

Sistema de Reconocimiento Automático de Residuos Sólidos Mediante Visión por Computador para la Clasificación y Reciclaje en la Universidad Sergio Arboleda

Alan Steve Osorio Zuluaga

Juan Camilo Gallardo Sánchez

Universidad Sergio Arboleda

Bogotá, Colombia

1 Información General

- Institución:** Universidad Sergio Arboleda
- Programa:** Ciencias de la Computación & Inteligencia Artificial
- Fecha:** February 20, 2026

2 Área de Acción

Departamento de Gestión de Residuos y Servicios Generales – Universidad Sergio Arboleda

3 Docente o Autoridad Consultada

Diego Rivera – Director de Ingeniería Ambiental
diego.rivera@usa.edu.co

4 Planteamiento del Problema

La Universidad Sergio Arboleda genera diariamente una cantidad significativa de residuos sólidos provenientes de actividades académicas, administrativas y de bienestar. Actualmente, el proceso de clasificación de estos desechos depende exclusivamente de la intervención manual del personal de servicios generales, lo que conlleva a una segregación deficiente, contaminación cruzada entre materiales reciclables (como cartón, plástico y vidrio) y residuos orgánicos, y en consecuencia, una baja tasa de aprovechamiento de los materiales susceptibles de reciclaje.

La ausencia de herramientas tecnológicas que automaticen o apoyen este proceso representa una oportunidad de mejora tanto en la eficiencia operativa del departamento de gestión de residuos como en el impacto ambiental de la institución. Teniendo en cuenta los avances en procesamiento de imágenes y visión por computador, resulta viable el desarrollo de un sistema capaz de identificar y clasificar residuos de forma automática, en tiempo real, a partir del análisis visual de los objetos descartados.

5 Justificación

El procesamiento de imágenes y el aprendizaje profundo han demostrado ser herramientas altamente efectivas para tareas de clasificación visual en entornos industriales y domésticos. Aplicar estas tecnologías en el contexto universitario no solo constituye un ejercicio académico riguroso en el área de inteligencia artificial, sino que también representa una contribución concreta a los objetivos de sostenibilidad ambiental de la Universidad Sergio Arboleda.

Un sistema automatizado de reconocimiento de residuos reduciría la carga operativa del personal encargado de la separación de basuras, disminuiría los errores en la clasificación y promovería una cultura de reciclaje basada en tecnología accesible. Adicionalmente, el proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), reforzando el compromiso institucional con el medio ambiente.

6 Objetivos

6.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación basada en técnicas de procesamiento de imágenes y visión por computador capaz de identificar y clasificar automáticamente residuos sólidos (cartón, plástico, vidrio, residuos orgánicos, entre otros) para apoyar el proceso de reciclaje en la Universidad Sergio Arboleda.

6.2 Objetivos Específicos

- (1) Construir y etiquetar un conjunto de datos de imágenes representativo de las principales categorías de residuos generados en el entorno universitario, siguiendo estándares de calidad para el entrenamiento de modelos de clasificación.
- (2) Diseñar y entrenar un modelo de clasificación de imágenes basado en redes neuronales convolucionales (CNN) o técnicas de transferencia de aprendizaje (*transfer learning*), optimizando su desempeño en la distinción de las categorías de residuos definidas.
- (3) Implementar una interfaz de usuario (aplicación de escritorio) que integre el modelo entrenado para realizar la clasificación de residuos en tiempo real a partir de imágenes capturadas por cámara.
- (4) Evaluar el rendimiento del sistema validando los resultados con el Departamento de Gestión de Residuos de la universidad.

7 Metodología

El proyecto se desarrollará bajo una metodología iterativa e incremental, organizada en las siguientes fases:

Fase 1 – Revisión del estado del arte: Se realizará una revisión bibliográfica de sistemas existentes de clasificación de residuos mediante visión por computador, identificando arquitecturas de

modelos, conjuntos de datos públicos disponibles y métricas de evaluación relevantes.

Fase 2 – Recolección y preparación de datos: Se recopilarán imágenes de los tipos de residuos más frecuentes en la universidad (cartón, botellas plásticas, vidrio, residuos orgánicos y otros). Las imágenes serán etiquetadas manualmente y preprocesadas mediante técnicas de aumento de datos (*data augmentation*) para incrementar la variabilidad del conjunto de entrenamiento.

Fase 3 – Diseño y entrenamiento del modelo: Se evaluarán arquitecturas convolucionales preentrenadas (como MobileNetV2, ResNet50 o EfficientNet) para aplicar transferencia de aprendizaje, ajustando las capas finales a las categorías de residuos definidas. El entrenamiento se realizará con validación cruzada para garantizar la generalización del modelo.

Fase 4 – Desarrollo de la aplicación: Se implementará una interfaz gráfica de usuario que permita capturar o cargar imágenes y desplegar en pantalla la categoría de residuo detectada junto con la recomendación de disposición correspondiente.

Fase 5 – Evaluación y validación: El sistema será probado en condiciones reales dentro de las instalaciones de la universidad, y sus resultados serán validados con el Departamento de Gestión de Residuos y el docente consultor.

8 Plan de Trabajo

- (1) **Semanas 1–2:** Revisión bibliográfica y definición del alcance del proyecto; reunión inicial con Diego Rivera y el departamento de gestión de residuos.
- (2) **Semanas 3–4:** Recolección de imágenes en las instalaciones de la universidad y exploración de conjuntos de datos públicos complementarios.
- (3) **Semanas 5–6:** Etiquetado, limpieza y preprocesamiento del conjunto de datos; definición de las categorías de clasificación.
- (4) **Semanas 7–9:** Implementación y entrenamiento del modelo de clasificación; ajuste de hiperparámetros y evaluación preliminar.
- (5) **Semanas 10–11:** Desarrollo de la interfaz de usuario e integración con el modelo entrenado.
- (6) **Semanas 12–13:** Pruebas en entorno real, recolección de retroalimentación y ajustes finales.
- (7) **Semana 14:** Elaboración del informe final y preparación de la presentación del proyecto.

9 Resultados Esperados

Al finalizar el proyecto se espera obtener los siguientes productos y contribuciones:

- Una aplicación funcional de escritorio o móvil capaz de clasificar residuos sólidos en tiempo real con una precisión superior al 85% en las categorías definidas.
- Un modelo de clasificación entrenado y documentado, junto con el conjunto de datos generado, disponible para uso futuro por parte de la universidad.
- Un informe técnico completo que documente la metodología, los resultados experimentales y las lecciones aprendidas.

- Una herramienta de apoyo operativo para el Departamento de Gestión de Residuos de la Universidad Sergio Arboleda, que contribuya a mejorar las tasas de reciclaje y a fomentar una cultura de sostenibilidad ambiental en la comunidad universitaria.