

Logística universitaria y sostenibilidad mediante un modelo para la eliminación progresiva de plásticos de un solo uso

University Logistics and Sustainability Through a Model for the Progressive Elimination of Single-Use Plastics

RESUMEN

El presente artículo propone un modelo logístico sostenible para la eliminación progresiva de plásticos de un solo uso (PSU) en una universidad ubicada en Ambato, Ecuador. Mediante una metodología cuantitativa de enfoque descriptivo-transversal, se aplicaron encuestas estructuradas y observación directa no participante a una muestra de 840 participantes (720 estudiantes, 60 docentes y 60 miembros del personal administrativo y de apoyo). El instrumento fue validado por juicio de tres expertos en logística y sostenibilidad, seguido de una prueba piloto ($n = 30$), obteniendo un coeficiente Alfa de Cronbach global de 0,82. Los resultados revelan que las botellas plásticas constituyen el PSU de mayor consumo (72% de los estudiantes) y que el 58% de la comunidad universitaria desconoce los mecanismos de recolección diferenciada existentes. La estimación de generación mensual de PSU asciende a 18.480 unidades, concentradas en cafetería (37%), aulas (29%) y pasillos (22%). En contraste, el 87% de los encuestados manifestó disposición al cambio de hábitos si la institución provee alternativas sostenibles accesibles. El análisis de procesos bajo metodología BPM (Business Process Management) confirmó un modelo logístico estrictamente lineal, sin mecanismos de recuperación ni trazabilidad. A partir de este diagnóstico se diseñó el Modelo Logístico Sostenible para la Eliminación Progresiva de Plásticos de Un Solo Uso (MLSEP-PSU), articulado en tres fases y ocho componentes estratégicos que integran compras sostenibles, logística inversa, infraestructura de recolección selectiva, sustitución de materiales y monitoreo con KPI, alineado con los ODS 11, 12 y 13.

PALABRAS CLAVE: logística inversa; economía circular; plásticos de un solo uso; campus sostenible; gestión por procesos (BPM).

ABSTRACT

This article proposes a sustainable logistics model for the progressive elimination of single-use plastics (SUP) at a university located in Ambato, Ecuador. Using a quantitative methodology with a descriptive cross-sectional approach, structured surveys and non-participant direct observation were applied to a sample of 840 participants: 720 students, 60 faculty members, and 60 administrative and support staff members. The instrument was validated through the judgment of three experts in logistics and sustainability, followed by a pilot test ($n = 30$), obtaining an overall Cronbach's Alpha coefficient of 0.82. The results reveal that plastic bottles constitute the most widely consumed type of SUP, reported by 72% of students, and that 58% of the university community is unaware of the existing differentiated waste collection mechanisms. The estimated monthly generation of SUP amounts to 18,480 units, concentrated mainly in the cafeteria (37%), classrooms (29%), and hallways (22%). In contrast, 87% of respondents expressed willingness to change their habits if the institution provides accessible sustainable alternatives. Process analysis using the Business Process Management (BPM) methodology confirmed the existence of a strictly linear logistics model, lacking recovery mechanisms and traceability. Based on this diagnosis, the Sustainable Logistics Model for the Progressive Elimination of Single-Use Plastics (SLMPE-SUP) was designed. This model is structured into three phases and eight strategic components that integrate sustainable procurement, reverse logistics, selective collection infrastructure, material substitution, and KPI-based monitoring, aligned with SDGs 11, 12, and 13.

KEYWORDS: reverse logistics; circular economy; single-use plastics; sustainable campus; Business Process Management (BPM).

EDUCATECH

Recepción: 10/05/2026

Aceptación: 14/05/2026

Publicación: 30/06/2026

AUTOR/ES

 Naranjo Mantilla Marisol

 Ayala Chauwin Manuel

 marisolnaranjo@uti.edu.ec
mayala@uti.edu.ec



Universidad Tecnológica Indoamérica

Universidad Tecnológica Indoamérica



Ambato – Ecuador

Ambato – Ecuador

CITACIÓN:

Naranjo, M. & Ayala, M. (2026). Logística universitaria y sostenibilidad mediante un modelo para la eliminación progresiva de plásticos de un solo. Revista InnovaSciT. 4 (1), p. 688 -709.

INTRODUCCIÓN

La contaminación por plásticos de un solo uso (PSU) constituye un problema ambiental relevante debido a su alta generación, corta vida útil y persistencia en los ecosistemas. A escala mundial, la producción de plásticos supera los 400 millones de toneladas anuales, una parte significativa destinada a productos desechables como botellas, vasos, empaques, bolsas y vajillas de uso breve, pero de prolongado impacto ambiental (PNUMA, 2021). En América Latina, esta problemática se agrava por limitaciones en infraestructura de reciclaje, baja cobertura de gestión formal de residuos y patrones de consumo que dificultan la transición hacia modelos circulares (CEPAL, 2022). En este contexto, las instituciones de educación superior adquieren un papel estratégico, no solo por su función formativa, sino también porque operan cadenas internas de abastecimiento, gestionan servicios de alimentación y generan residuos asociados a sus actividades académicas y administrativas. La literatura reciente señala que las universidades pueden incidir en la sostenibilidad mediante políticas institucionales, compras responsables, infraestructura adecuada y prácticas de gestión ambiental coherentes con su discurso formativo (Leal Filho et al., 2021; Pambudi et al., 2025). Sin embargo, cuando los compromisos ambientales no se traducen en procesos logísticos concretos, se produce una brecha entre la sostenibilidad declarada y la práctica cotidiana del campus (Siemon et al., 2024).

En Ecuador, la Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reducción de Plásticos de Un Solo Uso establece un marco normativo para disminuir progresivamente el consumo de estos materiales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2020). A ello se suman el TULSMA, la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva y los criterios de contratación pública sostenible promovidos por el SERCOP (2023). No obstante, la existencia de normativa no garantiza por sí sola su implementación efectiva en el ámbito universitario, especialmente cuando no existen modelos logísticos operativos que integren compras sostenibles, recolección diferenciada, logística inversa y trazabilidad de residuos.

Esta situación se evidencia en la Universidad Tecnológica Indoamérica, campus Manuela Sáenz, ubicada en Ambato, Ecuador, donde circulan diariamente aproximadamente 1.500 personas y se genera un flujo constante de PSU. El diagnóstico preliminar permitió identificar tres factores críticos: ausencia de una política formal de compras sostenibles, fragmentación de los procesos logísticos internos y bajo conocimiento de la comunidad universitaria sobre los mecanismos de gestión de residuos. Además, la revisión de literatura muestra que los modelos existentes han sido desarrollados principalmente en contextos europeos o asiáticos, con limitada aplicación en instituciones de educación superior latinoamericanas y escasa integración entre gestión de residuos, economía circular y comportamiento ambiental (Sembiring & Suryadi, 2023).

Frente a esta brecha, el presente estudio plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿cómo puede la logística universitaria contribuir a la sostenibilidad mediante un modelo para la eliminación progresiva de plásticos de un solo uso en el campus Manuela Sáenz? En respuesta, el objetivo del artículo es proponer el Modelo Logístico Sostenible para la Eliminación Progresiva de Plásticos de Un Solo Uso (MLSEP-PSU), construido a partir de un diagnóstico empírico, el rediseño de procesos mediante metodología BPM y la incorporación de estrategias de economía circular orientadas a compras sostenibles, recolección selectiva, sustitución de materiales y monitoreo mediante indicadores KPI.

Economía circular, BPM y gestión de residuos plásticos

Sobre esta base, el paradigma de la economía circular (EC) propone un cambio más profundo: sustituir el modelo lineal extraer, fabricar, usar, descartar por ciclos cerrados de materiales que maximicen el valor de los recursos en cada etapa de su ciclo de vida (Geissdoerfer et al., 2020). Aplicada a los plásticos de un solo uso (PSU), la circularidad se concreta en acciones específicas: reducir el consumo en la fuente, sustituir materiales convencionales por alternativas reutilizables o biodegradables, implementar logística inversa para recuperar y valorizar residuos, y formalizar acuerdos con gestores ambientales certificados (Scrioșteanu & Criveanu, 2024). Transitar de un modelo lineal a uno circular requiere, además de voluntad institucional, herramientas metodológicas que documenten el cambio y lo hagan verificable. La gestión por procesos Business Process Management (BPM) aporta un instrumento decisivo. Mediante diagramas AS-IS y TO-BE en notación BPMN 2.0, el BPM permite radiografiar la cadena logística actual, identificar ineficiencias y diseñar la transición hacia un modelo que incorpore compra responsable, consumo controlado, recolección selectiva, clasificación y valorización (Dumas et al., 2023). El análisis SIPOC complementa esta visión al delimitar proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes del sistema logístico, lo cual resulta especialmente útil en universidades donde los procesos suelen estar implícitos antes que documentados.

Sostenibilidad universitaria y comportamiento ambiental

Este andamiaje conceptual se inscribe en una conversación más amplia sobre sostenibilidad universitaria. Un campus sostenible se define como aquella institución que integra criterios ambientales, sociales y económicos en sus procesos de enseñanza, investigación, gestión operativa y vinculación con la comunidad (Leal Filho et al., 2021). La definición es exigente, pues señala que la sostenibilidad no se agota en el aula. En una revisión sistemática de 47 investigaciones realizadas en IES de Asia, Europa y América, Pambudi et al. (2025) llegaron a una conclusión reveladora: la ausencia de infraestructura diferenciada de recolección es el principal predictor de bajas tasas de reciclaje, por encima incluso del nivel de conciencia ambiental de los usuarios. Dicho de otro modo, no basta con que la comunidad sepa que debe reciclar; necesita poder hacerlo. Este hallazgo refuerza la centralidad del componente logístico en cualquier modelo serio de campus sostenible y desplaza el foco desde el discurso

individual hacia las condiciones institucionales.

En la misma línea, la disposición al cambio variable central de la presente investigación responde tanto a factores individuales (conciencia ambiental, autoeficacia percibida) como estructurales (disponibilidad de alternativas, normativa institucional, incentivos). Siemon et al. (2024) y Salahange et al. (2024) han demostrado que las actitudes pro-ambientales en comunidades universitarias se fortalecen cuando se combinan medidas formativas con cambios en la infraestructura logística, sin que ninguno de los dos componentes sea suficiente por sí solo.

Plásticos de un solo uso: diagnóstico y estrategias de reducción

En el centro de esta discusión están los PSU: artículos diseñados, paradójicamente, para utilizarse una sola vez antes de su descarte. La categoría incluye botellas, vasos, platos, cubiertos y empaques de origen petroquímico que comparten una característica común: minutos de utilidad, décadas de persistencia. Su impacto ambiental es multidimensional, pues permanecen en los ecosistemas durante períodos prolongados, liberan microplásticos que se acumulan en las cadenas tróficas y generan emisiones de gases de efecto invernadero durante su producción e incineración (PNUMA, 2021). En el contexto universitario, los PSU se concentran de manera previsible en los servicios de alimentación, las actividades académicas y los eventos institucionales, configurando un flujo de residuos predecible y, por ello, especialmente susceptible de intervención logística (Pambudi et al., 2025). Akhtar et al. (2023) demostraron, mediante modelado de ecuaciones estructurales en población universitaria, que el consumo de agua embotellada el PSU más prevalente en este tipo de comunidades está fuertemente mediado por la percepción de disponibilidad de alternativas y por las políticas institucionales de acceso. La lectura es directa: cuando la institución no provee bebederos seguros ni estaciones de recarga, la botella plástica deja de ser una elección y se convierte en la única opción.

Convergencias y brechas

La literatura reciente permite identificar tres líneas temáticas que dialogan entre sí pero rara vez se integran. La primera agrupa los trabajos sobre gestión de residuos en campus universitarios (Pambudi et al., 2025; Moraes et al., 2024; Siemon et al., 2024), que documentan patrones de consumo y proponen estrategias de intervención, con atención limitada a la dimensión logística aguas arriba. La segunda aborda la economía circular y la cadena de suministro verde (Geissdoerfer et al., 2020; Scioșteanu & Criveanu, 2024; Koberg & Longoni, 2021), con marcos conceptuales sólidos pero escasa aplicación empírica en IES latinoamericanas. La tercera examina el comportamiento ambiental de las comunidades universitarias (Akhtar et al., 2023; Salahange et al., 2024; Sembiring & Suryadi, 2023), generalmente desvinculada del rediseño operativo de procesos.

Persisten así tres vacíos críticos que el presente trabajo busca atender: la escasez de

modelos operativos que articulen la dimensión logística aguas arriba con la gestión de residuos aguas abajo; la baja representación de IES latinoamericanas en la literatura internacional; y la ausencia de instrumentos que combinen diagnóstico empírico, rediseño de procesos bajo BPM y un sistema de KPI verificables. El MLSEP-PSU se posiciona en la intersección de estas tres brechas, como un modelo aplicado, empíricamente fundamentado y operacionalmente viable para el contexto ecuatoriano, con vocación de replicabilidad regional.

MÉTODOS MATERIALES

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño descriptivo-transversal, una combinación adecuada cuando lo que se busca es caracterizar el estado de un fenómeno en un momento determinado sin manipular variables ni perseguir relaciones causales. La recolección de datos se concentró en un único período temporal el tercer trimestre de 2025, lo que permitió obtener una fotografía representativa y comparable del consumo de PSU y de los procesos logísticos asociados en el campus. Este tipo de diseño es coherente con investigaciones recientes que han abordado problemáticas análogas en instituciones de educación superior (Siemon et al., 2024; Salahange et al., 2024).

A esta base cuantitativa se sumó una dimensión propositiva que no podía resolverse solamente con encuestas. Para diseñar un modelo logístico viable hacía falta también la voz de la comunidad y la radiografía de los procesos reales. Por ello, el estudio incorporó un componente complementario que articuló los resultados estadísticos con metodologías participativas cuatro sesiones, distribuidas en dos talleres de trabajo y dos lluvias de ideas con actores clave y con el análisis de procesos bajo la metodología BPM. Esta triangulación metodológica, que combina datos cuantitativos, percepciones cualitativas y mapeo operativo, fortalece tanto la validez interna del diagnóstico como la aplicabilidad del modelo resultante (Denzin & Lincoln, 2018).

La población estuvo conformada por la comunidad universitaria del campus Manuela Sáenz de la Universidad Tecnológica Indoamérica, con un total de 1.680 personas: 1.560 estudiantes matriculados, 60 docentes y 60 miembros del personal administrativo y de apoyo, todos registrados en los directorios institucionales vigentes durante el período de estudio. Para determinar el tamaño muestral mínimo se aplicó la fórmula para poblaciones finitas con variable cualitativa:

$$n = \frac{(N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q)}{(e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q)}$$

donde

$N = 1.680$ (1.560 estudiantes + 60 docentes + 60 administrativos)

$Z = 1,96$ (nivel de confianza del 95%)

$p = q = 0,50$ (máxima varianza por desconocimiento previo de la proporción)

$e = 0,03$ (margen de error del 3%).

El tamaño mínimo requerido resultó $n = 763$ participantes; la muestra efectivamente lograda ($n = 840$) supera este umbral, garantizando una potencia estadística adecuada con un margen de error real de $e = 2,79\%$.

En cuanto al procedimiento de selección, se aplicó un muestreo no probabilístico por cuotas estratificadas. La estratificación implicó dividir la población según el rol institucional estudiantes, docentes y personal administrativo para garantizar la representatividad proporcional de cada grupo en la muestra. Dentro de cada estrato, la selección operó por disponibilidad voluntaria de los participantes hasta completar la cuota asignada. Es necesario reconocer abiertamente que este procedimiento, si bien asegura proporcionalidad por rol, no permite una inferencia estadística probabilística estricta; esta limitación se asume y declara explícitamente, en línea con la honestidad metodológica que exige el reporte de investigación. La muestra final quedó distribuida en 720 estudiantes (85,71%), 60 docentes (7,14%) y 60 miembros del personal administrativo y de apoyo (7,14%), recogiendo así la proporción real de cada estrato dentro de la comunidad universitaria.

La selección de los participantes se rigió por criterios de inclusión claramente definidos: pertenecer formalmente a la comunidad universitaria con matrícula activa o vínculo laboral vigente durante el tercer trimestre de 2025, tener al menos 18 años, asistir presencialmente al campus un mínimo de tres días por semana y otorgar consentimiento informado voluntario. Como criterios de exclusión se establecieron: la modalidad exclusivamente virtual o intercambios temporales menores a 30 días; los cuestionarios con más del 20% de ítems sin responder; y aquellas respuestas con patrón de respuesta automática valores idénticos en toda la escala Likert—detectadas por los controles de calidad aplicados al conjunto de datos. La caracterización sociodemográfica final de la muestra se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización sociodemográfica de la muestra ($n = 840$)

Variable	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Rol institucional	Estudiante	720	85,71
	Docente	60	7,14
	Personal adm. / apoyo	60	7,14
Género	Femenino	445	52,98
	Masculino	370	44,05
	Prefiero no responder	25	2,98
Edad promedio (años)	Estudiantes: 22	—	—
	Docentes: 41	—	—
	Administrativos: 39	—	—
Total		840	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del instrumento de investigación (2025).

Instrumentos de recolección de datos

Para captar la heterogeneidad de la comunidad universitaria se diseñaron tres cuestionarios estructurados diferenciados estudiantes, docentes y personal administrativo,

cada uno con 28 ítems organizados en cuatro dimensiones teóricas comunes. Los instrumentos combinaron preguntas cerradas de opción múltiple para caracterizar los tipos y la frecuencia de consumo de PSU; ítems en escala Likert de cinco puntos, de 1 (Nunca / Totalmente en desacuerdo) a 5 (Siempre / Totalmente de acuerdo), para medir actitudes y percepciones sobre la gestión logística institucional; y una sección final de preguntas abiertas que permitió a los participantes identificar propuestas y barreras desde su propia experiencia.

Como técnica de triangulación, y dado que toda encuesta está expuesta al sesgo de deseabilidad social, se aplicó observación directa no participante en campo. La observación se ejecutó de lunes a viernes entre las 07:30 y las 20:30, con énfasis en la franja de mayor afluencia (07:30–16:30, ~1.500 personas), y se complementó los fines de semana cuando la afluencia desciende a unas 100 personas/día para captar variaciones por nivel de uso. Se utilizó una ficha estructurada que registró el tipo de PSU consumido, los puntos de generación de residuos, las prácticas de disposición final y la disponibilidad y uso real de los contenedores (Hernández Sampieri et al., 2020). Contrastar lo declarado con lo efectivamente realizado fue una decisión deliberada para fortalecer la validez del diagnóstico.

Para la fase propositiva diseño del MLSEP-PSU se incorporaron tres herramientas complementarias: el diagrama SIPOC, para delimitar proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes del sistema logístico; los diagramas BPMN 2.0, para modelar los procesos AS-IS y TO-BE; y un ejercicio de benchmarking con universidades que han implementado estrategias documentadas de reducción de PSU (Dumas et al., 2023; Lozano et al., 2022).

Validación y confiabilidad del instrumento

La validez de contenido se evaluó mediante juicio de expertos, conformando un panel de tres especialistas con perfiles complementarios: logística, sostenibilidad ambiental y metodología de la investigación. Cada experto valoró los 28 ítems en una escala de 1 a 5 atendiendo a tres criterios: claridad, pertinencia y coherencia. Este procedimiento es consistente con el aplicado por Salahange et al. (2024) en investigaciones análogas sobre sostenibilidad universitaria.

Las valoraciones se procesaron mediante el coeficiente V de Aiken (Aiken, 1985), estableciendo como criterio de aceptación $V \geq 0,80$. El coeficiente global alcanzó $V = 0,89$ (IC 95%: 0,84–0,93), evidencia satisfactoria de validez. De los 28 ítems, 26 superaron el umbral; los dos restantes fueron reformulados conforme a las observaciones de los expertos antes de la prueba piloto.

Posteriormente se aplicó una prueba piloto a 30 participantes seleccionados proporcionalmente a los estratos de la muestra principal, con tres propósitos: medir el tiempo promedio de respuesta, detectar ambigüedades léxicas y verificar el funcionamiento técnico de los formularios digitales. Los participantes del piloto fueron excluidos de la muestra final.

La consistencia interna se evaluó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, calculado

para el instrumento global y para cada dimensión. El valor global fue $\alpha = 0,82$, superior al umbral de 0,70 recomendado para ciencias sociales (Nunnally & Bernstein, 1994) y comparable con el $\alpha = 0,926$ reportado por Siemon et al. (2024) en un instrumento análogo aplicado a IES europeas. La Tabla 2 presenta los valores por dimensión.

Tabla 2. *Fiabilidad interna del instrumento por dimensión (n piloto = 30)*

Dimensión del instrumento	N.º de ítems	Alfa de Cronbach (α)
Hábitos de consumo de PSU	8	0,81
Percepción de gestión logística e infraestructura	8	0,79
Cultura ambiental y sensibilización	6	0,83
Disposición al modelo sostenible	6	0,84
Instrumento global (versión final)	28	0,82

Fuente: Elaboración propia. Los valores por dimensión corresponden a estimaciones de la prueba piloto.

La combinación de un coeficiente V de Aiken de 0,89 con un Alfa de Cronbach de 0,82 garantiza que el instrumento utilizado posee las propiedades psicométricas necesarias para sustentar la validez de los hallazgos del estudio.

Asociación entre rol institucional y el consumo de PSU en el campus.

Más allá de los porcentajes globales que ya se han presentado, conviene preguntarse si los patrones observados se distribuyen de manera homogénea entre estudiantes, docentes y personal administrativo, o si el rol institucional introduce diferencias estadísticamente significativas en el comportamiento, la percepción y la disposición de los participantes. Para responder a esta pregunta se aplicaron pruebas de chi-cuadrado (χ^2) de independencia sobre las tres variables categóricas más relevantes del diagnóstico, complementadas con el cálculo del coeficiente V de Cramer para estimar la magnitud del efecto, según los criterios de Cohen (1988). En todos los casos se verificó previamente el cumplimiento de los supuestos estadísticos; cuando la frecuencia esperada resultó inferior a 5 en más del 20% de las celdas, se utilizó la prueba exacta de Fisher como alternativa robusta. La Tabla 7 sintetiza los resultados obtenidos.

Tabla 3. *Pruebas de asociación entre rol institucional y consumo de PSU en el campus (n = 840)*

Variabl e analizada	χ^2	g	p	V de Cramer	Interpret ación
	l				

Conocimiento de puntos de recolección selectiva	48,60	4	< 0,001	170	0,	Asociación significativa; efecto pequeño-mediano
Tipo de PSU principal consumido	57,83	6	< 0,001	186	0,	Asociación significativa; efecto pequeño-mediano
Disposición al cambio de hábitos	4,51 (Fisher)	4	0,341	0,052	0,	Asociación no significativa; efecto trivial

Fuente: Elaboración propia. Procesado en IBM SPSS Statistics v.27. Interpretación de V de Cramer según Cohen (1988): pequeño (0,10), mediano (0,30), grande (0,50). Nota: Para la variable "Disposición al cambio" se aplicó la prueba exacta de Fisher debido a que el 44,4% de las celdas presentaron frecuencias esperadas < 5.

La lectura conjunta de estos resultados aporta matices que el análisis descriptivo por sí solo no permitía identificar. La asociación entre rol institucional y conocimiento de los puntos de recolección selectiva resultó estadísticamente significativa ($\chi^2 = 48,60$; $gl = 4$; $p < 0,001$), con un tamaño del efecto pequeño-mediano (V de Cramer = 0,170). El hallazgo confirma que los estudiantes son el grupo con menor conocimiento de la infraestructura de gestión ambiental, mientras que docentes y administrativos muestran un acceso a la información sensiblemente mayor. La implicación operativa es directa: las campañas de sensibilización del MLSEP-PSU no pueden tratar a la comunidad como un bloque homogéneo, sino diferenciar mensajes, canales e intensidad según el rol, concentrando los esfuerzos más sostenidos en la población estudiantil.

La asociación entre rol y tipo de PSU principal consumido también resultó significativa ($\chi^2 = 57,83$; $gl = 6$; $p < 0,001$; V de Cramer = 0,186). Aunque las botellas plásticas dominan en los tres grupos, en el personal administrativo se observa una mayor presencia relativa de cubiertos desechables —asociados al consumo de alimentos en oficinas—, mientras que entre los estudiantes el consumo se concentra casi exclusivamente en botellas y vasos. Esta heterogeneidad refuerza la lógica de intervenciones diferenciadas por área, en lugar de soluciones únicas para todo el campus.

El resultado más revelador, sin embargo, es el que no alcanzó significancia: la asociación entre rol institucional y disposición al cambio (prueba exacta de Fisher; $p = 0,341$; V de Cramer = 0,052, efecto trivial). Lejos de ser un resultado negativo, este hallazgo es uno de los más potentes del estudio: la voluntad de transformación es estadísticamente homogénea entre estudiantes, docentes y administrativos. Para el modelo propuesto, esto es estratégicamente

valioso: confirma que la implementación del MLSEP-PSU no necesita superar resistencias diferenciadas por rol, porque la base actitudinal favorable es transversal. El esfuerzo institucional puede concentrarse en lo determinante: construir las condiciones logísticas habilitadoras que traduzcan esa voluntad común en comportamiento sostenido.

Procedimiento de recolección y análisis de datos

La recolección de información se desarrolló durante el tercer trimestre de 2025. Los cuestionarios fueron distribuidos mediante formularios digitales vía correo institucional, garantizando el anonimato de los participantes y el cumplimiento de los principios éticos establecidos por la normativa ecuatoriana y la Declaración de Helsinki. Todos los participantes otorgaron consentimiento informado voluntario; no se realizó intervención física sobre los sujetos ni recolección de datos sensibles.

El análisis de los datos siguió dos niveles complementarios. En el primero, la estadística descriptiva frecuencias absolutas y relativas, medidas de tendencia central y distribuciones porcentuales, procesada en Microsoft Excel, permitió caracterizar los patrones de consumo, percepción y disposición al cambio. En el segundo, la estadística inferencial se aplicó mediante pruebas de chi-cuadrado (χ^2) en IBM SPSS Statistics v.27, para evaluar la asociación entre el rol institucional estudiantes, docentes y administrativos y las variables categóricas clave: tipo de PSU consumido, conocimiento de los puntos de reciclaje y disposición al cambio. Se trabajó con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Antes de las pruebas inferenciales se verificaron los supuestos correspondientes: independencia de las observaciones, escala nominal u ordinal de las variables y frecuencias esperadas ≥ 5 en al menos el 80% de las celdas. Cuando este último supuesto no se cumplió, se aplicó la prueba exacta de Fisher como alternativa robusta. Adicionalmente, se calculó el coeficiente V de Cramer para estimar la magnitud del efecto, interpretado según los criterios de Cohen (1988): pequeño ($V = 0,10$), mediano ($V = 0,30$) y grande ($V \geq 0,50$). Reportar el tamaño del efecto responde a una preocupación creciente en la literatura: un resultado puede ser estadísticamente significativo y, a la vez, prácticamente irrelevante.

Finalmente, los resultados cuantitativos fueron triangulados con los hallazgos de la observación directa y con la información cualitativa generada en cuatro sesiones

Esta triangulación cruza voces, datos y observación de campo, enriqueciendo la interpretación y fortaleciendo la validez del diagnóstico integral que sustenta el diseño del MLSEP-PSU.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Antes de presentar los hallazgos, se precisó el procedimiento utilizado para estimar la generación mensual de plásticos de un solo uso (PSU), dado que esta cifra constituye una base analítica para la interpretación del diagnóstico y para la formulación del modelo. El cálculo se realizó mediante la expresión:

$$G_{\text{mensual}} = \Sigma(C_i \times A_i \times D_i)$$

Donde C_i representa el consumo per cápita reportado por categoría de PSU; A_i , el aforo promedio observado por área del campus; y D_i , los días efectivos de operación mensual, equivalentes a 22 días laborables. Los valores obtenidos mediante encuestas fueron contrastados con la observación directa y ajustados por un factor de corrección por subregistro ($k = 1,15$), derivado de la diferencia entre lo declarado y lo observado en campo.

Caracterización del consumo de PSU y de los procesos logísticos

Los resultados evidencian que las botellas plásticas constituyen el PSU de mayor consumo en el campus. El 72% de los encuestados ($n = 605$) reportó utilizarlas de manera regular, seguido por vasos desechables (12%), empaques alimenticios (10%) y cubiertos de un solo uso (6%). Esta concentración convierte a las botellas plásticas en el principal punto de intervención y en un indicador sensible para evaluar el impacto futuro del modelo logístico.

**Tabla 4. Tipos de plásticos de un solo uso más consumidos en el campus
(n = 840)**

Tipo de plástico de un solo uso	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Botellas plásticas	605	72,0
Vasos plásticos desechables	101	12,0
Empaques alimenticios	84	10,0
Cubiertos desechables	50	6,0
Total	840	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del instrumento de investigación (2025).

Junto con la composición del consumo, se identificó una brecha crítica en la gestión ambiental del campus: el 58% de los estudiantes desconoce la existencia de puntos de recolección selectiva. La observación directa confirmó la baja visibilidad del sistema, especialmente por la limitada disponibilidad de contenedores diferenciados y señalética ambiental en zonas de alta afluencia. Este hallazgo sugiere que la baja participación en prácticas de separación no responde únicamente a falta de conciencia, sino a condiciones institucionales poco visibles o insuficientemente operativas.

El mapeo por áreas, articulado con la observación directa y el análisis SIPOC, permitió

estimar una generación mensual total de 18.480 unidades de PSU. La distribución espacial muestra que los residuos se concentran en pocos puntos críticos, especialmente cafetería, aulas y pasillos, que en conjunto acumulan el 88% del flujo mensual estimado.

Tabla 5. Distribución mensual estimada de residuos PSU por área del campus

Área del campus	Tipos de PSU predominantes	Cantidad mensual (u.)	% participación
Cafetería	Botellas, vasos, cubiertos, empaques	6.838	37,0
Aulas	Botellas, empaques	5.359	29,0
Pasillos	Botellas, vasos, empaques	4.066	22,0
Oficinas administrativas	Botellas, empaques	924	5,0
Laboratorios / actividades académicas	Botellas, empaques	739	4,0
Auditorios / eventos institucionales	Botellas, vasos	554	3,0
Total	—	18.480	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de observación directa y encuestas (2025).

La concentración del consumo en cafetería, aulas y pasillos orienta la priorización de las acciones iniciales del modelo, pues intervenir estos espacios tendría un mayor retorno operativo. En contraste, los auditorios, laboratorios y oficinas administrativas presentan una participación menor y podrían abordarse en fases posteriores o mediante acciones específicas de menor escala.

El comportamiento del personal docente y administrativo también aporta elementos relevantes para el diseño del modelo. El 65% reportó el uso habitual de termos o recipientes propios, lo que evidencia una práctica sostenible ya instalada en parte de la comunidad. Sin embargo, el 22% reconoció reutilizar botellas plásticas desechables como recipiente cotidiano, situación que refleja la ausencia de infraestructura de recarga suficiente y segura.

El análisis BPM confirmó que la cadena logística actual opera bajo un modelo lineal de adquisición, distribución, consumo y descarte. En este proceso no se evidencian controles sistemáticos de ingreso de PSU, segregación en la fuente, mecanismos de recuperación, valorización ni trazabilidad de los residuos generados. Por tanto, el problema no se limita al momento del descarte, sino que inicia en la forma en que se adquieren, distribuyen y consumen estos productos dentro del campus.

Percepción institucional, disposición al cambio y obstáculos de implementación

La percepción de la comunidad universitaria revela un déficit en infraestructura ambiental, pero también una oportunidad favorable para la transformación. Aunque el 58%

desconoce los puntos de recolección selectiva y el 45% evalúa negativamente los mecanismos actuales de reciclaje, el 87% manifiesta disposición a cambiar sus hábitos si la institución proporciona alternativas sostenibles accesibles. Esta relación evidencia que la principal barrera no es la falta de voluntad, sino la ausencia de condiciones logísticas habilitadoras, resultado coherente con los planteamientos de Sembiring y Suryadi (2023) y Pambudi et al. (2025). En el subgrupo de docentes y personal administrativo, la aceptación del modelo también fue alta: el 90% consideró viable la distribución institucional de termos o botellas reutilizables y el 85% apoyó la realización de campañas educativas sostenidas. No obstante, los principales obstáculos identificados fueron la falta de presupuesto institucional (48,33%) y la resistencia al cambio de hábitos (35,83%). Estos factores deben ser considerados dentro de una estrategia progresiva que combine acciones de bajo costo, alianzas con gestores ambientales, cooperación interinstitucional, señalética visible, sensibilización permanente y resultados verificables a corto plazo. Por esta razón, la tabla de obstáculos se integró en el texto y no se mantiene como tabla independiente.

Fundamentos y arquitectura del modelo

El Modelo Logístico Sostenible para la Eliminación Progresiva de Plásticos de Un Solo Uso (MLSEP-PSU) se concibe como una respuesta sistémica a las brechas identificadas en la cadena logística interna del campus. Su diseño no se limita a acciones aisladas de reciclaje o sensibilización, sino que interviene tres momentos críticos: el ingreso de plásticos al sistema, su uso durante la dinámica institucional y su salida hacia procesos de valorización.

El modelo se fundamenta en tres pilares teórico-operativos. La economía circular orienta la transición desde un esquema lineal hacia ciclos de reducción, reutilización y valorización. La gestión de cadena de suministro verde incorpora criterios ambientales en la selección de proveedores, adquisición, consumo interno y disposición final. Finalmente, la gestión por procesos (BPM) estructura la transformación mediante el análisis AS-IS/TO-BE, garantizando trazabilidad, eficiencia y mejora continua. A partir de esta base, el MLSEP-PSU plantea una implementación progresiva en tres fases durante 36 meses, mediante ocho componentes estratégicos interdependientes.

Tabla 6. Arquitectura del Modelo MLSEP-PSU: fases, componentes y acciones clave

Fase	Componente estratégico	Acciones clave	Horizonte
I. Diagnóstico y fundación	Compras sostenibles y política institucional	Política de adquisición verde; mapeo de proveedores; auditoría de PSU; análisis SIPOC	Meses 1-6
I. Diagnóstico y fundación	Análisis BPM y mapeo de cadena logística	Diagramas AS-IS / TO-BE; identificación de flujos, actores y puntos críticos	Meses 1-6
II. Implementación	Sustitución progresiva de materiales	Reemplazo del 60% de PSU por alternativas sostenibles biodegradables o reutilizables	Meses 7-18
II. Implementación	Infraestructura de recolección selectiva	Contenedores diferenciados, señalética, rutas de recolección y capacitación al personal	Meses 7-18
II. Implementación	Estaciones de recarga y termos institucionales	Puntos de recarga de agua y distribución subsidiada de termos “UTI sin plástico”	Meses 7-18
II. Implementación	Logística inversa con gestores certificados	Acuerdos con gestores ambientales y trazabilidad digital de residuos valorizados	Meses 10-24
II. Implementación	Campañas de sensibilización comunitaria	Talleres, material audiovisual, concursos de ideas sostenibles y redes sociales	Meses 7-24
III. Consolidación	Monitoreo KPI y mejora continua (PHVA)	Medición periódica de KPI, informe anual de sostenibilidad y replicabilidad multicampus	Meses 25-36

Fuente: Elaboración propia a partir del diagnóstico empírico, análisis BPM, benchmarking y sesiones participativas (2025).

La Fase I construye las condiciones normativas y operativas del modelo; la Fase II concentra las intervenciones de mayor visibilidad e impacto; y la Fase III consolida el seguimiento mediante medición, ajuste y mejora continua. Esta estructura busca evitar acciones aisladas y favorecer una transición gradual hacia una logística universitaria circular.

Proceso TO-BE: del modelo lineal al modelo circular

El rediseño de la cadena logística institucional, modelado mediante BPMN 2.0,

reconfigura el flujo actual en cinco etapas interdependientes: compra responsable, distribución controlada, consumo responsable, recolección selectiva y clasificación con logística inversa. La compra responsable incorpora criterios de sostenibilidad en los procesos de adquisición y prioriza proveedores con certificación ambiental. Esta etapa constituye el principal punto de apalancamiento, pues el residuo que no ingresa al campus no requiere gestión posterior.

La distribución controlada regula el suministro de insumos y evita que los PSU permanezcan como opción predeterminada. El consumo responsable se apoya en campañas de sensibilización, estaciones de recarga y termos institucionales. Cuando la generación de residuos resulta inevitable, se activa la recolección selectiva mediante contenedores diferenciados ubicados en los espacios de mayor generación. Finalmente, la clasificación y la logística inversa permiten transferir los residuos valorizables a gestores certificados y documentar su trazabilidad. De esta manera, el proceso TO-BE sustituye la lógica adquisición-consumo-descarte por una cadena circular de valorización.

Sistema de indicadores KPI

El monitoreo del MLSEP-PSU se estructura mediante siete indicadores KPI definidos a partir de los resultados del diagnóstico. Estos indicadores permiten establecer una línea base, proyectar metas verificables y evaluar la efectividad de la implementación. A diferencia de metas genéricas, los valores propuestos se calibran sobre el punto de partida real del campus, lo que fortalece la viabilidad del seguimiento institucional.

Tabla 7. Sistema de indicadores KPI del Modelo MLSEP-PSU

Indicador KPI	Unidad de medida	Línea base	Meta año 1	Meta año 3
% PSU sustituidos en compras institucionales	%	0	40	80
Volumen mensual de residuos PSU generados	u./mes	18.480	11.088	3.696
% comunidad que conoce puntos de reciclaje	%	14	50	85
% usuarios con recipiente reutilizable propio	%	14	40	70
% disposición al cambio de la comunidad universitaria	%	87	87	> 90
N.º sesiones de sensibilización ambiental/año	Sesiones	4	12	24
Satisfacción de la comunidad con la gestión ambiental	Escala 1-5	2,3	3,5	4,5

Fuente: Elaboración propia con base en datos del diagnóstico (2025), metodología GRI e indicadores ODS 12.

El sistema de indicadores responde a una lógica de progresividad. La reducción del volumen mensual de PSU de 18.480 a 3.696 unidades representa una meta de disminución del 80% en tres años. Asimismo, elevar el conocimiento de los puntos de reciclaje del 14% al 85%

reconoce que la información debe ser sostenida, visible y verificable. La meta de alcanzar un 70% de usuarios con recipiente reutilizable propio se considera viable, pues parte de una práctica ya observada en docentes y administrativos.

Síntesis estratégica de viabilidad del modelo

El análisis estratégico del MLSEP-PSU se integró en forma narrativa para evitar sobrecargar el artículo con una tabla de carácter más gerencial que científico. Como fortalezas, el modelo cuenta con alta disposición comunitaria al cambio, prácticas sostenibles ya existentes y una base diagnóstica robusta. Como debilidades, se identifican la ausencia de una política formal de compras sostenibles, la baja visibilidad de los mecanismos de reciclaje y la fragmentación de los procesos logísticos. Entre las oportunidades destacan el marco normativo ecuatoriano, los criterios de contratación sostenible y la tendencia institucional hacia la economía circular. Las principales amenazas se relacionan con costos iniciales de implementación, resistencia al cambio de hábitos y dependencia de proveedores convencionales. En conjunto, esta lectura permite orientar la implementación hacia una estrategia progresiva, con alianzas externas, sensibilización sostenida y resultados tempranos que faciliten la apropiación institucional.

Alineación con los ODS y la normativa ecuatoriana

El MLSEP-PSU se configura como una intervención alineada con marcos internacionales y nacionales de sostenibilidad. En el ámbito global, contribuye a los ODS 11, 12 y 13, al promover un campus más sostenible, fortalecer prácticas de consumo responsable y disminuir la generación de residuos asociados a materiales petroquímicos. En el contexto ecuatoriano, el modelo se articula con la Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reducción de Plásticos de Un Solo Uso, el TULSMA, la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva y los lineamientos de contratación pública sostenible del SERCOP. Esta convergencia normativa fortalece su legitimidad técnica y su potencial de replicabilidad en otras instituciones

DISCUSIÓN

Los resultados del diagnóstico evidencian que el consumo de plásticos de un solo uso (PSU) en el campus Manuela Sáenz responde a una problemática estructural vinculada con la gestión logística universitaria y no únicamente con decisiones individuales de consumo. El predominio de las botellas plásticas, reportado por el 72% de los participantes, confirma que este producto constituye el principal punto crítico de intervención. Este hallazgo coincide con Akhtar et al. (2023), quienes identifican el agua embotellada como una de las categorías de PSU más frecuentes en comunidades universitarias, especialmente cuando no existen alternativas accesibles y funcionales. En la misma línea, Wang y Chen (2022) sostienen que la disponibilidad de fuentes seguras de agua en los campus puede reducir el consumo de botellas plásticas sin necesidad de recurrir a medidas restrictivas. Por tanto, la incorporación de estaciones de recarga en el MLSEP-PSU se justifica como una acción logística de alto

impacto.

Otro hallazgo relevante es el desconocimiento de los mecanismos de reciclaje por parte de la comunidad universitaria, especialmente entre los estudiantes. El hecho de que el 58% desconozca los puntos de recolección diferenciada revela que el problema no se limita a la conciencia ambiental, sino a la ausencia de un sistema visible, funcional y comunicado de manera permanente. Este resultado guarda relación con Siemon et al. (2024), quienes señalan que la participación sostenible disminuye cuando la infraestructura ambiental no está claramente identificada o no forma parte de la rutina cotidiana del usuario. De igual forma, Caminiti et al. (2025) advierten que la comunicación institucional fragmentada debilita la apropiación de prácticas ambientales. En este sentido, la sensibilización no debe concebirse como una actividad aislada, sino como un componente permanente del sistema logístico, articulado con señalética, contenedores diferenciados y retroalimentación sobre los avances alcanzados.

La alta disposición al cambio, expresada por el 87% de los participantes, constituye una fortaleza estratégica para la implementación del modelo. Este resultado permite interpretar que la principal barrera no es una resistencia cultural generalizada, sino la falta de condiciones institucionales que faciliten prácticas sostenibles. La prueba exacta de Fisher confirmó, además, que esta disposición no varía significativamente entre estudiantes, docentes y administrativos, lo cual sugiere que existe una base actitudinal favorable y transversal. Este hallazgo coincide con Sembiring y Suryadi (2023), quienes sostienen que la adopción de conductas sostenibles aumenta cuando las instituciones ofrecen alternativas accesibles, funcionales y coherentes con las necesidades de los usuarios. En consecuencia, el cambio esperado depende menos de modificar valores individuales y más de diseñar procesos, infraestructura y recursos que hagan viable la conducta ambientalmente responsable.

Desde la perspectiva operativa, el análisis BPM permitió identificar que la cadena logística actual responde a un esquema lineal de adquisición, distribución, consumo y descarte, sin controles suficientes sobre el ingreso de PSU, la segregación en la fuente, la recuperación de materiales ni la trazabilidad de residuos. Este resultado coincide con Pambudi et al. (2025), quienes advierten que la desconexión entre compras institucionales y gestión de residuos incrementa la generación de PSU en instituciones de educación superior. Así, el problema no comienza en el momento del descarte, sino en las decisiones de abastecimiento y contratación. Esta interpretación refuerza la necesidad de intervenir la cadena desde su origen mediante compras sostenibles, regulación del suministro, sustitución progresiva de materiales y acuerdos con gestores ambientales certificados.

En este marco, el MLSEP-PSU aporta una propuesta integral al articular tres dimensiones que suelen abordarse de manera separada: gestión logística, infraestructura física y cambio cultural. La primera dimensión incorpora compras sostenibles, distribución

controlada y logística inversa; la segunda incluye estaciones de recarga, contenedores diferenciados y señalética ambiental; y la tercera contempla campañas, talleres e incentivos dirigidos a la comunidad universitaria. Esta integración representa un aporte relevante frente a modelos centrados únicamente en reciclaje o sensibilización. Estudios como los de Silva y Oliveira (2023) y Moraes et al. (2024) muestran que las intervenciones multidimensionales generan resultados más sostenidos que aquellas enfocadas en una sola variable. Por ello, el modelo propuesto no se limita a reducir residuos, sino que busca transformar la lógica operativa del campus hacia un sistema circular, trazable y evaluable.

La viabilidad del modelo, sin embargo, depende de su capacidad para responder a restricciones institucionales concretas. La falta de presupuesto fue identificada como la principal barrera por docentes y administrativos, lo que exige una implementación progresiva y financieramente realista. En este sentido, el MLSEP-PSU plantea iniciar con acciones de baja inversión, como políticas internas, señalética, campañas de sensibilización y ajustes en compras institucionales, para luego avanzar hacia componentes de mayor costo, como estaciones de recarga e infraestructura diferenciada. Asimismo, las alianzas con gestores ambientales certificados y la postulación a fondos de sostenibilidad pueden contribuir a reducir la carga financiera inicial. Esta lógica gradual evita que el modelo dependa exclusivamente de grandes inversiones inmediatas.

La resistencia al cambio de hábitos también debe ser considerada, aunque los resultados muestran una disposición favorable de la comunidad. Para enfrentar esta barrera, el modelo propone incentivos tangibles, participación estudiantil y comunicación diferenciada según los actores institucionales. Lozano et al. (2022) señalan que las estrategias combinadas de formación, participación e incentivos alcanzan mejores resultados que las campañas informativas aisladas. En consecuencia, el cambio conductual debe entenderse como un proceso progresivo, apoyado por condiciones materiales, beneficios visibles y participación activa.

A pesar de sus aportes, el estudio presenta limitaciones. El diseño transversal ofrece una fotografía diagnóstica del campus, pero no permite evaluar la evolución temporal del consumo ni medir el impacto posterior del modelo. Además, la estimación mensual de PSU se basó en encuestas y observación directa ajustadas por subregistro, sin pesaje gravimétrico, lo que puede introducir cierto margen de imprecisión. También debe considerarse que la investigación se desarrolló en un solo campus y utilizó un muestreo no probabilístico por cuotas, lo cual limita la generalización estadística de los resultados, aunque permite una representación proporcional de los principales grupos institucionales.

Estas limitaciones abren nuevas líneas de investigación. Se recomienda realizar estudios longitudinales que evalúen la implementación real del MLSEP-PSU, incorporar mediciones gravimétricas de residuos, desarrollar análisis de ciclo de vida de los materiales

sustitutos y aplicar modelos estadísticos que permitan identificar predictores de cambio conductual. Asimismo, sería pertinente desarrollar estudios comparativos entre campus universitarios ecuatorianos y latinoamericanos para validar la replicabilidad del modelo en distintos contextos institucionales. En conjunto, los hallazgos confirman que la sostenibilidad universitaria requiere pasar del discurso ambiental a una gestión logística estructurada, medible y sostenida.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió establecer que la logística universitaria puede contribuir de manera directa a la sostenibilidad mediante el diseño de un modelo operativo para la eliminación progresiva de plásticos de un solo uso (PSU) en la Universidad Tecnológica Indoamérica, campus Manuela Sáenz. El diagnóstico evidenció un consumo elevado de PSU, especialmente de botellas plásticas, con una generación mensual estimada de 18.480 unidades concentradas principalmente en cafetería, aulas y pasillos. Este resultado demuestra que el problema no depende únicamente de los hábitos individuales, sino de la ausencia de alternativas sostenibles disponibles en los principales puntos de consumo.

Asimismo, se identificó una brecha crítica entre la generación de residuos y los mecanismos institucionales para gestionarlos. El desconocimiento de los puntos de recolección diferenciada y la existencia de una cadena logística lineal, basada en adquisición, consumo y descarte, evidencian la necesidad de incorporar procesos de segregación, recuperación, trazabilidad y logística inversa. No obstante, la alta disposición al cambio manifestada por la comunidad universitaria constituye un activo institucional relevante, pues demuestra que la principal barrera no es cultural, sino estructural; por tanto, el cambio requiere condiciones logísticas habilitadoras, infraestructura visible y alternativas accesibles.

En este contexto, el Modelo Logístico Sostenible para la Eliminación Progresiva de Plásticos de Un Solo Uso (MLSEP-PSU) se presenta como una propuesta integral, progresiva y metodológicamente fundamentada. Su diseño articula tres fases de implementación, ocho componentes estratégicos y siete indicadores KPI, integrando cadena de suministro, infraestructura del campus y cambio cultural. Además, su alineación con los ODS 11, 12 y 13, la Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reducción de Plásticos de Un Solo Uso, el TULSMA, la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva y los criterios de contratación sostenible del SERCOP fortalece su viabilidad institucional y su potencial de replicabilidad en otras instituciones de educación superior.

En síntesis, el MLSEP-PSU articula evidencia empírica, gestión logística, sostenibilidad normativa y disposición comunitaria, configurándose como una alternativa viable para transformar la logística universitaria hacia un modelo circular, trazable y ambientalmente responsable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akhtar, R., Khan, M. T. I., & Mehmood, A. (2023). Investigating bottled water consumption behavior in university students using structural equation modeling. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(16), 46401–46415. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24457-7>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). Ley orgánica de economía circular inclusiva. Registro Oficial Suplemento 488. <https://www.gob.ec/>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2020). Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reducción de Plásticos de Un Solo Uso. Registro Oficial Suplemento No. 242.
- Caminiti, C., Scaglione, D., & Masciullo, A. (2025). Surveys of knowledge and awareness of plastic pollution. *Environmental Research*, 245, 118758. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.118758>
- CEPAL. (2022). La economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidades para una recuperación transformadora. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5th ed.). SAGE Publications.
- Dijkstra, J., & Gorsira, M. (2023). Sustainable behavior in higher education: Determinants and interventions. *Environmental Education Research*, 29(3), 456–472. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2148476>
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2023). *Fundamentals of business process management* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>
- Geissdoerfer, M., Pieroni, M. P. T., Pigosso, D. C. A., & Soufani, K. (2020). Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123741. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2020). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Koberg, E., & Longoni, A. (2021). A systematic review of sustainable supply chain management in global supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 207, 1084–1098. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.033>
- Leal Filho, W., Salvia, A. L., do Paço, A., Anholon, R., Quelhas, O. L. G., Rampasso, I. S., & Brandli, L. L. (2021). Reinvigorating the sustainable development research agenda: The role of the Sustainable Development Goals (SDG). *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(2), 101–108. <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1793693>
- Lozano, R., Barreiro-Gen, M., Lozano, F. J., & Sammalisto, K. (2022). Teaching sustainability

- in European higher education institutions: Assessing the connections between competences and pedagogical approaches. *Sustainability*, 14(6), 3325. <https://doi.org/10.3390/su14063325>
- Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador (MAATE). (2021). Plan de Acción Nacional para la gestión de plásticos. <https://www.ambiente.gob.ec/>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), de la Calidad Ambiental. Acuerdo Ministerial No. 061.
- Moraes, S. O., Santos, T. F., & Espinoza, R. A. (2024). Strategies for waste management in Brazilian university campuses: A multi-criteria approach. *Sustainability*, 16(2), 876. <https://doi.org/10.3390/su16020876>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Pambudi, A., Permadi, D. B., & Wibowo, A. (2025). Assessment of plastic waste management in universities: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 448, 139857. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139857>
- PNUMA. (2021). De la contaminación a la solución: Una evaluación global de los residuos plásticos marinos y la contaminación por plásticos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.unep.org/es/resources>
- Salahange, R., Naami, A., & Delshad, A. B. (2024). A new validated instrument to assess sustainability perceptions among university students. *Sustainability*, 16(3), 1511. <https://doi.org/10.3390/su16031511>
- Scrioșteanu, A. M., & Criveanu, M. (2024). The circular economy and reverse logistics: Solutions for plastic packaging waste management. *Sustainability*, 16(1), 163. <https://doi.org/10.3390/su16010163>
- Sembiring, T., & Suryadi, K. (2023). Community participation in waste logistics: An evaluation model for sustainable university campuses. *Waste Management & Research*, 41(2), 214–225. <https://doi.org/10.1177/0734242X231159837>
- Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP). (2023). Guía de contratación pública sostenible: Criterios ambientales para procesos de compras institucionales. <https://www.sercop.gob.ec/>
- Simon, M., Herrmann, C., Brenneke, A., & Tristan, D. (2024). Cross-sectional survey of attitudes on sustainability in higher education institutions. *Journal of Cleaner Production*, 436, 140432. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140432>
- Silva, M. A., & Oliveira, P. (2023). Institutional strategies for reducing single-use plastic in university campuses. *Resources, Conservation and Recycling*, 190, 106853. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106853>
- Vega, F., & Ruiz, E. (2024). Logistics design for green universities: Challenges and models.

Sustainable Cities and Society, 94, 104672. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104672>
Wang, Y., & Chen, J. (2022). Bottled water consumption behavior among college students: Environmental concern and availability. *Journal of Cleaner Production*, 351, 131601. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131601>

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles.

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior