

revista facultad de ingeniería

Universidad de Antioquia

Jul-Sep, 2025

No.
116

ISSN 0120-6230
e-ISSN 2422-2844

No. 116

Jul-Sep 2025

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

Athens, 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

Juan Guillermo Villegas Ramírez

Dpto. Ingeniería Industrial

Universidad de AntioquiaColombia

María Bernarda Salazar Sánchez

Dpto. Ingeniería de Sistemas

Universidad de Antioquia

Colombia

Juan Camilo Sánchez Gil
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

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 Posgraduación en 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

Guest Editor
William Javier Guerrero-Rueda
Facultad de Ingeniería
Universidad de La Sabana
Colombia

Editorial Assistant
Sandra L. Hernández Barrientos

Proofreading
Natalia A. Hernández

English Proofreading
Laura Mejía Jaramillo

Cover image
Image "Simulation model for vehicle fleet growth to review public
policies for transport demand management" by José Alejandro
Zapata-Celis, Yony Fernando Ceballos and Julián Andrés Castillo-
Grisales

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.

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
Gentle remediation options for DDT- and HCH-contaminated soil Opciones de remediación amigable para suelos contaminados con DDT y HCH María Camila Portilla-Saldarriaga, Stiven Camilo Dueñas-García, Inés Hernández-Celi and Martha Jhoana Estévez-Gómez.....	9
Pre-disaster and response activities in disaster management: Insights from an experts' survey and document analysis Actividades previas y de respuesta a desastres: conclusiones de análisis documental y opiniones de expertos Diana M. Rodríguez-Coca, Julián Alberto Espejo-Díaz and William Javier Guerrero.....	21
An optimization model for network design in disaster relief planning Modelo de optimización para el diseño de redes de asistencia en catástrofe Kevin Rafael Palomino-Pacheco, David García-Barrios and Carmen Regina Berdugo-Correa.....	34
Performance analysis of electrochemical energy storage systems of the CEDER-CIEMAT smart microgrid Análisis de rendimiento de sistemas de almacenamiento de energía electroquímica de la microrred inteligente CEDER-CIEMAT Óscar Izquierdo-Monge, Marcos Martínez-Gurría, Paula Peña-Carro, Ángel Zorita Lamadrid, Ángel Hernández-Jiménez and Luis Alvira Ballano.....	48
Failure-Risk clustering of power transformers Agrupación de transformadores de potencia según su riesgo de falla Jefferson Zúñiga-Balanta, Gustavo Coria and Andrés Arturo Romero-Quete.....	57
Gold nanoparticle production by continuous-wave laser ablation in liquid media Producción de nanopartículas de oro mediante ablación láser de onda continua en medio líquido Laura Carmona-Saldarriaga and Alex Ossa.....	66
Remote monitoring of vital signs: pulse, temperature, and oxygen saturation using cloud computing Monitoreo remoto de signos vitales: pulso, temperatura y saturación de oxígeno empleando cloud computing Mauricio A. Bejarano-Reyes, Josias N. Rojas-Guarniz, Edgar A. Manzano-Ramos.....	73
Simulation model for vehicle fleet growth to review public policies for transport demand management Modelo de simulación del crecimiento del parque automotor para revisión de políticas públicas en gestión de demanda José Alejandro Zapata-Celis, Yony Fernando Ceballos and Julián Andrés Castillo-Grisales.....	90
Numerical analysis of ice accretion on an airfoil: A case study Análisis numérico de formación de hielo sobre un perfil aerodinámico: un caso de estudio Lucas Farabello, Ana Scarabino and Federico Bacchi.....	100
Stochastic linear programming model for the shelter's location in small Colombian cities Modelo de programación lineal estocástico para la localización de albergues en pequeñas ciudades colombianas Andrés Mauricio Paredes-Rodríguez, Andrés Felipe Toro-Pedroza, Diana Sofia González-Tenorio and Jennifer Tatiana Martínez-Ávila.....	110
Correlation between surface air temperature and lightning events in Colombia Correlación entre temperatura superficial del aire y eventos de rayos en Colombia Fernando A. Díaz-Ortiz and Francisco José Román-Campos.....	119

