



VOLUMEN 43-1

ENERO / JUNIO DE 2025

INGENIERÍA y DESARROLLO

REVISTA DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE

EDITORIAL
uninorte



INGENIERÍA Y DESARROLLO es una publicación semestral de la División de Ingeniería de la Universidad del Norte que pone al alcance de los sectores académico y productivo los desarrollos científicos y tecnológicos en las áreas de las ingenierías.

Está incluida en:

- Index Nacional de Publicaciones Seriadadas Científicas y Tecnológicas de Colciencias –Publindex– (<http://www.colciencias.gov.co/scienti/publindex/>).
- Scielo: Scientific Electronic Library Online (www.scielo.org.co).
- Inspec: Base de datos bibliográfica administrada por The Institution of Engineering and Technology - IET (<http://www.theiet.org/publishing/inspec/>).
- Latindex: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (www.latindex.unam.mx).
- Index Copernicus International (www.indexcopernicus.com)
- Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (<http://redalyc.uaemex.mx/>).
- Base de datos EBSCO.
- Directorio Ulrichs.

Se autoriza la reproducción total o parcial de su contenido siempre y cuando se cite la fuente. Los conceptos expresados son de responsabilidad exclusiva de sus autores.

Contacto con el equipo editorial:

ingydes@uninorte.edu.co

ingydesa@gmail.com

Teléfono: 57 (5) 3509 268

Guía para autores:

<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/about/submissions#authorGuidelines>



www.uninorte.edu.co
Km 5 vía a Puerto Colombia
A. A. 1569, Barranquilla (Colombia)

EDITORIAL UNIVERSIDAD DEL NORTE

Coordinación editorial

Fabián Buelvas

Asistente Coordinación editorial

Daniela Torres

Diagramación

Luz Miriam Giraldo Mejía

Procesos técnicos

Munir Kharfan de los Reyes

Diseño

Joaquín Camargo Valle

Corrección de textos

Henry Stein

Iván Yunis

Asistente de producción intelectual

Marcela Villegas Gallego



INGENIERÍA

Y D E S A R R O L L O

Revista de la División de Ingenierías
de la Universidad del Norte

Rector

Adolfo Meisel Roca

Decano División de Ingenierías

Julián Arellana

Editora

Lucy García, Ph. D.

Asistente editorial

Jose Santiago

Comité Científico

Rensselaer Polytechnic Institute
(Estados Unidos)

José Holguín-Veras, Ph. D.

Universidad del Norte (Colombia)

Antonio Bula Silvera, Ph. D.

Universidad de La Sabana (Colombia)

Jairo Montoya, Ph. D.

Universitat Jaume I (UJI), España

Antonio Gallardo Izquierdo, Ph. D.

Instituto Tecnológico de Monterrey (México)

José Luis González Velarde, Ph. D.

Universidad de Castilla-La Mancha (España)

Magín Lapuerta Amigo, Ph. D.

Universidad Politécnica de Valencia (España)

Ginés Benet Gilabert, Ph. D.

Alberto Bouzas, Ph. D.

Universidad de Burgos (España)

Joaquín Antonio Pacheco Bonrostro, Ph. D.

Comité Editorial

University of Pittsburgh
(Estados Unidos)

George E. Klinzing, Ph. D.

Pontificia Universidad Católica de Chile

Juan de Dios Ortuzar, Ph. D.

Instituto de Microelectrónica de
Barcelona (España)

Humberto Campanella, Ph. D.



INGENIERÍA

Y D E S A R R O L L O

Contenido

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES

E-solar: una herramienta para la evaluación del recurso solar basada en una arquitectura big data sobre un ambiente PySpark 6

E-solar: a tool for solar resource assessment based on a Big Data architecture in a PySpark environment

Luis Eduardo Ordóñez Palacios
Víctor Bucheli Guerrero
Eduardo Caicedo Bravo
Universidad del Valle

Efecto de la permeabilidad en el factor de seguridad de presas de tierra bajo precipitaciones..... 24

Effect of permeability on the factor of safety of earth dams under rainfall

Isaida Flores Berenguer
Odalys Jacobo Rodríguez
Samantha García Martínez
Yoermes González Haramboure
Jenny García Tristá
Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"

Evaluación de la calidad de la energía eléctrica suministrada por una planta solar fotovoltaica conectada a la red haciendo uso de algoritmos de aprendizaje automático y de minería de datos 44

Evaluation of the quality of the electrical energy supplied by a grid-connected solar photovoltaic plant using machine learning and data mining algorithms

César Aristóteles Yajure Ramírez
Universidad Central de Venezuela

Transformación digital: evolución de las aplicaciones de inteligencia artificial en la industria del café..... 64

Digital transformation: evolving applications of artificial intelligence in the coffee industry

Esteban Largo Ávila
Carlos Hernán Suárez Rodríguez
Edwin Arango Espinal
Universidad del Valle

Caracterización química y estructural avanzada de desperdicios de memorias RAM: un enfoque hacia la reciclabilidad y seguridad ambiental..... 84

Advanced chemical and structural characterization of RAM memory waste: an approach towards recyclability and environmental safety

Luis Gabriel Gómez Acosta
Universidad Santiago de Chile
Giovany Orozco Hernández
Universidad ECCI
Daniel Fernando Quintero Bernal
Universidad Santiago de Chile

Factores de riesgo ergonómico en trabajadores de fábricas de muebles en el Estado de Chihuahua (México)104

Ergonomic risk factors in furniture factory workers in the State of Chihuahua (Mexico)

María Teresa Gutiérrez Escajeda
Emmanuel Morales Chávez
Vanessa Castillo Villanueva
Gisela Vásquez Vásquez
TecNM-campus Tecnológico de Delicias

Predicción de heladas y variables meteorológicas relevantes en agricultura en la Sabana de Bogotá usando machine learning 122

Frost and relevant meteorological variables forecast in agriculture in the Sabana de Bogotá using machine learning

Robinson Castillo Méndez
Julián Andrés Camacho Castro
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Edible Coating Based on Aloe Vera Mucilage to Preserve Whole Slices of Pineapple Fruit140

Recubrimiento comestible a base de mucílago de sábila para conservar rodajas enteras de piña

Saúl Dussán-Sarria
Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira
José Igor Hleap-Zapata
Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira
Jesús Hernán Camacho-Tamayo
Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá