


# INVESTIGACIÓN

## TECNOLÓGICA IST CENTRAL TÉCNICO

Volumen 8 · Número 1 · Junio 2026 · Publicación semestral



***Seguimiento de la Tecnificación  
del Reciclaje de PET en  
Instituciones Educativas.***

# Monitoring the Technification of PET Recycling in Educational Institutions.

## Seguimiento de la Tecnificación del Reciclaje de PET en Instituciones Educativas

Jonathan Daniel Valencia Lucero<sup>1</sup>[0009-0008-7067-0663], Nestor Emilio Cedeño Mendoza<sup>2</sup>[0009-0001-2327-8895], Carla Estefanía Araujo Molina<sup>3</sup>[0009-0008-9344-5530]

<sup>1</sup> Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: [jdvalencialucero@istct.edu.ec](mailto:jdvalencialucero@istct.edu.ec)

<sup>2</sup> Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: [ncedeno@istct.edu.ec](mailto:ncedeno@istct.edu.ec)

<sup>3</sup> Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: [cearaujomolina@istct.edu.ec](mailto:cearaujomolina@istct.edu.ec)

Recibido: 11/05/2026

Aceptado: 12/06/2026

Publicado: 30/06/2026

### RESUMEN

La contaminación por plásticos es uno de los problemas ambientales más críticos de nuestro tiempo. A nivel global, se generan aproximadamente 359 millones de toneladas de plástico anualmente, de las cuales una fracción significativa termina en vertederos o en el medio ambiente, causando daños irreparables a los ecosistemas. En Ecuador, la situación es crítica, con una producción diaria de 15,000 toneladas de residuos, de las cuales solo el 4% se recicla. Las botellas de Polietileno Tereftalato (PET) representan una parte considerable de estos residuos debido a su uso masivo como envases de bebidas y su lenta degradación. Frente a este escenario, las instituciones educativas pueden desempeñar un papel crucial en la promoción del reciclaje y la sostenibilidad mediante la implementación de máquinas compactadoras de botellas plásticas. Estas máquinas no solo reducen el volumen de residuos, facilitando su transporte y reciclaje, sino que también sirven como herramientas educativas para fomentar una cultura de sostenibilidad entre estudiantes y personal docente. Este artículo analiza la tecnificación del reciclaje de PET en el Instituto Superior Tecnológico Central Técnico (ISTCT) y la importancia del seguimiento en la implementación de estas tecnologías. A partir de los registros semestrales del Club "Juntos por el Ambiente" (2023-I a 2025-II), se realiza un análisis descriptivo y de tendencia de la recolección de PET, que muestra un crecimiento sostenido pese a que el proceso continúa realizándose de forma manual y la máquina compactadora desarrollada en la institución aún no se encuentra en operación. El estudio destaca que, sin mecanismos de monitoreo y seguimiento, los beneficios técnicos, ambientales y educativos de estas iniciativas corren el riesgo de diluirse, y explora las implicaciones de su adopción en un marco más amplio de políticas públicas y estrategias de sostenibilidad.

**Palabras clave:** seguimiento; reciclaje; compactadora; PET; sostenibilidad; educación ambiental.

## ABSTRACT

Plastic pollution is one of the most pressing environmental problems of our time. Globally, approximately 359 million tons of plastic are generated annually, a significant fraction of which ends up in landfills or the environment, causing irreversible damage to ecosystems. In Ecuador, the situation is critical, with 15,000 tons of solid waste produced daily, of which only 4% is recycled. Polyethylene Terephthalate (PET) bottles represent a substantial portion of this waste due to their widespread use as beverage containers and their slow degradation. Educational institutions can play a crucial role in promoting recycling and sustainability by implementing plastic bottle compacting machines. These machines not only reduce waste volume, facilitating transportation and recycling, but also serve as educational tools to foster a culture of sustainability among students and faculty. This paper analyzes the technification of PET recycling at the Instituto Superior Tecnológico Central Técnico (ISTCT) and the importance of monitoring in the implementation of these technologies. Drawing on the semester records of the "Juntos por el Ambiente" Club (2023-I to 2025-II), a descriptive and trend analysis of PET collection is performed, showing sustained growth even though the process is still carried out manually and the compacting machine developed at the institution is not yet operational. The study emphasizes that, without monitoring and follow-up mechanisms, the technical, environmental, and educational benefits of these initiatives risk being lost, and it explores the implications of their adoption within a broader framework of public policies and sustainability strategies.

**Index terms:** monitoring; recycling; compactor; PET; sustainability; environmental education.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La contaminación por plásticos es uno de los desafíos ambientales más significativos del siglo XXI. Según datos de Lezama Bacilio (2024), a nivel global se producen alrededor de 359 millones de toneladas de plástico cada año. Aunque este material ha revolucionado la industria y facilitado la vida moderna, su uso masivo y desecho inadecuado han generado una crisis ambiental sin precedentes. Los plásticos, particularmente el Polietileno Tereftalato (PET), son altamente resistentes a la degradación, lo que contribuye a su acumulación en los ecosistemas terrestres y marinos.

En Ecuador, la situación es alarmante. Según Gaona-Castillo y Contreras-Jaramillo (2024), el país genera 15,000 toneladas de residuos sólidos al día, de las cuales solo una pequeña fracción, el 4%, se recicla. Con respecto a la generación de residuos plásticos, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, 2024) menciona que se generaron 627 000 toneladas, de las cuales el 7,7% se reciclaron.

A pesar que el Ecuador, fue el primer país de América Latina en formar parte de la organización Global Plastic Action Partnership (GPAP), con el objetivo de definir acciones que eliminen la contaminación por residuos plásticos en el país, se observa un bajo índice de reciclaje, mismo que refleja la falta de infraestructura adecuada, políticas públicas insuficientes y una limitada conciencia ciudadana sobre la importancia de la gestión sostenible de residuos.

Motivo por el cual se intenta verificar si las medidas ambientales y la tecnificación por parte de

las instituciones de educación superior trascienden el tiempo, o por otra parte se diluyen por varios factores como son el seguimiento. Para el presente estudio se enfocará principalmente en los plásticos PET buscando responder ¿En qué medida la tecnificación del reciclaje de PET contribuye a fortalecer la cultura ambiental en instituciones de educación superior?

Las botellas plásticas de Polietileno Tereftalato (PET) representan una parte significativa de estos residuos. Según Meza de Luna et al. (2022), el PET es un polímero ampliamente utilizado en envases de bebidas, pero su desecho masivo y lenta degradación lo convierten en una amenaza ambiental significativa. Sin embargo, se debe reconocer que el PET, es uno de los plásticos, que es potencialmente reciclable, debido a su estructura química, misma que presenta una cadena corta de CH<sub>2</sub> y ácido tereftálico.

Frente a este escenario, las instituciones educativas pueden desempeñar un papel crucial en la promoción del reciclaje y la sostenibilidad mediante la implementación de máquinas compactadoras de botellas plásticas. Estas máquinas no solo reducen el volumen de residuos, facilitando su transporte y reciclaje, sino que también sirven como herramientas educativas para fomentar una cultura de sostenibilidad entre estudiantes y personal docente.

El reciclaje en las instituciones educativas no solo representa una solución a la creciente problemática de los residuos sólidos, sino que también se convierte en un espacio de aprendizaje práctico para los estudiantes. Según Pérez Segovia y Nuñez Solano (2025), las instituciones de educación superior pueden percibirse como "mini-ciudades", tienen un impacto ambiental significativo debido a la gran cantidad de residuos generados por sus comunidades. Motivo por el cual es necesario implementar programas de reciclaje dentro de los campus para generar en los futuros profesionales conciencia ecológica que les prepare para enfrentar los desafíos globales relacionados con el cambio climático y la contaminación.

En este sentido, los programas de reciclaje se deben enmarcar con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), como un compromiso continuo para contribuir de forma activa con la sostenibilidad del planeta.

La tecnificación del reciclaje en instituciones educativas, a través de proyectos ambientales como la construcción de máquinas compactadoras y recicladoras, permite a los estudiantes de carreras tecnológicas abarcar problemas reales. Ejemplos como los presentados por Pérez et al. (2026), en el que estudiantes de mecatrónica realizaron una compactadora de Botellas en la Universidad Tecnológica de Santander.

Por consiguiente, en el ISTCT se planteó el proyecto "Juntos

Además de mejorar las actividades medioambientales estas iniciativas fortalecen los conocimientos prácticos propios de las carreras tecnológicas e ingenierías, estas iniciativas tienen un impacto positivo en la cultura de sostenibilidad. Para Moreira Ortega et al. (2023), los programas de reciclaje en instituciones de Educación Superior generan una cultura de reciclaje a largo plazo. Al involucrar a los alumnos en pensar nuevas formas de optimizar los procesos de reciclaje como construcción de compactadoras o extrusoras, brindándoles un acercamiento a problemas reales lo cual les motiva a desarrollar soluciones innovadoras para problemas ambientales.

De este modo, las instituciones de educación superior no solo contribuyen al cuidado del medio ambiente, sino que también forman profesionales comprometidos con la sostenibilidad y la economía circular. Por lo cual las experiencias aprendidas en estos procesos sirven para su aplicación en la vida práctica la misma que puede ser replicada, pero con mejoras en el campo industrial.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio utiliza una metodología de revisión documental para analizar la implementación de máquinas compactadoras de botellas plásticas en instituciones educativas, así como las estadísticas del Club “Juntos por el Ambiente” del ISTCT. Se revisaron artículos científicos, informes técnicos, tesis de estudiantes y estudios de caso que abordan la gestión de residuos plásticos, el diseño de máquinas compactadoras y las estrategias educativas para la promoción del reciclaje.

Para caracterizar la evolución del reciclaje de PET se realizó un análisis estadístico descriptivo y de tendencia sobre los registros semestrales del Club “Juntos por el Ambiente” correspondientes al período 2023-I a 2025-II (seis observaciones). Se calcularon la media, la desviación estándar, el coeficiente de variación y los valores mínimo y máximo, así como la variación porcentual intersemestral. La tendencia temporal se estimó mediante un modelo de regresión lineal simple del peso recolectado en función del semestre, reportando la pendiente y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Dado el reducido tamaño muestral, los resultados se interpretan con carácter exploratorio y descriptivo, sin pretensiones de inferencia causal.

El diseño y construcción de máquinas compactadoras ha sido un tema ampliamente abordado en la literatura reciente, destacándose trabajos como el de Meza de Luna et al. (2022), quienes desarrollaron una máquina extrusora de PET reciclado. Mismo se centró en transformar botellas plásticas en filamentos mediante un proceso de calentamiento y compactación, contribuyendo a la reutilización de materiales plásticos en nuevos productos. En esta misma línea, el estudio de Pezo Heredia y Villacres Carcelén (2019) describe el diseño y construcción de una máquina compactadora en el Instituto Superior Tecnológico Central Técnico (ISTCT), enfocada en la reducción volumétrica de botellas PET para optimizar su transporte y almacenamiento. Ambos enfoques tecnológicos ofrecen soluciones prácticas para abordar la problemática de los residuos plásticos y son ejemplos claros de cómo la innovación puede impulsar la sostenibilidad.

La gestión de residuos sólidos se presenta como un desafío clave. Pérez Segovia y Nuñez Solano (2025) alinean su investigación a modelos (I+D+i) investigación, desarrollo e innovación, que buscan generar procesos sostenibles en el manejo de residuos sólidos producidos en el propio campus. Los centros de estudio deben ser pioneros para liderar iniciativas que promuevan prácticas responsables y fomenten una cultura de reciclaje. Este enfoque no solo mejora la gestión de residuos, sino que también convierte a las instituciones en laboratorios vivos para el desarrollo de soluciones innovadoras. Investigaciones como las de Gaona-Castillo y Contreras-Jaramillo (2024) analizan el papel de las políticas públicas en Ecuador, en el cual aún existen necesidad de articular nuevas tecnologías que permitan cumplir con normativas. Es aquí donde las Instituciones de educación superior pueden tener su nicho para integrar la tecnología, la educación y las políticas públicas en un enfoque integral para la gestión de residuos.

El presente artículo analizando las lecciones aprendidas desarrolla un análisis de la máquina elaborada por Pezo-Heredia y Villacres-Carcelén (2019), quienes diseñaron y construyeron una máquina compactadora de botellas plásticas en el ISTCT en Quito, Ecuador. Este proyecto se centró en la implementación de un sistema mecánico de tipo biela-manivela para la compresión eficiente de botellas PET, logrando reducir su volumen en un 75%. Además de resolver un problema práctico relacionado con la acumulación de residuos en el campus, la máquina sirvió como herramienta educativa para que los estudiantes aplicaran conocimientos técnicos en diseño mecánico, cálculo estructural y sistemas de transmisión. Este ejemplo demuestra cómo las instituciones educativas pueden convertirse en espacios de aprendizaje práctico, promoviendo la sostenibilidad y formando profesionales capacitados para abordar retos ambientales mediante soluciones tecnológicas innovadoras.

Al contrastar los datos proporcionados por el Club "Juntos por el Ambiente" del mismo ISTCT, se observa que, si bien existe un registro del reciclaje de PET y otros residuos desde el año 2022, el proceso de compactación de botellas sigue realizándose de manera manual. Esto evidencia una brecha entre el diseño de la máquina compactadora desarrollada en 2019 y su implementación efectiva en la actualidad. Una posible explicación para esta desconexión podría estar relacionada con los efectos de la pandemia, la cual pudo haber limitado los recursos, la logística o las capacidades operativas necesarias para poner en funcionamiento dicha tecnología, retrasando así su integración en las actividades de reciclaje del instituto. Este caso resalta la importancia de garantizar no solo el diseño de soluciones tecnológicas, sino también su implementación y sostenibilidad en el tiempo.

### 3. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a lo largo del período comprendido entre 2023 y 2025 analizado, destacando las tendencias en la recolección y reciclaje de botellas plásticas de PET en la institución. Los datos recopilados reflejan el impacto de las iniciativas implementadas para optimizar la gestión de residuos, así como los avances de la articulación de propuestas de mejora en el proceso de reciclaje entre la comunidad educativa. Este análisis permite evaluar la efectividad de las estrategias aplicadas y las lecciones aprendidas para futuros semestres.

**Tabla 1.**

*Recolección semestral de botellas PET (kg) y porcentaje respecto al total, 2023-I a 2025-II*

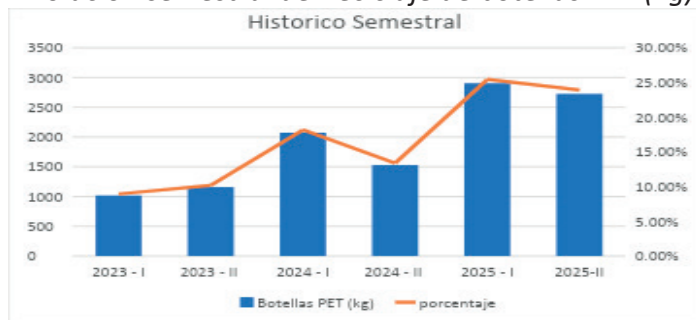
Período	Botellas PET (kg)	Porcentaje
2023 - I	1019,3	8,93%
2023 - II	1158,8	10,16%
2024 - I	2072,5	18,17%
2024 - II	1527,36	13,39%
2025 - I	2901,98	25,44%
2025-II	2728,37	23,92%
<b>TOTAL</b>	<b>11408,31</b>	

El análisis de los datos de la Tabla 1 muestra una tendencia general de crecimiento en la recolección de botellas PET a lo largo del período 2023–2025. En el año 2023 se registran los valores más bajos, con 1019,3 kg (8,93%) en el primer semestre y 1158,8 kg (10,16%) en el

segundo, lo que evidencia una etapa inicial del programa de reciclaje. Para 2024 se observa un incremento importante en el primer semestre con 2072,5 kg (18,17%), aunque en el segundo semestre se presenta una leve disminución a 1527,36 kg (13,39%). El crecimiento más significativo se alcanza en 2025, donde se registran los mayores volúmenes de recolección: 2901,98 kg (25,44%) en el primer semestre y 2728,37 kg (23,92%) en el segundo. En conjunto, el período analizado alcanza un total de 11.408,31 kg de PET recolectado, lo que evidencia un fortalecimiento progresivo de las prácticas de reciclaje y una mayor participación de la comunidad educativa en las actividades de gestión ambiental.

**Figura 1.**

*Evolución semestral del reciclaje de botellas PET (kg) y porcentaje acumulado, 2023-2025.*



La figura 1 muestra la evolución semestral del reciclaje de botellas PET (en kilogramos) y su porcentaje acumulado respecto al total reciclado entre 2023 y 2025. Se observa un aumento significativo en el peso de las botellas recicladas, especialmente en el primer semestre de 2024 y el primer semestre de 2025. Esto sugiere una mejora en las prácticas de reciclaje y un proceso de maduración institucional con respecto al proceso de reciclaje, que inicia con campañas iniciales con volúmenes modestos a un sistema consolidado con impacto ambiental, educativo y social. Estos resultados fueron impulsados por iniciativas de concienciación ambiental, la estructuración de un sistema de recolección, clasificación, almacenamiento y gestión de material PET. Así como también, la implementación de tecnologías de reciclaje en la institución.

El análisis estadístico de los seis semestres registrados confirma esta tendencia. Durante el período 2023-I a 2025-II se recolectaron 11.408,31 kg de PET, con una media de 1.901,39 kg por semestre y una desviación estándar de 797,97 kg, lo que equivale a un coeficiente de variación del 42,0% que refleja una marcada variabilidad entre períodos. La recolección osciló entre un mínimo de 1.019,30 kg (2023-I) y un máximo de 2.901,98 kg (2025-I), con un crecimiento acumulado del 167,7% entre el primer y el último semestre.

El modelo de regresión lineal aplicado a la serie temporal evidencia una tendencia creciente, con una pendiente de 378,0 kg por semestre y un coeficiente de determinación  $R^2 = 0,785$ , lo que indica que el tiempo explica aproximadamente el 79% de la variación observada en el peso recolectado. No obstante, la variación intersemestral no fue monótona (+13,7%, +78,8%, -26,3%, +90,0% y -6,0%), apreciándose que los primeros semestres de cada año concentran mayores volúmenes de recolección que los segundos. Dado el tamaño muestral reducido, estos resultados deben interpretarse como una tendencia exploratoria; el incremento sostenido se asocia al fortalecimiento de las campañas de concienciación y a la recolección manual, ya que la máquina compactadora aún no se encuentra en operación.

**Tabla 2.**

*Estadísticos descriptivos y de tendencia del PET recolectado (2023-I a 2025-II)*

Estadístico	Valor
Total recolectado (kg)	11.408,31
Media semestral (kg)	1.901,39
Desviación estándar (kg)	797,97
Coeficiente de variación	42,0%
Mínimo (kg)	1.019,30 (2023-I)
Máximo (kg)	2.901,98 (2025-I)
Crecimiento acumulado	167,7%
Pendiente (regresión)	378,0 kg/semestre
Coef. de determinación (R <sup>2</sup> )	0,785

El ISTCT dispone de una máquina compactadora de botellas PET desarrollada internamente por Pezo Heredia y Villacres Carcelén (2019), junto con sus diagramas y esquemas técnicos. La institución cuenta, por tanto, con el activo tecnológico necesario para tecnificar el proceso; no obstante, según se constató, a la fecha de este estudio la recolección y el manejo del PET siguen realizándose de forma manual.

**Figura 2.**

*Recolección y clasificación manual de botellas PET por estudiantes del ISTCT.*



La figura 2 muestra un claro ejemplo del compromiso de los estudiantes del ISTCT en las actividades de reciclaje, específicamente en la recolección y clasificación manual de botellas plásticas de PET. Este esfuerzo refleja la importancia del papel de las instituciones educativas como agentes de cambio en la formación de una cultura de sostenibilidad. Según Moreira Ortega et al. (2023), las instituciones educativas son entornos ideales para transformar los hábitos de las comunidades hacia prácticas más responsables, especialmente mediante la implementación de programas de reciclaje y sostenibilidad. Sin embargo, como se aprecia en la imagen, el proceso actual de recolección y clasificación del PET es manual, lo que limita la eficiencia y sostenibilidad de las actividades.

La participación estudiantil en los programas de reciclaje es fundamental para promover una

cultura ambiental responsable dentro de las instituciones educativas. El reciclaje, especialmente de materiales como el PET, contribuye a reducir la contaminación, disminuir el volumen de residuos y aprovechar recursos que pueden reincorporarse a nuevos procesos productivos. Cuando los estudiantes se involucran activamente en estas iniciativas, no solo apoyan la gestión adecuada de los residuos, sino que también desarrollan conciencia ambiental, hábitos sostenibles y un sentido de responsabilidad social.

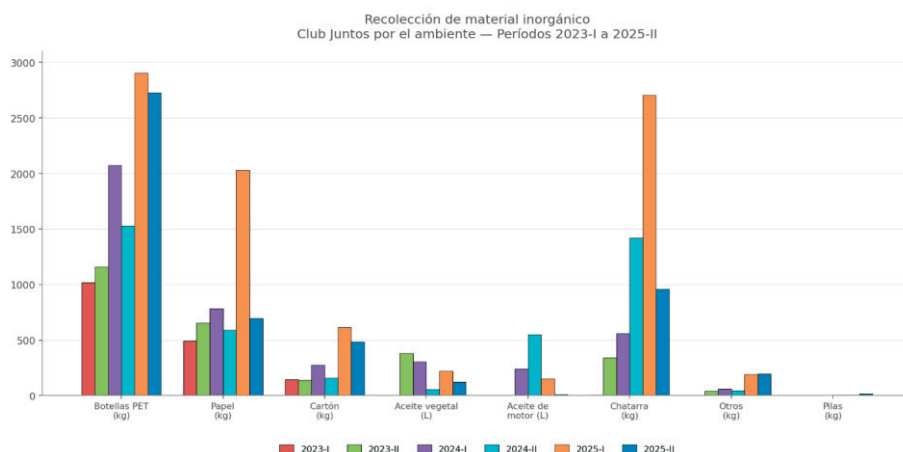
**Tabla 3.**

*Recolección de material inorgánico por tipo de residuo (kg - l), 2023-I a 2025-II*

Período semestral de clases	Botellas PET (kg)	Papel (kg)	Cartón (kg)	Aceite vegetal (l)	Aceite de motor (l)	Chatarra (kg)	Otros	Pilas (kg)
2023 - I	1019,3	490,7	145,1	0	0	5,2	2,6	0
2023 - II	1158,8	654	140,5	380	0	343,3	41,3	0
2024 - I	2072,5	783,5	276	306	240	560,8	60,7	0
2024 - II	1527,36	591	160	57,27	550	1418	45,5	6,2
2025 - I	2901,98	2031	614	220	150	2704,5	192,5	6,66
2025-II	2728,37	696,72	484,7	124,184783	8,43	959	196,5	17,5
TOTAL	11408,31	5246,92	1820,3	1087,45478	948,434783	5990,8	539,1	30,36

**Figura 3.**

*Recolección de material inorgánico por tipo de residuo, 2023-I a 2025-II.*



En la figura 3 Se muestra la recolección de material inorgánico realizada por el "Club Juntos por el Ambiente" del ISTCT durante los períodos comprendidos entre 2023-I y 2025-II. Se observa que las botellas PET constituyen el principal residuo recolectado, alcanzando valores cercanos a los 2,000 kg en algunos períodos, lo que representa una contribución significativa al reciclaje de plásticos en la institución. Sin embargo, a pesar de estos logros, la recolección y manejo de este material se realiza de manera manual, lo que limita la eficiencia del proceso y representa un

desafío operativo para la comunidad educativa. Este enfoque no solo implica un mayor esfuerzo físico, sino que también podría generar ineficiencias en la compactación y almacenamiento del material, dificultando su transporte y su posterior procesamiento en plantas de reciclaje.

Los datos de la Tabla 3 muestran que, además del PET, el Club recolecta volúmenes relevantes de chatarra (5.990,8 kg), papel (5.246,92 kg), cartón (1.820,3 kg) y aceites, lo que evidencia un programa de gestión de residuos multimaterial; el PET se mantiene como el flujo predominante a lo largo de los seis semestres.

#### 4. DISCUSIÓN

La implementación de máquinas compactadoras de botellas plásticas en instituciones educativas representa una estrategia efectiva para abordar el problema de los residuos plásticos. Estas máquinas no solo contribuyen a la reducción del volumen de residuos, sino que también facilitan el transporte y reciclaje del PET, promoviendo la economía circular y reduciendo la huella ambiental de las universidades. Además, sirven como herramientas educativas que pueden transformar la cultura de reciclaje en las instituciones, fomentando la participación activa de estudiantes y personal docente en iniciativas de sostenibilidad.

La contaminación por plásticos, particularmente por Polietileno Tereftalato (PET), sigue siendo un desafío ambiental crítico en el contexto global y local. A pesar de los esfuerzos del "Club Juntos por el Ambiente" del ISTCT, que ha logrado recolectar más de 11 toneladas de PET entre 2023 y 2025, el proceso se sigue realizando manualmente, lo que limita la eficiencia y sostenibilidad de estas actividades. Este enfoque manual no solo incrementa el esfuerzo físico necesario, sino que también dificulta el almacenamiento y transporte de los residuos recolectados, generando cuellos de botella en el proceso de reciclaje. Esta situación pone de manifiesto la necesidad urgente de tecnificar los procesos de manejo de residuos dentro de las instituciones educativas, especialmente mediante la implementación de tecnologías como máquinas compactadoras diseñadas por los propios estudiantes.

La implementación de estas máquinas no solo reduciría significativamente el volumen de residuos plásticos, optimizando su transporte y almacenamiento, sino que también fomentaría el aprendizaje práctico y la innovación tecnológica en los estudiantes. Proyectos como el desarrollado por Pezo-Heredia y Villacres-Carcelén (2019) en el ISTCT demuestran el impacto positivo de estas iniciativas. Sin embargo, para garantizar su éxito a largo plazo, es esencial establecer mecanismos de monitoreo y seguimiento que aseguren la continuidad de las buenas prácticas. Esto no solo permitirá maximizar los beneficios ambientales y operativos, sino que también consolidará a las instituciones educativas como actores clave en la transición hacia una economía circular y en la formación de profesionales comprometidos con la sostenibilidad.

En el plano técnico, la máquina del ISTCT (Pezo-Heredia y Villacres-Carcelén, 2019) se diseñó con herramientas de diseño asistido por computadora (*SolidWorks*) y emplea un mecanismo biela-manivela accionado por un motor eléctrico de 0,2 kW, con capacidad de compactar hasta 38.400 botellas por turno de 8 horas y una reducción de volumen del 75%, lo que optimiza el almacenamiento y el transporte hacia los centros de reciclaje. Comparada con la recicladora por corte de Hidalgo Aguilera et al. (2017) —orientada a transformar las botellas en hilos y cintas para nuevos procesos productivos—, ambas tecnologías abordan el problema desde perspectivas

complementarias: reducción de volumen frente a transformación del material, evidenciando que distintas soluciones pueden integrarse para maximizar el aprovechamiento del PET. Disponer de los diagramas y esquemas técnicos del diseño facilita su replicación, pero garantizar la sostenibilidad de la iniciativa exige mecanismos de seguimiento y monitoreo que eviten que los esfuerzos se diluyan con el tiempo.

En cuanto al impacto ambiental, la compactación permite que las botellas ocupen menos espacio en los rellenos sanitarios, reduciendo la demanda de áreas de disposición final y la contaminación del suelo y las aguas subterráneas (Meza de Luna et al., 2022), y facilita el transporte del PET a centros donde puede transformarse en nuevos productos, como filamentos para impresoras 3D o materiales compuestos (Lezama Bacilio, 2024; Berdeja Zambrana y Colque Ayaviri, 2025). Estas iniciativas tecnológicas se potencian con políticas públicas: incentivos gubernamentales y normativas claras podrían acelerar la adopción de compactadoras y recicladoras en el marco de la economía circular (Gaona-Castillo y Contreras-Jaramillo, 2024), contribuyendo al ODS 12 sobre producción y consumo responsables. Más allá de su función técnica, estas tecnologías operan como herramienta educativa: la inclusión de programas de sostenibilidad, campañas de concientización y talleres prácticos puede transformar los hábitos de la comunidad hacia prácticas más responsables (Moreira Ortega et al., 2023), consolidando a las instituciones educativas como agentes de cambio en la cultura de reciclaje.

El estudio destaca la necesidad de integrar estas máquinas en un marco más amplio de políticas públicas y estrategias educativas que promuevan el reciclaje y la sostenibilidad. La colaboración entre universidades, gobiernos locales y empresas privadas es crucial para financiar y apoyar la implementación de estas tecnologías, asegurando su éxito a largo plazo.

Este estudio presenta varias limitaciones que conviene considerar al interpretar sus resultados. En primer lugar, el análisis estadístico se basa en una serie de únicamente seis observaciones semestrales (2023-I a 2025-II), por lo que las estimaciones de tendencia tienen carácter exploratorio y no permiten realizar inferencias estadísticas robustas ni generalizar los hallazgos a otras instituciones. En segundo lugar, al tratarse de un diseño observacional sin grupo de comparación, no es posible atribuir causalidad: el incremento en la recolección de PET se asocia al fortalecimiento de las campañas de concienciación y a la recolección manual, pero no puede vincularse al funcionamiento de la máquina compactadora, que a la fecha de este estudio aún no se encuentra en operación. Finalmente, los datos provienen de registros de una sola institución y de un único flujo de residuos predominante (PET), lo que limita su representatividad. Futuras investigaciones podrían ampliar el período de observación, incorporar instituciones adicionales y evaluar el impacto directo de la compactadora una vez puesta en marcha.

## 5. CONCLUSIONES

El análisis de tendencia evidenció un crecimiento sostenido del 167.7% en la recolección de material entre el primer y el último semestre del estudio. Este incremento demuestra el valor intrínseco de los programas de concientización como motores de la cultura ambiental dentro del campus universitario.

El hallazgo central del estudio revela una marcada brecha entre la capacidad técnica instalada y su aprovechamiento real. A pesar de que la institución cuenta desde 2019 con una máquina compactadora de PET —desarrollada por sus propios estudiantes y capaz de reducir el volumen del material hasta en un 75%—, la recolección y el manejo continúan realizándose de forma manual. Esto demuestra que el avance observado responde al esfuerzo de concienciación humana y no a la tecnificación del proceso, lo que limita la eficiencia operativa del sistema.

Finalmente, se concluye que la simple disponibilidad de la tecnología es insuficiente si no está respaldada por mecanismos sistemáticos de seguimiento y evaluación. Sin una estrategia de monitoreo que asegure la puesta en operación y continuidad de la infraestructura, los beneficios ambientales, educativos y de economía circular —alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)— corren el riesgo de diluirse en el tiempo.

## 6. REFERENCIAS

**Berdeja Zambrana, R. C., & Colque Ayaviri, J. C. (2025).**

Desarrollo y aplicación de equipos caseros para la recuperación mecánica de plásticos. *Journal Boliviano de Ciencias*, 21(57). <https://doi.org/10.52428/20758944.v21i57.1323>

**Fondo Mundial para la Naturaleza. (2024, junio 10).**

Ecuador lidera una histórica hoja de ruta para reducir la contaminación por plásticos. <https://www.wwf.org.ec/?389213/Ecuador-lidera-una-historica-hoja-de-ruta-para-reducir-la-contaminacion--por-plasticos>

**Gaona-Castillo, L., & Contreras-Jaramillo, M. (2024).**

Políticas públicas y reciclaje: Contribución para la sostenibilidad ambiental en Ecuador. *Revista Económica*, 12(2). <https://doi.org/10.54753/rve.v12i2.2182>

**Hidalgo Aguilera, L., Imbaquingo, J., & Mideros, D. (2017).**

Diseño e implementación de una máquina recicladora de botellas plásticas por corte, controlada automáticamente. *Enfoque UTE*, 8(5), 89–102. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n5.183>

**Lezama Bacilio, V. J. (2024).**

Modelo de transferencia tecnológica entre la universidad y la empresa para la fabricación de muebles ergonómicos a partir de plástico reciclado y madera recuperada [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].

**Meza de Luna, A., García Reyes, E., González Herrada, R., Sierra Ortiz, R. B., Chávez Valdivia, F., & Reyes Cortes, R. (2022).**

Diseño y construcción de extrusora de PET reciclado. *Conciencia Tecnológica*, (63).

**Moreira Ortega, R. A., Velastegui Peñafiel, M., & Carchipulla Alvarado, E. (2023).**

Análisis de campaña de conciencia del reciclaje ambiental en una institución de educación superior. *Revista de Investigación, Formativa, Innovación y Aplicaciones*, 5(2).

**Ormaza Andrade, J. E., Neira Neira, M. L., Giler Escandón, L. V., & Quevedo Vázquez, J. O. (2020).**

Máquina bio-recicladora de plástico PET: Un emprendimiento viable. Caso Azogues–Ecuador. *TELOS: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 22(2), 395–409. <https://doi.org/10.36390/telos222.11>

**Pérez Segovia, R. J., & Núñez Solano, S. J. (2025).**

Estrategias de implementación de sistemas I+D+i en la gestión de residuos sólidos de la Universidad Central del Ecuador. 5(2). <https://doi.org/10.70208/3007.8245.v5.n2.121>

**Pérez, J. A., & Gómez, M. L. (2026).**

Diseño de una máquina compactadora de botellas plásticas de material PET para el aumento de material reciclado en la UTS [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Santander].

**Pezo Heredia, C. D., & Villacres Carcelén, J. H. (2019).**

Construcción de una máquina compactadora de botellas de plástico (ISTCT 2018–2019) [Tesis de grado, Instituto Superior Tecnológico Central Técnico].