
Implementación de un Modelo Circular para la Gestión de Empaques Farmacéuticos en Farmacias Intrahospitalarias

Implementation of a Circular Model for Pharmaceutical Packaging Management in In-Hospital Pharmacies

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.7.2.2025.08>

Fecha de recepción: 04/08/2025 Fecha de publicación: 25/08/2025

Rojas-Chingaté, Adriana; Pineda-Caraballo, Lisseth

Autor de correspondencia: apaalrojas@poligran.edu.co

Resumen

El sector de la salud genera un porcentaje significativo de residuos, de los cuales aproximadamente el 80% corresponden a residuos no peligrosos dentro de las farmacias intrahospitalarias. Al ser un sector altamente regulado por el estado se dificulta la implementación de un modelo de economía circular pero aun así esto nos lleva a establecer un modelo de gestión circular para residuos no peligrosos como el cartón, plástico y material mixto (combinación de plástico, aluminio, papel o cartón) en la ciudad de Bogotá. El fin es, reducir el impacto ambiental y contribuir al desarrollo sostenible. Se inicia con una investigación donde se recopila información tanto cualitativa como cuantitativa para su posterior interpretación y análisis, estructurada en cuatro fases. Una revisión bibliográfica. El análisis económico de casos de implementación de modelos circulares. La elaboración de una propuesta operativa a través de la logística inversa. Por último, se desarrolla un modelo con una ruta de implementación, con indicadores de eficacia ambiental, operativa, económica, estrategias de evaluación y optimización. El resultado final será un documento orientador que sirva para diferentes entidades del sector salud. La propuesta tiene como finalidad mejorar las prácticas sostenibles en el manejo de residuos del entorno hospitalario de Bogotá, y apoyar en la estructuración de estrategias públicas en el ámbito de la salud.

Palabras claves: Economía circular, logística inversa, farmacias intrahospitalarias, sostenibilidad ambiental, residuos aprovechables.

Abstract

The healthcare sector generates a significant percentage of waste, of which approximately 80% consists of non-hazardous waste within intrahospital pharmacies. Being a highly regulated sector by the government, the implementation of a circular economy model is challenging; however, this situation leads us to establish a circular waste management model for non-hazardous materials such as cardboard, plastic, and mixed materials (a combination of plastic, aluminum, paper, or cardboard) in the city of Bogotá. The objective is to reduce environmental impact and contribute to sustainable development. The process begins with a research study that collects both qualitative and quantitative information for subsequent interpretation and analysis, structured into four phases: a literature review, an economic analysis of case studies on circular model implementations, the development of an operational proposal through reverse logistics, and finally, the creation of a model including an implementation roadmap with indicators of environmental, operational, and economic effectiveness, as well as evaluation and optimization strategies. The outcome will be a guided document intended to serve various entities within the healthcare sector. The proposal aims to improve sustainable practices in hospital waste management in Bogotá and support the formulation of public strategies in the health sector.

Keywords: Circular economy, reverse logistics, in-hospital pharmacies, environmental sustainability, recyclable waste.

Introducción

Los modelos de economía circular se han convertido en estrategia para enfrentar los desafíos ambientales y de sostenibilidad que se presentan a nivel mundial. En el sector de la salud el volumen de residuos es considerable de los cuales aproximadamente el 80% son no peligrosos y provienen en gran parte de las farmacias intrahospitalarias [1], estos se desechan una vez utilizados, pese a la existencia de modelos circulares, su aplicación en el sector salud es limitada. Esto impide un uso eficiente de los recursos y dificulta una sostenibilidad adecuada, por esta razón, se hace necesario implementar de forma adecuada estos modelos dentro del sistema hospitalario, orientados a optimizar la logística, limitar el desperdicio y fomentar una gestión ambientalmente responsable.

Estado del arte

La gestión de empaques farmacéuticos en las farmacias intrahospitalarias representa un reto dentro de la sostenibilidad y la economía circular. La economía circular ha ganado importancia como una estrategia para reducir el impacto ambiental en las diferentes industrias, incluida la farmacéutica, el sector salud ha comenzado a integrar enfoques circulares en sus operaciones, especialmente en la gestión de residuos y empaques [2][3]. Aunque existe la parte teórica y normas establecidas, la aplicación en farmacias intrahospitalarias sigue siendo limitada, debido a la regulación del estado.

Economía circular aplicada al sector de la salud

La economía circular, entendida como un modelo que promueve el cierre de ciclos productivos a través de la reducción, reutilización y reciclaje de materiales, ha encontrado oportunidades en la industria farmacéutica. Esta industria, intensiva en el uso de empaques y sujeta a regulaciones estrictas, enfrenta retos significativos para adoptar modelos sostenibles. Estudios en Colombia han evidenciado el problema del desecho de empaques no contaminados junto con residuos peligrosos, lo que reduce las posibilidades de reciclaje [4]. Iniciativas recientes han promovido el rediseño de empaques y la colaboración con recicladores certificados, generando propuestas para reutilizar ciertos materiales sin afectar la bioseguridad ni la trazabilidad [5].

Logística farmacéutica y gestión de residuos

La logística farmacéutica combina factores como la trazabilidad, el cumplimiento normativo y la gestión eficiente de inventarios. La incorporación de herramientas TIC, como sensores, software de planificación hospitalaria (ERP) y plataformas de trazabilidad blockchain, ha demostrado beneficios en el seguimiento y control de empaques [6]. Además, se han documentado casos en Colombia donde alianzas entre proveedores y hospitales han permitido la implementación de modelos logísticos circulares, especialmente en clínicas de nivel III y IV, a través del uso de empaques retornables y contenedores plásticos reutilizables [7]. Estas prácticas representan oportunidades tangibles para avanzar hacia una gestión ambientalmente responsable sin comprometer la seguridad del paciente.

Metodología

Para la implementación de un modelo económico de residuos no peligrosos en farmacias intrahospitalarias de Bogotá, se propone una metodología que se desarrollara en cuatro fases principales.

Primera fase: Revisión de información.

Se va a hacer una revisión de libros, artículos y documentos sobre temas como economía circular, logística en farmacias, sostenibilidad en hospitales y manejo de empaques. Esta fase servirá para entender mejor el tema, conocer las normas que se deben cumplir, las dificultades que pueden presentarse y ver ejemplos que han funcionado bien en otras regiones o sectores.

Segunda fase: Estudio de casos reales.

Se van a elegir dos o tres casos donde ya se estén utilizando modelos de economía circular, se realizará una comparación según criterios seleccionados realizando una revisión de datos para conocer el proceso que están llevando a cabo internamente, qué problemas han tenido y qué resultados han logrado, como menos residuos,

ahorro de dinero y mejoras en el trabajo. También se usarán herramientas simples como el análisis costo-beneficio (ACB) y el análisis de ciclo de vida (ACV) para apoyar los resultados.

Tercera fase: Diseño del modelo propuesto.

Con base en los hallazgos de las fases anteriores, se construirá una propuesta ajustada al contexto operativo de las farmacias intrahospitalarias en Bogotá. Esta propuesta incluirá diagramas de flujo del proceso, roles del personal involucrado, requerimientos de infraestructura y protocolos operativos, además de una estimación de costos y beneficios del modelo circular.

Cuarta fase: Diseño del modelo propuesto.

Con la información obtenida en las fases anteriores, se creará una propuesta que se adapte al trabajo diario de las farmacias hospitalarias en Bogotá. Esta propuesta incluirá pasos del proceso en diagramas, funciones del personal, espacios y materiales necesarios, además de instrucciones para que el sistema funcione bien. También se hará una estimación de cuánto podría costar y qué beneficios traería usar este modelo circular.

Desarrollo

A partir de la metodología planteada, el desarrollo de esta investigación contempla una ejecución detallada de cada una de las fases propuestas.

Fase 1: Revisión documental

La primera fase de estudio consistió en el diagnóstico documental para tener claridad del problema a partir de la revisión de estudios, documentos y normas relacionadas con la economía circular y la sostenibilidad en el sector de la salud. El objetivo es crear una base sólida para el trabajo, reconocer obstáculos legales y conocer experiencias exitosas, sobre todo en países de América Latina.

Uno de los principales hallazgos es que a pesar del gran interés de integrar modelos de sostenibilidad en el sector salud se encuentra en una etapa inicial y con pocos estudios consolidados. En Europa existen pruebas piloto que abordan la reutilización de empaques bajo estrictos controles sanitarios, pero en Colombia aun no se ha realizado este tipo de enfoque [8]. Además, la revisión bibliográfica indica que, aunque los residuos generados como cartón y plástico son valorizados, en la práctica se gestionan como residuos ordinarios esto implica que se pierde un ingreso económico y de sostenibilidad [9].

La necesidad de un cambio estructural en las prácticas logísticas y farmacéuticas fue señalada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que resalta la importancia de integrar áreas como farmacia, gestión ambiental y servicios generales para garantizar la trazabilidad de los empaques farmacéuticos y permitir su retorno al sistema productivo de manera segura [10]. La logística inversa, promovida por autores como Blass y Corbett (2018), se presenta como una herramienta clave para mejorar el desempeño ambiental de la cadena de suministro [11]. Asimismo, se destacó el papel de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la optimización del proceso, facilitando la identificación de puntos críticos y el seguimiento de indicadores de desempeño ambiental [12].

Por otro lado, se identificaron normativas importantes, como los vacíos en la regulación sanitaria colombiana sobre el manejo de materiales en contacto con medicamentos, lo que genera incertidumbre para la implementación de modelos de reutilización o reciclaje [13]. Este diagnóstico inicial permite el desarrollo de la fase siguiente del estudio.

Fase 2: Estudio de casos reales

En esta fase se seleccionaron tres casos donde se aplica la economía circular en el sector de la salud. Los casos corresponden a el país de España (vasco), países bajos y Medellín (Colombia).

País Vasco (España): Se implementó un programa de recolección selectiva de empaques farmacéuticos, complementado con protocolos de higiene estandarizados y reacondicionamiento de empaques. El modelo logró reducir hasta un 30% los residuos no peligrosos [14].

Países Bajos: Se desarrolló un sistema de logística inversa, que facilita el retorno de empaques plásticos al proveedor para su reutilización. Este esquema de integración logística con la industria farmacéutica optimizó la cadena de suministro y permitió la reutilización industrial de los plásticos [15].

Medellín (Colombia): En clínicas privadas se implementó un piloto de clasificación en el punto de origen, en el que participaron activamente los equipos de farmacia y limpieza, con coordinación con recicladores locales. Este modelo permitió la recuperación de hasta un 40% de empaques valorizables y la reducción de costos en la disposición final [16].

Se realiza un análisis donde se identifican patrones comunes como lo son (1) separación en la fuente como punto de partida, (2) protocolos operativos internos, (3) formación del personal y (4) articulación con actores externos (proveedores, recicladores o entes reguladores). La principal diferencia radica en el nivel de infraestructura y apoyo institucional, lo cual afecta directamente la escalabilidad del modelo. Posterior a esto se desarrollaron dos matrices una de análisis de costo y beneficio (ABC) donde se quiere evaluar el impacto directo e indirecto de cada modelo [17] y la matriz de análisis de ciclo de vida (ACV) donde se evalúa los impactos ambientales, como la reducción de residuos, la huella de carbono y el consumo de recursos naturales. La metodología del ACV se adaptó para evaluar los beneficios sostenibles de los modelos de economía circular en farmacias intrahospitalarias, considerando su viabilidad en el contexto colombiano [18]. Para el desarrollo de estas matrices se seleccionaron criterios tomados de fuentes internacionales como la Fundación Ellen MacArthur (2020), Kirchherr y colaboradores (2017) y la Agencia Europea de Medio Ambiente (2021). Las calificaciones que se dieron iban de 0 a 5 y se ajustaron a la realidad de Colombia, lo que permitió ver qué tan viable sería aplicar estas experiencias en el país.

Fase 3: Diseño del modelo propuesto

Con la información reunida en las fases anteriores, se creará una propuesta adaptada de logística inversa donde se inicia con la selección del tipo de residuo con mayor potencia de recuperación en este caso seleccionan las cajas de cartón secundarias de medicamentos, envases plásticos de polietileno de alta densidad (HDPE), bolsas plásticas, bandejas termoformadas y blísteres no contaminados. Este enfoque asegura que los residuos recuperados sean reutilizables, manteniendo altos estándares de higiene y seguridad, y generando un impacto positivo en la sostenibilidad del sistema [19]. Posteriormente se detalla el proceso de logística inversa a través de varios procedimientos operativos estándar (POE) que abarcan la recolección hasta el reacondicionamiento, estos son:

- **Recolección:** identificación visual y registro de empaques reutilizables en una planilla digital o manual.
- **Limpieza:** Limpieza inicial con detergente neutro y desinfección con hipoclorito o alcohol, dependiendo del tipo de material.
- **Clasificación:** Separación por tipo de material, tamaño y estado físico.
- **Transporte:** Traslado de empaques en carros cerrados con rutas y frecuencias definidas.
- **Reacondicionamiento:** Revisión técnica, limpieza final, embalaje y re-etiquetado.
- **Trazabilidad:** Registro digital de cada fase del ciclo del empaque, con responsables y destinos definidos para cada uno. Este ciclo asegura la transparencia y seguimiento de los materiales recuperados.

Por último, se realizó una estimación técnica de los costos asociados a la implementación del modelo de logística inversa incluye los costos de infraestructura, mano de obra y mantenimiento. Se proyectan los siguientes beneficios económicos y ambientales:

- **Ahorros en la adquisición de empaques nuevos:** Al reutilizar materiales como cartón, bolsas plásticas y envases HDPE, se reducen significativamente los costos mensuales asociados con la compra de nuevos empaques. Este ahorro se calcula en base al gasto recurrente de estos materiales en la farmacia [20].
- **Reducción en los costos de disposición final de residuos:** Al recuperar una parte significativa de los residuos, el volumen enviado a disposición final disminuye, lo que reduce la frecuencia de recolección y las tarifas por el manejo de residuos. Se estima una reducción de entre 10% y 20% en los costos mensuales de gestión de residuos no peligrosos [21].
- **Ingresos por la venta de materiales valorizables:** Materiales como cartón limpio, plástico HDPE y aluminio de blísteres no contaminados pueden ser vendidos a gestores ambientales certificados, generando una fuente adicional de ingresos. Estos ingresos pueden ser reinvertidos en mejorar el sistema logístico, lo que refuerza la economía circular [22].

Fase 4: en esta última fase se propone los lineamientos de un modelo piloto funcional. Se estructura una hoja de ruta con cada etapa como se debe desarrollar.

- Preparación interna. En esta etapa inicial, se busca asegurar que todo el personal involucrado comprenda el modelo propuesto y sus beneficios. Se inicia socializando el proyecto a todo el personal (farmacéuticos, auxiliares y personal logístico) explicando los objetivos, beneficios y el rol que cada uno desempeñará en el proceso de gestión circular de residuos, se entrenará al personal en los procedimientos de separación, manipulación segura, limpieza y almacenamiento de empaques recuperables. Esto garantizará que se sigan las normas sanitarias y operativas y se organizarán áreas dentro de la farmacia y sus alrededores para instalar contenedores, estaciones de limpieza, señalización y áreas para el almacenamiento temporal de los empaques a recuperar, asegurando la accesibilidad y funcionalidad de estos espacios.
- Puesta en marcha operativa. Esta fase marca el inicio de las operaciones del piloto, donde se implementan los procesos de recolección y manejo de los empaques recuperables. Se iniciará con la recolección, asegurando que todos los empaques reutilizables sean depositados en los contenedores adecuados, posteriormente se clasificarán según su tipo: blísteres, cartón, plástico, entre otros. Esta clasificación facilitará el proceso de limpieza y almacenamiento y por último se realizará una limpieza básica de los empaques en el sitio, o se trasladarán a estaciones de limpieza designadas. Los empaques serán almacenados bajo condiciones seguras para su posterior reacondicionamiento.
- Seguimiento y retroalimentación. Se establecerá un sistema de seguimiento continuo para asegurar que el piloto se ejecute correctamente y se identifiquen áreas de mejora en tiempo real. Se recomiendan realizar durante todo el periodo del piloto reuniones quincenales con el personal para registrar observaciones, detectar posibles fallas operativas y hacer ajustes inmediatos en los procedimientos y según las observaciones, se implementarán mejoras continuas en los procesos, desde la recolección hasta el reacondicionamiento de los empaques, buscando optimizar la eficiencia del sistema.

Se espera que la implementación piloto del modelo de gestión circular en farmacias intrahospitalarias permita evidenciar una reducción significativa en el volumen de residuos no peligrosos enviados a disposición final, especialmente mediante la recuperación de empaques reutilizables.

Resultados

Fase 1: Diagnóstico documental

En esta fase se revisaron estudios y documentos sobre economía circular en farmacias hospitalarias. Se encontró que, aunque muchas instituciones hablan de sostenibilidad, en la práctica no se aplica de forma efectiva en el área de la salud en Colombia. Por ejemplo, en ciudades como Bogotá, la mayoría de los empaques usados en medicamentos se botan como basura común, a pesar de que podrían reutilizarse o reciclarse.

En Europa, algunos hospitales ya han comenzado a reutilizar empaques bajo normas estrictas. Los estudios muestran que para que esto funcione en Colombia, es necesario mejorar la logística, lograr que diferentes áreas del hospital trabajen juntas (como farmacia, medio ambiente y servicios generales), rediseñar los empaques y usar tecnologías que permitan rastrear los residuos. También se hace evidente que se deben revisar algunas leyes, ya que actualmente hay normas que hacen difícil aplicar estos cambios.

El estudio también identificó que la logística inversa podría mejorar significativamente la eficiencia en la gestión de residuos, al facilitar la recolección, clasificación y reutilización de empaques a la cadena productiva [23]. No obstante, a pesar de los avances a nivel teórico y piloto en algunas clínicas privadas, persisten barreras normativas que limitan el desarrollo de modelos circulares, como las restricciones regulatorias sobre los materiales que han estado en contacto con medicamentos [24].

Fase 2: Estudio de casos reales

En esta parte se analizaron tres ejemplos importantes donde se han aplicado prácticas de economía circular en farmacias hospitalarias: uno en el País Vasco (España), otro en los Países Bajos y uno en Medellín (Colombia). Se eligieron porque representan diferentes lugares, niveles de avance y porque había información confiable sobre sus resultados. Estos casos sirvieron para conocer buenas ideas, obstáculos comunes y enseñanzas que ayudan a pensar en un modelo que se pueda aplicar en el sector de la salud.

A continuación, se realiza una tabla con el análisis detallado en cada caso.

	Buenas practicas	Éxito y dificultades	Resultados
país vasco (España)	<ul style="list-style-type: none"> -Recoleciones selectivas de empaque. -Protocolo de Higiene estandarizados. -Reacondicionamiento 	<p>Éxito: Apoyo interno y normativo.</p> <p>Dificultades: Capacitación del personal e inversión inicial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción del 30% de residuos no peligrosos. - Mejora en la trazabilidad de los empaques.
países Bajos	<ul style="list-style-type: none"> - Logística inversa entre hospitales y proveedores. - Reutilización industrial de plásticos farmacéuticos - Integración de procesos con proveedores logísticos. 	<p>Éxito: Alianzas con la industria y marco normativo favorable</p> <p>Dificultades: Costos y control logístico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de residuos plásticos - Ahorros indirectos por menor adquisición de empaques nuevos - Flujo logístico optimizado
Medellín (Colombia)	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificación y valorización de empaques (cartón, blíster) - Participación del personal de farmacia y limpieza 	<p>Éxito: Personal comprometido y respaldo institucional</p> <p>Dificultades: Infraestructura limitada y resistencia al cambio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperación de hasta el 40% de empaques valorizables - Concientización del personal - Reducción de costos de disposición final

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El cuadro comparativo ayudó a encontrar aspectos comunes en los casos estudiados, como la separación de residuos desde el origen, la existencia de normas internas, la formación del personal y la participación de personas externas, como recicladores o proveedores. Pero también se notaron diferencias importantes, especialmente en la infraestructura y el apoyo que reciben estas iniciativas por parte de las instituciones, lo cual afecta si se pueden aplicar o ampliar en otros lugares.

Para saber si es posible implementar algo similar en Colombia, se usaron dos herramientas: una matriz de Análisis Costo-Beneficio (ACB), que analiza los efectos económicos, y una matriz de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) simplificada, que revisa el impacto ambiental. Estos análisis usaron criterios tomados de fuentes internacionales como la Fundación Ellen MacArthur (2020), Kirchherr y colaboradores (2017) y la Agencia Europea de Medio Ambiente (2021). Las calificaciones que se dieron iban de 0 a 5 y se ajustaron a la realidad de Colombia, lo que permitió ver qué tan viable sería aplicar estas experiencias en el país.

Matriz de Análisis Costo-Beneficio (ACB)

CRITERIO	PONDERACIÓN (%)	VALORACIÓN (0-5)	PUNTAJE AJUSTADO
AHORRO EN COMPRA DE EMPAQUES	25	4	20
DISMINUCIÓN EN COSTOS DE DISPOSICIÓN	20	4	16
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN INICIAL	15	3	9
COSTOS OPERATIVOS RECURRENTE	15	3	9
INGRESOS POR VALORIZACIÓN DE RESIDUOS	15	2	6
REDUCCIÓN DE SANCIONES/REGULACIONES	10	3	6
TOTAL, PONDERADO	100		66

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Matriz de Análisis de Ciclo de Vida Simplificado (ACV)

CRITERIO	PONDERACIÓN (%)	VALORACIÓN (0-5)	PUNTAJE AJUSTADO
REDUCCIÓN EN VOLUMEN DE RESIDUOS	25	4	20
DISMINUCIÓN DE HUELLA DE CARBONO	20	4	16
CONSUMO DE RECURSOS NATURALES EVITADO	20	4	16
IMPACTO EN EL CONSUMO ENERGÉTICO	15	3	9
RIESGOS AMBIENTALES POR MALA GESTIÓN	10	3	6
ADAPTABILIDAD A NORMATIVAS LOCALES	10	3	6
TOTAL PONDERADO	100		73

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La comparación de los casos estudiados y el uso de las dos herramientas de análisis mostraron que los modelos de economía circular en hospitales pueden funcionar bien tanto en lo ambiental como en lo económico, siempre que se adapten al entorno local. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) tuvo un resultado de 73 sobre 100, lo que indica un buen impacto ambiental. Por su parte, el Análisis Costo-Beneficio (ACB) obtuvo 66 sobre 100, lo que refleja beneficios económicos aceptables, aunque podrían mejorar si se ajustan algunos aspectos como la logística y los costos.

Una diferencia importante entre los casos analizados fue el nivel de organización y apoyo por parte de las instituciones. Por ejemplo, en los Países Bajos hay una logística muy bien organizada gracias a alianzas entre

sectores. En cambio, el caso piloto de Medellín, aunque está en sus primeras etapas, tiene buenas posibilidades de ser replicado a bajo costo.

Durante la Fase 3, se propuso un modelo de logística inversa. Se seleccionaron empaques con alto potencial de recuperación, como cajas de cartón, envases plásticos HDPE, bolsas, bandejas y blísters que no han tenido contacto con medicamentos o fluidos. Al ser materiales limpios, pueden reutilizarse sin riesgos. Con base en esto, se elaboró un diagrama de flujo que explica cómo sería el proceso de recolección y reutilización de estos empaques.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Se identificarán los recursos que se necesitan para poner en marcha el modelo de reutilización de empaques. Esto incluye el personal que participa, como farmacéuticos, auxiliares y trabajadores logísticos, sus funciones, y los materiales básicos, como contenedores, estaciones de limpieza y medios de transporte dentro de las clínicas. También se definirán los pasos que se deben seguir para que todo el proceso sea seguro y funcione bien.

Los pasos o procedimientos (POE) que se aplicarán son:

1. POE de Recolección: Uso de guantes, identificación visual del empaque reutilizable, registro en planilla digital/manual.
2. POE de Limpieza: Limpieza inicial con detergente neutro, luego desinfección con hipoclorito o alcohol según material.
3. POE de Clasificación: Separación por tipo de material, tamaño y estado físico.
4. POE de Transporte: Empaques trasladados en carros cerrados con rutas y frecuencias definidas.
5. POE de Reacondicionamiento: Revisión técnica, limpieza final, embalaje y re-etiquetado.
6. POE de Trazabilidad: Registro del ciclo del empaque, responsable de cada fase, y destino final.

También se calcularán los costos del modelo, como la infraestructura, el personal y el mantenimiento, y se compararán con los beneficios. Uno de los beneficios es el ahorro en empaques, ya que se pueden volver a usar

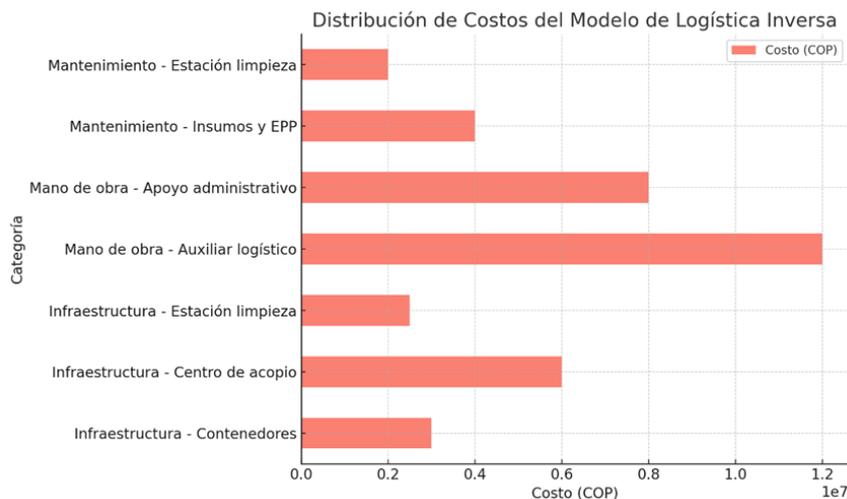
cajas de cartón, bolsas plásticas y envases HDPE que no estuvieron en contacto con medicamentos. Esto permite gastar menos en la compra de empaques nuevos, sobre todo en aquellos que se usan mucho en la farmacia del hospital.

Tabla 1. Detalle de costos del modelo de logística inversa en farmacia hospitalaria

Categoría	Costo (COP)
Infraestructura - Contenedores	\$ 3,000,000
Infraestructura - Centro de acopio	\$ 6,000,000
Infraestructura - Estación limpieza	\$ 2,500,000
Mano de obra - Auxiliar logístico	\$ 12,000,000
Mano de obra - Apoyo administrativo	\$ 8,000,000
Mantenimiento - Insumos y EPP	\$ 4,000,000
Mantenimiento - Estación limpieza	\$ 2,000,000
	\$ 37,500,000

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Gráfico 1. Distribución de costos del modelo de logística inversa



Elaboración propia, 2025.

Al recuperar una parte importante de los residuos sólidos que se pueden volver a usar, se reduce la cantidad total que se envía a rellenos sanitarios o a incineración. Esto también baja la frecuencia con la que se deben recoger los residuos generales, se pagan menos tarifas por el peso o volumen de los residuos, y se necesita menos uso de bolsas especiales.

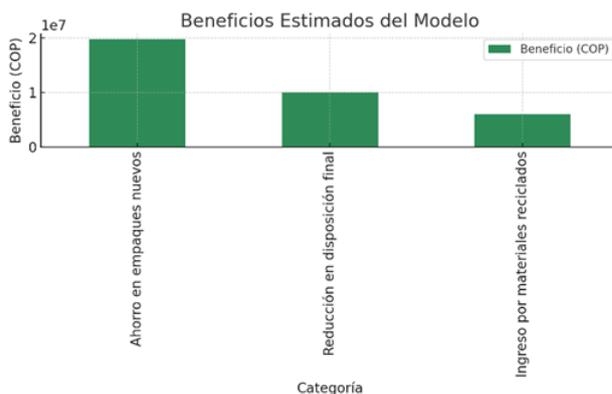
Impacto estimado: se puede lograr una disminución de entre el 10% y el 20% en los costos mensuales que se pagan por la gestión externa de residuos no peligrosos.

Tabla 2. Estimación de beneficios del modelo de logística inversa en farmacia hospitalaria

Categoría	Beneficio (COP)
Ahorro en empaques nuevos	\$ 19,800,000
Reducción en disposición final	\$ 10,080,000
Ingreso por materiales reciclados	\$ 6,000,000
	\$ 35,880,000

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Beneficios estimados del modelo



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Posibles ingresos por venta de materiales aprovechables

Algunos materiales como el cartón limpio, el plástico HDPE y el aluminio de los blísteres no contaminados se pueden vender a empresas autorizadas que se encargan de reciclar. Aunque los precios cambian según la zona y el mercado, esta venta puede ser una fuente de ingreso extra y ayuda a cumplir con los objetivos de la economía circular.

Impacto estimado: se pueden generar ingresos adicionales que podrían usarse para mejorar la logística de la clínica.

Tabla 3. Estimado de costos estimados del modelo de logística inversa en farmacia hospitalaria.

Item	Cantida	Unida	Costo Unitario (COP)	Costo Total (COP)
Contenedores	10	unidad	\$ 300,000	\$ 3,000,000
Estación limpieza	1	unidad	\$ 2,500,000	\$ 2,500,000
Área acopio	15	m ²	\$ 400,000	\$ 6,000,000
Auxiliar logístico	1	persona	\$ 1,000,000	\$ 12,000,000
Apoyo administrativo	1	persona	\$ 666,000	\$ 8,000,000
Insumos limpieza	12	mes	\$ 330,000	\$ 3,960,000
Mantenimiento equipo	2	servicio	\$ 1,000,000	\$ 2,000,000
				\$ 37,460,000

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Fase 4: Piloto funcional

En esta última fase se preparan las actividades para poner en marcha una prueba del modelo circular. Se diseña una hoja de ruta con las siguientes etapas:

1. Preparación interna:

Se presenta el proyecto al personal que participará, se realizan capacitaciones sobre cómo separar, manipular y limpiar los empaques. Además, se adecuan los espacios en la farmacia para ubicar los contenedores, estaciones de limpieza y zonas de almacenamiento.

2. Puesta en marcha operativa:

Se inicia la recolección de los empaques usados. Luego se clasifican (cartón, blísteres, plásticos), se les hace una limpieza básica y se guardan de forma segura.

3. Seguimiento y retroalimentación:

Cada 15 días se harán reuniones para escuchar al personal, detectar problemas y hacer ajustes que mejoren el proceso.

4. Análisis de resultados:

Después de tres meses de prueba, se revisarán los resultados usando indicadores clave en cuatro aspectos: reducción de residuos, ahorro en costos, percepción del personal y mejora en la operación.

INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL PILOTO

ÁMBITO	Indicadores propuestos
AMBIENTALES	Volumen de empaques recuperados % de reducción de residuos Huella de carbono evitada
OPERATIVOS	Cumplimiento en frecuencias de recolección Tiempo de procesamiento Tasa de reutilización de empaques
ECONÓMICOS	Ahorros estimados por reutilización Reducción en costos de disposición % de inversión recuperada
PERCEPTUALES	Grado de satisfacción del personal (encuestas) Nivel de aceptación del modelo (entrevistas breves)

Fuente: Elaboración propia, 2025

Se espera que, al aplicar el modelo de gestión circular en una prueba piloto dentro de farmacias hospitalarias, se logre reducir de forma notable la cantidad de residuos no peligrosos que se envían al relleno sanitario. Esto sería posible gracias a la recuperación y aprovechamiento de empaques que pueden reutilizarse.

Conclusiones

La revisión muestra que, aunque en otros países hay experiencias exitosas y buena teoría sobre economía circular, en Colombia todavía no se ha desarrollado mucho en farmacias hospitalarias. Las principales dificultades encontradas son las normas, los procesos internos y la falta de costumbre. Sin embargo, hay oportunidades claras para crear un modelo que se adapte al país, empezando por el manejo de empaques limpios, comunes y de bajo riesgo para la salud.

El análisis de los tres casos y de las matrices demuestra que aplicar un modelo circular en farmacias intrahospitalarias es posible y útil. Tiene un alto impacto ambiental (73/100) y una viabilidad económica aceptable

(66/100), aunque con algunos retos que se pueden manejar. Si se adapta al contexto colombiano y cuenta con el apoyo de las instituciones, su implementación puede ayudar a hacer los hospitales más sostenibles.

Los resultados también muestran que este tipo de modelo trae beneficios importantes en tres áreas:

- Operativa: mejora los procesos de recolección, separación y reutilización de materiales, ahorrando tiempo y aumentando la eficiencia.
- Logística: permite un mejor seguimiento del uso de empaques, reduce la necesidad de comprar nuevos y mejora la organización interna.
- Ambiental: reduce la cantidad de residuos enviados al relleno sanitario, ayudando al medio ambiente.

La fase piloto sirve para comprobar si el modelo funciona en la vida real. Ayuda a conocer cómo lo recibe el personal, qué problemas pueden aparecer y qué cambios se necesitan hacer para mejorarlo.

Referencias

1. **Organización Mundial de la Salud**, *Waste from healthcare activities*, WHO, 2022.
2. J. Kirchherr, D. Reike, and M. Hekkert, “Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions,” *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 127, pp. 221–232, 2017. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005.
3. **Ellen MacArthur Foundation**, *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*, 2019. [Enlace]. [Accedido: Aug. 4, 2025]. Disponible en: <https://ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>.
4. **Agencia Europea de Medio Ambiente**, *The circular economy and the environment — Europe's choices*, 2020. [Enlace]. [Accedido: Aug. 4, 2025]. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-and-environment>.
5. **Ministerio de Salud y Protección Social**, *Política Nacional de Gestión Integral de Residuos en el Sector Salud*, 2020. [Enlace]. [Accedido: Aug. 4, 2025]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/SSPA/Paginas/gestion-de-residuos.aspx>.
6. **Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – INVIMA**, *Guía para el manejo seguro de residuos generados en servicios farmacéuticos*, 2022. [Enlace]. [Accedido: Aug. 4, 2025]. Disponible en: <https://www.invima.gov.co>.
7. **Organización Panamericana de la Salud**, *Guía técnica para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares*, 2018. [Enlace]. [Accedido: Aug. 4, 2025]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49550>.
8. **European Environmental Agency (EEA)**, *Circular Economy in the Healthcare Sector: Policy Brief*, EEA, 2021.
9. **Ministerio de Salud de Colombia**, *Estudio sobre la gestión de residuos en hospitales*, Ministerio de Salud, 2020.
10. **Organización Mundial de la Salud (WHO)**, *Healthcare Waste Management: A Policy Guide*, WHO, 2022.
11. L. Blass and M. Corbett, “Reverse Logistics in Healthcare: Challenges and Opportunities,” *Journal of Supply Chain Management*, vol. 54, no. 4, pp. 28-40, 2018.
12. J. Chávez et al., “The Role of ICT in Advancing Circular Economy in Healthcare,” *Environmental Management*, vol. 65, no. 3, pp. 45-58, 2019.
13. S. Suárez and J. Gómez, “Regulación sanitaria y la gestión de residuos farmacéuticos en Colombia,” *Revista Colombiana de Derecho Sanitario*, vol. 11, no. 2, pp. 65-80, 2022.
14. A. Kirchherr et al., “Barriers to the Circular Economy: Evidence from the European Union,” *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 135, pp. 25-33, 2017.
15. **European Environmental Agency (EEA)**, *Circular Economy in the Healthcare Sector: Policy Brief*, EEA, 2021.

16. **Ministerio de Salud de Colombia**, *Estudio sobre la gestión de residuos en hospitales*, Ministerio de Salud, 2020.
17. L. Blass and M. Corbett, “Reverse Logistics in Healthcare: Challenges and Opportunities,” *Journal of Supply Chain Management*, vol. 54, no. 4, pp. 28-40, 2018.
18. J. Chávez et al., “The Role of ICT in Advancing Circular Economy in Healthcare,” *Environmental Management*, vol. 65, no. 3, pp. 45-58, 2019.
19. N. M. P. Bocken et al., “Circular Business Models: A Review,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 97, pp. 1-16, 2014.
20. **Ministerio de Salud de Colombia**, *Estudio sobre la gestión de residuos en hospitales*, Ministerio de Salud, 2020.
21. J. Kirchherr et al., “Barriers to the Circular Economy: Evidence from the European Union,” *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 135, pp. 25-33, 2017.
22. M. Fernández and R. Ramírez, “Evaluación de la viabilidad económica de la economía circular en el sector salud,” *Revista de Gestión Ambiental*, vol. 8, no. 2, pp. 48-60, 2021.
23. L. Blass and M. Corbett, “Reverse Logistics in Healthcare: Challenges and Opportunities,” *Journal of Supply Chain Management*, vol. 54, no. 4, pp. 28-40, 2018.
24. S. Suárez and J. Gómez, “Regulación sanitaria y la gestión de residuos farmacéuticos en Colombia,” *Revista Colombiana de Derecho Sanitario*, vol. 11, no. 2, pp. 65-80, 2022.