

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO

**Eficiencia de la visión artificial con IA en clasificación de
plásticos y otros frente a métodos tradicionales**

AUTOR

Angulo Mendoza, Cristhian Xavier

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

TUTOR

Morales Escobar, Luis Alberto

Santa Elena, Ecuador

Año 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Alicia Andrade Vera, Mgtr.
COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

**Ing. Luis Morales Escobar, Ph.D.
TUTOR**

**Ing. Oscar Gómez Morales, Ph.D.
DOCENTE
ESPECIALISTA**

**Ing. Bremnen Véliz Noboa, Ph.D.
DOCENTE
ESPECIALISTA**

**Abg. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

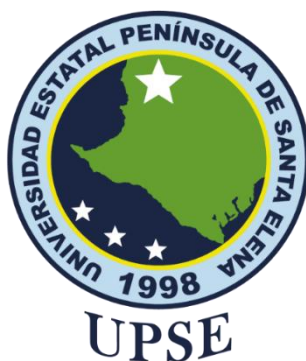
CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Angulo Mendoza Cristhian Xavier, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Electrónica y Automatización

TUTOR

Ing. Luis Morales Escobar, Ph.D.

Santa Elena, 15 de mayo de 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Angulo Mendoza Cristhian Xavier

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Eficiencia de la visión artificial con IA en clasificación de plásticos y otros frente a métodos tradicionales previo a la obtención del título en Magíster en Electrónica y Automatización, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, 15 de mayo de 2025

EL AUTOR

Cristhian Xavier Angulo Mendoza



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, Angulo Mendoza Cristhian Xavier

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, 15 de mayo de 2025

EL AUTOR

Cristhian Xavier Angulo Mendoza



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TEMA

Eficiencia de la visión artificial con IA en clasificación de plásticos y otros frente a métodos tradicionales.

Autor: Cristhian Xavier Angulo Mendoza

Tutor: Ing. Luis Morales Escobar, Ph.D.

RESUMEN

Este trabajo presenta una metodología innovadora para la clasificación automática de botellas y botellones de vidrio, basada en un enfoque híbrido que combina técnicas de inteligencia artificial con procesamiento clásico de imágenes. Se comparan los métodos tradicionales con modelos avanzados, logrando una alta precisión y tiempos mínimos de inferencia por imagen. Mediante un diseño experimental riguroso, se evaluaron cuatro metodologías: ResNet50, ClassBotM (red neuronal personalizada), detección de bordes con OpenCV y análisis morfológico en MATLAB. El conjunto de datos incluyó más de 2.000 imágenes, enriquecidas mediante técnicas de aumento de datos. Los resultados evidencian que, si bien los métodos clásicos funcionan adecuadamente en entornos controlados, presentan limitaciones frente a variaciones de iluminación, perspectiva y oclusión. En cambio, ClassBotM mostró mayor robustez y adaptabilidad. La innovación principal radica en la arquitectura optimizada de la red neuronal, diseñada con 244 filtros y kernels estratégicos, e integrada con técnicas de

regularización como dropout del 20 % y normalización por lotes. Esta configuración permite maximizar la precisión y reducir los requerimientos computacionales, facilitando su implementación en tiempo real. Más allá del ámbito académico, la propuesta ofrece una solución escalable para la automatización en la industria del reciclaje y la gestión de residuos. La capacidad de ClassBotM para discriminar con precisión distintos tipos de envases de vidrio constituye un avance significativo para la recuperación de materiales, impulsando economías circulares más eficientes y fortaleciendo la transición hacia la industria 4.0.

Palabras claves: Visión artificial, inteligencia artificial, clasificación, eficiencia, automatización.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TEMA

Efficiency of artificial vision with AI in plastic classification compared to traditional methods.

Autor: Cristhian Xavier Angulo Mendoza

Tutor: Ing. Luis Morales Escobar, Ph.D.

ABSTRACT

This study presents an innovative methodology for the automatic classification of glass bottles and large containers. It is based on a hybrid approach that combines artificial intelligence techniques with classical image processing, offering an alternative to traditional classification systems by achieving high accuracy and minimal inference time per image. A rigorous experimental design was applied to evaluate four methods: ResNet50, a custom convolutional neural network (ClassBotM), edge detection with OpenCV, and morphological analysis in MATLAB. The dataset consisted of over 2,000 images enhanced through data augmentation. Results show that while traditional methods perform adequately under controlled conditions, their effectiveness decreases when exposed to variations in lighting, orientation, or occlusion. In contrast, ClassBotM demonstrated greater robustness and adaptability. The central innovation lies in the optimized architecture of the neural network, built with 244 filters and strategic kernel sizes, and reinforced by regularization techniques such as 20% dropout and batch normalization. This design enhances performance and significantly reduces computational requirements, enabling real-time deployment. Beyond academia, this approach offers a scalable solution for automation in the recycling and waste management industries. The model's ability to accurately distinguish between

different types of glass containers supports more efficient material recovery processes and contributes to the advancement of circular economy initiatives and Industry 4.0 systems.

Keywords: Computer vision, artificial intelligence, classification, efficiency, automation.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TEMA

Eficiencia de la visión artificial con IA en clasificación de plásticos y otros frente a métodos tradicionales.

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN PARA PUBLICACIÓN


REVISTA SOCIAL FRONTERIZA
ISSN: 2806-5913

CERTIFICADO N.º 713

CERTIFICADO DE PUBLICACIÓN

Se certifica que el artículo científico:

Eficiencia de la visión artificial con IA en clasificación de plásticos y otros frente a métodos tradicionales

De autoría: **Cristhian Angulo Mendoza, Luis Morales Escobar**

Ha sido evaluado por pares ciegos (doble blind) y publicado en el Vol. 5, No.3, mayo - junio 2025, de la revista Social Fronteriza con ISSN 2806-5913, indexada y registrada en las siguientes bases de datos y repositorios: Latindex Catálogo v2.0, MIAR, Google Académico, Clave, Biblat.

Disponible en: <https://doi.org/10.59814/revsof.2025.5r31713>

Fecha de envío: 10-03-2025 Fecha de Aceptado: 23-04-2025 Fecha de Publicado: 10-05-2025
Lo que se hace constar en Esmeraldas, 10 de mayo de 2025.

ISSN: 2806-5913


ISSN:
2806-5913


Fdo: Jalyza Intriago D, PhD (c)
EDITORA.


REVISTA SOCIAL
FRONTERIZA
DIRECTOR



Este certificado solo es válido si es descargado en: <https://certificacion.revistasocialfronteriza.com/>

Nombre de la revista	Revista Social Fronteriza https://www.revistasocialfronteriza.com/
----------------------	--