

Revista INGENIO es una revista semestral de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad Central del Ecuador fundada en el año 2017 | Vol. 8, núm. 2 | julio - diciembre 2025 | p-ISSN 2588-0829 e-ISSN 2697-3243 |

#### Autoridades

Dr. Patricio Héctor Aurelio Espinosa del Pozo, Ph.D.  
*Rector de la Universidad Central del Ecuador*

#### Consejo Editorial

Ing. Robert Enríquez Reyes, Ph.D., Editor en Jefe, Universidad Central del Ecuador, ECUADOR  
Ing. Abel Remache Coyago, Ph.D. (c), Editor Académico, Universidad Central del Ecuador, ECUADOR  
Mgs. Tatiana Freire, Dipl., Editora de Sección, Universidad Central del Ecuador, ECUADOR  
Mgs. Paulina Zary, Correctora de Estilo, Escuela Politécnica Nacional-EPN, ECUADOR  
Dr. Jhohannes Rittz, MA., MIB., Ph.D. (c), Miembro, EU Business School Munich, ALEMANIA  
Dra. Teresa Magal-Royo, Ph.D, Miembro, Universidad Politécnica de Valencia, ESPAÑA  
Dr. Andrés Vivas Albán, Ph.D., Miembro, Universidad del Cauca, COLOMBIA  
Dr. Boris Heredia Rojas, Ph.D., Miembro, Universidad del Norte, CHILE  
Dr. Jaime Duque Domingo, Ph.D., Miembro, Universidad de Valladolid, ESPAÑA  
Dr. Giovanni Herrera Enríquez, Ph.D., Miembro, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, ECUADOR  
Dr. José Luis Paz, Ph.D., Miembro, Escuela Politécnica Nacional-EPN, ECUADOR  
Dr. Jesús López Villada, Ph.D., Miembro, Universidad Internacional SEK, ECUADOR  
Dr. Michel Vargas, Ph.D., Miembro, Escuela Politécnica Nacional-EPN, ECUADOR  
Dr. Andrés Robalino-López, Ph.D., Miembro, Escuela Politécnica Nacional-EPN, ECUADOR  
Dr. Kiyanoosh Golchin Rad, Miembro, Pukyong National University, COREA DEL SUR  
Dr. Ali Bagheri Fard, Miembro, George Brown College, CANADÁ  
Ing. Hamid Aadal, M.Sc., Miembro, Science & Technology Innovation-ADE, IRÁN  
Dra. Esther Campos Serrulla, Ph.D., Miembro, Universidad Europea de Madrid, ESPAÑA  
Dr. Alberto Sánchez, Ph.D., Miembro, Escuela de Ingenierías Industriales-UVA, ESPAÑA  
Dra. Diana Ayala, Ph.D., Miembro, Universidad de Santo Tomás, COLOMBIA  
M.Eng. Jaime Gómez García-Bermejo, Ph.D., Miembro, University of Valladolid, ESPAÑA  
Dra. Yolanda Vásquez Bernal, Miembro, Universidad Tecnológica de Panamá, PANAMÁ  
Dr. Majid Khorami, Miembro, Universidad Tecnológica Equinoccial-UTE, ECUADOR  
Dr. Diego Echeverría Jurado, Miembro, Operador Nacional de Electricidad – CENACE, ECUADOR

#### Consejo Asesor y Evaluador

Ing. Eduardo Pozo Valdiviezo, M.Sc., Ph.D. (c), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, ECUADOR  
Ing. Romel Pineda Frias, Ph.D. Universidad de Concepción UdC, CHILE  
Soc. Nua Fuentes Aguirre, Pontificia Universidad Católica del Ecuador PUCE, ECUADOR  
Ing. Cristian Guamán Sánchez, M.Sc, Universidad de Cuenca, ECUADOR  
Ing. Fabricio Cedeño Castro, M.Sc., Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar ISTSB, ECUADOR  
Ing. Johanna Cristina Jara, M.Sc., Universitario Rumiñahui ISTER, ECUADOR  
Dra. Silvana Gamboa Benítez, Escuela Politécnica Nacional EPN, ECUADOR  
Ing. Carlos Quinatoa Caiza, Universidad Técnica de Cotopaxi UTC, ECUADOR  
Ing. Daniel Ilbay Yupa, M.Sc, Universidad Tecnológica Equinoccial UTE, ECUADOR  
Ing. Edgar Rivera Tapia, Ph.D., Universidad Tecnológica Equinoccial UTE, ECUADOR  
Ing. Carlos Cedeño Burgos, M.Sc., Universidad Laica de Eloy Alfaro ULEAM, ECUADOR  
Lcda. Irma Campoverde Mavisoy, Mgs., Unidad Educativa Particular Amazonas IEBYSA, ECUADOR  
Ing. César Silva Cueva, M.Sc. Unidad Educativa Fiscomisional María Auxiliadora UEFMA, ECUADOR  
Ing. Alexis Medina Trujillo, M.Sc. GAD Provincial del Napo, ECUADOR  
Ing. Carmen Jiménez Merchán, M.Sc., Universidad Laica de Eloy Alfaro ULEAM, ECUADOR  
Ing. María Fernanda Trujillo, Ph.D., Escuela Politécnica Nacional EPN, ECUADOR  
Prof. Antonio Gómez-García, Ph.D. Universidad Espíritu Santo UEES, ECUADOR  
Dr. Pablo Caiza Sánchez, Ph.D., Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, ECUADOR  
Ing. Jhonny Figueroa Rivera, M.Sc., Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología ITB, ECUADOR  
Ing. Nelson Layedra Quinteros, Escuela Politécnica del Litoral ESPOL, ECUADOR  
Ing. Belén Tapia Montero, M.Sc. Universidad Politécnica Salesiana, UPS, ECUADOR

Este número estuvo bajo la coordinación editorial de: Mgs.Tatiana Freire, Dipl.

Revista Ingenio  
fing.revista.ingenio@uce.edu.ec  
vicedecanat.fing@uce.edu.ec

Sitio web:  
<http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/index>  
Correo electrónico:  
fing.revista.ingenio@uce.edu.ec

ISSN impresa 2588-0829  
ISSN electrónica 2697-3243

Director | MSc. Edison Benavides  
Diagramación | Ing. Christian Echeverría  
Corrección de textos | MSc. Jhonatan Salazar Achig  
Portada | Ing. Katherine Cervantes, Ingeniería en Diseño Industrial,  
Universidad Central del Ecuador

Editorial Universitaria, 2025  
Ciudadela Universitaria, av. América, s. n.  
Quito, Ecuador  
+593 (02) 2524 033  
editorial@uce.edu.ec



Los contenidos pueden usarse libremente, sin fines comerciales y siempre y cuando se cite la fuente. Si se hacen cambios de cualquier tipo, debe guardarse el espíritu de libre acceso al contenido.