



# INGENIERÍA

Y D E S A R R O L L O

Volumen 36, n.º 1, enero-junio de 2018  
Barranquilla (Colombia)

---

ISSN: 0122-3461 (*impreso*)  
2145-9371 (*online*)



Disponible *online* en:  
<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria>

---

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–, **Categoría A2** (<http://www.colciencias.gov.co/scienti/publindex/>).
- Scielo: Scientific Electronic Library Online ([www.scielo.org.co](http://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](http://www.latindex.unam.mx)).
- Index Copernicus International ([www.indexcopernicus.com](http://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](mailto:ingydes@uninorte.edu.co)

[ingydesa@gmail.com](mailto: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](http://www.uninorte.edu.co)

Km 5 vía a Puerto Colombia

A. A. 1569, Barranquilla (Colombia)

EDITORIAL UNIVERSIDAD DEL NORTE

*Coordinación editorial*

Zoila Sotomayor O.

*Diagramación*

Álvaro Carrillo Barraza

*Procesos técnicos*

Munir Kharfan de los Reyes

*Diseño de portada*

Camilo Umaña

*Corrección de textos*

Henry Stein

*Colaboración técnica*

Olga Gómez

*Asistente de producción intelectual*

Marcela Villegas Gallego

*Asistente de edición electrónica*

José David Polo

**Rector**

Jesús Ferro Bayona

**Decano División de Ingenierías**

Javier Páez Saavedra

**Editora**

Lucy García, Ph. D.

**Asistente editorial**

José Santiago

**Comité Editorial**

*Universidad del Norte (Colombia)*

Víctor Cantillo, Ph. D.

*University of Pittsburgh*

*(Estados Unidos)*

George E. Klinzing, Ph. D.

*Instituto de Microelectrónica de*

*Barcelona (España)*

Humberto Campanella, Ph. D.

*Pontificia Universidad Católica de Chile*

Miguel Nussbaum Voehl , Ph. D.

Juan de Dios Ortúzar , Ph. D.

**Comité Científico**

*Universidad de Burgos (España)*

Joaquín Antonio Pacheco Bonrostro, Ph. D.

*University of Virginia (Estados Unidos)*

Alfredo García, Ph. D.

*Universidad Politécnica de Valencia (España)*

Ginés Benet Gilabert, Ph. D.

Alberto Bouzas, Ph. D.

*Universidad de Castilla-La Mancha (España)*

Magín Lapuerta Amigo, Ph. D.

*Instituto Tecnológico de Monterrey (México)*

José Luis González Velarde, Ph. D.

*Universidad del Norte (Colombia)*

Antonio Bula Silvera, Ph. D.

Eduardo Zurek, Ph. D.

*Universitat Jaume I (UJI), España*

Antonio Gallardo, Ph. D.

*Universidad de La Sabana (Colombia)*

Jairo Montoya, Ph. D.

*Rensselaer Polytechnic Institute*

*(Estados Unidos)*

José Holguín-Veras, Ph. D.

Editorial ..... vii

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLES

**Evaluación de las emisiones de GEI por fertilización del cultivo de caña de azúcar, desde un enfoque en dinámica de sistemas** ..... 1

*Evaluation of GHG emissions by sugarcane crop fertilization, from a focus on system dynamics*

Andrés López Astudillo

Lina Marcela Rodríguez

Claudia Marcela Lubo

Julieth Abadía López

Oscar A. Orozco

Juan Sebastián Sandoval

Fernando Arenas

*Universidad Icesi (Colombia)*

**Modelo estadístico para la caracterización y optimización en bombas periféricas** ..... 18

*Statistical model for characterizing and optimizing peripheral pumps*

Carlos Camargo

Carlos García

Jorge Duarte

*Universidad del Atlántico, Colombia*

Adriana Rincón

*Universidad del Norte, Colombia*

**Fusión e integración sensorial de LIDAR con visión estéreo y Kinect para análisis de profundidad** ..... 40

*Sensory fusion and integration of LIDAR with stereo vision and Kinect for analysis of depth*

Sandra Carolina Imbachí

Jeison Eduardo Vivas García

Juan Fernando Flórez

*Universidad del Cauca, Colombia*

<b>Evaluación de esfuerzos tangenciales y radiales en cilindros de concreto de paredes gruesas sometidos a presión interna.....</b>	<b>58</b>
<i>Evaluation of tangential and radial stresses on thick walled concrete cylinders under internal pressure</i>	
Andrés Palmieri Panesso	
Andrés Fernando Guzmán Guerrero	
Victor Cantillo Maza	
<i>Universidad del Norte, Colombia</i>	
<b>Diseño de un controlador de seguimiento para un sistema siso de servoposicionamiento neumático .....</b>	<b>74</b>
<i>Design of a tracking controller of a siso system of pneumatic servopositioning</i>	
Iván Ramírez*	
<i>Universidad del Quindío (Colombia)</i>	
<b>Estudio termodinámico de la adsorción de un colorante azóico por medio de un residuo lignocelulósico en medio acuoso .....</b>	<b>97</b>
<i>Absorption thermodynamic study of azoic dye with by means of a lignocellulosic waste in aqueous medium</i>	
Gina Hincapié Mejía	
<i>Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia</i>	
Sebastián Cardona Cuervo	
<i>Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia</i>	
Luis Alberto Ríos	
<i>Universidad de Antioquia (Colombia)</i>	
<b>Propagación de las incertidumbres en las mediciones aplicada a la identificación en el dominio de la frecuencia de matrices de inercia, rigidez y amortiguación de sistemas mecánicos .....</b>	<b>119</b>
<i>Propagation of uncertainty in measurements applied to frequency-domain identification of mass, stiffness and damping matrices for mechanical systems</i>	
Luis U. Medina	
Sergio E. Díaz	
<i>Universidad Simón Bolívar, Venezuela</i>	
<b>Un nuevo modelo de cuantificación de la capacidad de pirólisis utilizando datos termogravimétricos aplicado a reprocesamiento de polímeros .....</b>	<b>138</b>
<i>A new model to pyrolysis capacity quantification using thermogravimetric data for polymers reprocessed</i>	
Andrés Felipe Rojas González	
<i>Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales</i>	
Laura María Aranzazu Ríos	
<i>Químicos del Cauca S.A.S.</i>	

<b>Termo-cinética de la lixiviación de plomo a partir de baterías recicladas.....</b>	<b>155</b>
<i>Thermo-kinetics of lead leaching from recycled batteries</i>	
Néstor Ricardo Rojas Reyes	
Luver Echeverry Vargas	
Sebastián Sierra Pérez	
<i>Universidad Nacional de Colombia</i>	

ARTÍCULO DE REFLEXIÓN / REFLEXION ARTICLE

<b>Indexes for the evaluation of a Solar Tracker.....</b>	<b>172</b>
<i>Índices para la evaluación de un seguidor solar</i>	
Carlos R. Batista-Rodríguez	
<i>Universidad Antonio Nariño, Colombia</i>	
Rosa I. Urquiza-Salgado	
Elio R. Hidalgo-Batista	
<i>Universidad de Holguín, Cuba</i>	

ARTÍCULO DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLE

<b>Evolución e impacto mundial del Last Planner System: una revisión de la literatura.....</b>	<b>187</b>
<i>Evolution and global impact of the Last Planner System: a literature review</i>	
María Fernanda Hoyos	
Luis Fernando Botero	
<i>Universidad EAFIT, Colombia</i>	

<b>New Perspectives in Instructional Design using Semantic Web Technologies: A Systematic Literature Review.....</b>	<b>215</b>
<i>Nuevas perspectivas en diseño instruccional usando tecnologías de la web semántica: Una revisión sistemática de literatura</i>	
Danilo Pástor	
Jovani Jiménez	
Omar S. Gómez	
<i>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo</i>	
Seiji Isotani	
<i>Universidad de São Paulo, Brasil</i>	

<b>Avances en electrodos y biosensores elaborados con nanotubos de carbono.....</b>	<b>240</b>
<i>Advances in electrodes and biosensors made from carbon nanotubes</i>	
Fabián Steven Garay Rairán	
Luz Helena Camargo Casallas	
<i>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</i>	

**Una revisión de la literatura  
sobre población de ontologías..... 259**

*A State-of-the-art Review*

*About Ontology Population*

Juan Carlos Blandón Andrade

*Universidad Católica de Pereira*

Carlos Mario Zapata Jaramillo

*Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín*