



revista facultad de ingeniería

Universidad de Antioquia

Oct-Dec, 2024

No.
113

ISSN 0120-6230
e-ISSN 2422-2844

No. 113

Oct-Dec 2024

ISSN 0120-6230

e-ISSN 2422-2844

Editor-in-Chief

Maryory Astrid Gómez Botero

Editorial Board

Luis Ribeiro

Geosistemas

Instituto Superior Técnico

Lisboa, Portugal

Eduardo Miró

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE, CONICET)

Santa Fe, Argentina

Octavio Armas Vergel

Escuela de Ingeniería Industrial y Aeroespacial Toledo

Universidad de Castilla

La Mancha, España

Jean Denis Taupin

HydroSciences, Institute de recherche pour le développement

Montpellier, Francia

Román Hermida

Facultad de Informática

Universidad Complutense

Madrid, España

Oscar Rosa Mattos

Departamento Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Brasil

Eduardo Sánchez

École Polytechnique Fédérale

Lausanne, Suiza

Carles Corbella Roca

Faculty of Physics and Astronomy Ruhr

University Bochum

Alemania

Ángel Pérez del Pino

Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona

Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC

Barcelona, España

Claudio Avignone Rossa

Faculty of Health and Medical Sciences

University of Surrey

Guildford, Reino Unido

Jordi Morató Farreras

Coordinador Cátedra UNESCO de Sostenibilitat

Universitat Politècnica de Catalunya

España

Julián Andrés Rengifo Herrera

Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas (CINDECA)

Buenos Aires, Argentina

Luis Armando Díaz Torres

Grupo de Espectroscopia de Materiales Avanzados y

Nanoestructurados (GEMANA) Centro de Investigaciones en Óptica
León, México

Lin, Hua-Tay

School of Electromechanical Engineering, Guangdong

University of Technology

Beijing, China

Kamal H. Khayat

Center for Infrastructure Engineering Studies, Missouri University

of Science & Technology

Missouri, Estados Unidos

Waltraud M. Kriven

Department of Mechanical Science and Engineering

University of Illinois at Urbana-Champaign

Illinois, Estados Unidos

Juan Claudio Nino

Department of Materials Science and Engineering

University of Florida

Estados Unidos

Ramón Torrecillas San Millán

Director del Centro de Investigación en Nanomateriales y

Nanotecnología

Oviedo, España

Pulickel M. Ajayan

Materials Science and NanoEngineering Department

Rice University

Houston, Estados Unidos

Gerasimos G. Rigatos

Unit of Industrial Automation

Industrial Systems Institute

Athena RC, Greece

Watson Vargas Escobar

Dpto. de Ingeniería Química

Universidad de los Andes

Colombia

Jorge Andrés Calderón Gutiérrez

Dpto. de Ingeniería de Materiales

Universidad de Antioquia

Colombia

Natalia Gaviria Gómez

Dpto. Ingeniería Electrónica

Universidad de Antioquia

Colombia

Diana Patricia Tobón Vallejo

Dpto. Ingeniería Electrónica

Universidad de Antioquia

Colombia

Danny Alexandro Múnera Ramírez

Dpto. Ingeniería de Sistemas

Universidad de Antioquia

Colombia

Juan Guillermo Villegas Ramírez

Dpto. Ingeniería Industrial

Universidad de Antioquia

Colombia



Gustavo Antonio Peñuela Mesa
Coordinador grupo GDCON
Escuela Ambiental
Universidad de Antioquia
Colombia

Henry Nelson Zúñiga Benítez
Chemical Engineering Department
Universidad de Antioquia
Colombia

Guest Editors
Bernardo Andrés Benavides Arévalo
Facultad de Ingeniería
Institución Universitaria Pascual Bravo
Colombia

Luis Hernández Callejo
Ingeniería Agrícola y Forestal
Universidad de Valladolid
España

Scientific Board
Jesús Casanova Kindelan
Ingeniería Energética y Fluidomecánica
Universidad Politécnica de Madrid
España

Esteban Abad Holgado
Investigaciones Químicas y Ambientales, Consejo Superior de
Investigaciones Científicas
Barcelona, España

Georgina Fernández Villagómez
Ingeniería Química
Universidad Nacional Autónoma de México

Jiahua Jack Zhu
Department of Chemical and Biomolecular Engineering
University of Akron
United States

Vijay Gupta
Mechanical and Aerospace Engineering
Biomedical Engineering
Materials Science and Engineering
University of California, Los Angeles
United States

Jean Paul Allain
Radiation Surface Science and Engineering Lab (RSEEL)
Department of Nuclear, Plasma, and Radiological Engineering
University of Illinois
At Urbana-Champaign, United States

Dileep Singh
Argonne National Laboratory
Illinois, United States

Hernán E. M Carvajal
Programa de Posgraduação em Geotecnia, Universidad de Brasilia
Facultad de Minas,
Universidad Nacional de Colombia

Néstor Jaime Aguirre Ramírez
Escuela Ambiental
Universidad de Antioquia, Colombia

Henry A. Colorado
Sociedad Colombiana de Materiales y Minerales
Ingeniería Mecánica
Universidad de Antioquia, Colombia

Editorial Assistant
Sandra L. Hernández Barrientos

Proofreading
Natalia A. Hernández

English Proofreading
Claudia E. Urrego Zapata

Cover image
Image "Precipitation Isoscapes: (A) Bajo Cauca, (B) Occidente de Antioquia, (C) Valle de Aburrá, (D) Urabá, and (E) Antioquia" by Juliana Ossa-Valencia, Teresita Betancur-Vargas and Ana Karina Campillo-Pérez

Layout and printing
Revista Facultad de Ingeniería -redin- Universidad de Antioquia

Post
Reduced postal fare N° 842

E-mail
revistaingenieria@udea.edu.co

Web site
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/index>

The contents or any other legal restriction related to the articles is responsibility of the authors.

This issue was supported by the Funds for Specialized Journals of the Vice-Rector of Research, University of Antioquia Press

Scope of Revista Facultad de Ingeniería
The main objective of the journal is to promote and stimulate the publishing of national and international scientific research results. The journal publishes original articles, resulting from scientific research, experimental and or simulation studies in engineering sciences, technology, and similar disciplines (Electronics, Telecommunications, Bioengineering, Biotechnology, Electrical, Computer Science, Mechanical, Chemical, Environmental, Materials, Sanitary, Civil and Industrial Engineering).

In exceptional cases, the journal will publish insightful articles related to current important subjects, or revision articles representing a significant contribution to the contextualization of the state of the art in a known relevant topic. Case reports will only be published when those cases are related to studies in which the validity of a methodology is being proven for the first time, or when a significant contribution to the knowledge of an unexplored system can be proven.

All published articles have undergone a peer review process, carried out by experts recognized for their knowledge and contributions to the relevant field.

Revista Facultad de Ingeniería -redin- is entirely financed by University of Antioquia.

Table of contents

Editorial.....	7
Hydrodynamic behavior of the oscillating water column resonant chamber Comportamiento hidrodinámico de la cámara resonante de la columna de agua oscilante Juan David Parra-Quintero, Ainhoa Rubio-Clemente and Edwin Lenin Chica-Arrieta.....	9
Performance of ejector refrigeration cycle using a steady flow modelg Desempeño de un ciclo de refrigeración con eyector usando un modelo de flujo estable Leonardo Pacheco-Sandoval, Carlos Alirio Díaz-González, Germán David Acebedo-Roncancio and Miguel Ángel Rodríguez-Camacho...19	
Effect of binder type and application rate on asphalt layer bonding evaluated by LCB test Efecto del ligante y dosificación en la adherencia de capas asfálticas evaluadas en ensayo LCB Gerardo Andrés Dorado-Jurado, Magda Milena Martínez-Ramos, Laura Carolina Rosero-Pepinosa.....	28
Spatial distribution of $\delta^{18}O$ in rainwater and groundwater to identify areas of recharge in the Colombian Northwest Distribución espacial del $\delta^{18}O$ en agua lluvia y subterránea para identificar áreas de recarga en el Noroeste de Colombia Juliana Ossa-Valencia, Teresita Betancur-Vargas and Ana Karina Campillo-Pérez.....	37
Emissions and trajectories of atmospheric pollutants from mobile sources in a Colombian intermediate city Emisiones y trayectorias de contaminantes atmosféricos de fuentes móviles en una ciudad intermedia colombiana Uriah Aron Bush-Felipe, Alex Andrés Murillo-Villamizar, José Luis Rodríguez-Castilla, Luis Carlos Díaz-Muegue, Luis Carlos Angulo-Argote.....	50
Comparative CFD analysis of six VAWT turbines in the Chicamocha Canyon Análisis comparativo en CFD de seis turbinas VAWT para el Cañón del Chicamocha Juan Diego Rosero-Ariza, Jorge Luis Chacón-Velasco and Germán González-Silva.....	58
Contrast between traditional productivity measurement models and a transdisciplinary one Contraste entre modelos de medición de productividad tradicionales y uno transdisciplinar Gisela Patricia Monsalve-Fonnegra, Sandra Milena Álvarez-Gallo and Ramón Navarrete-Reynoso.....	71
Everything you need to know before working with a pump as a turbine Todo lo que necesitas saber antes de trabajar con bombas como turbina Francisco Javier Botero-Herrera, Daniel Felipe Tobón-Espinosa and Ricardo Moreno-Sánchez.....	89
Regionalization of maximum daily Rainfall in the Boyacá department Regionalización de la precipitación máxima diaria en el Departamento de Boyacá, Colombia Laura Natalia Garavito-Rincón, Carlos Andrés Caro-Camargo, Johana Catherine Casallas-Chaves.....	106
Energy and economic characterization of the traditional drying of cocoa beans in greenhouses Caracterización energética y económica del secado tradicional de granos de cacao en marquesina Juan Felipe Vásquez-Uribe, Juan Sebastián Vásquez-Alzate, José Alejandro Urrego-Pabón, Juan Fernando Pérez-Bayer and Edwin Lenin Chica-Arrieta.....	114

