito 441, Santiago, Chile.

\*Email: jonathan.rodriguez@uv.cl

### RESUMEN

Las actuales agendas de gobierno, naturalmente limitadas a un periodo presidencial, (Máttar y Cuervo, 2013) dificultan el desarrollo de políticas públicas para el mediano y largo plazo, bajo esta dificultad, nace la necesidad de establecer lineamientos de políticas públicas de producción para el desarrollo país, que se orienten a la conformación de un estado moderno de largo plazo. El presente trabajo documenta la articulación de dos temas académicos de relevancia para la generación de valor público sostenible y de calidad para el largo plazo. Las metodologías de prospectiva estratégica junto con la complejidad económica (Hidalgo, 2007) son las temáticas centrales de este estudio bibliográfico, que busca mostrar una alternativa a la gestión de los indicadores macroeconómicos agregados, a la diversificación industrial y al desarrollo del capital humano, como una estrategia investigativa con proyección futura. El presente trabajo se desarrolla descriptivamente y establece como principales hallazgos una proyección industrial futura en el contexto del conocimiento colectivo para la generación de productos tecnológicos (Hidalgo, 2009), para la generación de empleo calificado y recursos para la distribución de políticas sociales, para una sociedad más equitativa (Hartmann, 2017) (Hidalgo, 2017).

175



*Espacio de  
Productos  
Complejos Mundial  
Atlas de Economías  
Complejas,  
Cesar Hidalgo,  
2007.*

### AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos a nuestros familiares e instituciones que han confiado y contribuido en la realización de este trabajo, por creer en la importancia que los cambios son posibles y que Chile puede ser el próximo país desarrollado del mundo.

## REFERENCIAS

- [1] L. Cuervo y J.Máttar, *Prospectiva y desarrollo, El clima de la igualdad en América Latina y el Caribe al 2020*, Cepal, LC/G.2579 ,(2013)
- [2] R. Hausmann, C.A. Hidalgo et al, *The Atlas of Economic Complexity. Mapping paths to prosperity*, The MIOT Press, 0615546625 9780615546629 (2007)
- [3] D. Hartmann, M.R. Guevara, C. Jara-Figueroa, M. Aristaran, C.A. Hidalgo, *Linking Economic Complexity, Institutions and Income Inequality*, Quantitative Finance, Cornell University (2017)
- [4] C.A. Hidalgo, R.Hausmann, *The Building Blocks of Economic Complexity*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106, 10570-10575 (2009).
- [5] C.A. Hidalgo, *El triunfo de la información: La evolución del orden: de los átomos a las economías*, DEBATE, 8499927149 978-8499927145, (2017)



## MORTALIDAD Y ESTANCIA HOSPITALARIA EN UNA UNIDAD PERUANA DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES

Sánchez Dávila, Keller<sup>1\*</sup>, Arévalo Fasanando, Lolita<sup>2</sup>,  
Bartra Reategui, Alicia<sup>3</sup> Torrejón Pezo, Carlos Alberto<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

<sup>4</sup>Organización No Gubernamental Ayllu Kallpa, Tarapoto, Perú

\*Email: ksanchezd@unsm.edu.pe

### RESUMEN

La estancia hospitalaria depende de varios factores, de los cuales los más destacados son las complicaciones y la gravedad de la enfermedad y sus complicaciones, cuanto mayor sea la estancia neonatal en la UCI, mayor será el impacto en la calidad de vida futura del niño, la salud mental de los padres y los problemas psicosociales (depresión y angustia posparto), especialmente a las 4 o 6 semanas después del alumbramiento. Un reto en la mortalidad infantil es disminuir las muertes en las UCIN, sin incrementar las secuelas de los supervivientes. En países desarrollados estas metas se han ido logrando paulatinamente; sin embargo, existe un gran retraso en los países emergentes (Michel et al, 2018). La mortalidad neonatal es una prioridad sanitaria, para hacer frente es necesario ampliar oferta de servicio con atención integral y oportuna. El objetivo, determinar la relación de la mortalidad y la estancia hospitalaria en una Unidad peruana de Cuidados Intensivos Neonatales. Investigación de tipo básica, con diseño no experimental, correlacional, de corte transversal. La población y muestra se conformó por 178 pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos. Se empleó la técnica de la encuesta y como instrumentos dos cuestionarios. Entre los resultados se evidencia que la estancia hospitalaria en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales es de 0 a 7 días, corresponde a un 45%. La mortalidad de los neonatos de acuerdo a la estancia hospitalaria, es de un 60% que fallecieron entre los 0 a 7 días al ser admitidos en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales. Se concluyó que, existe una correlación moderada positiva entre la mortalidad y estancia hospitalaria con un coeficiente de Pearson de 0.8103, coeficiente de determinación (0.6567) que permite mencionar que 65,67% de la estancia hospitalaria afectada a la mortalidad.

177

### AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Martín por permitir contribuir a la salud infantil.

### REFERENCIAS

- [1] C. Aguilar y C. Martínez, «La realidad de la Unidad de Cuidados Intensivos,» *Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica)*, vol. **31**, nº 3, pp. 171-173, 2017.
- [2] T. Faraj y I. Kamada, «Lesiones de la piel en neonatos en cuidados intensivos neonatales,» *Enfermería Global*, nº **49**, pp. 211-219, 2020.
- [3] A. Ota, «Manejo neonatal del prematuro: avances en el Perú,» *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, vol. **64**, nº 3, pp. 415-422, 2018.
- [4] L. Chan, L. Reyes, J. Cahuana y P. Tejada, «Análisis de la mortalidad perinatal en Lima Norte: uso del método BABIES,» *Horizonte Médico (Lima)*, vol. **19**, nº 2, pp. 19-27, 2019.
- [5] M. Chilipio, K. Atencio y J. Santillán, «Predictores perinatales de APGAR persistentemente bajo a los 5 minutos en un hospital peruano,» *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, vol. **21**, nº 1, pp. 40-49, 2021.
- [6] Y. Hernández, M. León, J. Díaz, A. Ocampo, A. Rodríguez y M. Ruiz, «Caracterización clínica de pacientes con morbilidad materna extremadamente grave y su repercusión perinatal. Cienfuegos 2016-2018,» *MediSur*, vol. **18**, nº 5, pp. 789-799, 2020.

## EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL TELETRABAJO EN FUNCIONARIOS DEL ESTADO: EVIDENCIA E IMPLICANCIAS A PARTIR DE UN CASO PILOTO PARA CHILE

Tomás Soto<sup>1\*</sup>, Javier Fuenzalida<sup>2</sup>, Camilo Vera<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Centro de Sistemas Públicos, Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.*

<sup>2</sup>*Centro de Sistemas Públicos, Ingeniería Industrial, Universidad de Chile;  
Blavatnik School of Government, Universidad de Oxford.*

<sup>3</sup>*Dirección de Presupuestos, Ministerio de Hacienda*

*\*Email: tomas.soto@uchile.cl*

---

### RESUMEN

La implementación del teletrabajo en el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) es la primera experiencia formal de teletrabajo en el Estado de Chile y constituye innovación en las políticas y prácticas de gestión de personas en el sector público. En efecto, antes de la pandemia de COVID-19, las iniciativas nacionales e internacionales de teletrabajo en el Estado eran más bien puntuales y relativamente recientes. Además, no existe evidencia suficiente en Chile sobre las consecuencias que esta modalidad laboral produce específicamente en quienes trabajan en el sector público. Mediante el estudio sistemático del programa del INAPI entre marzo del año 2017 y noviembre del año 2019, este artículo busca conocer los efectos del teletrabajo sobre funcionarios. Los métodos utilizados consideran el uso de datos de panel a partir de 11 aplicaciones regulares de una encuesta durante este periodo de tiempo. En el mismo lapso se desarrollaron tres instancias de levantamiento de datos cualitativos, totalizando 32 entrevistas y 3 focus groups. Como resultado, el teletrabajo produce un impacto positivo en el uso del tiempo de funcionarios, su satisfacción con la vida cotidiana, la conciliación de su trabajo y su vida personal y familiar, la gestión de su carga laboral y la satisfacción con su trabajo. Además, las narrativas que emergen a partir de teletrabajadores, no teletrabajadores y sus jefaturas distinguen tres dimensiones de incidencia del teletrabajo: una personal, otra laboral y el balance efectivo entre ambos ámbitos. Los hallazgos de esta investigación permiten ilustrar respecto de las implicancias del teletrabajo en el sector público, especialmente en contextos institucionales menos desarrollados.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores quisieran agradecer al equipo de profesionales y directivos que han impulsado, liderado y sostenido el programa de teletrabajo en el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI), especialmente por su apoyo durante el levantamiento de los datos de esta investigación.

## MOTIVATIONS AND BARRIERS OF ENERGY EFFICIENCY RENOVATIONS IN THE RESIDENTIAL SECTOR: A REVIEW

Vargas Yaconi, Christian<sup>1\*</sup>; Villot, Jonathan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Master in Management and Public Policies, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Mines Saint-Etienne, Univ Lyon, CNRS, Univ Jean Monnet, Univ Lumière Lyon 2, Univ Lyon*

<sup>3</sup>*Jean Moulin, ENS Lyon, ENTPE, ENSA Lyon, UMR 5600 EVS, Institut Henri Fayol,  
F - 42023 Saint-Etienne, France.*

*\*Email: christian.vargas@emse.fr*

---

### ABSTRACT

Buildings are responsible for the 40% of the total energy consumption and the 28% of CO2 emissions [1]. New regulations in many countries demand that by 2050 the residential sector will become carbon neutral. To achieve this objective, energy efficiency renovations (EER) in the housing sector are key to reduce energy consumption and carbon emissions. There are many factors that might influence an EER decision which are classified as barriers and motivations. This research aims to understand and classify the underlying motivations and barriers for EER. A bibliographical study through the analysis of articles and institutional/regulatory frameworks has been consulted to identify and classify the barriers and motivations for EER. The research indicated that these are mainly sub-classified as economic and non-economic factors [2]. Different methodologies have been applied to the study of such barriers and motivations to understand the decision-making process of property-owners to renovate their homes. Bibliometric networks have been a useful tool to understand thematic areas for modelling decisions, while other authors have analyzed the subject through models of energy consumption behavior [3]. Among the main economic barriers are the payoff period for the investment, upfront costs and investment and aversion to loan, while for economic motivations the most named are the increase of energy prices and the increase of the property value. Misinformation and uninterest are among the most named non-economic barriers, but reduce on energy consumption, lower environmental impacts, and improve of thermal, acoustic and noise comfort are among the most named non-economic motivations. The identification and classification of the main economic and non-economic barriers and motivations for EER are a useful input to build EER models and to compare them with the trends that can be found through the analysis of the open data. The second stage of this research aims to define a quantitative methodology to analyze the potential of large-scale EER using open-data and to study the impacts of these barriers and motivations in France.

179

### ACKNOWLEDGEMENT


Thanks to the Chile-France co-financing program: "Support for research stays for master and doctorate in its 2022 version".

### REFERENCES

- [1] European Commission. Clean Energy for all Europeans package (2020) [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans\\_en#energyperformance-in-buildings](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en#energyperformance-in-buildings) [accessed: 28.04.2022]
- [2] Friegé J. and Chappin E. Renewable and Sustainable Energy Review 39, 196-208. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.091>
- [3] Lang M., Lane R., Zhao K. et al., Systematic review: Landlords' willingness to retrofit energy efficiency improvements, Journal of Cleaner Production 303 (2021) 127041

MÓDULO

16





## THE BENEFITS OF REMOTELY SENSED OBSERVATIONS FOR THE REALISM OF DISTRIBUTED HYDROLOGICAL MODELS IN MOUNTAINOUS CATCHMENTS

Vásquez, Nicolás<sup>1\*</sup>, Cortés-Salazar, Nicolás<sup>1</sup>, Mizukami, Naoki<sup>2</sup>, Mendoza, Pablo A.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Civil Engineering, Universidad de Chile, Chile.*

<sup>2</sup>*National Center for Atmospheric Research (NCAR).*

<sup>3</sup>*Advanced Mining Technology Center (AMTC), Universidad de Chile, Chile.*

*\*Email: nicolas.vasquez.pl@uchile.cl*

---

### ABSTRACT

Over the past decades, remote sensing products have contributed with additional information on various components of the water cycle, especially in sparsely monitored areas. Although including spatial patterns derived from satellite products can improve the performance of distributed hydrological models, simulating streamflow at interior points remains a challenge. In this study, we characterize the added value of incorporating remotely sensed soil moisture, fractional snow covered area, evapotranspiration and land surface temperature in the calibration of a distributed hydrological model. To this end, we configure the variable infiltration capacity (VIC; Liang et al., 1994) model at a 0.05°x0.05° horizontal resolution, coupled with the mizuRoute model (Mizukami et al., 2016) in a catchment located in Southern Chile. We conduct calibration experiments with only streamflow data, and combining streamflow with remotely sensed spatial patterns. Specifically, we examine: (i) the effects at interior “ungauged” points, (ii) the benefits of including additional variables, and (iii) the benefits of adding gauging points in the calibration process. Our results suggest that incorporating information from remote sensing products improves the overall performance of the simulations, and also at interior ungauged points. Similarly, including spatial patterns is as good as including more streamflow gauges, with lower variance among the best parameters sets for each configuration. Furthermore, and as expected, when including more variables, the model performance for these variables increases. However, not all the aspect of the variables improves.

### ACKNOWLEDGMENT

- The authors acknowledge the fundings from the Fondecyt Project N°11200142
- "Powered@NLHPC: This research/thesis was partially supported by the supercomputing infrastructure of the NLHPC (ECM-02)"

### REFERENCES

- Liang, X., Lettenmaier, D. P., Wood, E. F., & Burges, S. J. (1994). A simple hydrologically based model of land surface water and energy fluxes for general circulation models. *Journal of Geophysical Research*. <https://doi.org/10.1029/94jd00483>
- Mizukami, N., Clark, M. P., Sampson, K., Nijssen, B., Mao, Y., McMillan, H., et al. (2016). mizuRoute version 1: a river network routing tool for a continental domain water resources applications. *Geoscientific Model Development*, 9(6), 2223–2238. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-2223-2016>

## ¿SE PUEDEN CONSIDERAR NUEVAS FUENTES HÍDRICAS LAS ROCAS FRACTURADAS?

Matías Taucare<sup>1,2,3\*</sup>, Linda Daniele<sup>1,2,3</sup> & Benoît Viguier<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA), Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>3</sup>*Centro Avanzado para Tecnologías del Agua (CAPTA), Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile*

<sup>4</sup>*Instituto de Ciencias de la Ingeniería, Universidad de O'Higgins, Rancagua, Chile*

*\*Email: mtaucare@ing.uchile.cl / matias.taucare@gmail.com*

### RESUMEN

Asegurar el suministro de agua ante los escenarios de cambio climático y del aumento en su demanda es una de las mayores preocupaciones a nivel global, y también lo es para Chile. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas[1], la macrorregión de Chile Central se encuentra actualmente en un estado de estrés hídrico crítico. Dicho contexto ha incentivado la búsqueda de nuevas fuentes hídricas para satisfacer la creciente demanda de agua, y entre algunas opciones, se ha considerado explorar las rocas fracturadas como tal. En Chile Central, el agua subterránea se extrae a través de pozos desde los acuíferos aluviales ubicados en los valles, que suelen ser considerados más simples de explotar que los acuíferos fracturados, a pesar de que el 85% del territorio nacional se compone de rocas fracturadas. El hecho de que las rocas fracturadas no se hayan considerado en el pasado como posibles fuentes hídricas hace hoy día suponer que en Chile se cuenta con más recursos hídricos que los estimados. Un estudio multidisciplinario realizado en el sector precordillerano de Los Andes-San Felipe, que incluyó hidrogeoquímica, isotópica, geofísica, y geología estructural, ha entregado información para abordar la factibilidad de las rocas fracturadas como nueva fuente hídrica[2,3]. Los resultados destacan que el agua subterránea que circula por las rocas fracturadas de la cordillera recarga a los acuíferos aluviales de los valles adyacentes, a través de fallas geológicas oblicuas al frente de montaña, revelando que las rocas fracturadas alimentan los acuíferos que ya explotamos. Por lo tanto, considerar las rocas fracturadas como una “nueva fuente hídrica” puede incentivar la extracción descontrolada de agua en estos medios complejos, provocando una disminución en la renovación del recurso hídrico de los acuíferos que hoy día nos abastecen de agua.

### AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por los proyectos FONDECYT no. 1170569, FONDAP no. ACE210005 (CEGA), y CORFO no. 19CTIGH-121349 (CAPTA).

### REFERENCIAS

- [1] FAO, 2021. Progress on level of water stress: Global status and acceleration for SDG indicator. Food and Agriculture Organization of the United Nations and United Nations Water, 96 pp.
- [2] Taucare, M., Daniele, L., Viguier, B., Vallejos, A., Arancibia, G., 2020a. Groundwater resources and recharge processes in the Western Andean Front of Central Chile. Science of the Total Environment 722, 137824. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137824>
- [3] Figueroa, R., Viguier, B., Taucare, M., Yáñez, G., Arancibia, G., Sanhueza, J., Daniele, L., 2021. Deciphering groundwater flow-paths in fault-controlled semiarid mountain front zones (Central Chile). Science of the Total Environment 771, 145456. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145456>

## MODELO INTEGRADO DEL SISTEMA SEQUENTIAL ANAEROBIC AND ALGAL MEMBRANE BIOREACTOR (A2MBR) PARA REÚSO DE AGUAS RESIDUALES

Narora Balsebre C. <sup>1,2\*</sup>, Ana Lucía Prieto <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Santiago, Chile*

<sup>2</sup>*Centro Avanzado Para Tecnologías del Agua - CAPTA, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: narora.balsebre@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

Los Biorreactores de Membranas (MBRs) se caracterizan por generar efluentes de alta calidad y utilizar menos espacio que los reactores comunes para el tratamiento de aguas residuales, convirtiéndose en una de las opciones favoritas a la hora de pensar en el reúso de aguas residuales [1]. Sin embargo, el ensuciamiento de las membranas es uno de los mayores problemas a la hora de operar estos equipos incurriendo en altos costos de operación [1] [2]. El objetivo de este trabajo es diseñar y modelar un tren de tratamiento de aguas residuales para reúso, implementando la tecnología A2MBR. El sistema A2MBR se compone de un primer biorreactor anaeróbico de membranas (AnMBR) seguido de un biorreactor foto algal de membrana (AMPBR), donde, el primero tiene como objetivo la remoción de materia orgánica y la recuperación de nutrientes, mientras que el segundo, la reutilización de los nutrientes y la producción de algas.

El modelo del AnMBR se dividió en dos modelos, un submodelo biológico y un submodelo físico; el submodelo biológico en una simplificación del modelo ADM, la formación de los productos solubles microbiales (SMP), entre otros [3][4], mientras que el submodelo físico se basó en un modelo de resistencias de membranas provocado por SMP y microorganismos [5]. Los resultados del AnMBR muestran una eficiencia de remoción del 60% de materia orgánica, una concentración del licor mixto cercana a los 7000 mgvss/l. Análogamente, para el modelo del AMPBR se desarrollaron dos submodelos que se encuentran en proceso de validación; el modelo biológico se basó en crecimiento de algas, consumo de nutrientes y una simplificación del modelo ASM [6], mientras que el físico también se basó en un modelo de resistencias de membranas [5].

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo recibe financiamiento del Centro Avanzado Para Tecnologías del Agua – CAPTA

### REFERENCIAS

- [1] M. Bis, A. Montusiewicz, A. Piotrowicz, and G. Łagód, "Modeling of wastewater treatment processes in membrane bioreactors compared to conventional activated sludge systems," *Processes*, vol. 7, no. 5, 2019, doi: 10.3390/pr7050285.
- [2] S. Al-Asheh, M. Bagheri, and A. Aidan, "Membrane bioreactor for wastewater treatment: A review," *Case Stud. Chem. Environ. Eng.*, vol. 4, no. April 2021, doi: 10.1016/j.cscee.2021.100109.
- [3] S. F. Aquino and D. C. Stuckey, "Integrated model of the production of soluble microbial products (SMP) and extracellular polymeric substances (EPS) in anaerobic chemostats during transient conditions," *Biochem. Eng. J.*, vol. 38, no. 2, pp. 138–146, 2008, doi: 10.1016/j.bej.2007.06.010.
- [4] B. Benyahia, T. Sari, B. Cherki, and J. Harmand, "Anaerobic membrane bioreactor modeling in the presence of Soluble Microbial Products (SMP) - the Anaerobic Model AM2b," *Chem. Eng. J.*, vol. 228, pp. 1011–1022, 2013, doi: 10.1016/j.cej.2013.05.073.
- [5] L. M. L. K. B. Lindamulla, V. Jegatheesan, K. B. S. N. Jinadasa, K. G. N. Nanayakkara, and M. Z. Othman, "Integrated mathematical model to simulate the performance of a membrane bioreactor," *Chemosphere*, vol. 284, no. April, p. 131319, 2021, doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.131319.
- [6] A. Solimeno, L. Parker, T. Lundquist, and J. García, "Integral microalgae-bacteria model (BIO\_ALGAE): Application to wastewater high-rate algal ponds," *Sci. Total Environ.*, vol. 601–602, pp. 646–657, 2017, doi: 0.1016/j.scitotenv.2017.05.215.



## TO WHAT EXTENT DOES RIVER ROUTING MATTER IN HYDROLOGICAL MODELING?

Nicolás Cortes-Salazar<sup>1\*</sup>, Nicolas Vasquez<sup>1</sup>, Naoki Mizukami<sup>2</sup>,  
Pablo A. Mendoza<sup>1,3</sup> and Ximena Vargas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Civil Engineering, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*National Center for Atmospheric Research (NCAR), Boulder, Colorado, USA.*

<sup>3</sup>*Advanced Mining Technology Center (AMTC), Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: nicolas.cortes.s@ug.uchile.cl*

---

### ABSTRACT

Spatially-distributed hydrology and land surface models are typically applied in combination with river routing schemes that convert instantaneous runoff into discharge. Nevertheless, the development of such schemes has been somehow disconnected from hydrologic model calibration research [1], although both seek to achieve more realistic streamflow simulations. In this paper, we seek to bridge this gap to understand the extent to which the configuration of routing schemes affects hydrologic model calibration results in water resources applications. To this end, we configure the Variable Infiltration Capacity (VIC) [2], coupled with the mizuRoute routing model [3] in the Cautin river basin (2770 km<sup>2</sup>), Chile. We use the Latin Hypercube Sampling (LHS) method to generate 3500 different VIC model parameters sets, for which basin-averaged runoff estimates are obtained directly (no routing case), and subsequently compared against outputs from four routing schemes (Unit Hydrograph, Lagrangian Kinematic Wave, Muskingum-Cunge and Diffusive Wave) applied with five different routing time steps (1, 3, 6, 12 and 24 hours). The results show that incorporating routing schemes may alter streamflow simulations at sub-daily, daily and even monthly time scales. The maximum Kling-Gupta Efficiency (KGE) [4] obtained for daily discharge increases from 0.73 (no routing) to 0.82 (for the best scheme), and such improvements do not depend on the routing time step. Moreover, the optimal parameter sets may differ depending on the routing scheme configuration, affecting the baseflow contribution to total runoff. Including routing models decreases streamflow values in frequency curves and the segment with high discharge values in the flow duration curve (compared to the case without routing). More generally, the results presented here highlight the impact that river routing implementations may have for water resources applications that involve hydrologic models and, in particular, parameter calibration.

185

### ACKNOWLEDGMENTS

This work was partially funded by the project: "Fondecyt de iniciación en investigación 11200142".

### REFERENCES

- [1] A. J. Newman, A. G. Stone, M. Saharia, K. D. Holman, N. Addor, and M. P. Clark. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, vol. **25**, 5603 (2021)
- [2] X. Liang, D. P. Lettenmaier, E. F. Wood, and S. J. Burges. *J. Geophys. Res.*, vol. **99**, 14415 (1994)
- [3] N. Mizukami et al., *Geosci. Model Dev.*, vol. **9**, 2223 (2016)
- [4] H. V. Gupta, H. Kling, K. K. Yilmaz, and G. F. Martinez. *J. Hydrol.*, vol. **377**, 80 (2009)

## EVALUACIÓN DE LA PREDICTIBILIDAD HIDROLÓGICA DE PERÍODOS DE SEQUÍA EN UNA CUENCA DE CHILE CENTRAL, UTILIZANDO LA PLATAFORMA FLEXIBLE SUMMA

*Fabián Lema<sup>1\*</sup>, Pablo Mendoza<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Civil, FCFM, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Advance Mining Technology Center (AMTC), Santiago, Chile.*

*\*Email: fabian.lema@ug.uchile.cl*

### RESUMEN

Desde el año 2010 las zonas Centro y Sur del país han experimentado una persistente mega sequía, la cual se ha caracterizado por una drástica reducción en la cobertura nival, caudales de ríos y en los niveles de los embalse y acuíferos de estas zonas [1]. Una forma de comprender y anticipar este tipo de eventos extremos es contar con simulaciones más realistas de las variables del ciclo hidrológico, mediante la utilización de modelos hidrológicos. Sin embargo, la amplia variedad de modelos hidrológicos hoy presentes ha sido foco de cuestionamiento por parte de la comunidad científica. En particular, se argumenta que es un síntoma de un entendimiento insuficiente de las dinámicas físicas y ambientales que ocurren a escala de cuenca, además de que en muchos casos se usa una misma estructura de modelación para representar cuencas altamente heterogéneas y variables en su geografía y temporalidad [2]. Como respuesta, en la última década se han desarrollado plataformas de modelación flexible, las cuales permiten construir modelos ágiles que permiten contar con diferentes opciones de resolución espacial y parametrización de procesos. Dentro de estas plataformas, una de las más recientes es SUMMA [3], que se caracteriza por ser especialmente útil en el testeo de hipótesis de funcionamiento de cuencas hidrológicas. En el caso chileno, son escasos los estudios que han considerado a este tipo de plataformas, por lo que su incorporación podría representar un potencial de mejora en la predictibilidad hidrológica de las principales cuencas del país. Es allí donde nace la principal motivación del presente trabajo, el cual tiene como fin evaluar la implementación de esta última plataforma para reproducir períodos de sequía en una cuenca de Chile Central y, además, testear diversas hipótesis y alternativas de modelación, que permitan identificar las estructuras y parametrizaciones que mejor reflejen el comportamiento hidrológico observado en la cuenca. Para la modelación, se consideraron los atributos físicos de la cuenca del Río Palos en junta con Colorado, ubicada en los sectores de precordillera y de alta montaña de la región del Maule, y las forzantes meteorológicas actualizadas del producto grillado CR2MET. Los resultados preliminares indican que la plataforma presenta consistencia física en la simulación del balance hídrico de la cuenca. Sin embargo, presenta importantes deficiencias y sesgos al representar la temporalidad de caudales, lo que espera a ser mejorado en una futura etapa de calibración de la plataforma.

### REFERENCIAS

- [1] Garreaud, R. D., Alvarez-Garreton, C., Barichivich, J., Boisier, J. P., Christie, D., Galleguillos, M., & Zambrano-Bigiarini, M. (2017). The 2010–2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and earth system sciences*, 21(12), 6307-6327.
- [2] Fenicia, F., Kavetski, D., & Savenije, H. H. (2011). Elements of a flexible approach for conceptual hydrological modeling: 1. Motivation and theoretical development. *Water Resources Research*.
- [3] Clark, M. P., Nijssen, B., Lundquist, J. D., Kavetski, D., Rupp, D. E., Woods, R. A., & Rasmussen, R. M. (2015). A unified approach for process-based hydrologic modeling: 1. Modeling concept. *Water Resources Research*, 51(4), 2498-2514.

## ASIMILACIÓN DE DATOS APLICADA A ESTIMACIONES DE BALANCE HÍDRICO EN CHILE CENTRAL Y SUS IMPACTOS EN LA MODELACIÓN DE FLUJOS Y ESTADOS HIDROLÓGICOS

Eduardo Muñoz-Castro<sup>1\*</sup>, Pablo A. Mendoza<sup>1,2</sup>, Ximena Vargas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Advanced Mining Technology Center (AMTC), Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

*\*Email: eduardo.munoz@uchile.cl*

---

### RESUMEN

Los modelos hidrológicos son herramientas útiles para estudiar diferentes procesos e interacciones del ciclo hidrológico. Debido a las fuentes de incertidumbre involucradas, la comunidad ha puesto esfuerzos en el desarrollo de estrategias de asimilación de datos o data assimilation (DA), que buscan combinar de manera óptima la información proveniente de observaciones (ya sea mediciones in-situ o remotas) con información de modelos imperfectos para reducir la incertidumbre en estimaciones de variables hidrológicas.

En este estudio, se evalúa el beneficio de implementar asimilación de datos en estimaciones de flujos y estados hidrológicos en Chile continental. Para ello, se implementó el Filtro de Kalman de Conjuntos (EnKF) acoplado al modelo hidrológico Variable Infiltration Capacity (VIC), configurado a una resolución horizontal de 0,05° lat-lon en 12 cuencas ubicadas a lo largo de un gradiente hidroclimático en Chile central. Los experimentos de asimilación perturban simultáneamente las forzantes del modelo y estados iniciales de humedad de suelo y equivalente de nieve en agua, generándose cuatro configuraciones diferentes.

Los resultados obtenidos muestran que i) asimilar sólo caudal es insuficiente para asegurar la disminución en la dispersión de otros flujos y estados del sistema, ii) asimilar información satelital, como cobertura de nieve o equivalente de nieve en agua, restringe la variación de la variable asociada y condiciona la dinámica de otros procesos simulados (flujos y estados hidrológicos), y iii) los impactos de asimilar datos en estimaciones de balance hidrológico dependen de la cuenca de estudio. Así, se concluye que la configuración de asimilación impacta en el balance hídrico a la escala de cuenca y todos los flujos y estados del sistema. Finalmente, el presente estudio abre el debate sobre las implicancias de la asimilación de datos en la estimación del balance hídrico en cuencas con componente nival. A su vez, se evidencia la necesidad de (i) evaluar la consistencia hidrológica de los resultados de asimilación utilizando observaciones no asimiladas y (ii) mejorar la comprensión de la relación estimación a priori – observación – estimación a posteriori.

### AGRADECIMIENTOS

EMC agradece el financiamiento entregado por ANID a través de la Beca Magister Nacional año 2020 folio N°22200599. **Powered@NLHPC**: Esta investigación fue parcialmente apoyada por la infraestructura de supercómputo del NLHPC (ECM-02).

## ANÁLISIS DE SUSTENTABILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE BIORREACTORES A2MBR PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN CHILE

Montserrat Rodríguez<sup>1,2\*</sup>, Ana Lucía Prieto<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Centro Avanzado para Tecnologías del Agua (CAPTA), Av. Beauchef 850, Santiago, Chile.*

*\*Email: monrodriguez@uchile.cl*

### RESUMEN

Ante la mega sequía que se vive en Chile desde el 2010 [1], el reúso de las aguas residuales surge como fuente de agua alternativa en el país. En cuanto a los procesos avanzados de tratamiento de aguas residuales, los biorreactores anaeróbicos secuenciales y de membrana de algas (A2MBR) son una tecnología en desarrollo con diferentes ventajas en el reúso como su capacidad de producir agua reciclada con características de alta calidad que puede ser utilizada para múltiples usos y la recuperación de energía y nutrientes [2]. Aunque los A2MBR son una tecnología comercialmente disponible, se necesitan sitios de demostración para corroborar su segura implementación para la reutilización directa en Chile. Además, la sustentabilidad de los proyectos de reutilización de aguas residuales en el país aún no se estudia en profundidad. Se deben considerar muchos otros aspectos relevantes dentro del contexto chileno, como las diferentes actividades industriales y los patrones de consumo de agua, los estilos de vida y las costumbres culturales, las condiciones geofísicas y climáticas, y los marcos políticos nacionales y globales [3]. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la sustentabilidad de un sistema A2MBR en Chile. Para ello, se generaron indicadores basados en el Integrative Concept of Sustainable Development (ICoS) utilizando el Jardín Botánico de Viña del Mar como caso de estudio. Además se utilizó la metodología del Análisis del Ciclo de Vida para evaluar y comparar el inventario y los impactos ambientales del sistema actual y el sistema alterativo del A2MBR. Los resultados identificaron las ventajas, desafíos y barreras para la aplicación del sistema a partir de los indicadores ICoS. La caracterización de los beneficios ambientales constituye los aspectos positivos, las dificultades incluyen aspectos económicos y la aceptación pública. Aspectos políticos y administrativos son la principal barrera, incluyendo derechos de agua y la ausencia de un marco regulatorio claro para la reutilización de aguas residuales en Chile.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la fundación Baden-Württemberg su apoyo a la pasantía de investigación de M. Rodríguez en el *Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS)* de Karlsruhe (Alemania). Durante su estancia en el ITAS, Rodríguez escribió esta contribución. Un agradecimiento especial al Jardín Botánico de Viña del Mar (Chile) por proporcionar información detallada sobre su funcionamiento.

### REFERENCIAS

- [1] Garreaud, R. D., Boisier, J. P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H. H., & Veloso-Aguila, D. *Int. J. Climatol.* **40**, 421–439 (2020).
- [2] Prieto, AL. University of South Florida. ProQuest Dissertations Publishing, 3466826 (2011).
- [3] Grunwald, A. (2012). *Sustainable Development - Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment.* (2012).

## REVISITING PARAMETER SENSITIVITIES IN THE VARIABLE INFILTRATION CAPACITY MODEL ACROSS A HYDROCLIMATIC GRADIENT

Ulises M. Sepúlveda<sup>1\*</sup>, Pablo A. Mendoza<sup>2</sup>, Naoki Mizukami<sup>3</sup>, Andrew J. Newman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Advanced Mining Technology Center, Universidad de Chile, Santiago, Chile

<sup>3</sup>Research Applications Laboratory, National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO, USA

\*Email: [ulises.sepulveda@ug.uchile.cl](mailto:ulises.sepulveda@ug.uchile.cl)

---

### ABSTRACT

Despite the Variable Infiltration Capacity (VIC) model being used for decades in the hydrology community, there are still model parameters whose sensitivities remain unknown. Additionally, understanding the factors that control spatial variations in parameter sensitivities is crucial given the increasing interest in obtaining spatially coherent parameter fields over large domains. In this study, we investigate the sensitivities of 43 soil, vegetation and snow parameters in the VIC model for 101 catchments spanning the diverse hydroclimates of continental Chile. We implement a hybrid local–global sensitivity analysis approach, using eight model evaluation metrics to quantify sensitivities, with four of them formulated from runoff time series, two characterizing snow processes, and the remaining two based on evaporation processes. Our results confirm an overparameterization for the processes analyzed here, with only 12 (i.e., 28 %) parameters found to be sensitive, distributed among soil (7), vegetation (2) and snow (3) model components. Correlation analyses show that climate variables – in particular, mean annual precipitation and the aridity index – are the main controls on parameter sensitivities. Additionally, our results highlight the influence of the leaf area index on simulated hydrologic processes – regardless of the dominant climate types – and the relevance of hard-coded snow parameters. Based on correlation results and the interpretation of spatial sensitivity patterns, we provide guidance on the most relevant parameters for model calibration according to the target processes and the prevailing climate type. Overall, the results presented here contribute to an improved understanding of model behavior across watersheds with diverse physical

189

### AGRADECIMIENTOS

We thank Eduardo Muñoz-Castro and Nicolás Vásquez for their advice and assistance in setting up model simulations as well as Ximena Vargas and Miguel Lagos for their suggestions on earlier versions of this paper. Finally, we thank the editor (Nunzio Romano), Neil Grigg and one anonymous reviewer for their constructive comments, which helped to improve this paper.

### REFERENCIAS

Sepúlveda, U. M., Mendoza, P. A., Mizukami, N., & Newman, A. J. (2022). Revisiting parameter sensitivities in the variable infiltration capacity model across a hydroclimatic gradient. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26(13), 3419-3445.

## MEMBRANE TECHNOLOGY FOR WASTE-TO-BIOH<sub>2</sub>: PROCESS MODELING AND SUSTAINABILITY

Gino Vera<sup>1\*</sup>, Macarena Escudero<sup>1,2</sup>, Ana Prieto<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

<sup>2</sup>*Centro Avanzado para Tecnologías del Agua (CAPTA), Santiago, Chile.*

*\*Email: ginovera@ug.uchile.cl*

### ABSTRACT

Hydrogen has been considered an alternative energy source to fossil fuels. Its production methods, however, determine its sustainability. Globally, the production of green hydrogen is the result of the electrolysis of water, which requires high-quality water obtained from energy-intensive processes such as reverse osmosis (RO), and electrodeionization (EDU) [1]. Alternative and more sustainable methods to obtain hydrogen can improve the efficiency of its production and add value to discarded waste streams. By using microbial processes (e.g., dark fermentation) biohydrogen (BioH<sub>2</sub>) can be recovered from non-competing feedstocks such as food processing wastewater (e.g., winery and sugar beet). Different waste-to-bioH<sub>2</sub> technologies have evolved in the past years, nevertheless, technical consideration such as microbial competition, the need of stringent pH control, and biomass washout limit their deployment [2-3]. Anaerobic membrane bioreactors (AnMBR) require lower hydraulic retention times (HRTs) than conventional systems (e.g., CSTR and UASB), enhance biomass retention, achieve higher COD removal, and enhance biogas production [2].

In this study, a mechanistic model was developed for predicting the production of hydrogen in an anaerobic membrane bioreactor treating high strength multi-substrate wastewater (COD>1000 mg/L). The model integrates the ADM1 model with physical and biochemical processes such as membrane fouling. Mass balances of 27 variables were computed in transient state, where metabolites, extracellular polymeric substances, soluble microbial products, and surface membrane density were included. Simulations suggest that chemical oxygen demand in the influent is a key operating parameter for the system performance. Hydrogen production was increased with increase in temperature, hydraulic retention time (HRT), solid retention time (SRT), and inlet concentration of microorganisms. Hydrogen productivity in the model was between 0.3 – 3.8 LH<sub>2</sub>/L-d, in a range of 1 to 20 mg/L of organic load, which is similar to reported operating systems.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This research received financial support from the Chilean National Commission of Science and Technology through the projects ANID/FONDECYT/11191123

### REFERENCES

- [1] K. Solon, E. I. P. Volcke, M. Spérandio, and M. C. M. Van Loosdrecht, "Resource recovery and wastewater treatment modelling," *Environ. Sci. Water Res. Technol.*, vol. 5, no. 4, pp. 631–642, 2019.
- [2] A. L. Prieto, L. H. Sigtermans, B. R. Mutlu, A. Aksan, W. A. Arnold, and P. J. Novak, "Performance of a composite bioactive membrane for H<sub>2</sub> production and capture from high strength wastewater," *Environ. Sci. Water Res. Technol.*, vol. 2, no. 5, pp. 848–857, 2016.
- [3] C. Shin et al., "Recovery of Clean Water and Ammonia from Domestic Wastewater: Impacts on Embodied Energy and Greenhouse Gas Emissions," *Environ. Sci. Technol.*, 2022.

## CLIMA, CAMBIO, CRISIS, ¿REALMENTE DE QUÉ ESTAMOS HABLANDO?

Felipe Sabando Del Castillo<sup>123\*</sup>

<sup>1</sup>Candidato a Magíster en Filosofía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

<sup>2</sup>Profesor Visitante, Magíster en Medio Ambiente,

Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.

<sup>3</sup>Profesor Visitante, Ingeniería Civil Ambiental, Universidad de los Andes, Santiago, Chile.

\*Email: fsabando@udec.cl

### RESUMEN

El problema de la ética del cambio climático, este último generalmente denominado de esta manera, enfrenta una cuestión previa y dificultosa con relación a la epistemología del fenómeno físico. No tan sólo porque se trata de la denominación del efecto de la interacción compleja de varios fenómenos físicos y químicos, o, por la dificultad de abordar la comprensión de sistemas complejos de gran magnitud con sendos límites a la percepción humana, sino porque además la integración de toda la información requiere habilidades y herramientas sofisticadas, cuya disponibilidad está solamente disponible a manos de expertos.

De ahí que resulte de interés examinar las definiciones previas y los conceptos primitivos con los que se construye el debate, puesto que la discusión luego se traslada en forma divergente según el área del conocimiento desde la cual se estudia esta problemática. Por ejemplo, Abellán-López sintetiza la problemática del cambio climático actual, en su revisión sobre el negacionismo climático, en una cuestión multidisciplinaria en la que “Si todas las disciplinas realizan sustanciosas contribuciones, la ciencia económica ocupa una posición estelar en el sentido de que el lenguaje económico ha colonizado la descripción del mundo y los diferentes cursos de acción acaban por acomodarse a la lógica económica” (2021, p. 287).

Mientras, en otro ejemplo, Winsberg resalta el hecho de que, por una parte, el esfuerzo científico ocurre de forma individual, sea en instituciones de investigación socialmente organizadas, mientras que la epistemología social muestra que son interacciones de grupos las que justifican, adoptan e institucionalizan creencias (2018, p. 208-209).

Si esta divergencia no fuera suficiente dificultad, en la insoportable vaguedad del término cambio climático aún subyace un debate no resuelto. Frigg et al. han mostrado que la definición misma de clima es vaga (2015, p. 954), y, en efecto, constatan que la definición de clima intuitiva resulta ser diferente de la que está siendo propuesta por el mundo científico (ibid., p. 953, 955), llegando a concluir que “la definición de clima no es trivial y no está exenta de controversia o no desata muchas interrogantes” (traducción libre, ibid., p. 956).

De ahí que se propone, como viene siendo una tendencia en materia ambiental, abordar la problemática desde la ciencia, como aplicación del conocimiento derivado del método científico, para analizar las causas, posibles soluciones y la distribución de responsabilidades y costos asociados.

### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Programa de Magíster en Filosofía, en particular al trabajo de tesis que inspira la elaboración de esta presentación.

### REFERENCIAS

Abellán-López, M. A. (2021). El cambio climático: negacionismo, escepticismo y desinformación. *Tabula Rasa*, 37, 283-301. <https://doi.org/10.25058/20112742.n37.13>

Frigg, R., Thompson, E., and Werndl, C. (2015) *Philosophy of Climate Science Part I: Observing Climate Change*. *Philosophy Compass*, 10: 953– 964. <https://doi.org/10.1111/phc3.12294>

Winsberg, E. (2018). *Philosophy and Climate Science*. Cambridge University Press. 282 Pages. ISBN: 1316646920. ISBN13: 9781316646922.











**I CONGRESO**  
**DE POSTGRADO** *fcfm*  
INGENIERÍA, CIENCIAS E INNOVACIÓN

10 al 12 de agosto, 2022

Auditorio Enrique d'Etigny,  
Beauchef 851, Santiago

YouTube FCFM, U-Cursos