

Libro de resúmenes

# Tecnología y seguridad de procesos

## Edición y compilación

Universidad Ean

Jeffrey Leon-Pulido, PhD

Diana Paola Figueroa-Hernández, MSc.

Anraci

Hugo Torres-Bahamón, MBA.



**Catalogación en la fuente: Biblioteca Universidad EAN**

Celada Lozada, Diego Camilo.

Tecnología y seguridad de procesos / Diego Camilo Celada Lozada [y otros noventa y nueve] ; edición y compilación de Jeffrey León-Pulido, Diana Paola Figueroa-Hernández, Hugo Torres-Bahamón.

Descripción: 1a edición / Bogotá: Universidad Ean, 2025.

Colección: Libro de resúmenes

87 páginas

eISBN (digital): 9789587567274

1. Control de procesos industriales 2. Evaluación de riesgos 3. Seguridad industrial

4. Ciberinteligencia (Seguridad informática) 5. Industria 4.0 6. Difusión de innovaciones

I. Zambrano Cruz, Karol Johana II. García Barreto, Oswaldo III. Martínez Sánchez, José Alberto IV. Balanta, José Carlos V. Cruz Valencia, Bairon Alid de la VI. Romo Rosero, Jonathan Jair VII. León - Pulido, Jeffrey, (editor y compilador) VIII. Figueroa - Hernández, Diana Paola, (editor y compilador) IX. Torres-Bahamón, Hugo, (editor y compilador)

X. III Congreso Internacional de Ingeniería : tecnología y seguridad de procesos (2024 : Bogotá, Colombia)

670.42 CDD23

Edición: Gerencia de Investigación y Transferencia

Gerente de Investigación y Transferencia: Alejandro Delgado Vázquez

Coordinadora de Publicaciones: Irina Florián Ortiz

Diseño: Precolombi EU, David Reyes

Diagramación: Mónica Cabiativa Daza

Primera edición, 2025

Publicado por Ediciones Ean, 2025.

DOI: <https://doi.org/10.57793/9789587567274>

© Todos los derechos reservados.

© Universidad Ean, El Nogal: Calle 79 # 11-45

Bogotá D.C., Colombia, Suramérica, 2025

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización de la Universidad Ean.

Universidad Ean: SNIES 2812 | Personería Jurídica Res. n.º 2898 del Minjusticia - 16/05/69 | Vigilada Mineducación. CON ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD, Res. n.º 29499 del Mineducación 29/12/17, vigencia 28/12/21.

Producido en Colombia.

Libro de resúmenes

# Tecnología y seguridad de procesos

---

# Contenido

---

9

## Introducción

11

## Automatización y control de procesos

- 11 Sistemas agrícolas basados en IoT e inteligencia artificial para la eficiencia y reducción de costos en el departamento del Huila
- 13 Aseguramiento técnico – BIM – Comisionamiento en proyectos
- 14 Implementación de algoritmos predictivos basados en machine learning para la optimización de la planificación de insumos médicos
- 16 Módulo didáctico de pronóstico de ventas en ERP para la formación académica de estudiantes universitarios
- 17 Implementación de un algoritmo de Machine Learning (K-Means) para la clasificación de fallas en mantenimiento de componentes aeronáuticos

## 19

### **Ciberseguridad en procesos industriales**

- 19 La relevancia de la ciberseguridad en la protección de los procesos industriales
- 21 Seguridad de datos en realidad aumentada y virtual: un estudio bibliométrico de riesgos y desafíos

## 23

### **Continuidad de negocios y asegurabilidad**

- 23 Optimización de la deshidratación de crudo pesado en Colombia mediante IA y automatización

## 26

### **Educación en protección contra incendios, emprendimientos y modelos de negocio, ética, ciencias y educación**

- 26 Importancia del proceso de comisionamiento en los sistemas de protección contra incendios y gestión de riesgos en la seguridad de procesos
- 28 Desarrollo de un espumógeno para extinción de incendios elaborado a partir de tensoactivos semi-sintéticos de tipo aniónico

## 30

### **Gestión, mitigación de riesgos y seguridad industrial**

- 30 Identificación de riesgo ergonómico en la empresa tejidos planos de soacha para la promoción del autocuidado
- 32 Evaluación disc como puente entre la disciplina operacional y HSE
- 34 Método integrado para la evaluación dinámica de los riesgos inherentes del proceso
- 35 Gestión de riesgos en el sector petróleo mediante inspecciones con ensayos no destructivos (NDT): aliado en inspección basada en riesgo

## 38

### **Normativas y regulaciones**

- 38 Impacto del tratado de libre comercio entre Colombia y Estados Unidos en la calidad de la industria cafetera: análisis del período 2012-2023

## 41

### **Seguridad de procesos**

- 41 GCV - guía de certificación virtual para el comisionamiento de sistemas contra incendios: “una solución al ritmo de la tecnología con proyección al futuro”
- 43 Organizaciones informales e implementación de los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo
- 45 Seguridad de procesos en la producción de harina de coca: un enfoque integral para la mitigación de riesgos
- 46 Análisis de los límites de inflamabilidad en combustibles de aviación

## 48

### **Sostenibilidad y economía circular**

- 48 Implementación de la herramienta 5s en el área de extrusión para una empresa de cables
- 50 Modelo de medición de desempeño de procesos de logística inversa: caso de estudio en la gestión de envases y empaques vacíos de plaguicidas
- 52 Impulsando la economía circular: lecciones y resultados del programa de soluciones para mipymes en la ciudad – región
- 54 Proceso de producción de etanol a partir de material lignocelulósico: revisión
- 56 Formulación de estrategias de hospital verde para el Hospital Universitario de San José

- 57 Prototipo de una planta de biogás a partir de los residuos orgánicos generados en Corabastos
- 60 Modelo pionero de sostenibilidad urbana: sistema híbrido eólico–humano en el octavo piso del edificio El Nogal

## 62

### Tecnologías de industria 4.0

- 62 Desarrollo de un simulador de flujo multifásico y análisis nodal para la predicción de producción en pozos verticales de petróleo
- 64 Red inalámbrica de sensores para monitorear variables en un cultivo de café
- 65 Diseño y optimización de un gráfico de control multivariante sintético para el control del vector de medias basado en un conteo RL2
- 66 Pronóstico de fallas en sistemas de distribución eléctrica mediante redes LSTM y algoritmos PSO

## 68

### Proyectos de innovación y emprendimiento

- 68 AGUA REVIVE: Hidrógeno limpio desde el tratamiento de aguas
- 70 AUTONOMY AND STYLE: Armario asistente inteligente
- 71 BAGNANAS: Bolsas bioplásticas a partir de desechos orgánicos
- 73 BIOURNAS TEFITI: Fabricación de urnas fúnebres ecológicas a partir de cáscaras de huevo
- 75 DASEFIL: Transformando envases PET en filamentos 3D
- 76 ECOPLAT: Platos a base de almidón de papa y yuca
- 78 NATURART: Arte Sostenible
- 80 NEUROPEZO: Abordando la Emaciación en Bogotá
- 82 PLATINIO: “Limpieza y Resistencia”

- 83 PAPEEL: Papel a base de cáscaras de frutas
- 85 VERDEFUTURO: Diseño de una gorra para infantes de marina a partir del aprovechamiento del plástico generado por la base de entrenamiento de infantería de marina

## Introducción

El avance de la ingeniería y la tecnología ha transformado profundamente los procesos industriales, estableciendo nuevos estándares en seguridad, eficiencia y sostenibilidad. Integrando enfoques innovadores, que abarcan desde la ciberseguridad hasta la sostenibilidad en un entorno industrial, el **III Congreso Internacional de Ingeniería - CIIUEAN: Tecnología y Seguridad de Procesos** se presenta como un espacio clave para explorar y proponer soluciones innovadoras frente a los desafíos actuales en sectores críticos. Este evento reúne investigaciones y propuestas que fortalecen la seguridad de procesos, fomentan la adopción de tecnologías emergentes y promueven prácticas sostenibles enmarcadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En un mundo cada vez más digitalizado, la implementación de tecnologías de la Industria 4.0, como el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de Big Data, potencia la capacidad para prever fallos y optimizar recursos, fortaleciendo tanto la seguridad como la eficiencia operativa. Por su parte, la gestión y mitigación de riesgos adopta estrategias que identifican, evalúan y controlan amenazas, garantizando la protección de los trabajadores y las instalaciones. A su vez,

la automatización y el control de procesos, integrados con inteligencia artificial y machine learning, mejoran la precisión y reducen la exposición a riesgos. En paralelo, el desarrollo de extintores y agentes químicos impulsa la creación de materiales innovadores que incrementan las capacidades de extinción y disminuyen el impacto ambiental.

La transición hacia la sostenibilidad incluye fundamentos como la economía circular, que fomenta prácticas responsables en la gestión de residuos y el uso eficiente de recursos, alineando las operaciones industriales con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Estas transformaciones se respaldan con normativas y regulaciones actualizadas, que no solo establecen estándares de seguridad, sino que también promueven la innovación tecnológica. En este marco, la seguridad de procesos se posiciona como un eje central, empleando metodologías avanzadas para identificar y controlar peligros en todas las etapas de la producción.

Por otro lado, los servicios industriales relacionados con la protección contra incendios integran tecnologías emergentes para la prevención, detección y extinción de incendios, mientras que la educación en protección contra incendios forma a profesionales capacitados para responder eficazmente a emergencias. Además, la continuidad de los negocios y la asegurabilidad complementan este panorama, desarrollando estrategias de resiliencia y gestión de riesgos que aseguran la estabilidad operativa y reducen la exposición a pérdidas económicas.

A lo largo de este libro de memorias, se destacan contribuciones agrupadas en ejes temáticos que abarcan áreas estratégicas como la ciberseguridad en procesos industriales, la implementación de tecnologías de la Industria 4.0, la mitigación de riesgos, la automatización y la sostenibilidad. Cada eje refleja la importancia de adoptar enfoques integrales que combinen conocimiento técnico, innovación tecnológica y cumplimiento normativo, garantizando tanto la seguridad de las operaciones como su impacto positivo en el entorno social y ambiental.

# Automatización y control de procesos

La automatización y el control de procesos han revolucionado la ingeniería moderna, permitiendo optimizar recursos y garantizar la eficiencia operativa en múltiples sectores. Este eje temático explora proyectos que integran tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial (IA) y machine learning para abordar desafíos en ámbitos como la agricultura, la manufactura y la educación, destacando el papel crucial de estas herramientas en la competitividad y sostenibilidad empresarial.

## Sistemas agrícolas basados en IoT e inteligencia artificial para la eficiencia y reducción de costos en el departamento del Huila

*Diego Camilo Celada Lozada, Karol Johana Zambrano Cruz\**

Grupo de Investigación GIDESTH, Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). \*dcelada@sena.edu.co

### Resumen

Este proyecto aborda desafíos clave en la agricultura regional, tales como los altos costos de insumos, los efectos del cambio climático y las fluctuaciones en los precios de productos

agrícolas. Estas problemáticas impactan la sostenibilidad y competitividad del sector agropecuario. El objetivo principal es implementar tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT), para optimizar la producción, reducir costos en piscicultura y automatizar procesos en cultivos como cacao, pasifloras y café.

En el marco del proyecto, se utilizó una red neuronal ResNet para identificar deficiencias nutricionales en plantas de café, mejorando así la gestión de nutrientes. Adicionalmente, se desarrolló un proceso de segmentación de alevines para automatizar el conteo, lo que resulta crucial para aumentar la eficiencia en piscicultura. También se diseñó una plataforma web que centraliza información de cinco sistemas IoT instalados en el departamento del Huila, permitiendo monitorear factores clave en tiempo real y tomar decisiones precisas y oportunas.

La relevancia del proyecto radica en su alineación con planes tecnológicos y agendas de innovación locales. Los resultados esperados incluyen un aumento en la productividad y competitividad de agricultores y piscicultores, logrando una producción más eficiente mediante tecnologías que optimizan el uso del agua y reducen costos relacionados con fertilización y control de plagas. Estas soluciones no solo mejoran la eficiencia y rentabilidad, sino que también promueven la sostenibilidad ambiental y generan empleo local en soporte técnico y desarrollo tecnológico.

Este trabajo resalta el potencial transformador de la IA y el IoT en el sector agropecuario del Huila. La adopción de estas tecnologías garantiza una producción agrícola y piscícola más precisa y rentable, promoviendo prácticas agrícolas inteligentes que contribuyen al desarrollo sostenible de la región.

---

*Palabras clave:* Internet de las Cosas, Inteligencia Artificial, Agricultura 4.0.

---

*Oswaldo García Barreto\*, José Alberto Martínez Sánchez*

Consejo para el Comisionamiento y el Aseguramiento de la Calidad

\*oswaldo.garcia@comisionamiento.org

## Resumen

La complejidad de los proyectos interdisciplinarios en la industria requiere herramientas eficaces para almacenar y consultar información de manera instantánea desde cualquier lugar. En este contexto, se hace indispensable la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling), que permite la trazabilidad documental y la gestión eficiente de las actividades en proyectos de ingeniería.

Los indicadores clave de desempeño (KPIs, según PMI) deben definirse desde el inicio del proyecto, en consenso con la gerencia y los equipos de trabajo, para facilitar una evaluación objetiva y detallada al cierre. La implementación del comisionamiento es crucial en este proceso, ya que permite verificar y documentar el cumplimiento de los estándares de calidad desde la concepción del proyecto hasta su abandono final (desmantelamiento). Esta metodología garantiza que las actividades sean planeadas y ejecutadas de manera segura, evitando que los resultados dependan de la experiencia variable de los técnicos o de circunstancias imprevistas.

El Plan de Comisionamiento establece las actividades, controles, seguimientos, informes y certificaciones necesarias para asegurar la calidad del proyecto. Este proceso es distinto de la interventoría o la gestoría, que suelen centrarse en aspectos de costos y mano de obra. El comisionamiento, en cambio, abarca la vida útil completa del activo, asegurando la operatividad y la seguridad técnica a lo largo del tiempo.

La diferencia entre estos conceptos es fundamental: mientras que la interventoría termina con la construcción, el comisionamiento abarca el aseguramiento técnico desde la construcción hasta el desmantelamiento del activo. Además, se destacan las metodologías de precomisionamiento y comisionamiento, que incluyen actividades como la capacitación, la ejecución de pruebas funcionales y el cierre de acciones pendientes.

En conclusión, el comisionamiento, basado en estándares internacionales, es una herramienta esencial para garantizar la calidad, seguridad y sostenibilidad de los proyectos industriales. Su correcta implementación optimiza la eficiencia operativa y asegura la estabilidad técnica de los activos.

*Palabras clave:* BIM, Comisionamiento, Calidad, Activos, Seguridad.

## Implementación de algoritmos predictivos basados en machine learning para la optimización de la planificación de insumos médicos

*José Carlos Balanta\*, Bairon Alid de la Cruz*

*Valencia, Jonathan Jair Romo Rosero*

Semillero de Investigación de Ingeniería Industrial y Grupo Estudiantil de Ingeniería Industrial GEIIN, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Autónoma de Occidente, Calle 25, Santander de Quilichao - Cali #115-85 Km 2.

\*jose.balanta@uao.edu.co

### Resumen

El avance de las tecnologías de la Industria 4.0, como el machine learning (ML) y la inteligencia artificial (IA), ha revolucionado la planificación de recursos en el sector salud. Este proyecto presenta un modelo predictivo que utiliza bases de datos históricas junto con variables climáticas, epidemiológicas y socioeconómicas para anticipar la demanda de insumos médicos, mejorando así la capacidad de respuesta de los centros de salud.

El objetivo principal es desarrollar un modelo predictivo que emplee algoritmos de ML para predecir las necesidades de recursos médicos. Entre los objetivos específicos se incluyen la identificación de variables que afectan la demanda, la

recopilación y análisis de datos históricos, y la implementación de algoritmos para optimizar la planificación. El modelo se entrena con datos históricos para generar decisiones informadas sobre la cantidad y el tipo de insumos necesarios.

La metodología empleada tiene un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y longitudinal. Se recopilan datos de fuentes climáticas, demográficas y de salud pública que alimentan algoritmos de regresión logística, árboles de decisión y redes neuronales. Estos algoritmos identifican patrones y tendencias en la demanda de insumos médicos. Para garantizar precisión, el modelo se valida mediante métricas como el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el Error Cuadrático Medio (RMSE).

El uso de machine learning en la planificación de recursos permite automatizar decisiones predictivas, optimizando el suministro y evitando desabastecimientos. Los algoritmos ajustan la cantidad de insumos con base en variables como el estado epidemiológico y las condiciones socioeconómicas, garantizando la preparación ante situaciones de alta demanda.

El proyecto también contempla estrategias para visualizar resultados de manera clara y accesible. Estas incluyen dashboards interactivos, gráficos de tendencias, mapas de calor y estudios de casos que combinan análisis técnico y resultados cuantitativos. Estas herramientas no solo mejoran la planificación de recursos médicos, sino que también optimizan su distribución y eficiencia operativa.

En conclusión, este modelo predictivo transforma la gestión de recursos en el sector salud, proporcionando una herramienta poderosa para la toma de decisiones y la planificación proactiva.

*Palabras clave:* Machine Learning, Planificación de recursos médicos, Inteligencia Artificial, Automatización predictiva, Algoritmos.

---

## Módulo didáctico de pronóstico de ventas en ERP para la formación académica de estudiantes universitarios

*Ana María Triana Moreno<sup>1</sup>, Evelyn Yulany Vega Sánchez<sup>2</sup>, Brayán Camilo Díaz Delgadillo<sup>3</sup>*

Universitaria Agustiniiana, <sup>1</sup>ana.trianam@uniagustiniana.edu.co,  
<sup>2</sup>evelyn.vega@uniagustiniana.edu.co, <sup>3</sup>brayan.diaz@uniagustiniana.edu.co

### Resumen

El módulo didáctico de pronósticos de ventas en ERP (Enterprise Resource Planning) es una herramienta diseñada para ofrecer a estudiantes universitarios una experiencia de simulación práctica. Su propósito es permitirles aplicar y ampliar sus conocimientos sobre la planificación y el control de procesos predictivos, facilitando el análisis y control de ventas en escenarios simulados.

Este módulo incorpora métodos cuantitativos, como el promedio móvil y la suavización exponencial, además de métodos cualitativos, brindando a los estudiantes la posibilidad de interpretar pronósticos precisos. También incluye diferentes escenarios económicos y variables de mercado para enriquecer el aprendizaje.

El objetivo principal es que los estudiantes desarrollen habilidades para evaluar y tomar decisiones basadas en datos predictivos, aprendiendo a gestionar inventarios, implementar estrategias de marketing y planificar financieramente a partir de las previsiones generadas por el sistema.

La interfaz del módulo, que actualmente se encuentra en fase de diseño y prueba piloto, incluye un panel de control intuitivo que facilita su accesibilidad y comprensión. Entre las funcionalidades previstas están: la base de datos, la selección de metodologías de pronósticos y la generación de informes. Además, se está desarrollando un sistema de evaluación que permitirá medir el progreso de los estudiantes en su aplicación académica.

En conclusión, este módulo representa una herramienta innovadora para la formación académica, combinando teoría y práctica para fomentar el aprendizaje activo y la toma de decisiones fundamentadas en datos.

*Palabras clave:* ERP, Pronóstico de ventas, Gestión de producción, Toma de decisiones, Planificación financiera.

---

## Implementación de un algoritmo de Machine Learning (K-Means) para la clasificación de fallas en mantenimiento de componentes aeronáuticos

*Diana Carolina Beltrán Peña\**, *Cristian Camilo Hernández Vargas*, *Rafael Andrés Rangel Quintero*

Grupo de Investigación AeroTech, Programa de Ingeniería Aeronáutica, Universidad de San Buenaventura, Facultad de Ingeniería.

\*dbeltran@usbbog.edu.co

### Resumen

Este estudio presenta la implementación del algoritmo de machine learning K-Means para la clasificación de fallas en los equipos de misión de las aeronaves Bell 407 y 206, utilizadas por el programa de vigilancia aérea urbana de la Policía Nacional de Colombia. El objetivo principal es mejorar el indicador de alistamiento de estas aeronaves, superando los retos actuales de los esquemas de mantenimiento On Condition, que generan tiempos de inactividad impredecibles y afectan la disponibilidad operativa.

El algoritmo K-Means fue seleccionado por su capacidad de agrupar grandes volúmenes de datos de forma no supervisada, facilitando la identificación de patrones recurrentes de fallas. Basado en experiencias previas, como el trabajo de

Wang et al. (2020), se demuestra que este enfoque es eficaz en la clasificación del estado de salud de sistemas complejos, incluyendo sistemas hidráulicos aeronáuticos.

En el marco del proyecto, se desarrolló una aplicación que digitaliza y almacena los registros de fallas en una base de datos en la nube, lo que permite un análisis en tiempo real. Los resultados de las pruebas piloto muestran una mejora del 15 % en la disponibilidad operativa de los equipos de misión, así como una reducción del 20 % en los tiempos de inactividad, comparados con los registros históricos. Además, se logró disminuir los costos operativos en un 10 %, gracias a la planificación proactiva del mantenimiento.

El uso de K-Means optimizó la identificación de patrones de fallas, permitiendo un enfoque de mantenimiento más eficiente y preventivo. Esto no solo mejoró los indicadores de alistamiento, sino que también incrementó la disponibilidad operativa y redujo los costos asociados al mantenimiento.

En conclusión, la implementación de este algoritmo se presenta como una solución viable para la reducción de tiempos de inactividad y costos, con un alto potencial de aplicación en otros tipos de aeronaves y equipos críticos.

*Palabras clave:* Aeronaves, Mantenimiento de aeronaves, Mejora de procesos, Machine Learning, K-Means, Optimización de mantenimiento, Vigilancia aérea.

---

# Ciberseguridad en procesos industriales

La ciberseguridad en procesos industriales se ha convertido en un pilar para la protección de infraestructuras críticas en un mundo interconectado. Este eje analiza los riesgos asociados a tecnologías emergentes y sistemas industriales, proponiendo estrategias robustas y alineadas con normativas internacionales para mitigar vulnerabilidades y garantizar la continuidad operativa.

## La relevancia de la ciberseguridad en la protección de los procesos industriales

*Juan Diego Lagos Caiman*

Facultad de Ingeniería, Universidad de La Salle, sede Mosquera  
Cra. 3 No. 1-40, Mosquera Centro  
juandiegolagosc@gmail.com

### Resumen

La ciberseguridad se ha consolidado como un tema clave en la protección de infraestructuras críticas, especialmente en sectores industriales que dependen de sistemas automatizados de control y gestión, como el energético. La creciente interconexión de tecnologías y el uso de sistemas desactualizados han incrementado las vulnerabilidades de los sistemas de control

industrial (ICS), exponiendo a las empresas a ciberataques que pueden comprometer tanto la continuidad operativa como la seguridad física de las instalaciones. La principal problemática radica en que, si bien estos sistemas fueron diseñados para ser eficientes, la seguridad no ha recibido la misma prioridad, lo que los convierte en objetivos atractivos para los atacantes.

Es imperativo fortalecer las medidas de seguridad cibernética, ya que las consecuencias de los ciberataques pueden ser devastadoras, afectando la economía, la seguridad nacional e incluso la vida de las personas. Este trabajo aborda la problemática a través del análisis de casos emblemáticos, como los ataques a la red eléctrica de Ucrania (2015), Colonial Pipeline (2021) y el uso del malware Stuxnet (2010), que demuestran la fragilidad de las infraestructuras frente a estas amenazas. La revisión de normativas y estándares internacionales, como NERC-CIP, ISA/IEC 62443 y NIST SP 800-82, ofrece un marco de referencia para la protección de estas infraestructuras, subrayando la necesidad de su implementación y actualización continua.

El objetivo principal de este estudio es resaltar la importancia de la ciberseguridad en el contexto industrial, evidenciar la vulnerabilidad de los sistemas automatizados y ofrecer recomendaciones para mejorar las defensas frente a ciberataques. Los resultados de la investigación indican que la mayoría de los ataques se dirigen a sistemas que no están adecuadamente protegidos, lo que facilita a los atacantes interrumpir procesos esenciales, causar pérdidas económicas significativas y dañar la reputación de las empresas afectadas.

En conclusión, la ciberseguridad es esencial para garantizar la estabilidad operativa y la seguridad de las infraestructuras críticas. Es crucial que las empresas adopten medidas preventivas robustas y colaboren con el sector público para implementar estándares internacionales que permitan enfrentar las ciberamenazas de manera efectiva y minimizar su impacto.

Solo a través de un enfoque conjunto y estratégico se podrá proteger adecuadamente la infraestructura industrial global.

*Palabras clave:* Ciberseguridad, Automatización Industrial, Malware, Infraestructura Crítica, Análisis de Vulnerabilidades.

---

## Seguridad de datos en realidad aumentada y virtual: un estudio bibliométrico de riesgos y desafíos

*José Jesús Gutiérrez Pérez\*, Erick Santiago Alzate Peralta, Alexander García Pérez, Jeffrey León Pulido*

Tecnológico Ontare, Facultad de Ingeniería, Universidad Ean  
Cl. 79 #11-45

\*jgutier23167@universidadean.edu.co

### Resumen

Este estudio bibliométrico tiene como objetivo explorar el panorama de la seguridad de los datos en proyectos de Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR), evaluando las investigaciones más relevantes sobre la gestión y protección de la información generada por estas tecnologías. A medida que AR y VR recopilan grandes volúmenes de datos personales y del entorno físico, emergen nuevos desafíos relacionados con la privacidad, el tratamiento de datos biométricos, la geolocalización y los riesgos asociados a ciberataques. El análisis revisa estudios académicos clave para identificar tendencias y vacíos en la literatura sobre el almacenamiento, procesamiento y protección de los datos en entornos AR/VR. Entre los temas tratados se incluyen la recolección de datos del entorno, la gestión de información sensible, los riesgos vinculados a la exposición de datos personales y las políticas de privacidad de los proveedores de estas tecnologías. Además, el estudio

aborda las implicaciones éticas y técnicas del uso indebido de datos biométricos y de geolocalización, con el fin de ofrecer una visión integral de los riesgos de seguridad en la realidad aumentada y virtual.

*Palabras clave:* privacidad de la información, realidad aumentada (AR), realidad virtual (VR), seguridad de datos, tecnología.

---

# Continuidad de negocios y asegurabilidad

**G**arantizar la continuidad de los negocios y la fiabilidad de los procesos es crucial en entornos altamente competitivos y de alto riesgo. Este eje temático explora innovaciones que integran inteligencia artificial, automatización y metodologías avanzadas para optimizar la seguridad y la sostenibilidad en operaciones críticas, como las de la industria del petróleo y los sistemas de protección contra incendios.

## Optimización de la deshidratación de crudo pesado en Colombia mediante IA y automatización

*Jorge Mario Patarroyo Monroy, John Jairo Camacho Coronel*

profesional4@integridad.vrc.com.co, john.camacho@hotmail.com,  
director@integridadvrc.com.co

### Resumen

En los campos petroleros de Colombia, la deshidratación del crudo pesado es una operación crítica que afecta la eficiencia operativa y la rentabilidad. Este proyecto propone la integración de inteligencia artificial (IA) y automatización avanzada para optimizar los sistemas convencionales de separación de

crudo y agua, con un enfoque sólido en la seguridad de procesos y la sostenibilidad. El objetivo es mejorar la eficiencia, reducir el riesgo de fallos y minimizar el consumo energético durante la deshidratación de crudo pesado, optimizando significativamente las operaciones en los campos petroleros colombianos.

El crudo pesado en Colombia presenta características complejas, como alta viscosidad y un elevado contenido de agua (BSW), lo que dificulta su procesamiento y separación. Las técnicas convencionales, como los separadores de placas y las centrifugadoras, no son suficientes para alcanzar niveles óptimos de eficiencia en la deshidratación. Además, estos procesos conllevan riesgos de seguridad debido a fluctuaciones en la presión y el contenido de agua, lo que puede derivar en fallos operativos y costosos tiempos de inactividad.

El proyecto propone un sistema de monitoreo y control basado en sensores inteligentes, IA y automatización, que permitirá la toma de decisiones en tiempo real. Este sistema se enfoca en tres aspectos clave:

- **Monitoreo predictivo:** Sensores inteligentes registrarán parámetros críticos del fluido, como presión, temperatura y contenido de agua (BSW). Los datos serán procesados por algoritmos de machine learning que identificarán patrones y ajustarán automáticamente los parámetros operativos para optimizar la eficiencia del proceso.
- **Sistema de alerta temprana y simulación de fallos:** Mediante IA, se implementará un sistema de predicción de escenarios de riesgo que emitirá alertas preventivas al detectar combinaciones peligrosas de variables, como alta presión o aumento en el contenido de agua. Este enfoque permitirá prevenir fallos antes de que se conviertan en incidentes graves.
- **Control adaptativo automatizado:** La automatización ajustará de forma dinámica los parámetros operativos de los sistemas de separación (como velocidad de separadores

y centrifugadoras) según las condiciones del crudo, lo que reducirá los tiempos de deshidratación y aumentará la seguridad.

Resultados esperados y beneficios clave:

- **Reducción de los tiempos de deshidratación:** Gracias al ajuste automático de las condiciones operativas, se estima una reducción significativa en el tiempo necesario para alcanzar los niveles óptimos de separación.
- **Mejora de la seguridad del proceso:** El sistema de alerta predictiva y las simulaciones de fallos reducirán los riesgos operativos y aumentarán la seguridad del personal y los equipos.
- **Ahorro energético:** El control adaptativo automatizado optimizará el consumo energético de los equipos, lo que contribuirá a la reducción de costos y a la disminución de la huella de carbono.
- **Sostenibilidad:** Al mejorar la eficiencia energética y reducir el uso de recursos, el proyecto alineará las operaciones de deshidratación de crudo con los objetivos de sostenibilidad de la industria, minimizando el impacto ambiental.

Esta metodología propone una solución innovadora para la deshidratación de crudo pesado en campos petroleros colombianos, alineada con las tendencias globales de digitalización industrial y seguridad de procesos. Al integrar IA, automatización y sostenibilidad, esta tecnología no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también contribuirá a reducir riesgos y optimizar los recursos energéticos, generando un impacto positivo tanto en la industria como en el medio ambiente.

*Palabras clave:* Deshidratación de crudo pesado, Inteligencia artificial, Sostenibilidad energética.

---

## Educación en protección contra incendios, emprendimientos y modelos de negocio, ética, ciencias y educación

La educación en ingeniería y la promoción de modelos de negocio innovadores son fundamentales para formar líderes capaces de enfrentar los desafíos del futuro. Este eje destaca herramientas educativas, como módulos interactivos y prácticas de emprendimiento, que potencian la formación académica y el desarrollo de competencias clave.

### Importancia del proceso de comisionamiento en los sistemas de protección contra incendios y gestión de riesgos en la seguridad de procesos

*José Alberto Martínez\*, Libardo Enrique Rojas Ospina*

*presidente@comisionamiento.org*

#### **Resumen**

El comisionamiento de sistemas contra incendios es crucial para la seguridad de los procesos y para la vida útil de cualquier

instalación, ya que garantiza que estos sistemas operen conforme a los requisitos de diseño y funcionen de manera óptima. La relevancia de un comisionamiento adecuado no solo se basa en el cumplimiento normativo, sino en la protección de la vida, la propiedad y la continuidad operativa de las instalaciones, asegurando que los sistemas cumplan con la intención del diseño, de acuerdo con los estándares NFPA 3 y 4.

La NFPA 3 establece las normas para el comisionamiento de sistemas de protección contra incendios y seguridad humana, mientras que la NFPA 4 regula las pruebas integradas de estos sistemas. Ambas normas proporcionan un marco estructurado que es esencial, ya que un sistema contra incendios mal comisionado puede resultar ineficaz o incluso peligroso. El cumplimiento de estas normas permite mitigar riesgos y asegura que los sistemas operen según los estándares requeridos. Además, un comisionamiento adecuado reduce las fallas tempranas, minimiza los costos asociados con reparaciones o reemplazos prematuros y asegura que los sistemas funcionen correctamente desde el primer día y a lo largo de su ciclo de vida.

Las normas NFPA 3 y NFPA 4 establecen varios objetivos clave para el proceso de comisionamiento, tales como:

- Garantizar que todos los sistemas de protección contra incendios estén instalados conforme a las especificaciones del diseño.
- Realizar pruebas de rendimiento completas que certifiquen que los sistemas operen adecuadamente tanto en condiciones simuladas como reales.
- Generar un conjunto completo de documentos que registren todo el proceso constructivo del proyecto, desde la instalación hasta su aceptación.
- Asegurar que el personal de operación y mantenimiento esté debidamente capacitado para operar y mantener los sistemas de manera efectiva.

El cumplimiento de estas normas garantiza que los sistemas cumplan con los requisitos locales, nacionales e internacionales, evitando sanciones y riesgos legales, mejorando la eficiencia operativa y asegurando un funcionamiento eficiente de los sistemas, lo cual también contribuye a la reducción de costos energéticos y de mantenimiento.

El comisionamiento es un proceso continuo que no finaliza con la instalación del sistema. Es fundamental realizar recomisionamientos periódicos, especialmente después de renovaciones o cambios significativos en la estructura del edificio o su uso. La NFPA 3 y NFPA 4 subrayan la importancia de la capacitación continua para mantener operativos los sistemas a lo largo de su ciclo de vida.

En conclusión, un comisionamiento adecuado, basado en el cumplimiento de las normas NFPA, es esencial para la seguridad de los procesos y la eficiencia de los sistemas contra incendios. Aplicando estos principios, las instalaciones no solo logran el cumplimiento normativo, sino también la tranquilidad de saber que sus sistemas de protección estarán listos para funcionar cuando más se necesiten.

*Palabras clave:* Calidad, Comisionamiento, Normatividad, Seguridad, Protección.

## Desarrollo de un espumógeno para extinción de incendios elaborado a partir de tensoactivos semi-sintéticos de tipo aniónico

*José Mauricio Cossio Gómez\**

GRUCOSS SAS BIC – Carrera 21 # 73 – 52 Barrancabermeja / Santander

\*grucosscol@gmail.com

### Resumen

Los incendios urbanos, forestales e industriales han causado grandes desastres a nivel mundial, generando pérdidas

económicas y un impacto significativo en los ámbitos social y ambiental. Ante esta situación, se vuelve imprescindible el desarrollo de nuevos productos para la lucha contra incendios que permitan salvar vidas humanas, proteger la flora y fauna, y reducir miles de millones de pesos en pérdidas.

En particular, los espumógenos para extinción de incendios son líquidos concentrados que, al ser diluidos en agua a una concentración específica, forman una solución de espuma. Esta solución integrada a un sistema de contraincendios produce la espuma adecuada para sofocar y extinguir el fuego. Los espumógenos se fabrican principalmente a partir de tensoactivos sintéticos fluorados conocidos como agentes AFFF (Aqueous Film Forming Foams) o “Espumas Formadoras de Película Acuosa”, cuya formulación ha demostrado ser altamente eficiente en la extinción de fuegos, especialmente los de Clase B.

Sin embargo, los espumógenos AFFF presentan un grave problema ambiental, ya que están compuestos por sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas, también conocidas como PFAS. Estos “químicos eternos” persisten en el medio ambiente y en el cuerpo humano, lo que plantea riesgos a largo plazo.

Nuestra propuesta consiste en desarrollar un espumógeno a partir de tensoactivos semi-sintéticos de tipo aniónico, obtenidos de materias primas recicladas. Este espumógeno cumple con los límites permitidos en Colombia para los contaminantes orgánicos persistentes (PFAS) y contribuye al desarrollo sostenible del país mediante procesos eficientes de economía circular.

*Palabras clave:* Contaminantes, Espumógeno, Incendios, Semi-sintético, Tensoactivo.

---

## Gestión, mitigación de riesgos y seguridad industrial

La gestión y mitigación de riesgos en entornos industriales son fundamentales para garantizar la seguridad de las personas, el medio ambiente y los activos. Los trabajos en este eje presentan metodologías avanzadas para identificar, evaluar y gestionar los riesgos inherentes a procesos complejos, promoviendo prácticas que sean tanto seguras como sostenibles.

### Identificación de riesgo ergonómico en la empresa tejidos planos de soacha para la promoción del autocuidado

*Yuli Paola Guerra Hernandez, Johana Milena Poveda Galvis, Diana Karina Lopez Carreño*

SIPMA, Ingeniería Industrial, Universidad de Cundinamarca, Dirección: Diagonal 9# 595 Soacha, Cundinamarca.

\*ypguerra@ucundinamarca.edu.co; jmpoveda@ucundinamarca.edu.co

#### Resumen

La empresa Tejidos Planos, con 25 años de experiencia en la producción de hamacas, ruanas y tela de fibra para calzado, se encuentra ubicada en el municipio de Soacha, Cundinamarca.

A través de una revisión documental, se identificaron diversas investigaciones sobre los impactos en la salud derivados de malas prácticas laborales, tareas repetitivas, levantamiento de cargas y posturas forzadas en MiPymes. Es evidente la necesidad urgente de fortalecer el conocimiento sobre ergonomía en el sector textil, específicamente en las MiPymes.

El objetivo de esta investigación es diseñar un programa ergonómico para promover el autocuidado y reducir los factores de riesgo en Tejidos Planos de Soacha. Esta propuesta busca mitigar los efectos de los riesgos laborales mediante la concientización y capacitación constante, la implementación de normativas y la automatización de procesos repetitivos e innecesarios. Dado que el 100% de los colaboradores tienen más de 40 años, se analiza la importancia de reducir los efectos negativos a largo plazo en la salud y el bienestar de los trabajadores.

En el sector textil, los problemas de salud más comunes incluyen enfermedades respiratorias, trastornos musculoesqueléticos, pérdida auditiva y estrés. Para identificar los riesgos, se utilizaron métodos como GT45, la evaluación ergonómica mediante el método Lest y el cuestionario nórdico estandarizado. La matriz GTC 45 reveló 8 riesgos ergonómicos biomecánicos, con un 47.06% de participación, destacando el sobreesfuerzo, movimientos repetitivos, posturas incorrectas y cargas como los principales riesgos durante la jornada laboral. Además, el peligro mecánico (golpes, cortes, atrapamiento) ocupa el segundo lugar, generando fatigas, lesiones y espasmos.

El método Guerchet indicó una falta de 29.4 m<sup>2</sup> de espacio, lo que representa un 12.9% menos del espacio necesario para evitar accidentes entre trabajadores y maquinaria. El 66.67% de los trabajadores experimentan molestias, dolores y malestar, concentrados principalmente en la espalda baja, rodillas y pies, lo que indica el inicio de desórdenes musculoesqueléticos. También se evidenció que muchos trabajadores sufren dolores de cabeza relacionados con el ruido constante

de los telares. Finalmente, el método Lest identificó factores como exposición al ruido, ambiente térmico, carga física y vibraciones, los cuales superan los estándares mínimos y requieren atención prioritaria.

*Palabras Clave:* Riesgo ergonómico, trastornos musculoesqueléticos, autocuidado, enfermedad laboral, accidente laboral.

## Evaluación disc como puente entre la disciplina operacional y HSE

*Diego Alexander Guzmán Conejo*

*ingdiegoguzman@gmail.com*

### Resumen

La gestión HSE (Salud, Seguridad y Medio Ambiente) y la disciplina operacional son elementos esenciales en cualquier organización que busque mantener altos estándares de seguridad, eficiencia y productividad. Sin embargo, uno de los mayores retos es asegurar que estos dos aspectos operen de manera cohesionada. En este sentido, la evaluación DISC se presenta como una herramienta clave que puede actuar como un puente entre la disciplina operacional y HSE, facilitando la comprensión del comportamiento humano y mejorando aspectos como la comunicación, el trabajo en equipo, la gestión del cambio y la promoción de una cultura de seguridad.

La evaluación DISC se basa en un modelo de comportamiento que clasifica a las personas en cuatro estilos principales: Dominante (D), Influyente (I), Estable (S) y Consciente (C). Esta herramienta permite comprender cómo las personas prefieren comunicarse, cómo toman decisiones y cómo responden a su entorno. Aplicar la evaluación DISC en un contexto de operaciones y HSE proporciona una visión integral sobre

cómo el comportamiento humano impacta la seguridad, el cumplimiento de normas y la eficiencia operativa.

La evaluación DISC facilita:

- **Mejora de la Comunicación y el Trabajo en Equipo:** Al identificar los estilos de comunicación y colaboración de los empleados, se optimiza la interacción en el entorno laboral.
- **Adaptación de Estrategias de Entrenamiento y Supervisión:** La evaluación permite personalizar los enfoques de capacitación, aumentando su efectividad.
- **Identificación de Riesgos Psicológicos y Conductuales:** A través de la evaluación de comportamientos, es posible detectar riesgos que podrían afectar la seguridad y eficiencia operativa.
- **Promoción de una Cultura de Seguridad y Resiliencia Organizacional:** El análisis DISC fomenta una mayor conciencia sobre los riesgos y contribuye al fortalecimiento de la cultura de seguridad dentro de la organización.

En un estudio realizado en la industria del Oil & Gas con 31 operadores, se observó que 21 contaban con la actitud y competencia técnica requerida, 5 tenían la actitud pero carecían de la competencia, y 5 poseían la competencia técnica pero no la actitud adecuada. Para hacer efectiva esta evaluación, se realizaron revisiones anuales de desempeño, que dieron como resultado la implementación de planes de acción inmediatos. La revisión de comportamientos y actitudes es clave, ya que, aunque la probabilidad de un evento nunca puede ser nula, la gestión integral del factor humano reduce significativamente el riesgo, siempre y cuando se mantenga a lo largo del tiempo.

El CCPS (Center for Chemical Process Safety) señala que el 70% de las causas raíz de los eventos de seguridad en procesos están relacionadas con el factor humano. Por lo tanto, no basta con contar con activos bien diseñados, mantenidos

y contruidos si no se tiene un operador competente que garantice la correcta gestión de dichos activos.

*Palabras Clave:* Disciplina Operacional, HSE, Metodología DISC, Seguridad de Procesos.

---

## Método integrado para la evaluación dinámica de los riesgos inherentes del proceso

*Andrea Lizette Molano Penagos*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean  
[amolano41487@universidadean.edu.co](mailto:amolano41487@universidadean.edu.co)

### Resumen

Las organizaciones enfrentan una amplia variedad de riesgos que pueden afectar la seguridad del proceso y tener un impacto significativo en las personas, el medio ambiente, los activos, la calidad del servicio, la continuidad del negocio y la reputación de la compañía. En este contexto, el Método Integrado para la Gestión Dinámica de los Riesgos Mayores Inherentes del Proceso surge como una herramienta clave para reducir la incertidumbre en la valoración de estos riesgos, tanto en tiempo real como en el futuro.

Este método combina las metodologías Bow Tie y LOPA (Layer of Protection Analysis), formando una técnica estructurada, práctica e innovadora que permite estimar el riesgo a través de la determinación de la efectividad de las barreras existentes en escenarios con potencial de riesgo mayor o desastre. Ofrece una visualización clara de la ruta del riesgo, desde los peligros y las amenazas hasta las consecuencias, pasando por las barreras de prevención (capas de protección) y mitigación.

La verdadera utilidad de este método radica en su capacidad para estimar el factor de reducción del riesgo, calculando la probabilidad de falla de las capas de protección y evaluando la gestión adecuada o inadecuada de los activos en cada fase del ciclo de vida del proceso. Al realizar estos cálculos, las organizaciones pueden observar cómo varía la frecuencia de eventos no deseados a lo largo del tiempo, lo que les permite tomar decisiones informadas sobre la seguridad, la integridad y la confiabilidad del proceso.

Este enfoque, respaldado por normas como la IEC 61511 y la Tabla de Frecuencias de Eventos Iniciadores del libro de LOPA (CCPS, 2001), permite a las organizaciones anticiparse, responder y recuperarse ante condiciones anormales o emergentes. Además, facilita la determinación del nivel de tolerabilidad o apetito del riesgo de la organización, lo que permite aplicar medidas de control o mitigación para mantener los riesgos dentro de márgenes aceptables.

*Palabras Clave:* Gestión de riesgos, Bow Tie, Layer of Protection Analysis (LOPA), Seguridad de procesos.

---

## Gestión de riesgos en el sector petróleo mediante inspecciones con ensayos no destructivos (NDT): aliado en inspección basada en riesgo

*Dámaris Martínez Lancheros*

KAM GRUPO TESTEK – Colombia, Estudiante posgrado UPTC  
*damita.martin@gmail.com*

### Resumen

La gestión de riesgos es un aspecto crítico en la industria del petróleo, ya que las fallas en equipos o infraestructuras pueden causar interrupciones operativas, pérdidas económicas

significativas y, en el peor de los casos, accidentes catastróficos. En este contexto, los Ensayos No Destructivos (NDT) se han consolidado como una herramienta esencial para la identificación y mitigación de riesgos, proporcionando información precisa sobre el estado de los activos sin comprometer su integridad física.

Los NDT contribuyen a reducir el riesgo de fallas en los activos dentro del sector petrolero. Según la API RP 580, el riesgo se define como la combinación de la probabilidad de falla (POF) y las consecuencias de la falla (COF). Esta relación determina el riesgo en función tanto de la posibilidad de que ocurra una falla como de las repercusiones que tendría si se materializa. Equipos del sector como tuberías, tanques y recipientes a presión están expuestos a condiciones operativas severas, como altas presiones, temperaturas extremas y sustancias corrosivas, lo que aumenta el riesgo de corrosión, fatiga y otros mecanismos de degradación.

Los ensayos no destructivos, tales como la inspección ultrasónica (UT) y las pruebas de partículas magnéticas (MT), permiten detectar fallas internas o superficiales en etapas tempranas, antes de que comprometan la operación del equipo. La implementación de NDT en programas de mantenimiento preventivo y predictivo contribuye a optimizar costos al minimizar los tiempos de inactividad no planificados. Según estudios, las empresas que realizan inspecciones regulares mediante NDT reducen el riesgo de fallas inesperadas en más de un 30%, lo cual es crucial en la industria petrolera, donde un paro no planificado puede causar pérdidas millonarias y afectar la cadena de suministro.

Además de la continuidad del negocio, las fallas en los equipos también representan riesgos para la seguridad de los trabajadores y el medio ambiente. Las fugas de sustancias peligrosas, incendios o explosiones pueden tener consecuencias devastadoras. Los NDT ayudan a controlar estos riesgos al asegurar la integridad estructural de los equipos, promoviendo una operación más segura y sostenible. Cumplir con las normativas

internacionales, como API 570 y API 510, que exigen inspecciones periódicas, refuerza la seguridad industrial.

En resumen, la aplicación de los Ensayos No Destructivos en la gestión de riesgos dentro de la industria del petróleo es fundamental para garantizar la continuidad operativa, reducir costos y proteger tanto a las personas como al medio ambiente. Estas técnicas ofrecen un enfoque preventivo que permite la identificación temprana de fallas, optimizando los programas de mantenimiento y asegurando la integridad de los activos. En un entorno donde la seguridad y eficiencia son prioritarias, los NDT se consolidan como un pilar clave en la gestión moderna de riesgos.

*Palabras clave:* Ensayo, falla, inspección, petróleo, riesgo.

---

## Normativas y regulaciones

El cumplimiento de normativas y regulaciones internacionales es fundamental para garantizar la calidad, seguridad y sostenibilidad de los procesos industriales. Este eje analiza el impacto de los acuerdos comerciales y los estándares técnicos, ofreciendo una visión de cómo las políticas públicas y corporativas influyen en la evolución de la industria.

### Impacto del tratado de libre comercio entre Colombia y Estados Unidos en la calidad de la industria cafetera: análisis del período 2012-2023

*Andrés Julian Rozo Rojas<sup>1</sup>, Lisa Valeria Otálora Montenegro<sup>2</sup>, Cristian Alexander Triana Beltrán<sup>3</sup>*

*Especialización en Gerencia de Procesos de la Calidad e Innovación, Facultad de Ingeniería, Universidad Ean*

<sup>1</sup>arozoro32471@universidadean.edu.co,

<sup>2</sup>lotalor32304@universidadean.edu.co,

<sup>3</sup>ctriana49097@universidadean.edu.co

#### **Resumen**

Este trabajo de investigación se centra en el impacto del Tratado de Libre Comercio (TLC) entre Estados Unidos y Colombia

sobre la calidad de la industria cafetera nacional durante el período 2012-2023. El estudio aborda cómo este tratado ha influido en las dinámicas productivas y en la percepción de calidad del café colombiano, particularmente en el contexto de globalización, que exige constantes adaptaciones del sector.

La justificación de la investigación radica en la importancia del café como producto emblemático de Colombia, tanto en términos económicos como sociales, y en la necesidad de entender las implicaciones de los acuerdos comerciales para la sostenibilidad de la industria. El estado del arte destaca la falta de estudios específicos sobre la relación entre los TLC y la calidad del café, lo que subraya la originalidad y pertinencia de este análisis.

Los objetivos principales son identificar las tendencias de calidad del café y analizar su relación con variables como la inversión extranjera, las regulaciones comerciales, la competitividad y la sostenibilidad. Este enfoque permitirá explorar cómo estos factores influyen en la producción y percepción de la calidad del café colombiano en los mercados internacionales.

Se espera que los resultados de la investigación proporcionen patrones claros que muestren la interacción entre el TLC y la calidad del café, así como las tendencias emergentes que puedan reflejar mejoras o deterioros, en función de variables económicas y normativas. Este análisis contribuirá a una comprensión más profunda de cómo las condiciones del mercado impactan la calidad del café, lo que, a su vez, podría guiar la formulación de políticas públicas y estrategias empresariales más efectivas.

La investigación no solo busca evidenciar el impacto del TLC en la calidad del café colombiano, sino también ofrecer recomendaciones concretas para mejorar la competitividad del sector. Los hallazgos serán un recurso valioso para productores, reguladores y académicos, promoviendo un enfoque que integre la calidad del producto con prácticas sostenibles y responsables dentro del comercio internacional. La identificación clara de tendencias permitirá a los interesados

comprender mejor el futuro del sector cafetero colombiano y las oportunidades que surgen dentro del marco de los acuerdos comerciales.

*Palabras Clave:* Café, Comercio internacional, Competencia económica, Control de calidad, Desarrollo sostenible.

---

## Seguridad de procesos

La identificación, evaluación y control de peligros son fundamentales para prevenir incidentes. Este eje presenta enfoques integrales y herramientas clave que facilitan la gestión efectiva de riesgos en procesos industriales complejos.

**GCV - guía de certificación virtual para el comisionamiento de sistemas contra incendios: “una solución al ritmo de la tecnología con proyección al futuro”**

*José Alberto Martínez Sánchez\**

\*alberto.martinez@comisionamientoat.com

### Resumen

En un mundo donde nuestra capacidad de memoria y multitarea es limitada, los computadores se convierten en herramientas fundamentales para almacenar gran cantidad de información y consultarla instantáneamente desde cualquier lugar. Es esencial contar con la trazabilidad documental de todas las actividades interdisciplinarias involucradas en los proyectos. En la actualidad, se aplica la metodología BIM (Building Information Modeling) en cada uno de ellos.

Los objetivos y controles en un proyecto (KPIs: indicadores clave de rendimiento según PMI) deben establecerse desde el inicio junto con la Gerencia y los equipos de trabajo, para poder evaluar el desempeño final, incluyendo la seguridad de los procesos. Los proyectos industriales requieren de ciencias exactas, por lo que los equipos de trabajo y sus especialistas deben tener la capacidad de controlar sus desarrollos, evitando que las actividades y sus consecuencias dependan del azar, la experiencia variable de los técnicos o circunstancias no previstas.

Es necesario que nuestros profesionales adopten las metodologías empleadas en países desarrollados. Hoy en día, el conocimiento, la gestión documental y su control pueden realizarse de manera virtual a través de dispositivos como teléfonos móviles, tabletas o computadoras. El comisionamiento garantiza la verificación y documentación de la construcción, asegurando los procesos dentro del desarrollo de calidad en la etapa de entrega, antes de iniciar la producción o aprovechar la inversión.

El Plan de Comisionamiento detalla los pasos a seguir, los alcances, las actividades, los controles, el seguimiento, los informes y las certificaciones necesarias para garantizar el aseguramiento técnico de un proyecto. A través del software GCV, se logra ejecutar la estrategia de calidad, metodología y sistema de certificación del comisionamiento, asegurando que todas las actividades sean identificadas, planificadas y ejecutadas de manera segura.

Es importante destacar las diferencias entre “Interventoría”/ “Gestoría” y “Comisionamiento” al organizar el proyecto: El Grupo de Interventoría se encarga de cumplir con los compromisos de construcción, por lo que no debe intervenir en el aseguramiento técnico del proyecto. Este grupo realiza control de gastos, APU's, y cantidad de mano de obra y materiales, mientras que el grupo de comisionamiento se dedica exclusivamente al aseguramiento técnico. Cabe señalar que los términos “Interventoría” y “Gestoría” son exclusivos

de Colombia, mientras que a nivel internacional se utiliza el término “Comisionamiento” (Commissioning).

La Interventoría culmina con la construcción, mientras que el proceso de comisionamiento se extiende a lo largo de toda la vida útil de los activos. La Metodología del Pre-comisionamiento - que incluye listas de verificación - y del Comisionamiento (seguimiento de pendientes, capacitaciones, cierre de acciones de talleres e ingeniería, certificaciones, pruebas funcionales, etc.) está definida con los alcances y responsabilidades del aseguramiento técnico del proyecto. La Interventoría/Gestoría supervisa más detalladamente otros indicadores de gestión (PDT, costos, HSE), asegurando la seguridad de los procesos.

*Palabras Clave:* BIM, Calidad, Certificación, Comisionamiento, Software.

---

## Organizaciones informales e implementación de los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo

*Andrés Felipe Ibagón Bravo\*, Alejandro Hurtado Sánchez*

Dimensiones Territoriales, Ingeniería Industrial, Fundación Universitaria de Popayán, Carrera 13 No. 1 Sur-51, \*andres.ibagon@docente.fup.edu.co

### Resumen

En Colombia, la normativa vigente establece que todos los empleadores, tanto del sector público como privado, deben implementar los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), a través del mejoramiento continuo de las condiciones laborales, el control de peligros y riesgos en el lugar de trabajo, todo ello siguiendo los principios del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y

Actuar). Este enfoque integral abarca la política, planificación, implementación, evaluación y acciones de mejora del sistema.

Según datos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se estima que al menos el 60% de los trabajadores a nivel mundial forman parte de la economía informal, caracterizada por la ausencia de registro en el Sistema General de Seguridad Social y Riesgos Laborales. Sin embargo, las organizaciones informales, debido a su limitada capacidad técnica, administrativa y financiera, así como la falta de supervisión estatal efectiva, suelen incumplir estos requisitos.

Este proyecto propone la colaboración entre el Estado, la academia y el sector productivo para aplicar herramientas sistemáticas de SST en organizaciones catalogadas como informales. El objetivo es garantizar la seguridad y salud de los trabajadores de estas organizaciones mediante la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la implementación de controles adecuados en sus procesos productivos.

La primera fase del proyecto consistió en identificar las organizaciones informales más representativas del sector, con el fin de realizar una priorización y seleccionar una organización para acompañarla en la implementación del SG-SST conforme a la legislación vigente. Una vez seleccionada la organización priorizada, se procedió con la implementación de los estándares mínimos del SG-SST, los cuales incluyen diversas actividades y requisitos a cumplir. Entre estos se encuentran: asignación de un responsable que debe diseñar el SG-SST para la organización; capacitación; elaboración de un plan anual de trabajo; identificación de peligros; evaluación y valoración de riesgos; y medidas de prevención y control frente a los peligros/riesgos identificados.

Dado que no se había implementado ninguna metodología, instrumento o estrategia relacionada con el SG-SST antes de este estudio, no es posible establecer resultados cualitativos sobre la mejora o disminución de accidentes e incidentes, ya que al no contar con un seguimiento histórico, no es viable realizar dicho análisis. Además, lo que refiere a enfermedades

laborales, dado que suelen presentarse a largo plazo debido a condiciones poco idóneas, tampoco es posible determinar mejoras en este aspecto debido a la duración de la investigación.

La intervención buscó no solo mejorar la gestión de las organizaciones, sino también proporcionar indicadores clave sobre la eficacia de sus SG-SST, lo que facilitará la creación de ambientes de trabajo más seguros y saludables para sus empleados. A nivel macro, el proyecto generará información valiosa para la formulación de políticas públicas y la reducción de accidentes laborales, enfermedades ocupacionales y muertes relacionadas con el trabajo.

*Palabras clave:* Salud, Sector Informal, Seguridad, Seguridad Social, Trabajo.

---

## Seguridad de procesos en la producción de harina de coca: un enfoque integral para la mitigación de riesgos

*Alejandra Hernández Córdoba\*, Joan Mateo*

*Lerma Celada y Jeffrey León Pulido*

*Semillero SIIPAR, Facultad de Ingeniería, Universidad Ean*

*\*aherrnan23212@universidadean.edu.co*

### Resumen

La producción de harina de coca (*Erythroxyllum coca*) ha cobrado relevancia debido a sus propiedades nutritivas y a su potencial como alternativa viable en la sustitución de cultivos tradicionales. Sin embargo, el proceso de transformación de la hoja de coca en harina implica riesgos significativos, tanto en la manipulación de las materias primas como en las condiciones de operación de los equipos utilizados.

El objetivo de este proyecto de investigación es realizar una evaluación cualitativa de la seguridad en el proceso de producción, identificando los principales peligros y evaluando

los riesgos asociados. Para ello, se emplean metodologías como el análisis de peligros y evaluación de riesgos (PHA) y el HAZOP, además de herramientas de modelado y simulación de procesos.

Los resultados obtenidos destacan los puntos críticos de seguridad y sostenibilidad en el proceso, contribuyendo al establecimiento de estándares para promover un desarrollo agroindustrial de la coca que sea responsable y seguro.

*Palabras clave:* Seguridad de procesos, harina de coca, riesgos, PHA, HAZOP.

## Análisis de los límites de inflamabilidad en combustibles de aviación

*Joan Mateo Lerma Celada\**, *Jeffrey León Pulido* y *Alejandra Hernández Córdoba*

Semillero SIIPAR, Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

\*jlermac56778@universidadean.edu.co

### Resumen

El uso de combustibles de aviación conlleva riesgos inherentes relacionados con su inflamabilidad, los cuales son cruciales para la seguridad en la industria aeronáutica. Este proyecto tiene como objetivo analizar los límites de inflamabilidad de los combustibles de aviación, tanto convencionales como alternativos y sostenibles, con el fin de evaluar los riesgos asociados a su manipulación, almacenamiento y uso en operaciones aeronáuticas.

Se aplicarán metodologías teóricas y modelado termodinámico para determinar los límites de inflamabilidad bajo diversas condiciones, simulando escenarios reales de operación. Los resultados permitirán identificar los parámetros que influyen en el comportamiento inflamable de estos combustibles y desarrollar estrategias efectivas de mitigación de riesgos.

Este estudio contribuirá al desarrollo de protocolos de seguridad más robustos y a la optimización del diseño de sistemas de almacenamiento y manejo de combustibles en la aviación, promoviendo una operación más segura y sostenible en el sector.

*Palabras clave:* Combustibles, energías renovables, LFL, UFL, seguridad de procesos.

---

## Sostenibilidad y economía circular

La transición hacia modelos sostenibles es esencial para el futuro de la industria. Este eje resalta la integración de prácticas sostenibles en la gestión de procesos, con un enfoque en la economía circular y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

### Implementación de la herramienta 5s en el área de extrusión para una empresa de cables

*Juan Fernando Lerma Rizo\*, Claudia Cecilia Peña Montoya.*

Grupo de Investigación GICPE, Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas,  
Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Autónoma de Occidente,  
Cali-Colombia  
juan.lerma@uao.edu.co

#### Resumen

Una empresa líder en el sector de cables ha identificado importantes ineficiencias en la planificación y organización del área de extrusión, las cuales afectan su competitividad. Estas deficiencias han dado lugar a un entorno laboral desordenado que impacta negativamente en las cifras de eficiencia OEE (43,43%) y SCRAP (3,90%), revelando un alto nivel de

desperdicio de materiales y recursos, así como la presencia de mudas como esperas y movimientos innecesarios. Estos problemas no solo incrementan los costos operativos, sino que también afectan la salud y seguridad de los trabajadores.

La auditoría 5S arrojó un puntaje de 51 sobre 100, lo que destacó una clara oportunidad para optimizar el uso de recursos y reducir residuos, además de promover una cultura de mejora continua. Mejorar el puntaje en la metodología 5S es crucial, ya que no solo incrementa la calidad operativa y de los productos, sino que también contribuye a la seguridad laboral y mejora la imagen general del área.

La implementación de las 5S permite crear un ambiente de trabajo más ordenado y limpio, lo que se traduce en una reducción de desperdicios y en un aumento significativo de la productividad y la eficiencia. Este enfoque se alinea con los principios de sostenibilidad y economía circular, promoviendo un uso más responsable de los recursos disponibles y fomentando un entorno laboral más saludable.

El objetivo principal fue mejorar los indicadores del área de extrusión mediante la adaptación de las 5S, prestando especial atención al impacto en la sostenibilidad. Se propuso una reestructuración del manual de 5S, optimizando el uso de recursos y reduciendo las mudas, además de establecer un sistema para evaluar los resultados de manera continua.

La implementación de este ajuste al manual de 5S en el área de extrusión ha generado mejoras significativas en los procesos productivos y en las prácticas sostenibles. Los resultados son evidentes: se logró un aumento del 58,82% en el puntaje de las 5S, una mejora del OEE (Overall Equipment Effectiveness) del 41,61%, y una reducción del desperdicio SCRAP del 2,82%. Más allá de estos logros cuantificables, se promovió una cultura organizacional que valora el orden, la limpieza y la mejora continua, elementos esenciales para garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

Este nuevo manual optimiza el uso de recursos, minimiza desperdicios y se alinea con los principios de la economía

circular, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 12 (producción y consumo responsables), 9 (industria, innovación e infraestructura) y 13 (acción por el clima). La implementación de las 5S ha fomentado un cambio cultural que establece las bases para futuras iniciativas sostenibles, garantizando la competitividad de la empresa y su cumplimiento con normativas ambientales más estrictas.

En conclusión, la adopción de la metodología 5S no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también refuerza el compromiso de la empresa con la sostenibilidad y la economía circular, asegurando un impacto positivo en su entorno laboral y en el medio ambiente.

*Palabras clave:* 5S, economía circular, mejora continua, mudas, sostenibilidad.

## Modelo de medición de desempeño de procesos de logística inversa: caso de estudio en la gestión de envases y empaques vacíos de plaguicidas

*Julián David Silva Rodríguez\**, *Pablo César Ocampo Vélez*, *Milton Januario Rueda Varón*

Facultad de Ingeniería, Doctorado en Ingeniería de Procesos,  
Universidad Ean, Cra. 11 #78 – 47  
jsilvar29925@universidadean.edu.co

### Resumen

El objetivo principal de este proyecto de investigación fue desarrollar un modelo logístico integral para la recolección de envases y empaques vacíos de plaguicidas en el departamento de Boyacá. Para ello, se contó con la participación de 220 actores, entre agricultores, comercializadores y fabricantes e importadores, quienes completaron el instrumento de medición

diseñado para esta investigación durante el periodo de enero a abril de 2024.

El proceso de investigación realizado fue cuantitativo, descriptivo-correlacional, utilizando la técnica estadística de análisis de componentes principales (ACP), que contribuyó al cumplimiento de los objetivos del proyecto. Además, la propuesta de investigación, centrada en el modelo integral de logística inversa, destacó la importancia de incorporar la teoría sobre logística inversa (LI) para la gestión de residuos o productos al final de su vida útil, según lo expuesto por autores referentes en el diseño de procesos de LI. Se identificaron las características que deben tener estos procesos dentro de las empresas y cómo se deben diseñar programas o estrategias orientadas a la correcta gestión de residuos o productos fuera de uso.

Entre los resultados más relevantes, se destacó que los fabricantes e importadores son los que valoran más el proceso de logística inversa, ya que son ellos quienes organizan dicho proceso a través de la empresa intermediaria encargada de las jornadas de recolección. En cambio, para los agricultores, el proceso de logística inversa tiene una valoración menor, ya que perciben directamente el proceso de recolección y disposición final de los residuos de plaguicidas. Ellos consideran que el proceso presenta algunas falencias, especialmente en el control de las condiciones de entrega de los residuos y la participación de los entes gubernamentales o ambientales para apoyar el proceso.

En el modelo general de logística inversa, el factor de almacenaje tiene una gran incidencia, ya que los actores consideran que la capacidad del centro de acopio y la forma en que se almacenan los residuos son aspectos clave para el éxito del proceso. De las variables analizadas e incluidas en el modelo general, se observó que la mayor correlación se da entre la variable “control de acceso” y los “sistemas de información” en logística inversa, lo que evidencia que, para los actores, las condiciones de entrega correcta de los residuos de

plaguicidas dependerán significativamente de los sistemas de información y comunicación implementados en el proceso.

*Palabras clave:* disposición final, empaques y envases de plaguicidas, gestión de residuos, logística inversa, modelo logístico, rendimiento.

## Impulsando la economía circular: lecciones y resultados del programa de soluciones para mipymes en la ciudad - región

*José Alejandro Martínez Sepúlveda\**,

*Diana Paola Figueroa Hernández*

Entrepreneurship, Departamento de Ingeniería Ambiental y de Energías,  
Facultad de Ingeniería, Universidad Ean, Cra. 11 77-49  
jamartinez@universidadean.edu.co

### Resumen

El Programa de Soluciones en Economía Circular, liderado por la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) con financiamiento de Al Invest Verde y ejecutado por la Universidad Ean, ha sido un esfuerzo clave para dotar a las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) de la ciudad-región con los conocimientos y capacidades necesarias para transitar hacia modelos de negocio más sostenibles. Entre octubre de 2023 y julio de 2024, el programa desarrolló tres ciclos de formación que involucraron a 1,139 empresas, de las cuales 913 fueron MIPYMES. A lo largo de este período, se certificaron 1,171 participantes, lo que refleja el compromiso del sector productivo con la transición hacia modelos más sostenibles.

El programa adoptó un enfoque práctico para acercar a los empresarios a la realidad de la economía circular, abordando temas clave como la energía, el manejo del agua, la gestión de residuos y materiales, y la bioeconomía. También se trataron temas transversales, como la cadena de suministro, la huella de

carbono y la innovación. Las actividades de formación consistieron en conferencias, webinars y talleres, donde los participantes pudieron aplicar los conceptos adquiridos en casos reales dentro de sus sectores. Los sectores involucrados incluyeron alimentos, logística, envases y empaques, reciclaje, cosméticos y cuidado personal, turismo, moda y construcción, entre otros.

Una de las grandes fortalezas del programa fue su capacidad para conectar a las empresas con soluciones aplicables a su realidad. Los participantes tuvieron la oportunidad de analizar ejemplos prácticos y trabajar en casos específicos relacionados con la economía circular en sus sectores. Esto les permitió no solo adquirir conocimientos teóricos, sino también entender cómo implementar estrategias sostenibles que mejoren su competitividad y productividad. El trabajo mancomunado fue clave para el éxito del programa. La colaboración entre la CCB, la Universidad Ean y otras entidades permitió un enfoque integral, maximizando los recursos y la experiencia de ambas instituciones para ofrecer un contenido robusto y pertinente. Sin esta coordinación, no hubiera sido posible alcanzar los resultados obtenidos, especialmente considerando el alto volumen de empresas y sectores involucrados.

Entre las lecciones aprendidas, se destacó la importancia de adaptar los contenidos a las necesidades específicas de los sectores productivos, lo que permitió a los empresarios identificar oportunidades reales de mejora en sus operaciones. Además, la participación activa de las empresas en los talleres y webinars evidenció una necesidad latente de información y formación en temas de sostenibilidad y circularidad, tanto en sectores emergentes como en aquellos más consolidados.

En conclusión, el Programa de Soluciones en Economía Circular ha sido un éxito rotundo, demostrando que el camino hacia una economía más sostenible es no solo viable, sino necesario para las MIPYMES de la ciudad-región. El programa ha sentado las bases para que más empresas adopten prácticas circulares y sostenibles, contribuyendo a un futuro más competitivo y responsable. Este esfuerzo conjunto entre

la academia, las instituciones públicas y el sector empresarial debe continuar y expandirse, generando impactos a largo plazo en el ecosistema productivo local.

*Palabras clave:* Economía Circular, MIPYMES, Sostenibilidad, Reindustrialización.

## Proceso de producción de etanol a partir de material lignocelulósico: revisión

*Oscar Eduardo Rojas Quimbaya<sup>1\*</sup>,*

*Diana Paola Figueroa Hernández<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Vicerrectoría de Innovación Académica, Universidad Ean, Bogotá, Colombia.

### Resumen

La producción de etanol de segunda generación a partir de material lignocelulósico representa una solución clave para reducir la dependencia de cultivos alimentarios y las emisiones de gases de efecto invernadero. Al utilizar residuos agrícolas y subproductos lignocelulósicos, este enfoque se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7 y 13, que promueven una energía asequible y acciones contra el cambio climático. Sin embargo, la estructura compleja del material lignocelulósico, especialmente la lignina, presenta importantes retos técnicos que requieren innovaciones en cada etapa del proceso.

El pretratamiento es crucial para descomponer la lignina y facilitar la conversión de celulosa y hemicelulosa en azúcares fermentables. Métodos fisicoquímicos, como el uso de vapor y amoníaco a alta presión, han mostrado eficiencias de hasta un 80% en la ruptura de la estructura lignocelulósica. Por otro

lado, los pretratamientos biológicos que emplean enzimas y hongos han logrado reducir el consumo energético entre un 20% y un 30%, aunque con tiempos de procesamiento más largos, que pueden aumentar hasta en un 50%. Aunque estos avances biológicos son más sostenibles, aún requieren mejoras en términos de eficiencia.

En cuanto a la fermentación, *Saccharomyces cerevisiae* es eficaz para la conversión de glucosa, pero otros microorganismos como *Pichia stipitis* son más eficientes en la fermentación de xilosa, un azúcar clave en los materiales lignocelulósicos. *P. stipitis* ha mostrado una eficiencia de conversión del 80%, mientras que la mejora genética de estos microorganismos ha incrementado su tolerancia a inhibidores en un 25%, lo que ha permitido un aumento del 15% en el rendimiento del proceso. Estos resultados subrayan la importancia de continuar optimizando tanto los microorganismos como las condiciones de fermentación.

La purificación del etanol producido también es esencial para alcanzar los niveles de pureza industrial requeridos (superiores al 99.7%). Si bien la destilación sigue siendo el método más común, tecnologías más avanzadas, como la destilación azeotrópica y los procesos de membranas, han reducido el consumo energético en un 30%, manteniendo una eficiencia del 95%. Estos avances no solo mejoran la viabilidad económica del proceso, sino que también reducen su impacto ambiental.

Cuantitativamente, la producción de etanol de segunda generación puede reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en un rango del 60% al 90% en comparación con los combustibles fósiles, dependiendo del tipo de residuo lignocelulósico y la eficiencia del proceso. Sin embargo, los costos de capital siguen siendo un desafío, con estimaciones de un 30% más que las plantas de etanol de primera generación, lo que limita su adopción a gran escala. En resumen, la producción de etanol a partir de material lignocelulósico ofrece una opción sostenible para reducir las emisiones de carbono y aprovechar residuos no alimentarios. Aunque persisten desafíos técnicos y económicos, los avances en pretratamientos, fermentación y purificación sugieren un futuro prometedor para este proceso en la transición hacia una economía circular.

*Palabras clave:* Etanol, Fermentación, Material Lignocelulósico, Revisión de literatura.

---

## Formulación de estrategias de hospital verde para el Hospital Universitario de San José

*Paula Andrea Niño Herrera, Laura Vanesa González Hernández\*, Oscar Leonardo Ortiz Medina*

Grupo de Investigación Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible, Programa Ingeniería Ambiental, Universidad ECCI

\* paulaa.ninoh@eccu.edu.co

### Resumen

El Hospital Infantil Universitario San José es una institución de IV nivel de complejidad que ofrece servicios de salud en diversas especialidades, incluyendo trasplantes, diálisis, cirugías de alto riesgo, y cuidados intensivos para neonatos, pediatría, adultos y pacientes con enfermedades como VIH y cáncer. El objetivo de este proyecto es formular un conjunto de estrategias que permitan al hospital integrarse a la Red Global de Hospitales Verdes, promoviendo prácticas sostenibles en el sector salud, contribuyendo tanto a la protección ambiental como a la mejora de la salud pública.

La investigación se desarrolló en tres etapas, con el fin de evaluar y comprender aspectos clave sobre el estado actual del hospital en cuanto a sostenibilidad ambiental. Se llevó a cabo un diagnóstico mediante una revisión detallada de las instalaciones y de los documentos relacionados, con el objetivo de conocer las prácticas actuales en manejo de residuos, consumo de energía y agua, y para identificar áreas de mejora. Se analizaron los datos proporcionados por la institución, los cuales mostraron que en 2022 el hospital atendió un promedio de 26.317 pacientes mensuales y consumió 5.680 m<sup>3</sup> de agua, con una reducción en el consumo a 4.747 m<sup>3</sup> en la actualidad. En términos de energía, el hospital mantiene un consumo promedio mensual de 170.282 kWh entre 2022 y 2024, sin grandes variaciones.

El tipo de residuo que más genera el hospital son los bio-sanitarios, representando un 44,21% del total anual, mientras que los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) constituyen solo un 0,09%. Con base en esta información, se formularon estrategias con metas a corto, mediano y largo plazo, orientadas a establecer un proceso continuo de actividades para una gestión ambiental eficaz, permitiendo la mejora continua de la sostenibilidad del hospital.

Finalmente, se propusieron nueve indicadores de cumplimiento para garantizar la eficiencia operativa, la calidad de la atención y la satisfacción de los pacientes. Estos indicadores permitirán optimizar los recursos humanos, financieros y materiales, reducir costos, mejorar la eficiencia operativa y, al mismo tiempo, fortalecer la seguridad del paciente. Además, proporcionan datos objetivos para la toma de decisiones, mejoran la experiencia del paciente y garantizan el cumplimiento de las normativas sanitarias y los estándares de los organismos acreditadores.

*Palabras clave:* Diagnóstico, estrategias, guías, hospital verde, sostenibilidad.

## Prototipo de una planta de biogás a partir de los residuos orgánicos generados en Corabastos

*Valentina Villarraga Salgado\*, Brayan Santiago Olarte Angarita, Angel Santiago Tiguaque Rojas*

Grupo de Investigación ONTARE, Ingeniería, Universidad Ean

\* [vvillar36665@universidadean.edu.co](mailto:vvillar36665@universidadean.edu.co)

### Resumen

Corabastos, la principal central de alimentos de Colombia y la segunda más grande de América Latina, juega un papel fundamental en la distribución de alimentos. Actualmente, genera

aproximadamente 120 toneladas diarias de residuos orgánicos e inorgánicos, cuya disposición inadecuada contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero y la proliferación de lixiviados, generando impactos ambientales negativos. Para mitigar estos efectos, se plantea como alternativa sostenible la digestión anaeróbica de los residuos orgánicos para la producción de biogás, una tecnología que ha sido exitosa en países como China, India y Alemania. Esta tecnología no solo permite la generación de una fuente de energía limpia, sino que también promueve la economía circular y contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7, 11 y 13, enfocados en la energía limpia y la mitigación del cambio climático.

El proyecto busca construir un prototipo de planta de biogás utilizando los residuos orgánicos generados en Corabastos, con el fin de proporcionar una fuente de energía sostenible para sus instalaciones. Para lograrlo, se investigó el funcionamiento de los biodigestores, su proceso de digestión anaeróbica y su potencial para la producción de biogás. Se realizaron pruebas en diferentes prototipos para evaluar su capacidad de transformar los residuos en energía térmica, la cual sería convertida en energía eléctrica a través de un motor a vapor.

El enfoque mixto utilizado en la investigación, que incluyó el desarrollo de varios prototipos, permitió concluir que la implementación de una planta de biogás en Corabastos es una alternativa viable y sostenible para la gestión de residuos orgánicos. Este enfoque no solo convierte los residuos en energía renovable, sino que también fomenta la economía circular y la mitigación del cambio climático.

Entre los factores clave analizados se destacan la cantidad de residuos necesarios para producir energía térmica, el tiempo de degradación de los residuos orgánicos y la duración de la energía térmica generada por el biogás. Para construir el prototipo, se realizaron investigaciones y se recolectaron datos mediante herramientas como el diagrama de Pareto y el análisis de causa-efecto (diagrama de espina de pescado). Se

tuvo en cuenta la variabilidad de factores como el tamaño de la población, la cantidad de residuos generados y los beneficios ambientales, sociales y económicos.

Las encuestas realizadas entre los residentes y trabajadores de Corabastos proporcionaron información valiosa para mejorar la propuesta, con el fin de maximizar el impacto positivo del proyecto. El primer prototipo, que utilizaba el gas generado por la fermentación de los residuos orgánicos para generar energía eólica, demostró un alto nivel de funcionalidad, aunque los resultados iniciales no fueron suficientes para cumplir con los objetivos del proyecto. Tras analizar los errores cometidos, se desarrolló un segundo prototipo optimizado, que finalmente alcanzó los resultados esperados, ofreciendo una solución eficiente y funcional.

Actualmente, el proyecto se encuentra en la fase de prototipado y prueba. Se han diseñado y probado varios prototipos y se está evaluando la viabilidad técnica y económica de su implementación a mayor escala. En conclusión, el proyecto de biogás en Corabastos representa una solución sostenible que convierte residuos orgánicos en energía renovable, reduciendo emisiones y fomentando la economía circular. Las pruebas realizadas con biodigestores demostraron la viabilidad técnica de generar biogás y convertirlo en electricidad, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y contribuyendo tanto al cuidado ambiental como al desarrollo económico local.

*Palabras clave:* Alternativa sostenible, biodigestores, digestión anaeróbica, energía, residuos orgánicos, economía circular.

---

## Modelo pionero de sostenibilidad urbana: sistema híbrido eólico-humano en el octavo piso del edificio El Nogal

*Juan Diego Romero Bautista\*, Karol Nathalia Parrado Murillo,  
Héctor Jose Álvarez Barrera, Álvaro David Arévalo Salazar*

Grupo de Investigación Indevos, Ingeniería, Universidad Ean

\* jromero89415@universidadean.edu.co

### Resumen

Este proyecto aborda la implementación de un sistema de energía renovable en el octavo piso del edificio El Nogal de la Universidad Ean, respondiendo a la creciente necesidad de reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables y mitigar los efectos del cambio climático. La propuesta busca promover la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente mediante un modelo que combina energía eólica y bicicletas estacionarias como fuentes de energía híbrida. Esta solución no solo reduce la huella de carbono, sino que también involucra a la comunidad universitaria en la transición hacia energías limpias.

El estado del arte revisó iniciativas similares en energías renovables, destacando la efectividad de la energía eólica y el uso de bicicletas estacionarias como sistemas complementarios. A partir de este análisis, se identificaron buenas prácticas que pueden ser adaptadas al contexto de la universidad. El objetivo principal del proyecto fue diseñar y optimizar un sistema híbrido para la carga de dispositivos de bajo consumo en el octavo piso del edificio, considerando criterios técnicos, económicos y ambientales.

El desarrollo del proyecto incluyó la evaluación de diferentes componentes para el diseño energético, la adaptación de equipos disponibles en los laboratorios de la universidad, como inversores, turbinas y controladores, y la realización de pruebas a nivel de laboratorio. Estas pruebas confirmaron la funcionalidad del sistema y permitieron elaborar un diagrama

unifilar que representa el diseño eléctrico del sistema. Los resultados demostraron que es factible implementar un sistema híbrido de energía renovable en este contexto. Este sistema no solo genera energía limpia, sino que también fomenta la participación activa de la comunidad universitaria en la conservación de recursos y la transición energética.

En conclusión, el proyecto representa un modelo innovador y sostenible para reducir la huella de carbono, aprovechar fuentes renovables y promover una cultura de sostenibilidad. La participación comunitaria fue clave para el desarrollo y éxito de esta iniciativa, que refuerza el compromiso de la universidad con la transición hacia una economía más sostenible.

*Palabras clave:* Biodiversidad, Energía renovable, Participación comunitaria, Sostenibilidad, Transición energética.

---

## Tecnologías de industria 4.0

La Industria 4.0 representa una transformación revolucionaria en la seguridad de procesos, gracias a la integración de tecnologías como IoT, Big Data y análisis predictivo. Este enfoque analiza cómo estas herramientas permiten anticipar y prevenir fallos, optimizando la eficiencia y fortaleciendo la resiliencia en los entornos industriales.

### Desarrollo de un simulador de flujo multifásico y análisis nodal para la predicción de producción en pozos verticales de petróleo

*Lhia Nicolle Montañez Galvis\*, David Esteban Rodríguez Cubillos*

Semillero Desarrollo Tecnológico, Ingeniería de Petróleos, Universidad de América, Ak. 1 #20-53, La Candelaria, Bogotá, Cundinamarca.

\* lhia.montanez@estudiantes.uamerica.edu.co

#### Resumen

Este proyecto presenta el desarrollo de un simulador de flujo multifásico y análisis nodal diseñado para predecir la producción en pozos verticales de petróleo. Surge de la necesidad de contar con herramientas accesibles, libres de licencia y no limitadas por la disponibilidad de equipos en instituciones

académicas, lo que actualmente ralentiza el aprendizaje de técnicas de simulación y producción para estudiantes de Ingeniería de Petróleos.

El simulador, programado en Python con una interfaz gráfica intuitiva desarrollada en HTML, permite a los usuarios calcular parámetros clave en la producción de pozos verticales, como el caudal y la presión óptimos de operación. Esto facilita la toma de decisiones considerando condiciones reales del campo.

La herramienta ofrece curvas de rendimiento del pozo (*Inflow Performance Relationship*, IPR) y curvas de levantamiento vertical (*Vertical Lift Performance*, VLP), además de tablas de caudal y presión. También genera gráficos que ilustran el comportamiento del pozo productor en cada curva, permitiendo identificar el punto óptimo de operación, es decir, las condiciones ideales de caudal y presión para maximizar la producción sin comprometer el yacimiento o el pozo.

El simulador no solo ha demostrado ser preciso al compararse con modelos comerciales, sino que también ha sido validado mediante fundamentos teóricos consolidados en la industria del petróleo y gas. Esto garantiza su confiabilidad y precisión, ofreciendo además una alternativa accesible, libre de costos y licencias, especialmente diseñada para estudiantes de Ingeniería de Petróleos.

Este proyecto busca contribuir significativamente a la formación académica, brindando un software que permita a los futuros ingenieros simular escenarios de campo y enfrentar los desafíos reales de la industria, eliminando las limitaciones actuales de acceso a herramientas comerciales.

*Palabras clave:* Análisis nodal, flujo multifásico, pozos verticales, punto óptimo de operación, simulación.

---

## Red inalámbrica de sensores para monitorear variables en un cultivo de café

César Alejandro Osimani<sup>1</sup>, William Ruiz Martínez<sup>2</sup>,  
Jaime Andrés Arévalo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Blas Pascal, Facultad de Ingenierías/Ingeniería en Telecomunicaciones, Centro de Investigación Aplicada y Desarrollo (CIADE).

<sup>2</sup> Corporación Universitaria Iberoamericana, Facultad de Ingenierías/ Ingeniería de Software, Grupo de Investigación y Gestión de Conocimiento en Ingeniería y Ciencias Básicas (GIGCIC), Armenia, Colombia.

<sup>3</sup> Corporación Universitaria Iberoamericana, Facultad de Ingenierías/ Ingeniería de Software, Grupo de Investigación y Gestión de Conocimiento en Ingeniería y Ciencias Básicas (GIGCIC).

Jaime.arevalo@docente.iberu.edu.co

### Resumen

El sector agropecuario en nuestro país enfrenta importantes desafíos, entre ellos, la limitada adopción de tecnologías para la tecnificación de procesos productivos en cultivos como el café, los cuales suelen gestionarse de manera manual y empírica. Este trabajo presenta el diseño e implementación de redes inalámbricas de sensores para monitorear variables agroambientales en un cultivo de café, con el objetivo de analizar su comportamiento bajo distintas condiciones.

La metodología incluyó la identificación de las variables agroambientales a monitorear y la definición de los parámetros de comparación para las mediciones. Posteriormente, se seleccionó la tecnología adecuada para la transmisión y recepción de datos, así como los sensores y la puerta de enlace más apropiados para la red. El diseño abarcó tanto los aspectos lógicos como físicos de la red, con la configuración y registro de los sensores en las plataformas *The Things Network* (TTN) y TAGO.

La red de sensores fue implementada en el sitio del cultivo, y se llevó a cabo la recolección de datos durante un período determinado. Los datos obtenidos fueron procesados, analizados e interpretados. Entre los logros más destacados se encuentra la instalación de dos nodos sensores y una estación

receptora (*Gateway*) en un cultivo de café de variedad Castillo. Durante 120 días de monitoreo continuo, se recopilaron aproximadamente 30.000 registros, incluyendo variables agroambientales como: temperatura y humedad ambiental, así como temperatura, humedad y conductividad eléctrica del suelo.

Los sensores, programados para realizar mediciones cada 10 minutos, han demostrado un desempeño óptimo sin interrupciones ni contratiempos. Como siguiente paso, resulta fundamental establecer una metodología que permita registrar las acciones del caficultor experto, integrando los datos tecnológicos con el conocimiento práctico, a fin de maximizar el impacto de la agricultura de precisión en este tipo de cultivos.

*Palabras clave:* Agricultura de precisión, Internet de las cosas, cultivos de café, redes inalámbricas de sensores.

---

## Diseño y optimización de un gráfico de control multivariante sintético para el control del vector de medias basado en un conteo RL2

*Gustavo Andrés Campos-Avendaño\**

Grupo de Investigación Promente-Konrad, Programa de Ingeniería Industrial, Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Carrera 9bis # 62-43  
*Correo electrónico:* gustavo.campos@konradlorenz.edu.co

### Resumen

En el entorno productivo y de manufactura, el control estadístico de procesos (SPC) y sus herramientas asociadas, como los gráficos de control, han experimentado avances significativos debido a las innovaciones en los métodos de inspección, impulsadas por el auge de la Industria 4.0.

Dentro de los gráficos de control multivariantes para la media, el gráfico  $T^2$  de Hotelling muestra un desempeño

limitado al detectar cambios pequeños en el vector de medias del proceso. Diversas propuestas en la literatura han buscado mejorar este desempeño, incluyendo el gráfico de control sintético que combina el gráfico  $T^2$  de Hotelling con un gráfico CRL para inspección completa ( $T^2$ -CRL).

En esta investigación, se diseña y optimiza un nuevo gráfico de control multivariante sintético, denominado  $T^2$ -RL2, que monitoriza el vector de medias mediante la combinación de un gráfico  $T^2$  de Hotelling y un gráfico RL2, también para inspección al 100%. Los resultados preliminares indican que el gráfico propuesto  $T^2$ -RL2 presenta un mejor desempeño, bajo ciertos parámetros de diseño, en comparación con el gráfico  $T^2$ -CRL, utilizando la métrica de longitud promedio de racha (*Average Run Length*, ARL).

*Palabras clave:* Control estadístico de procesos, gráfico de control.

## Pronóstico de fallas en sistemas de distribución eléctrica mediante redes LSTM y algoritmos PSO

*Julían López Hernández<sup>1</sup>, Robert Garcia Rey<sup>2</sup>, Erika Caicedo Arias<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Grupo de Investigación GIGCIC, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Iberoamericana.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación INGESOFT, Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria EAM.

Correo electrónico: [garcia.robert.0514@eam.edu.co](mailto:garcia.robert.0514@eam.edu.co)

<sup>3</sup>Grupo de Investigación INGESOFT, Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria EAM.  
[erikacaicedo@eam.edu.co](mailto:erikacaicedo@eam.edu.co)

### Resumen

Este estudio analiza el impacto potencial de las condiciones meteorológicas en la confiabilidad de los sistemas de distribución de energía eléctrica en Colombia, tomando como caso

de estudio a la Empresa de Energía del Quindío S.A. E.S.P. (EDEQ), principal operadora de red en el departamento del Quindío.

Para ello, se implementa un modelo basado en redes neuronales de memoria a corto y largo plazo (Long Short-Term Memory - LSTM), un tipo de red neuronal recurrente capaz de aprender dependencias a largo plazo en datos secuenciales. Este modelo realiza un pronóstico de fallas no planificadas en transformadores de distribución continua, utilizando como variables de entrada datos meteorológicos, así como variables de estado y operación de los transformadores.

La topología de la red fue definida mediante Modelos de Búsqueda de Arquitectura Neural (Neural Architecture Search - NAS), optimizando su diseño y desempeño. Este enfoque no solo mejora la capacidad de predicción de fallas, sino que también permite a EDEQ planificar de manera más eficiente el mantenimiento preventivo, minimizando interrupciones del servicio eléctrico.

Con esta metodología, se busca contribuir a una operación más confiable y resiliente del sistema eléctrico, mejorando la calidad del servicio para los usuarios y reduciendo los costos operativos de la empresa.

*Palabras clave:* Confiabilidad de sistemas de distribución, redes recurrentes, Long Short-Term Memory (LSTM), Neural Architecture Search (NAS).

---

## Proyectos de innovación y emprendimiento

La innovación y el emprendimiento son motores fundamentales para impulsar la transformación social y económica. Este eje integra propuestas disruptivas que aprovechan recursos locales y tecnologías emergentes, destacando cómo el emprendimiento puede enfrentar problemáticas globales mediante soluciones creativas, sostenibles y de impacto positivo.

### AGUA REVIVE: Hidrógeno limpio desde el tratamiento de aguas

*Brallan Cristóbal González Amador*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

#### Resumen

Este proyecto presenta un sistema innovador que transforma las aguas grises domésticas en una fuente de energía limpia y renovable. A través de un proceso de filtración y electrólisis, se produce hidrógeno, un combustible de alta eficiencia que no genera emisiones contaminantes. La solución aborda dos retos contemporáneos: la gestión sostenible de los recursos hídricos y la transición hacia alternativas energéticas limpias.

El aumento en los costos de los combustibles fósiles, junto con los graves problemas de contaminación asociados, resalta la necesidad urgente de acelerar la transición hacia fuentes de energía sostenibles. Esta transformación no solo mitigará los impactos ambientales negativos, sino que también reducirá la dependencia de recursos energéticos finitos y volátiles, promoviendo estabilidad económica y una mejor calidad de vida. A diferencia de los combustibles fósiles, la combustión del hidrógeno produce principalmente vapor de agua, minimizando las emisiones de gases de efecto invernadero.

A pesar de su potencial como vector energético limpio, el hidrógeno enfrenta retos importantes para su implementación a gran escala. Este proyecto busca, inicialmente, utilizar un residuo común (agua usada) y convertirlo en un combustible útil y eficiente (hidrógeno) para suplir demandas energéticas contaminantes. El proceso de filtración y electrólisis genera un producto amigable con el medio ambiente, destacando su alta utilidad y beneficio ambiental frente a otros combustibles, cuya materia prima no suele derivar de residuos.

Es relevante señalar que, debido a la volatilidad del hidrógeno, su producción y consumo deben integrarse de manera segura y eficiente en cualquier sistema en el que se implemente, lo que representa una solución innovadora y sostenible.

*Palabras clave:* Energía renovable, Hidrógeno, Aguas grises, Prototipo.

---

## AUTONOMY AND STYLE: Armario asistente inteligente

*Samuel Alcalá Moreno, Daniel Felipe Fonseca Bautista,  
Camilo Andrés Lamprea Clavijo, Daniel Steven Prada Olaya*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

### Resumen

Autonomy & Style es un proyecto que consiste en el desarrollo de un armario asistente inteligente, diseñado para mejorar la autonomía de las personas con discapacidad visual al elegir sus prendas de vestir. Para ello, se creó un prototipo que incluye un asistente de voz personalizado, brindando a los usuarios la posibilidad de seleccionar su vestimenta de forma independiente.

El sistema integra diversos componentes: Arduino Uno, mini protoboard, sensor RGB y powerband. Además, cuenta con un asistente de voz que resalta los colores de las prendas y un sistema para diferenciarlas. Este proyecto surgió de la pregunta: ¿Qué producto puede aumentar la autonomía de las personas invidentes al vestirse, de manera eficaz e inclusiva, utilizando algún desecho de alto impacto en su creación?

El objetivo principal es resolver una problemática que, a menudo, pasa desapercibida: la dependencia de las personas con discapacidad visual al vestirse. Por lo general, necesitan la ayuda de un familiar o amigo para identificar colores y características de las prendas. Este proyecto no solo busca mejorar la autonomía en las actividades diarias, sino que también promueve la economía circular al utilizar desechos de alto impacto, fomentando la sostenibilidad ambiental y la reutilización de recursos.

Entre los objetivos específicos del proyecto, se planteó el desarrollo de un prototipo de armario utilizando materiales reciclados, implementando un sistema optimizado con un asistente de voz accesible y aplicando técnicas adecuadas de

construcción para garantizar estabilidad y rigidez. También se identificaron diferentes tecnologías de inteligencia artificial para describir las prendas y ofrecer opciones personalizadas según las preferencias del usuario. Además, se desarrolló el código necesario para el funcionamiento del sistema y se realizaron pruebas de calidad utilizando indicadores como el método ISO/IEC 25010.

Las personas con discapacidad visual valoraron especialmente la autonomía y privacidad que ofrece el prototipo. Sin embargo, no lo consideran esencial, ya que, por lo general, cuentan con el apoyo constante de su entorno familiar. Las encuestas confirmaron que no existe una solución tan completa para la selección de vestimenta para personas con discapacidad visual como la que propone este proyecto.

*Palabras clave:* Autonomía, Discapacidad visual, Asistente de voz, Prototipo.

---

## BAGNANAS: Bolsas bioplásticas a partir de desechos orgánicos

*Sofía Gómez Velosa, Juan David Neira Moreno,  
Juan Camilo Villate Martínez*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

### Resumen

En este proyecto se realizaron pruebas para elaborar planchas bioplásticas a partir de cáscaras de piña, mango, naranja, banano y huevo. Se emplearon diferentes métodos con el fin de desarrollar un prototipo de bolsa funcional y biodegradable, que además contribuya a reducir el impacto ambiental causado por los residuos orgánicos y su gestión inadecuada. A lo largo de la historia, los seres humanos han adoptado la práctica de desechar lo que ya no consideran útil, sin tener

en cuenta las consecuencias de estos actos. Por ello, es fundamental generar un cambio.

Aunque se suele pensar que los residuos orgánicos no son contaminantes porque se descomponen de manera natural o pueden usarse como compost, la realidad es que estos residuos son los más generados tanto en los hogares como en el ámbito industrial. Su acumulación tiene efectos perjudiciales sobre el entorno, contamina el suelo y genera gases que, en grandes cantidades, son responsables de fenómenos como el cambio climático.

El objetivo general de este proyecto es crear un prototipo de bolsas bioplásticas a partir de residuos orgánicos, con el fin de incentivar su aprovechamiento. Para ello, se identificaron residuos específicos que facilitan la elaboración del bioplástico, promoviendo así la correcta clasificación de los desechos orgánicos. Para la fabricación del prototipo, se seleccionaron materiales como fécula de maíz, glicerina, vinagre blanco y agua. Además, se utilizaron herramientas como encuestas y experimentos para determinar las características del producto y desarrollar el prototipo. Finalmente, se evaluó la resistencia y durabilidad del mismo.

*Palabras clave:* Bioplástico, Residuos orgánicos, Prototipo.

---

## BIOURNAS TEFITI: Fabricación de urnas fúnebres ecológicas a partir de cáscaras de huevo

*Valentina Acevedo Antía, Jeni Lee Martínez Valencia, Laura Catalina Mejía Carreño y Valentina Restrepo Montenegro*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

### Resumen

Mediante la reutilización de cáscaras de huevo, se desarrolló un prototipo de biourna fúnebre biodegradable, con forma de contenedor y capacidad de 70 ml. El residuo fue recolectado, lavado, secado y pulverizado para mezclarse con colbón escolar, procediendo luego a compactar la pasta obtenida en un molde seleccionado. La cáscara de huevo es uno de los bio-residuos más generados a nivel mundial. Según la Federación Nacional de Avicultores (FENAVI), en 2022 el consumo de huevo en Colombia fue de 317 unidades per cápita, y en 2023 alcanzó las 321 unidades per cápita. De acuerdo con Tacon (1982), citado por Castañeda y Stechina (2013), la cáscara de huevo es un residuo de la industria de ovoproductos que comúnmente se dispone en rellenos sanitarios sin ningún tratamiento previo, lo que genera la aparición de olores putrefactos, problemas de control de plagas y crecimiento microbiano durante su biodegradación.

Es importante mencionar que Biournas TEFITI busca aplicar varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), 10 (Reducción de las desigualdades), 12 (Producción y consumo responsables), 13 (Acción por el clima) y 15 (Vida de ecosistemas terrestres).

El objetivo general de este proyecto es elaborar un prototipo de urna fúnebre ecológica utilizando como materia prima principal el biorresiduo de cáscaras de huevo, ofreciendo una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente para la disposición final de las cenizas. El modelo fue diseñado como

un contenedor de 70 ml, lo que lo convierte en un prototipo funcional y estéticamente atractivo, con el color natural de la cáscara de huevo. Está fabricado con cáscara de huevo molida como materia prima principal y colbón escolar como material compactante, lo que da como resultado un producto biodegradable, ecológico, personalizable, resistente, liviano, fácil de transportar y manipular, además de ser económico, ya que la elaboración del prototipo tuvo un costo de \$12,550.

El producto está dirigido a habitantes colombianos de nivel económico medio y alto, con una edad promedio de 40 años o más, interesados en el medio ambiente y la sostenibilidad, y que busquen opciones personalizadas para la disposición final de sus cenizas. Se aplicó una encuesta a una muestra de 44 residentes del conjunto El Barzal en Villavicencio. El análisis de los resultados mediante el método de Pareto y la Casa de Calidad permitió tomar decisiones en cuanto a la forma, tamaño, precio y color del producto.

La implicación de este proyecto es ofrecer una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente para la disposición final de cenizas humanas y de mascotas, contribuyendo así a la reducción del impacto ambiental asociado con las prácticas fúnebres convencionales. Se lograron los objetivos planteados, ya que se transformaron las cáscaras de huevo en un biomaterial adecuado para la fabricación de urnas fúnebres, diseñando y fabricando un prototipo funcional mediante un proceso limpio, que contribuye al desarrollo sostenible del sector funerario.

*Palabras clave:* Urna fúnebre biodegradable, Cáscaras de huevo, Sostenibilidad, Prototipo.

---

## DASEFIL: Transformando envases PET en filamentos 3D

*Laura Eliana Tibaduiza Ladino, Daniela Sophia Piraquive Rocha,  
Daniel Alejandro Orozco Díaz, Andrés Felipe Martínez Urrego*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

### Resumen

Este proyecto tiene como objetivo convertir el plástico en un producto innovador con alto potencial comercial. Para desarrollar el prototipo, se inició con un proceso de experimentación en el que se recolectaron varias botellas plásticas, las cuales fueron cortadas y procesadas por calor para obtener filamentos 3D. En Colombia, la generación de residuos plásticos es una de las principales problemáticas ambientales, ya que no se realiza una adecuada separación en la fuente. Como resultado, de las aproximadamente 1,250,000 toneladas de residuos generados anualmente, el 74% corresponden a envases y residuos plásticos que terminan en los rellenos sanitarios.

El objetivo general de este proyecto es diseñar un producto basado en filamentos para impresión 3D hechos a partir de botellas PET recicladas. Para ello, se investigó sobre el residuo plástico, su cantidad generada y cómo transformarlo en filamentos. Se diseñó un cortador de botellas para obtener cortes finos y de diámetro exacto, lo que permite convertir el plástico en filamento 3D. Se recolectaron y clasificaron botellas PET desechadas en hogares, la Universidad Ean y restaurantes.

Una de las ideas iniciales fue crear juegos de mesa elaborados con filamentos PET aptos para personas mayores de 3 años, con colores llamativos y un costo accesible para los compradores. Para el diseño de los cubos Puzzle, se recolectaron 26 botellas PET de colores verde y transparente.

Como resultados y conclusiones, se observó que el calor excesivo durante el proceso de calentamiento de las botellas

podía deformar el plástico, dañando el filamento. Por otro lado, al aumentar la resistencia de la máquina, se logró concentrar más el calor, lo que aceleró la producción de filamentos. Sin embargo, algunas botellas de ciertos colores no pudieron utilizarse debido a su grosor o porque, al calentarse, perdían parte del color.

La fabricación de filamentos a partir de botellas PET es una excelente alternativa para evitar que estos residuos terminen en lugares inapropiados para su disposición, lo que afecta negativamente al ecosistema. Al darles una segunda vida, este proyecto contribuye a mitigar el cambio climático y promueve la implementación de la economía circular.

*Palabras clave:* Filamento 3D, Reciclaje de plástico, Economía circular, PET, Prototipo.

---

## ECOPLAT: Platos a base de almidón de papa y yuca

*Sharmel Flor Pérez, Daniela Henao Sierra, Sofía  
Herrera Camacho, Sara Cristina Parra Lázaro*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

### Resumen

El objetivo de este proyecto es crear un sistema dedicado a la producción y comercialización de platos desechables biodegradables elaborados con almidón de papa y yuca. Para ello, se realizó la recolección y selección de residuos de estos tubérculos en los mercados de Bogotá, seguido del procesamiento del almidón para la fabricación de los platos. Esta iniciativa tiene como propósito sustituir gradualmente

los platos desechables tradicionales, promoviendo el uso de alternativas sostenibles.

Se desarrolló un prototipo funcional, logrando un impacto positivo en la reducción de desechos plásticos. Esta propuesta responde a la necesidad urgente de mitigar la sobreproducción de platos desechables no biodegradables. Según la Fundación Ellen MacArthur (2024), anualmente solo se recicla el 14% de los residuos plásticos generados. Al ofrecer una alternativa ecológica, no solo se reduce el volumen de residuos plásticos, sino que también se promueve un consumo responsable. Además, el proyecto se alinea con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 12: Producción y Consumo Responsable, que “pretende garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles” (ONU, 2023).

El proyecto contribuye a sustituir los platos desechables elaborados con materiales no biodegradables por una alternativa ecológica y sostenible. Esto permite democratizar la ecología al ofrecer platos desechables biodegradables a precios accesibles y generar conciencia sobre la importancia de adoptar hábitos de consumo responsables y sostenibles con el medio ambiente.

El prototipo de plato biodegradable está compuesto por 60% de almidón de yuca, 30% de agua, 9.5% de glicerina y 0.5% de ácido cítrico. Presenta una duración de entre 2 a 3 meses, es apto para alimentos calientes y fríos, resistente a la humedad y al calor, y tiene una tonalidad amarilla oscura. Actualmente, su precio es de 3.000 pesos por unidad de 200 g, ofreciendo una solución práctica y funcional para satisfacer las necesidades de la población de Bogotá.

Es necesario continuar trabajando en la estandarización y mejora del proceso de producción para reducir los costos y facilitar el acceso al producto. A través de la difusión del proyecto y las encuestas realizadas, se ha generado conciencia sobre la importancia de adoptar hábitos de consumo responsables, apoyando no solo la comercialización de los platos, sino

también fomentando una mayor responsabilidad ambiental en la comunidad.

*Palabras clave:* Platos biodegradables, Almidón, Consumo sostenible, Prototipo.

## NATURART: Arte Sostenible

*Isabella Chaparro Carrero, Andrea Camila Figue Salazar,  
Sebastián Camilo Niño Aponte, María Camila Urueña Solano*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

### Resumen

Este proyecto se centró en el desarrollo de pinturas sostenibles a partir de cáscaras de frutas y verduras, con el fin de aprovechar residuos orgánicos y ofrecer una alternativa ecológica para la industria. El proceso incluyó la recolección y selección de cáscaras, su posterior tratamiento y la elaboración del prototipo. Se evaluaron aspectos como la intensidad del color, el comportamiento de las pinturas sobre diversas superficies, su olor y durabilidad. Además, se diseñaron y fabricaron los envases utilizando una impresora 3D, con filamento biodegradable a base de fécula de maíz, con el objetivo de mantener la sostenibilidad en todas las etapas del proyecto.

La iniciativa aborda la inadecuada gestión de residuos orgánicos en Bogotá, donde las cáscaras de frutas y verduras representan el 51.32% de los residuos sólidos, según el PGIRS (2020). Estos desechos, considerados no aprovechables, terminan en rellenos sanitarios, contribuyendo a la contaminación y a las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que impacta negativamente en la salud y la calidad de vida. Esta propuesta busca transformar estos residuos en pinturas naturales, reduciendo el volumen de desechos y la dependencia de pigmentos sintéticos.

El proyecto contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente al ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y ODS 13 (Acción por el Clima), promoviendo prácticas sostenibles. El objetivo general fue fabricar un prototipo de pinturas ecológicas a base de cáscaras de frutas y verduras para disminuir el desperdicio de residuos orgánicos. Este objetivo se alcanzó evaluando la capacidad de las cáscaras para proporcionar pigmentos adecuados, desarrollando el proceso de producción de las pinturas, ajustando la fórmula, estableciendo los estándares de calidad y seleccionando materiales apropiados para el envase. Además, se promovió el prototipo final a través de canales de comunicación adecuados, resaltando el empaque ecológico.

Las pinturas elaboradas con cáscaras de frutas y verduras y empaquetadas en envases de fécula de maíz son 100% orgánicas. Estas son no tóxicas, ya que contienen conservantes naturales, y su fórmula permite la intensificación del color mediante capas adicionales. Además, pueden aplicarse en una gran variedad de superficies. La investigación utilizó un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, comenzando con una encuesta estructurada a 60 participantes de Chapinero, Bogotá, para comprender mejor al público objetivo. Las partes interesadas incluyen tanto a los residentes que generan residuos orgánicos como a las empresas de reciclaje.

Para comunicar el proyecto, se proponen charlas en escuelas, uso de medios locales, redes sociales y ferias, donde se podrá exhibir el producto y sus beneficios. Además, se presentó un análisis de costos que permitió clasificar los componentes utilizados, calcular las cantidades necesarias y proyectar un margen de rentabilidad adecuado para fijar el precio de venta.

*Palabras clave:* Pinturas ecológicas, Residuos orgánicos, Sostenibilidad, Prototipo.

---

## NEUROPEZO: Abordando la Emaciación en Bogotá

*Harold David Naranjo Rivera, Cristian Andrés Ortiz Jaramillo,  
Nicolás José Quesada Caro, Yenifer Alexandra Arévalo Martínez*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

### Resumen

Este proyecto se enfoca en el desarrollo de un suplemento nutricional elaborado a partir de subproductos de tilapia, como cabezas, vísceras y espinas, con el fin de combatir la emaciación en niños de Bogotá. A través de un proceso de extracción y procesamiento, se logró preservar los nutrientes esenciales del pescado para mitigar la desnutrición aguda y promover un adecuado desarrollo físico y neuronal en la infancia. Como resultado, se obtuvo un suplemento que cumple con los requisitos necesarios para su distribución en el territorio colombiano.

La emaciación infantil en Bogotá es un problema crítico, que afecta a miles de niños debido a la falta de una nutrición adecuada. Con un 30% de la producción pesquera desechada (INS, 2023a, 2023b), esta propuesta aprovecha los subproductos de tilapia para crear un suplemento nutricional, promoviendo un uso responsable de recursos y atendiendo esta necesidad urgente.

El proyecto contribuye a varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 2 (Hambre Cero), ODS 3 (Salud y Bienestar), ODS 10 (Reducción de las Desigualdades) y ODS 12 (Producción y Consumo Responsables). El objetivo es desarrollar un suplemento nutricional viable que contribuya a la reducción de la desnutrición aguda en niños de Bogotá. Para ello, se diseñó un proceso de extracción de nutrientes de los subproductos de tilapia, se formuló un suplemento adaptado a las necesidades nutricionales infantiles, se evaluó la viabilidad económica e impacto social y se

realizaron pruebas de aceptación del producto para ajustar la formulación.

La población objetivo son niños de 0 a 5 años en situación de riesgo de desnutrición en Bogotá. Los materiales utilizados son subproductos de tilapia, ricos en proteínas, carbohidratos y omega-3, lo que garantiza un perfil nutricional completo. El suplemento está diseñado para mejorar la nutrición infantil, promoviendo el crecimiento y desarrollo neuronal. El perfil nutricional es el siguiente para 100 g del producto: 60 g de carbohidratos, 30 g de proteínas y 5 g de omega-3, con un enfoque en la conservación de nutrientes durante el proceso de fabricación. Además, el costo de producción es competitivo, lo que facilita el acceso al producto para familias de bajos recursos.

Como principales resultados, se logró el desarrollo exitoso del suplemento nutricional a partir de subproductos de pescado, con la conservación de nutrientes esenciales en el producto final. Las pruebas de aceptación realizadas mostraron una respuesta positiva por parte de los beneficiarios. Esto sugiere un impacto potencial en la reducción de la desnutrición infantil en Bogotá. Los objetivos del proyecto fueron cumplidos, demostrando la viabilidad del suplemento. Se recomienda trabajar en colaboración con comunidades locales para mejorar la aceptación y distribución del producto.

*Palabras clave:* Suplemento nutricional, Desnutrición infantil, Subproductos de tilapia.

---

## PLATINIO: “Limpieza y Resistencia”

*Camilo Ernesto Hernández Molina*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

### Resumen

El proyecto PLATINIO “Limpieza y Resistencia” tiene como objetivo desarrollar un plato a partir de residuos de aluminio recolectados de latas de cerveza y gaseosa. A través de procesos de fundición y conformado, se elaboró un prototipo de plato duradero, seguro y fácil de limpiar, que cumple con los estándares de higiene y sostenibilidad requeridos para su uso en entornos educativos y comunitarios. Este proyecto demuestra que es posible reutilizar residuos de aluminio para crear productos ecológicos que promuevan un entorno educativo más sostenible y saludable.

El uso excesivo de platos plásticos desechables en jardines infantiles y colegios genera altos niveles de contaminación y pone en riesgo la salud al propagar gérmenes. Según datos de 2021, la producción mundial de latas de aluminio alcanzó los 180 mil millones de unidades, pero solo se recicló el 50%, lo que contribuye a la acumulación de residuos sólidos. La propuesta de crear platos a partir de aluminio reciclado ayuda a reducir estos desechos y promueve prácticas sostenibles, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 3 (Salud y Bienestar), ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y ODS 13 (Acción por el Clima).

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un prototipo de plato sostenible, utilizando residuos de aluminio recolectados de latas, como una alternativa ecológica a los platos plásticos desechables en jardines infantiles y colegios. Esto contribuye a reducir la contaminación y mejora las condiciones de higiene en estos entornos. Para ello, se identificó el impacto ambiental de los platos plásticos, se evaluó la viabilidad del reciclaje de aluminio, se analizó el proceso de

fundición de aluminio, se calcularon los costos de producción del prototipo y se diseñó un plato higiénico y duradero.

El prototipo tiene dimensiones de 30 cm de largo, 20 cm de ancho y 3 cm de alto, con un grosor de 0.3 cm y un peso de 381 gramos. Su diseño incluye bordes ondulados y una superficie suave, brindando durabilidad y facilidad de uso. Las pruebas realizadas y las encuestas de validación confirmaron su funcionalidad y seguridad para su uso en entornos educativos. El proyecto demostró la viabilidad técnica de crear platos a partir de residuos de aluminio, contribuyendo a la reducción de la contaminación por plásticos en el ámbito educativo.

El prototipo validado demuestra su potencial como una alternativa sostenible y ecológica a los platos desechables. El uso de platos de aluminio reciclado no solo reduce el impacto ambiental, sino que también mejora la higiene y la aceptación en instituciones educativas. Se recomienda explorar la producción a mayor escala para optimizar los costos y fomentar su implementación en más colegios y jardines infantiles.

*Palabras clave:* Aluminio reciclado, Platos sostenibles, Entornos educativos, Prototipo.

---

## PAPEEL: Papel a base de cáscaras de frutas

*Maira Alejandra Espitia Rodríguez, Valeria Guarín Grass,  
Rommy Alejandra Gómez Linero, José David Ríos García*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

### Resumen

PaPeel es un proyecto que nace de la necesidad de aprovechar los residuos orgánicos en Colombia y transformarlos en productos comercializables. Su objetivo es ofrecer una alternativa ecológica a los procesos contaminantes como la producción de papel a base de pulpa de madera, utilizando cáscaras de

frutas como banano, plátano, piña y restos de papel reciclado. En un contexto en el que el papel es un material indispensable y su producción tiene un elevado impacto ambiental, PaPeel surge como una solución innovadora.

Según el Departamento Nacional de Planeación en Colombia, se desperdician alrededor de 9,76 millones de toneladas de residuos orgánicos, lo que representa un 34% del total generado. Este proyecto busca abordar este problema aprovechando los residuos orgánicos, como las cáscaras de frutas, y utilizando agua de lluvia para la fabricación de un papel sostenible. El objetivo principal de PaPeel es desarrollar un prototipo de papel ecológico que permita responder a la pregunta: “¿Cómo aprovechar los residuos orgánicos producidos en Colombia para generar nuevos productos que puedan comercializarse y contribuir a reactivar la economía?”

Para la elaboración del prototipo, se utilizaron cáscaras de banano, naranja y corona de piña, junto con agua de lluvia para reducir el consumo de agua. También se incorporaron residuos adicionales, como pétalos de flores, para aportar aroma y color al producto final. El papel resultante tiene una estructura similar a la de un cartón flexible, lo que permite escribir sobre él. Tras la presentación del producto y las opiniones de expertos, se concluyó que el prototipo podría ser producido a gran escala. El costo de producción fue estimado en 900 pesos, con un precio de venta inicial de 750 pesos.

Este proyecto aborda dos problemáticas clave en Colombia: el alto desperdicio de residuos orgánicos y el impacto ambiental del papel hecho con pulpa de madera. PaPeel tiene el potencial de reducir significativamente el impacto ambiental al promover la economía circular y el aprovechamiento de residuos orgánicos, alineándose con las estrategias de sostenibilidad del país.

*Palabras clave:* Residuos orgánicos, Papel ecológico, Economía circular, Prototipo.

---

## VERDEFUTURO: Diseño de una gorra para infantes de marina a partir del aprovechamiento del plástico generado por la base de entrenamiento de infantería de marina

*Huver Ramos Guerra, Jonás Barreto Uparela,  
Alexis José Ruiz Rincón, Alejandro Barajas*

Facultad de Ingeniería, Universidad Ean

### Resumen

El proyecto VerdeFuturo tiene como objetivo diseñar una gorra innovadora para los Infantes de Marina de Colombia, que brinde una protección eficaz contra la radiación solar y proporcione frescura en climas cálidos. El material utilizado para la fabricación de la gorra provendrá de los residuos plásticos generados en la Base de Entrenamiento de Infantería de Marina, los cuales serán transformados en materiales adecuados para este propósito. Con base en la medición del consumo de plástico en la base militar y un análisis teórico del uso de plástico (31,6 kg per cápita anuales), se identificó el potencial de aprovechamiento de estos residuos en las instalaciones de la base.

Los Infantes de Marina de Colombia enfrentan un desafío significativo, ya que la gorra que utilizan actualmente no ofrece la protección adecuada contra los daños del sol ni la frescura necesaria durante actividades físicas en climas cálidos. Esta deficiencia aumenta el riesgo de quemaduras solares, golpe de calor y deshidratación debido a la falta de ventilación y transpirabilidad en la gorra, lo que eleva la temperatura corporal y provoca pérdida excesiva de líquidos. Es crucial desarrollar un diseño de gorra que combine materiales transpirables con protección UV para mejorar el bienestar y el rendimiento de los infantes en condiciones adversas.

El objetivo principal de este proyecto es diseñar una gorra innovadora para los Infantes de Marina de Colombia, utilizando residuos plásticos que serán transformados en materiales funcionales, garantizando características como frescura y protección solar adecuadas para mejorar el rendimiento y bienestar de los infantes en condiciones extremas. Esta iniciativa no solo mejora el desempeño ambiental de la organización, sino que también contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente aquellos relacionados con la economía circular y el aprovechamiento de recursos.

El diseño se realizó utilizando técnicas asistidas por computadora (CAD), y se realizaron pruebas en condiciones climáticas simuladas. Se obtuvo un prototipo funcional de la gorra que cumple con los requisitos establecidos. El material utilizado, PET, es termo-tolerante y capaz de soportar temperaturas de hasta 42°C, lo que es adecuado para las condiciones extremas de la región de Coveñas, donde la temperatura máxima es de 42°C, y el punto de ebullición del PET es de 140°C. Esto garantiza la durabilidad y funcionalidad del producto.

La base de Infantería de Marina cuenta con una población de 2000 tripulantes, y con una producción per cápita de 5 gramos de plástico al día por tripulante, se generan aproximadamente 10 kilogramos de plástico PET diarios, lo cual es suficiente para satisfacer la demanda de producción de gorras. Además, la recolección de opiniones de los Infantes ha permitido realizar ajustes en el diseño, asegurando que el producto final responda a sus necesidades.

El proyecto ha logrado cumplir con sus objetivos, desarrollando una gorra funcional y sostenible. La transformación de residuos plásticos en un producto útil no solo es innovadora, sino que también resalta la importancia de la circularidad y el aprovechamiento de los residuos sólidos.

*Palabras clave:* Protección solar, Residuos plásticos reciclados, Gorra, Prototipo.

## Resumen Final

El “III Congreso Internacional de Ingeniería - CIIUEAN: Tecnología y Seguridad de Procesos” refleja la diversidad y profundidad de los desafíos que enfrenta la ingeniería moderna. A través de investigaciones, desarrollos tecnológicos y propuestas sostenibles, las memorias destacan la importancia de integrar conocimientos multidisciplinarios para resolver problemas complejos. Cada eje temático enfatiza un aspecto clave del panorama industrial, desde la seguridad de procesos y la ciberseguridad, hasta la sostenibilidad y la educación en ingeniería. Este libro no solo celebra los avances logrados, sino que también invita a la reflexión y la acción colaborativa para construir un futuro más seguro, eficiente y sostenible.

Este libro presenta resultados sobre cómo la ingeniería, la tecnología y la seguridad de procesos convergen para enfrentar los desafíos actuales y futuros de la industria. A través de los ejes temáticos abordados, se destacan innovaciones que no solo promueven la eficiencia operativa, sino que también impulsan un desarrollo industrial responsable, resiliente y sostenible. Las contribuciones aquí presentadas invitan a investigadores, profesionales y estudiantes a continuar explorando soluciones que fortalezcan la seguridad y la sostenibilidad de los procesos, marcando un impacto positivo en las generaciones venideras.

