

**Propuesta para el manejo sostenible de residuos sólidos en la industria láctea la Peñita, con  
énfasis en la valorización del suero de leche**

Jhair Alejandro Gómez Menguan

Director

Derney Eduardo Sosa Marentes

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Tecnología en logística industrial

2026

## Resumen

La empresa La Peñita, ubicada en Facatativá, se dedica a la producción de derivados lácteos, actividad que genera como subproducto principal el suero de leche, el cual anteriormente era considerado un residuo de bajo valor dentro del proceso productivo. En el contexto de la economía circular y la gestión sostenible de los recursos, la empresa ha comenzado a implementar estrategias orientadas al aprovechamiento de este subproducto, transformándolo en un recurso útil dentro de su misma cadena productiva y reduciendo así su impacto ambiental. El proceso desarrollado por la organización consiste en la recuperación del suero de leche, seguido de etapas de filtración, pasteurización y almacenamiento en condiciones controladas. Estas acciones permiten evitar su fermentación y garantizar condiciones adecuadas de inocuidad y calidad. Posteriormente, el suero es destinado a su aprovechamiento como suplemento alimenticio para animales, principalmente cerdos, terneros y aves, siendo distribuido a diferentes granjas agrícolas de la región. De esta manera, se promueve el uso eficiente de los recursos y se fomenta una alternativa sostenible para el manejo de residuos agroindustriales. Adicionalmente, el proyecto plantea fortalecer estas prácticas mediante la implementación de un sistema integral de gestión de residuos en la empresa. Este sistema contempla la realización de un diagnóstico del manejo actual de los residuos, la capacitación del personal en prácticas ambientales responsables, la instalación de estaciones de reciclaje dentro de la organización y la elaboración de material educativo que promueva la correcta separación y aprovechamiento de los residuos. Todo ello se encuentra alineado con la normativa ambiental colombiana vigente y con los principios de producción más limpia.

***Palabras clave:*** Economía circular, gestión integral de residuos, suero de leche, valorización de residuos, producción más limpia, sostenibilidad ambiental.

### **Abstract**

The company La Peñita, located in Facatativá, is dedicated to the production of dairy products, an activity that generates whey as its main byproduct, which was previously considered a low-value residue within the production process. In the context of the circular economy and sustainable resource management, the company has begun to implement strategies aimed at utilizing this byproduct, transforming it into a useful resource within its own production chain and thereby reducing its environmental impact.

The process implemented by the organization involves the recovery of whey, followed by filtration, pasteurization, and storage under controlled conditions. These actions help prevent fermentation and ensure adequate safety and quality standards. Subsequently, the whey is used as a nutritional supplement for animals, mainly pigs, calves, and poultry, and is distributed to agricultural farms in the region. In this way, the efficient use of resources is promoted, and a sustainable alternative for managing agro-industrial waste is encouraged.

Additionally, the project proposes strengthening these practices through the implementation of an integrated waste management system within the company. This system includes diagnosing the current waste management practices, training staff in responsible environmental practices, installing recycling stations within the organization, and developing educational materials that promote proper waste separation and utilization. All these actions are aligned with current Colombian environmental regulations and the principles of cleaner production.

**Keywords:** Circular economy, integrated waste management, whey, waste valorization, cleaner production, environmental sustainability

## Tabla de Contenido

Introducción .....	7
Antecedentes del problema .....	10
Justificación .....	12
Objetivos.....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos .....	14
Marco Conceptual .....	15
Marco Teórico.....	17
Marco Geográfico .....	20
Diseño Metodológico .....	22
Resultados .....	24
Conclusiones .....	51
Referencias Bibliográficas .....	55

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Tipos y proporción de residuos generados</i> .....	25
<b>Tabla 2</b> <i>Clasificación de residuos según área y proceso3.</i> .....	26
<b>Tabla 3</b> <i>Código de colores separación de residuos según la Resolución 2184 de 2019.....</i>	27
<b>Tabla 4</b> <i>Resultados estimados a partir del aprovechamiento de residuos</i> .....	30
<b>Tabla 5</b> <i>Modalidades de valorización del suero de leche</i> .....	32
<b>Tabla 6</b> <i>Resultados estimados tras la implementación del sistema de valorización</i> .....	33
<b>Tabla 7</b> <i>Características de los aspectos que se pueden generar beneficio.....</i>	33
<b>Tabla 8</b> <i>Indicadores de evaluación a 6 meses.....</i>	35

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b>	<i>Ubicación de la Empresa La Peñita</i> .....	20
<b>Figura 2</b>	<i>Rutas internas de gestión de residuos en la planta Empresa La Peñita</i> .....	21
<b>Figura 3</b>	<i>Diseño Esquema de aprovechamiento de residuos La Peñita</i> .....	21
<b>Figura 4</b>	<i>Cronograma de actividades</i> .....	24
<b>Figura 5</b>	<i>Composición de los residuos generados en La empresa Peñita</i> .....	27
<b>Figura 6</b>	<i>Estación de separación de residuos en zona de producción</i> .....	29
<b>Figura 7</b>	<i>Ciclo de economía circular del suero de leche en La Peñita</i> .....	32
<b>Figura 8</b>	<i>Evaluación de resultados del sistema de manejo de residuos en La Peñita</i> .....	36
<b>Figura 9</b>	<i>Código QR que se usó para la encuesta</i> .....	40
<b>Figura 10</b>	<i>Residuos sólidos</i> .....	41
<b>Figura 11</b>	<i>Tipos de residuos sólidos</i> .....	41
<b>Figura 12</b>	<i>Separaciones de residuos</i> .....	41
<b>Figura 13</b>	<i>Puntos ecológicos</i> .....	42
<b>Figura 14</b>	<i>Capacitación de residuos</i> .....	43
<b>Figura 15</b>	<i>Destino de residuos sólidos</i> .....	43
<b>Figura 16</b>	<i>Aprovechamiento de plásticos, cartón y suero de lecho</i> .....	44
<b>Figura 17</b>	<i>Valorización del suero de leche</i> .....	44
<b>Figura 18</b>	<i>Beneficios ambientales</i> .....	45
<b>Figura 19</b>	<i>Prácticas de residuos</i> .....	45
<b>Figura 20</b>	<i>Gestión de residuos</i> .....	45
<b>Figura 21</b>	<i>Resultados de la encuesta sobre percepción del manejo de residuos en La Peñita</i> .....	47
<b>Figura 22</b>	<i>Material gráfico distribuido Folletos</i> .....	48
<b>Figura 23</b>	<i>Material gráfico distribuido Folletos</i> .....	48

## Introducción

En la actualidad, la gestión integral de residuos sólidos se convierte en una prioridad para las empresas del sector agroindustrial, no solo por sus implicaciones ambientales, sino también por los requisitos normativos y las expectativas de sostenibilidad por parte de los consumidores. En este contexto, la empresa La Peñita, dedicada a la producción de productos lácteos en el municipio de Facatativá (Cundinamarca), enfrenta importantes desafíos en el manejo de residuos sólidos generados durante sus procesos de producción y empaque, tales como plástico, cartón y suero de leche.

La empresa La Peñita, se dedicada a la producción de productos lácteos, enfrenta dificultades en la gestión de sus residuos sólidos, lo que genera impactos ambientales, económicos y operativos. Actualmente, el manejo inadecuado del suero de leche, los envases plásticos y los desechos orgánicos derivados de la producción ha ocasionado acumulación de residuos, aumento en los costos de disposición y posibles incumplimientos normativos.

Uno de los principales problemas identificados es la falta de un sistema eficiente de separación y tratamiento de residuos, lo que provoca que materiales reciclables y reutilizables se desperdicien o terminen en vertederos. Además, la acumulación de desechos orgánicos sin tratamiento adecuado puede generar malos olores y contaminación del suelo y el agua, afectando tanto el entorno como la imagen de la empresa ante la comunidad.

Otro factor es la falta de capacitación del personal en estrategias de reducción, reutilización y reciclaje de residuos. Esto impide la correcta implementación de prácticas sostenibles que podrían optimizar recursos y generar beneficios económicos para la empresa.

Por ello es fundamental establecer un sistema eficiente para optimizar costos y sostenibilidad, frente a otras empresas del sector que implementaron modelos de economía circular. Si estas problemáticas no se abordan de manera adecuada, La Peñita podría enfrentar

Sanciones ambientales, mayores costos de producción y la disminución en su competitividad en el mercado.

Por ello, es fundamental establecer un sistema eficiente de gestión de residuos sólidos que permita reducir el impacto ambiental, Ante esta situación, el presente proyecto tiene como finalidad proponer un sistema integral de gestión de residuos sólidos en La Peñita. Mediante una metodología proyectiva que contempla diagnóstico inicial, capacitación del personal, instalación de estaciones de reciclaje y valorización del suero de leche como suplemento alimenticio para animales.

Este trabajo se concibe como propuesta metodológica que podría servir de referencia para otras empresas del sector lácteo, alineada con la normatividad ambiental vigente en Colombia y con principios de economía circular.

Estudios recientes sugieren que, en teoría, la economía circular representa una vía estratégica para convertir desechos en elementos útiles, lo cual trae consigo ventajas tanto para el medio ambiente como para la economía (González y Ramírez, 2020; Pérez y Ramírez, 2021) Con la implementación de nuevas políticas ambientales en Colombia como Resolución 1407 de 2018 sobre envases y empaques y el fortalecimiento de la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

La línea de investigación de este informe profundiza en la Administración y tecnología para la sostenibilidad, con un enfoque Proyectivo, orientado a optimizar la gestión de residuos sólidos en la empresa, cumpliendo con las regulaciones vigentes.

Su propósito es plantear una estrategia viable para el aprovechamiento de residuos de suero de leche en la agricultura, así como desarrollar material didáctico que podría sensibilizar a los empleados sobre una adecuada disposición y separación de residuos.

## **Antecedentes del Problema**

La empresa La Peñita, ubicada en el municipio de Facatativá, es una organización del sector agroindustrial dedicada a la producción y a la comercialización de productos lácteos como leche pasteurizada, yogurt, kumis y quesos. Con una trayectoria de más de dos décadas en el mercado regional, ha logrado posicionarse como una marca reconocida por la calidad de sus productos y su compromiso con el desarrollo local.

No obstante, como parte de su operación diaria, la empresa genera una cantidad considerable de residuos sólidos derivados tanto del proceso productivo como del empaque y distribución de sus productos. Entre los residuos más comunes se encuentran envases y empaques plásticos como bolsas de leche, tapas y contenedores; cartón y papel como cajas y etiquetas; subproductos orgánicos como el suero de leche y restos de cuajada; y residuos químicos o peligrosos asociados a productos de limpieza industrial.

Históricamente, estos residuos han sido gestionados de manera básica a través de operadores locales de recolección y disposición final. Sin embargo, la empresa no cuenta con un sistema integral de gestión de residuos que permita clasificar, aprovechar y reducir los residuos desde su origen. Esta situación no solo representa un riesgo ambiental, sino también una oportunidad de mejora en términos de eficiencia, cumplimiento normativo y sostenibilidad.

Además, con la implementación de nuevas políticas ambientales en Colombia, como la Resolución 1407 de 2018 sobre envases y empaques y el fortalecimiento de la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS), las empresas están llamadas a fortalecer sus sistemas de manejo ambiental. La falta de adaptación a estas exigencias podría derivar en sanciones, pérdida de licencias o afectaciones en su imagen institucional.

Aunque existen buenas intenciones por parte de la dirección de La Peñita, no se ha

documentado un plan formal de manejo de residuos sólidos ni se cuenta con indicadores que permitan hacer seguimiento al impacto ambiental de la operación. Tampoco hay evidencia de campañas internas de concienciación o separación en la fuente, ni alianzas con gestores autorizados para el aprovechamiento de residuos reciclables o reutilizables.

Según la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS), el diseño de sistemas internos es clave para la sostenibilidad empresarial (MinAmbiente, 2023). Por esta razón, surge la necesidad de analizar el sistema actual de gestión de residuos sólidos en La Peñita y formular propuestas de mejora que se alineen con la normativa vigente y con principios de logística sostenible, economía circular y producción más limpia.

### **Pregunta de Investigación**

¿Cómo implementar un sistema de manejo sostenible que garantice la disposición adecuada de los residuos sólidos generados en la industria láctea La Peñita, aprovechando el suero de leche para otros usos y cumpliendo con la normativa ambiental vigente?

## **Justificación**

La empresa La Peñita, ubicada en el municipio de Facatativá, se dedica a la producción y comercialización de productos lácteos como leche, yogur y quesos. En el desarrollo de sus actividades productivas, la organización genera diversos tipos de residuos sólidos, entre los que se encuentran envases plásticos, cartón, residuos orgánicos como el suero de leche y materiales potencialmente peligrosos derivados de los procesos de limpieza y mantenimiento. Sin embargo, actualmente la empresa no cuenta con un sistema estructurado ni técnicamente documentado para la gestión integral de estos residuos, lo cual representa un riesgo ambiental, así como una oportunidad de mejora en sus procesos operativos y en el cumplimiento de la normativa vigente. Por esta razón, se plantea la implementación de un esquema que permita optimizar el uso de los recursos, aprovechar subproductos y fortalecer la gestión ambiental de la empresa.

Este proyecto busca mejorar la clasificación de los residuos desde la fuente, promover el aprovechamiento de materiales reciclables, incorporar prácticas de logística inversa y aplicar principios de economía circular. De igual manera, pretende reducir el volumen de residuos enviados a disposición final y generar valor a partir de subproductos como el suero de leche, que puede ser utilizado en la alimentación animal o en otros procesos productivos.

A nivel internacional, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) señaló en 2021 que una adecuada gestión de residuos es fundamental para avanzar hacia sistemas de producción más sostenibles y regenerativos. Esta perspectiva se relaciona con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente con el ODS 12, que promueve la producción y el consumo responsables. En este sentido, la implementación de un sistema de manejo de residuos sólidos permite reducir costos asociados a la eliminación de desechos, mejorar la eficiencia operativa y facilitar el aprovechamiento de subproductos agroindustriales

como el lacto suero.

Desde el enfoque social, la propuesta contribuirá a disminuir los impactos ambientales negativos en la comunidad cercana a la empresa, particularmente en la vereda El Prado del municipio de Facatativá. Asimismo, favorecerá el fortalecimiento de la reputación corporativa de la empresa y la consolidación de una cultura organizacional orientada a la protección del medio ambiente. Como señalan Rodríguez y León (2018), es fundamental crear una cultura ambiental dentro de las empresas para garantizar la sostenibilidad de sus operaciones y del negocio en el largo plazo. En este contexto, el proyecto se convierte en un modelo de referencia para la gestión integral de residuos en pequeñas y medianas empresas del sector agroindustrial.

Desde el punto de vista legal y ambiental, Colombia cuenta con una normativa cada vez más estricta en materia de gestión de residuos, como la Resolución 1407 de 2018 sobre envases y empaques y el Decreto 1076 de 2015, que establecen lineamientos para la implementación de planes de gestión ambiental en las organizaciones. La falta de adaptación a estas disposiciones puede generar sanciones legales, dificultades en las relaciones comerciales con clientes y aliados que exigen prácticas sostenibles, además de un incremento en los costos operativos y en la carga sobre los espacios productivos. Por lo tanto, este proyecto representa una oportunidad de mejora continua, alineada con los principios de la ingeniería industrial, la producción más limpia y la sostenibilidad empresarial.

Finalmente, esta investigación contribuye al desarrollo sostenible a nivel local, ya que busca mitigar los impactos ambientales negativos en la vereda El Prado del municipio de Facatativá y promover una cultura de responsabilidad ambiental dentro del sector productivo. De esta manera, se fortalece el compromiso empresarial con el cuidado del entorno, el uso eficiente de los recursos y la implementación de prácticas sostenibles en la industria agroindustrial.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar una propuesta para el manejo sostenible de los residuos sólidos generados en la industria láctea La Peñita, que integre el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, prácticas de disposición adecuada, aprovechamiento de subproductos como el suero de leche y capacitación del personal para garantizar una gestión ambiental responsable.

### **Objetivos Específicos**

Diagnosticar los tipos y cantidad de los residuos generados por la empresa, y subproductos generados en la empresa mediante instrumentos de caracterización técnica.

Analizar la normativa ambiental existente que sea aplicable al manejo de residuos sólidos en el sector lácteo, con el fin de establecer una separación y recolección adecuada para su disposición.

Proponer un sistema integral de manejo de residuos sólidos junto con la valorización del suero de leche como suplemento alimenticio para animales para garantizar la viabilidad técnica que contempla reducción, aprovechamiento, tratamiento y disposición final, en coherencia con los principios de sostenibilidad.

Capacitar al personal de la empresa en buenas prácticas de separación, manejo y disposición de residuos sólidos, fomentando una cultura organizacional ambiental.

## **Marco Conceptual**

El presente proyecto se fundamenta en diversos conceptos que orientan la gestión ambiental moderna dentro del ámbito industrial, especialmente en el manejo de residuos sólidos derivados de actividades agroindustriales. A continuación, se definen y explican los principales términos que sustentan esta propuesta, los cuales permiten estructurar un modelo eficiente, sostenible y normativamente adecuado para la empresa La Peñita.

### **Residuos Sólidos**

Los residuos sólidos comprenden todos aquellos materiales descartados que resultan de las actividades humanas, industriales, comerciales o agrícolas, los cuales requieren un manejo adecuado para prevenir impactos ambientales. En la industria láctea, estos residuos incluyen cartón, plástico, residuos orgánicos como el suero de leche y envases de empaque.

Según Gómez, Martínez y Torres (2019) “el manejo de los residuos sólidos implica una serie de procesos como la recolección, transporte, tratamiento y disposición final, todos ellos esenciales para minimizar el impacto ambiental” En este sentido, la gestión integral de residuos en la empresa La Peñita debe contemplar un sistema estructurado que integre estos procesos desde la fuente hasta la valorización o disposición final.

La clasificación de residuos también se aborda desde organismos internacionales como la OCDE (2021) que los agrupa en municipales, industriales, peligrosos y especiales. Esta diferenciación es para comprender que, en el sector agroindustrial, los residuos no solo provienen de los empaques o subproductos como el suero de leche, sino también de procesos de limpieza, insumos químicos y residuos administrativos. De igual manera, ONU-Hábitat (2022) resalta la importancia de integrar planes de gestión diferenciados que permitan prevenir impactos ambientales y facilitar la trazabilidad de cada categoría de residuo. En este

Sentido, la propuesta para La Peñita se orienta a establecer un sistema que reconozca dicha clasificación y priorice el aprovechamiento de materiales valorizables.

### **Economía Circular**

La economía circular es un modelo de producción y consumo que busca cerrar el ciclo de vida de los productos, promoviendo su reutilización, reciclaje y aprovechamiento en nuevas etapas del proceso productivo. A diferencia del modelo lineal (extraer-usar-desechar), la economía circular transforma los residuos en recursos, contribuyendo a la sostenibilidad.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) “la economía circular es un modelo de desarrollo regenerativo que reduce la presión sobre los recursos naturales, disminuye los impactos ambientales y genera oportunidades económicas sostenibles” (UNEP, 2021). En el contexto de la empresa La Peñita, el suero de leche puede ser valorizado como suplemento alimenticio para los animales, transformando un residuo orgánico en un recurso con valor productivo.

La Fundación Ellen MacArthur (2020) propone 3 principios rectores de la economía circular: diseñar sin generar residuos ni contaminación, mantener los productos y materiales en uso durante el mayor tiempo posible y regenerar los sistemas naturales. Estos principios son pertinentes para la industria láctea, ya que permiten proyectar acciones concretas como: rediseñar procesos para reducir empaques plásticos, mantener en circulación materiales como cartón y envases retornables, y aprovechar subproductos orgánicos como el suero de leche en cadenas agrícolas o pecuarias. En la propuesta que aquí se plantea, dichos principios sirven de guía metodológica para el diseño del sistema integral de gestión de residuos sólidos.

## **Marco Teórico**

### **Producción Más Limpia**

La Producción más Limpia (P+L) es una estrategia preventiva y continua que busca aumentar la eficiencia y reducir los riesgos ambientales en los procesos industriales. Se basa en el rediseño de procesos para evitar la generación de residuos y maximizar el aprovechamiento de recursos.

Según la FAO (2013), la aplicación de la producción más limpia en la industria láctea permite optimizar el uso del agua, reducir la generación de subproductos como el suero y minimizar el uso de materiales contaminantes, mejorando así el rendimiento ambiental.

De acuerdo con la ONUDI (2020) la Producción Más Limpia se puede aplicar en tres niveles: prevención en fuente, reciclaje interno y tratamiento de residuos inevitables. En el caso de una planta procesadora de lácteos como La Peñita, estos niveles se proyectan en acciones tales como la optimización del consumo de agua en los procesos de pasteurización, la reutilización interna de materiales de embalaje y la transformación de residuos orgánicos como el lacto suero en alimento animal. González y Ramírez (2020) destacan que aquellas empresas que incorporan estos niveles de intervención logran reducir hasta en un 40 % sus costos de disposición y mejoran su competitividad.

### **Sostenibilidad Ambiental**

La sostenibilidad ambiental implica el uso racional de los recursos naturales para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras. En el ámbito empresarial, esto se traduce en adoptar modelos productivos que minimicen los impactos negativos sobre el medio ambiente.

Brunner y Rechberger (2015) sostienen que “la sostenibilidad ambiental no puede

lograrse sin una transformación del actual modelo lineal de producción y consumo, hacia uno circular que gestione eficientemente los residuos” Esta visión aplica directamente a La Peñita, donde la gestión de residuos representa un eje fundamental para consolidar su compromiso con la sostenibilidad.

El concepto de sostenibilidad ambiental debe abordarse desde una visión integral que incluye la triple dimensión de la sostenibilidad: ambiental, social y económica. Villamil y Torres (2022) explican que un sistema de gestión de residuos sólidos contribuye no solo a la reducción de impactos negativos en el entorno, sino también al fortalecimiento de la cultura ambiental de las comunidades y a generar valor económico a partir del aprovechamiento de residuos. Asimismo, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015) enmarcan este tipo de propuestas en los ODS 12 (Producción y consumo responsables) y 13 (Acción por el clima), demostrando la relevancia global del diseño planteado para La Peñita. Normativa Ambiental en Colombia

La legislación colombiana establece directrices para la gestión de residuos, tanto en el sector productivo como en el comercial. Entre las principales normas se destacan:

Resolución 1407 de 2018: establece la gestión de envases y empaques.

Decreto 1076 de 2015: compila disposiciones relacionadas con el sector ambiental. Ley 1252 de 2008: regula la gestión integral de residuos peligrosos.

Estas normativas obligan a las empresas a implementar planes de gestión, capacitar a sus trabajadores, y asegurar el aprovechamiento de los residuos generados. La falta de cumplimiento puede acarrear sanciones, multas o cierres temporales de operación.

Además de la legislación nacional, es de mencionar estándares internacionales que sirven de marco de referencia para proyectos de sostenibilidad. Entre ellos se encuentran la ISO

14001:2015 (gestión ambiental) y la ISO 14044:2006 (análisis del ciclo de vida), que brindan herramientas para planificar, implementar y evaluar sistemas de gestión ambiental en las organizaciones. El alineamiento de la propuesta con estas normas no solo garantiza el cumplimiento de regulación colombiana, sino también proyecta a la empresa hacia prácticas de competitividad internacional.

## Marco Geográfico

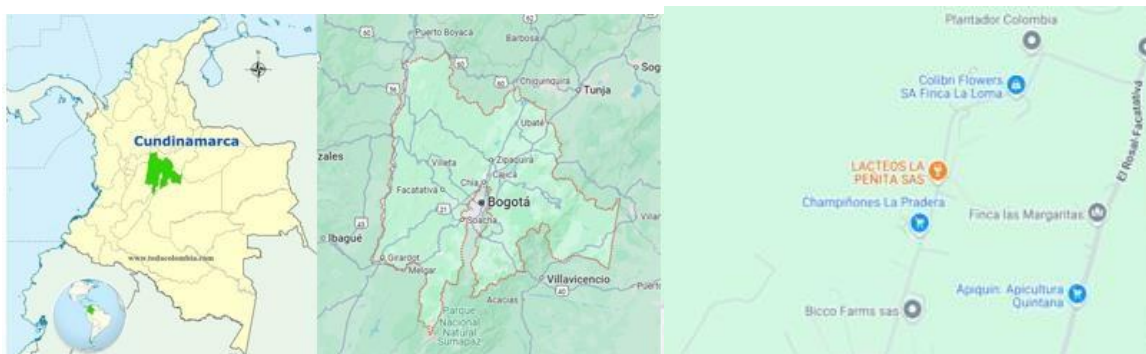
La presente investigación se desarrolla en la empresa La Peñita, ubicada en el municipio de Facatativá, departamento de Cundinamarca, Colombia. Este municipio hace parte de la Sabana de Bogotá, una región reconocida por su actividad agroindustrial, especialmente en el sector lácteo, agrícola y floricultor.

Como se muestra en la Figura 1 Facatativá se encuentra a una altitud aproximada de 2.586 metros sobre el nivel del mar, y presenta un clima templado, con temperatura media anual de 13 °C. Estas condiciones influyen en las operaciones productivas de la empresa, así como en el tipo y volumen de residuos generados.

El municipio de Facatativá desempeña un papel estratégico en la economía regional debido a su cercanía con Bogotá y su vocación agroindustrial. Según el Plan de Desarrollo Municipal (Alcaldía de Facatativá, 2023) la lechería constituye de las principales actividades productivas, con un aporte al abastecimiento de la capital. El contexto refleja que la propuesta de gestión de residuos en una empresa láctea no solo tiene implicaciones internas, sino que también incide en la cadena de valor regional y en la sostenibilidad del territorio.

### Figura 1

#### *Ubicación de la Empresa La Peñita*



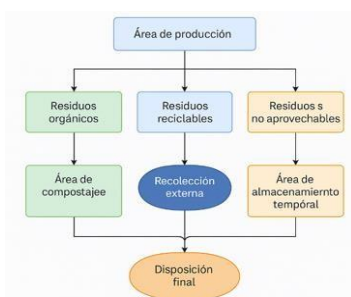
*Nota.* Ubicación de la empresa La Peñita en el municipio de Facatativá. Elaboración propia a

partir de información geográfica consultada (2026)

Desde una perspectiva logística, Facatativá se encuentra conectada con Bogotá y con otros municipios productores de leche a través de vía Facatativá–Bogotá y la red de carreteras secundarias. Esto facilita la movilidad de insumos y productos, pero también representa un reto en la gestión de residuos como se muestra en la Figura 2 y Figura 3, ya que la disposición final depende de operadores regionales. Incluir un sistema interno de gestión de residuos permitirá reducir la dependencia exclusiva de estos operadores y aumentar la capacidad de aprovechamiento local, alineando la logística empresarial con prácticas de sostenibilidad.

## Figura 2

*Rutas internas de gestión de residuos en la planta Empresa La Peñita*



*Nota.* Estructura de gestión de residuos en la planta de producción

## Figura 3

*Esquema de aprovechamiento de residuos Empresa La Peñita*



*Nota.* Breve esquema de aprovechamiento de residuos

## **Diseño Metodológico**

### **Tipo de Investigación**

Este proyecto se enmarca en una investigación de tipo proyectiva, dado que se plantea el diseño de un sistema integral de manejo de residuos sólidos para la empresa La Peñita con el aprovechamiento del suero de la leche. El enfoque es de carácter descriptivo–analítico, ya que busca caracterizar la situación actual de la empresa en materia de residuos y proyectar una propuesta que responda a los objetivos planteados. Según Hernández, Fernández y Baptista (2022) “la investigación proyectiva permite estructurar soluciones teóricas y metodológicas que, aunque no se ejecuten en momento, orientan a la organización hacia prácticas sostenibles de futuro”.

### **Población y Muestra**

La población está conformada por los 30 empleados del área de producción y logística de la empresa La Peñita. La muestra es intencional, aplicando instrumentos a 30 trabajadores directamente involucrados en procesos generadores de residuos. La delimitación responde a criterios de relevancia y pertinencia metodológica.

### **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Para dar cumplimiento a los objetivos, se proponen los siguientes instrumentos: Encuesta estructurada: orientada a identificar el nivel de conocimiento del personal frente al manejo de residuos. Contará con preguntas cerradas tipo Likert.

Ficha de caracterización de residuos: Es un documento diseñado para registrar tipo, cantidad y frecuencia de los residuos generados en cada área de la empresa.

Guía de observación: Permitirá evaluar las prácticas cotidianas de los empleados relacionadas con la separación, disposición y aprovechamiento de residuos.

Matriz FODA: Para analizar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la propuesta de diseño.

Dentro de la normatividad vigente, de acuerdo a las políticas ambientales en Colombia como la Resolución 1407 de 2018 sobre envases y empaques y el fortalecimiento de la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS), de igual manera se clasifica según la Resolución 2184 de 2019. Este diagnóstico servirá como base para la propuesta de separación en la fuente. Allí se identificarán la proporción de plásticos, cartón, suero de leche y residuos orgánicos/peligrosos generados.

Posteriormente, se usa una ficha técnica de estaciones de reciclaje. A partir del diagnóstico anterior, se proyecta el diseño de estaciones de separación codificadas por color, ubicadas en puntos estratégicos de la empresa.

Por último, se busca capacitar en buenas prácticas de reciclaje y economía circular. Al personal de la empresa la Peñita, aplicando una encuesta de percepción inicial, finalmente se comparte material pedagógico (folletos). Se proyecta elaborar un plan de capacitación semestral con talleres teórico-prácticos sobre el código de colores, valorización del suero de leche y principios de economía circular para el incremento del nivel de conocimiento y sensibilización ambiental del personal.

El cronograma de actividades proyectado se evidencia en la figura número 4.

#### Figura 4

*Cronograma de actividades*



*Nota.* Cronograma de actividades semestral

## Resultados

El diagnóstico realizado permite conocer la proporción y origen de los residuos sólidos en la empresa La Peñita. A través de fichas de caracterización y observación directa, se identificarían residuos frecuentes (plástico, cartón, suero de leche, orgánico y peligroso).

La tabla 1 presenta distribución porcentual estimada de residuos, con base en registros de una semana productiva. Esto servirá como insumo para priorizar las estrategias para el aprovechamiento y reciclaje:

Para obtener estos cálculos de residuos sólidos generados en la empresa, se debe sumar todas las cantidades, en este caso:  $32+28+25+10+5=100$  kg

Aplicamos la fórmula del porcentaje % para cada caso correspondiente, como se observa a continuación:

**Tabla 1**

*Tipos y proporción de residuos generados*

Tipo de residuo	Cantidad (kg)	Cálculo del porcentaje	Resultado (%)
Plástico	32	$(32 / 100) \times$ 100	32%
Cartón y papel	28	$(28 / 100) \times$ 100	28%
Suero de leche	25	$(25 / 100) \times$ 100	25%
Residuos orgánicos	10	$(10 / 100) \times$ 100	10%

Residuos peligrosos	5	$(5 / 100) \times 100$	5%
Total	100	—	100%
Tipo de residuo	Porcentaje estimado	Frecuencia	
Plástico	32 %	Diaria	
Cartón y papel	28%	Diaria	
Suero de leche	25%	Diaria	
Residuos orgánicos	10%	Semanal	
Residuos peligrosos	5%	Ocasional	

*Nota.* Tabla estimada a una proyección de residuos generados

La tabla presenta una estimación de los tipos de residuos generados por la empresa La Peñita y su proporción porcentual con base en un total de 100 kg de residuos producidos durante el proceso productivo. Los porcentajes se calcularon a partir de la relación entre la cantidad de cada tipo de residuo y el total generado. Asimismo, se incluye la frecuencia aproximada de generación de cada residuo dentro de las actividades operativas de la empresa. Elaboración propia (2026).

## **Tabla 2**

### *Clasificación de residuos según área y proceso*

Área	Proceso	Residuos Generados
Recepción de materias primas	Recepción de leche, insumos y empaques	Bolsas plásticas, cartón, etiquetas
Producción	Pasteurización, fermentación, envasado	Suero de leche, agua residual, restos de productos

Empaque y almacenamiento	Envasado final, paletizado	Plástico FILM, cartón, residuos de etiquetas
Oficina/Administración	Actividades administrativas	Papel, cartuchos, residuos orgánicos
Limpieza y mantenimiento	Lavado de equipos e instalaciones	Aguas con químicos, trapos, guantes

*Nota.* Tabla de clasificación de residuos sólidos en la planta

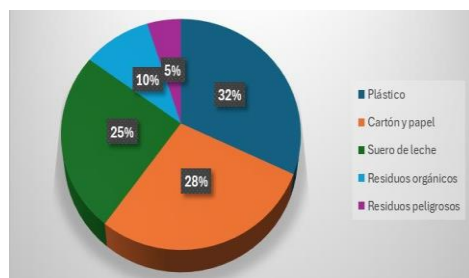
La tabla muestra las principales áreas operativas de la empresa La Peñita, los procesos que se desarrollan en cada una y los residuos generados durante las actividades productivas, administrativas y de mantenimiento. La información se elaboró con base en la identificación preliminar de procesos y residuos dentro de la organización. Elaboración propia (2026).

Tras realizar un análisis, se hizo evidente que mayor parte de los desechos generados pueden volver a usarse o reciclarse. Este hallazgo es importante para la elaboración del plan de gestión, dando prioridad a la separación desde el origen y al aprovechamiento del lacto suero.

Los datos reunidos son útiles para fijar objetivos de disminución de residuos y para planificar las formaciones requeridas, centradas sobre todo en la identificación de materiales que pueden reciclarse y de aquellos que son peligrosos.

### Figura 5

*Composición de los residuos generados en La empresa Peñita*



*Nota.* Gráfico de separación de residuos

Una vez diagnosticados los tipos y cantidades de residuos generados en la empresa, se procede a diseñar una infraestructura de gestión que permita su correcta separación en la fuente. Con base en la normatividad vigente (Resolución 2184 de 2019), (Ramirez Hernández, 2025) se proyecta la instalación de estaciones de separación con recipientes de colores blanco, verde y negro, distribuidos en puntos estratégicos de la planta. La tabla 3 muestra la clasificación oficial de los colores adoptada en Colombia. Su inclusión justifica las decisiones de diseño planteadas.

**Tabla 3**

*Código de colores para separación de residuos según la Resolución 2184 de 2019*

Color recipiente	Tipo de residuo
Blanco	Residuos aprovechables (papel, cartón, plástico, vidrio, metales)
Verde	Residuos orgánicos (restos de comida, cáscaras, residuos biodegradables)
Negro	Residuos no aprovechables como papeles y cartones contaminados con comida y otros residuos no aprovechables

*Nota.* Código de colores de canecas según la resolución 2184 de 2019

La tabla presenta la clasificación de residuos según el código de colores establecido en Colombia para la separación en la fuente, aplicado a la gestión de residuos en la empresa La Peñita. Esta clasificación permite identificar los residuos aprovechables, orgánicos y no aprovechables, facilitando su adecuada recolección, tratamiento y disposición final dentro del sistema de gestión ambiental de la organización. Elaboración propia (2026).

La aplicación de esta ficha técnica fortalece la gestión ambiental de Lácteos La Peñita, promoviendo la sostenibilidad, el aprovechamiento eficiente de los recursos y el cumplimiento de la Resolución 2184 de 2019, contribuyendo así al desarrollo responsable y a la protección del entorno natural.

Con base en esta normativa, se instaló tres contenedores para la separación de residuos en cada una de las siguientes áreas de la empresa:

Recepción de materias primas

Zona de producción

Área de empaque y almacenamiento

Oficina administrativa

Área de limpieza y mantenimiento

Cada estación quedo equipada con estos tres contenedores codificados por color, debidamente rotulados y ubicados estratégicamente para facilitar su uso por parte de los operarios.

Adicionalmente, se contempla la señalización interna con apoyo gráfico para reforzar el mensaje sobre separación correcta. La Figura 6 muestra ejemplo de una estación instalada:

### **Figura 6**

*Estación de separación de residuos en zona de producción*

**Estación antes del equipamiento de contenedores**



**Estación después del equipamiento de contenedores**



*Nota.* Estación de residuos antes y después en planta

Se gestionó con la Gerencia de la empresa la Peñita, la compra de contenedores en el cual se invirtió 3 millones de pesos.

Cada semana se logra determinar que aproximadamente son 100 kg de reciclaje los que se obtienen y se vende a \$2.000 se puede decir que hay un retorno de inversión a largo plazo de estos contenedores invertidos para una mayor organización en la infraestructura de la separación de los residuos; facilitando de esta forma, el cumplimiento de la normatividad ambiental, evidenciando la mejora de la eficiencia operativa permitiendo el proceso de reciclaje, compostaje y aprovechamiento de suero de leche en condiciones óptimas.

En la tabla 4 se proyecta los posibles beneficios proyectados de cada tipo de residuo (cartón, plástico, suero de leche y orgánicos). Su función es demostrar el potencial económico y ambiental de los residuos actualmente subutilizados.

**Tabla 4**

*Resultados estimados a partir del aprovechamiento de residuos*

Tipo	Residuo	Proceso propuesto	Producto alcanzable	Beneficios
Aprovechable	Cartón	Separación, limpieza y almacenamiento	Venta a recicladores o empresas de papel reciclado	Ingreso adicional y reducción de residuos en rellenos sanitarios
Aprovechable	Plástico	Clasificación (PET, HDPE) y compactación	Venta de plástico reciclado o fabricación de eco-bloques	Reducción del impacto ambiental y posible reutilización

Orgánico	Suero de leche	Fermentación o secado	Suplemento alimenticio para cerdos o bovinos	Reducción de vertimientos y generación de valor agregado
Orgánico	Suero de leche	Mezcla con harinas	Producción de concentrado animal	Reutilización del subproducto y sostenibilidad agropecuaria
Orgánico	Residuos orgánicos	Compostaje aeróbico o lombricultura	Abono orgánico	Mejora de suelos y reducción de residuos biodegradables

*Nota.* Tabla realizada en aprovechamiento de los residuos sólidos generados

La tabla describe las alternativas de aprovechamiento de residuos generados en los procesos productivos de la empresa La Peñita, indicando el tipo de residuo, el proceso propuesto para su tratamiento, el producto que puede obtenerse y los beneficios ambientales y económicos esperados. Elaboración propia (2025).

Adicionalmente, se podría contemplar la posibilidad de comercializar algunos de los productos reciclados o utilizarlos en procesos internos (como el compostaje para jardines o zonas verdes de la planta). El suero de leche, subproducto líquido generado durante la elaboración de quesos y yogures, representa entre el 80% y 90 % del volumen original de la leche.

El proceso que se desarrolla, inicia con la entrada del 100% de leche, al fermentarse la leche con bacterias lácteas, un parte se separa del líquido durante la fermentación, este líquido es conocido como el suero de leche.

Leche+Cuajo (o ácido) →Cuajada (queso)+Suero de leche

Esto se alcanza a través de los procesos de productos principales como yogurt, kumis y quesos. Este suero de leche, tradicionalmente desechado como residuo, contiene un alto número de proteínas solubles, lactosa, minerales y vitaminas, que lo convierte en una materia prima valiosa para su aprovechamiento en la alimentación animal.

Con base en el diagnóstico, se propone un sistema de valorización de este residuo orgánico, utilizando sus diferentes modalidades como lo son el uso directo líquido, bloques nutricionales y fermentación que permitirán su reutilización eficiente, y adaptada además a las condiciones de La Peñita y sus aliados productivos.

La tabla 5 describe diferentes alternativas de aprovechamiento, sus características y usuarios potenciales. Lo anterior, permite comparar opciones y seleccionar el más viable para la empresa La Peñita.

**Tabla 5**

*Modalidades de valorización del suero de leche*

Modalidad	Descripción	Usuarios potenciales
Uso directo líquido	Suplemento bebible en granjas	Cerdos, bovinos
Concentrado líquido	Mezclado con melaza y minerales	Alimentación en hatos
Bloques nutricionales	Solidificado con aglutinantes y sales	Pastoreo controlado
Fermentación	Convertido en prebióticos animales	Animales jóvenes o enfermos

*Nota.* Modalidades de generación y reutilización de residuos

La tabla presenta diferentes modalidades de valorización del suero de leche generadas a partir de procesos de aprovechamiento en la empresa La Peñita, describiendo sus características y los posibles usuarios en el sector pecuario. Estas alternativas permiten reducir el impacto ambiental del vertimiento de este subproducto y generar valor dentro de la cadena agroindustrial.

Elaboración propia (2025).

Estas estrategias permitirán reducir el volumen de vertimientos al sistema de aguas residuales, al tiempo que aportan valor al integrar el suero dentro de las cadenas productivas agropecuarias. Para su implementación, el suero se recolectará y someterá a procesos de tratamiento básico (filtración y pasteurización), seguido por su acondicionamiento según la modalidad seleccionada.

La figura 7 proyecta un esquema de cómo el suero podría reincorporarse en el sistema productivo agropecuario, evitando vertimientos y generando valor.

### Figura 7

*Ciclo de economía circular del suero de leche en La Peñita*



*Nota.* Ciclos de economía

La tabla 6 presenta valores (litros valorizados, reducción de vertimientos, ingresos proyectados estimados) que permiten visibilizar los impactos esperados de la propuesta.

**Tabla 6**

*Resultados estimados tras la implementación del sistema de valorización*

Resultado	Valor
Suero valorizado	18.000 L
Reducción de vertimientos	85%
Animales beneficiados	120 cerdos y 40 terneros
Ahorro en disposición	\$4.500.000 COP

*Nota.* Resultados de valorización de residuos

La tabla presenta los resultados estimados del proceso de aprovechamiento y valorización del suero de leche en la empresa La Peñita, incluyendo el volumen de suero reutilizado, la reducción de vertimientos, el número aproximado de animales beneficiados y el ahorro económico en costos de disposición final de residuos. Estos valores corresponden a proyecciones basadas en el sistema propuesto de gestión y aprovechamiento de subproductos. Elaboración propia (2025).

Estos valores son calculados realizados de la siguiente manera, ya que en la empresa se hace el recibo de leche a los 2 silos/tanques con capacidad de 50.000 litros cada uno, en los 2 serían una capacidad total de 100.000 litros en los cuales toca hacer un proceso, de Pasteurización el equipo de pasteurización suele ser por silo o tanques de proceso (para calentar/enfriar) de ahí sale la leche lo cual va para el proceso de producción. Por silo salen 9000 litros de suero de leche, en los dos son una capacidad de 18.000 L de suero de leche.

Ahorro por litro valorizado  
 ahorro representa cada litro de suero valorizado.

Operación:  $4.500.000 \div 18.000$ .

Divido por 1.000:  $4.500.000/1.000 = 4.500$ ;  $18.000/1.000 = 18$ .

Entonces  $4.500 \div 18 = 250$ .

→ Ahorro = 250 COP por litro.

Si ahora solo se vierte el 15% (porque se reduce el 85%), podemos calcular:

Volumen anterior total=0.85/Suero valorizado

Volumen anterior total=18.0000.85=21.176 L

Volumen que toda vía se vierte (15%)

Volumen actual vertido=21.176×0.15=3.176 L

$$\text{Volumen anterior total} = \frac{\text{Suero valorizado}}{0.85}$$

$$\text{Volumen anterior total} = \frac{18.000}{0.85} = 21.176 \text{ L (aprox.)}$$

En la actualidad, de acuerdo al proceso que se lleva a cabo, se tiene la siguiente información en la tabla 7 loas características y los beneficios que generan

**Tabla 7**

*Características de los aspectos que se pueden generar beneficio*

Característica	Valor	Descripción
Suero valorizado	18.000 L	Volumen total de suero de leche recuperado y destinado a procesos de aprovechamiento.

Reducción de vertimientos	85%	Porcentaje de disminución de descargas al sistema de alcantarillado o al medio ambiente.
Animales beneficiados	120 cerdos y 40 terneros	Cantidad total de animales que reciben el suplemento alimenticio elaborado a partir del suero valorizado.
Ahorro en disposición final	\$4.500.000 COP	Reducción de costos asociados a transporte, disposición y tratamiento de residuos líquidos.

*Nota.* Generación de beneficios para la empresa

La tabla presenta las principales características y beneficios potenciales derivados del aprovechamiento del suero de leche dentro del sistema de gestión de residuos propuesto para la empresa La Peñita. Los valores corresponden a estimaciones basadas en proyecciones del proceso de valorización del suero, considerando su recuperación, reutilización en la alimentación animal y la reducción de costos asociados a la disposición final de residuos. Elaboración propia (2025).

Los análisis de los resultados esperados podrían considerarse la valorización de 18.000 litros de suero de leche, que permitió reincorporar un subproducto de alta carga orgánica en la

cadena productiva agropecuaria, disminuyendo en un 85 % los vertimientos líquidos que anteriormente representaban un riesgo ambiental para la empresa y su entorno.

El aprovechamiento del suero como suplemento alimenticio para 120 cerdos y 40 terneros demuestra la viabilidad técnica y nutricional del proceso, promoviendo la simbiosis entre los sectores lácteo y pecuario bajo el enfoque de economía circular.

Asimismo, se evidenció un ahorro económico estimado en \$4.500.000 COP, derivado de la reducción en los costos de disposición final, almacenamiento y tratamiento de residuos. Este valor refleja una mejora directa en la eficiencia operativa y sostenibilidad financiera de la empresa.

En términos ambientales, la estrategia contribuyó a la minimización del impacto ecológico, la disminución de la huella hídrica y el fortalecimiento de la gestión ambiental empresarial, consolidando a Lácteos La Peñita como un referente regional en la valorización de residuos agroindustriales.

Este estimado de resultados muestra que la valorización del suero no solo representa una acción ambiental responsable, sino que también genera beneficios económicos medibles y sostenibles. Además, mejorará la imagen de la empresa frente a los clientes, autoridades ambientales y socios del sector agroindustrial.

Este componente del proyecto ha sido importante para avanzar hacia un modelo de economía circular, promoviendo el uso eficiente de recursos y la transformación de residuos en valor productivo.

Una vez puesto en marcha el sistema integral de manejo de residuos en La Peñita, se recomienda definir mecanismos de evaluación periódica para medir su eficiencia, impacto ambiental y beneficios socioeconómicos. Esta evaluación se estructura en 2 niveles: operativo

(cumplir procesos) y estratégico (resultados obtenidos frente a los objetivos planteados).

La evaluación se realizará con una periodicidad mensual y se enfocará en indicadores tales como:

Cantidad de residuos reciclados versus residuos totales generados. Litros de suero valorizado.

Ingresos por venta de reciclaje.

Ahorros por reducción en disposición final. Participación del personal en actividades de reciclaje.

La tabla 8 reúne valores hipotéticos del desempeño del sistema en un escenario que es prospectivo. Sirve para analizar la viabilidad técnica y económica de la propuesta.

### **Tabla 8**

#### *Indicadores de evaluación a 6 meses*

Indicador	Valor medido
Reducción global de residuos al relleno	58 %
Participación del personal en el programa	92 %
Incremento en residuos reciclados	65 %
Ingresos acumulados por reciclaje	\$1.700.000 COP
Total de suero valorizado	18.000 L
Ahorro estimado en disposición	\$4.500.000 COP

*Nota.* Indicadores semestrales en planta

La tabla presenta los indicadores de desempeño ambiental y económico asociados al programa de gestión y aprovechamiento de residuos implementado en la empresa La Peñita. Los valores corresponden a estimaciones y resultados proyectados a partir de la aplicación del sistema de

separación, reciclaje y valorización del suero de leche dentro de la organización. Elaboración propia (2025).

La Figura 8 proyecta los posibles beneficios ambientales y económicos, reforzando el carácter aplicable de la propuesta.

### Figura 8

*Evaluación de resultados del sistema de manejo de residuos en La Peñita*



*Nota.* Indicadores manejo de residuos

Los datos recopilados evidencian que la implementación del sistema propuesto podría resultar exitosa, ya que permitiría lograr una reducción significativa de residuos, un mayor aprovechamiento de los recursos disponibles y una mejor optimización de los activos de la empresa. Asimismo, se observa la posibilidad de promover un cambio positivo en la cultura organizacional, reflejado en la participación activa y el compromiso de los trabajadores con las acciones ambientales planteadas. A partir de esta información, se presenta el análisis FODA de la propuesta con el fin de profundizar en los factores internos y externos que pueden influir en su desarrollo.

En cuanto a las fortalezas, se destaca la existencia de una normativa ambiental clara que respalda la implementación del sistema de gestión de residuos, así como la presencia de un subproducto con alto potencial de valorización, como es el suero de leche. De igual manera, se evidencia la disposición del personal para participar en procesos de capacitación y mejora continua, lo que facilita la adopción de nuevas prácticas dentro de la organización.

Respecto a las oportunidades, se identifica una creciente demanda social por empresas comprometidas con la sostenibilidad ambiental. Además, existe la posibilidad de establecer alianzas estratégicas con recicladores y granjas de la región que puedan aprovechar los subproductos generados. A esto se suma la articulación de la propuesta con las políticas nacionales orientadas a la economía circular y a la gestión responsable de los residuos.

En relación con las debilidades, se reconocen algunas limitaciones financieras para la adquisición de infraestructura necesaria para el manejo adecuado de los residuos. También se evidencia la falta de experiencia previa en la implementación de sistemas integrales de gestión de residuos, así como la dependencia de mantener de forma constante la motivación y el compromiso del personal para asegurar el éxito del programa.

Por otra parte, dentro de las amenazas, se consideran posibles cambios en la normativa ambiental que podrían incrementar las exigencias para la empresa, así como la fluctuación de los precios en el mercado del reciclaje, lo cual podría afectar la rentabilidad de algunas estrategias de aprovechamiento. Igualmente, se deben tener en cuenta los riesgos sanitarios asociados al manejo del lacto suero si no se implementan controles adecuados durante su tratamiento y almacenamiento.

En conjunto, este análisis permite concluir que la propuesta es viable; sin embargo, requiere la formulación de estrategias que permitan mitigar las debilidades y enfrentar de manera adecuada

las amenazas identificadas. Para ello, es necesario adaptar el proyecto al contexto y a la temporalidad en la que se desarrollará, incorporando acciones de seguimiento y control que fortalezcan su implementación. En una fase posterior, sería conveniente considerar variables adicionales, como el fortalecimiento de los procesos de aprovechamiento del lactosuero en periodos de mayor producción, la actualización de la señalización de los recipientes de separación de residuos y el refuerzo de los programas de capacitación dirigidos al personal, con el propósito de consolidar una cultura ambiental sólida dentro de la organización.

Finalmente, para asegurar la propuesta para el manejo sostenible de residuos sólidos, el personal se capacitó, para el uso de los contenedores y su respectiva clasificación adecuada, permitiendo asegurar la acción de la ejecución del sistema de manejo de residuos en la empresa La Peñita. Esta etapa tiene como fin fortalecer los conocimientos, habilidades y actitudes de los trabajadores frente a una correcta separación, reducción, reutilización y reciclaje de residuos, en coherencia con los principios de la economía circular, a continuación se adjunta el Código QR que se usó para la encuesta.

### **Figura 9**

*Código QR que se usó para la encuesta*



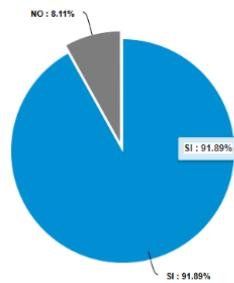
*Nota.* Con este código realizamos una pequeña encuesta al personal de operaciones

Se concluye que la encuesta realizada a los colaboradores de la empresa la peñita, sobre el tema el tema que estamos abordando constaba de 10 preguntas las cuales estas fueron las respuestas como se observa en la figura 10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20

### Figura 10

#### *Residuos sólidos*

¿Sabe qué son los residuos sólidos?

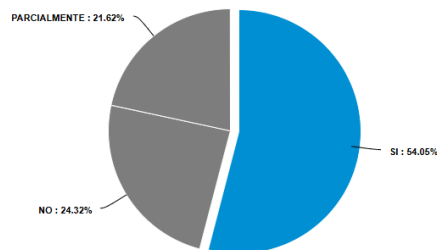


*Nota.* Pregunta sobre manejo de residuos

### Figura 11

#### *Tipos de residuos solidos*

¿Conoce los tipos de residuos que se generan en La Peñita?

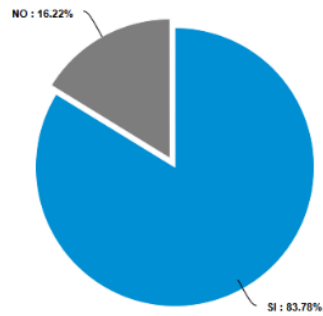


*Nota.* Que saben sobre manejo de residuos solidos

## Figura 12

### *Separación de residuos*

¿En su área se realiza separación de residuos?

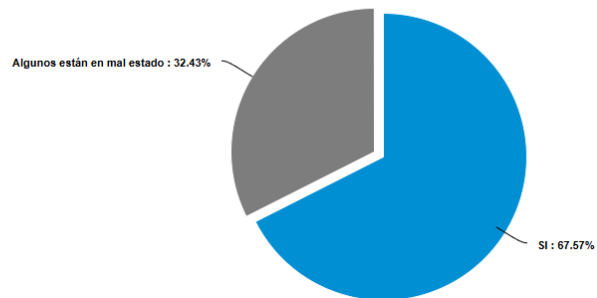


*Nota.* Como se deberían separar adecuadamente los residuos

## Figura 13

### *Puntos ecológicos*

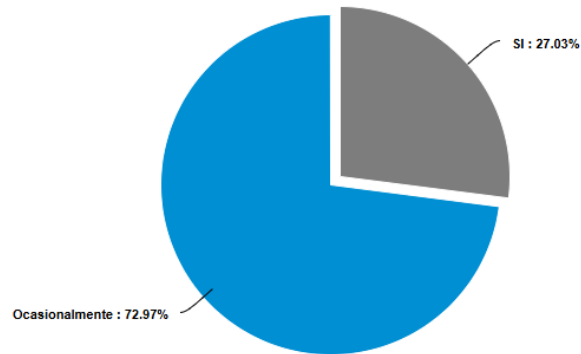
¿Hay recipientes o puntos ecológicos disponibles para separar los residuos?



*Nota.* Punto ecológico en puntos estratégicos

**Figura 14***Capacitación de residuos*

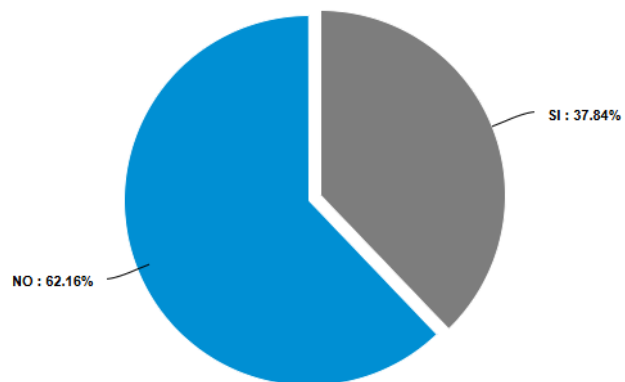
¿Considera que el personal recibe capacitación sobre manejo adecuado de residuos?



*Nota.* Charlas sobre residuos sólidos al personal

**Figura 15***Destino de residuos solidos*

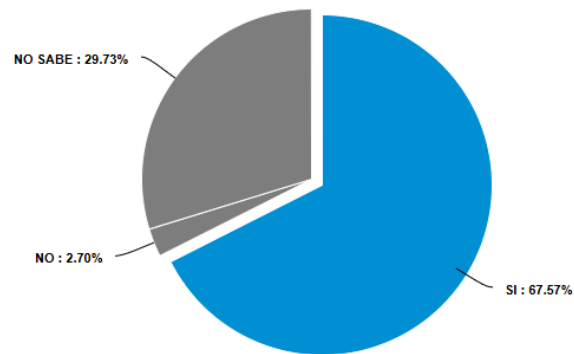
¿Sabe qué destino final tienen los residuos generados en la empresa?



*Nota.* Destino donde van los residuos solidos

**Figura 16***Aprovechamiento de plástico, cartón y suero de leche*

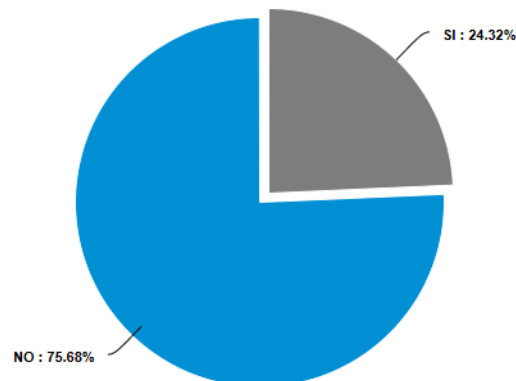
¿Considera que se podrían aprovechar más los residuos (plástico, cartón, suero de leche)?



*Nota.* Aprovechamiento de residuos solidos

**Figura 17***Valorización del suero de leche*

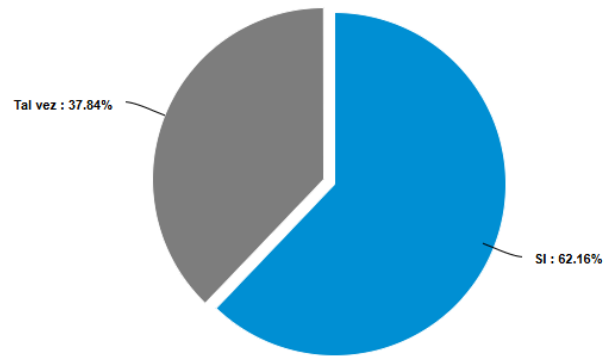
¿Conoce el proyecto de valorización del suero de leche como alimento para animales?



*Nota.* Conocemos un poco de cómo podemos valorizar el suero en comida para animales

**Figura 18***Beneficios ambientales*

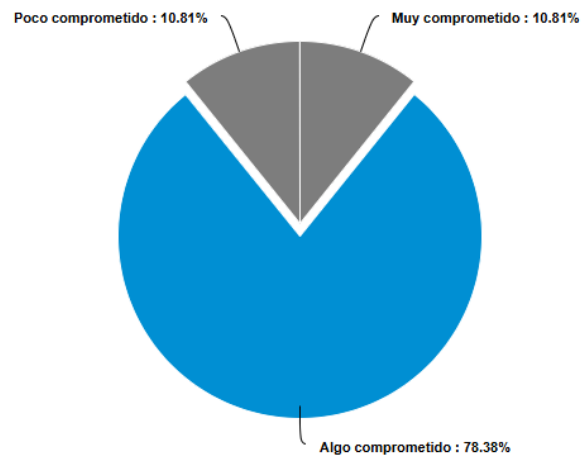
¿Cree que este tipo de proyectos aportan beneficios ambientales y económicos a la empresa?



*Nota.* Beneficios económicos que aportan a la planta

**Figura 19***Prácticas de residuos*

¿Qué tan comprometido se siente con las prácticas de manejo de residuos?

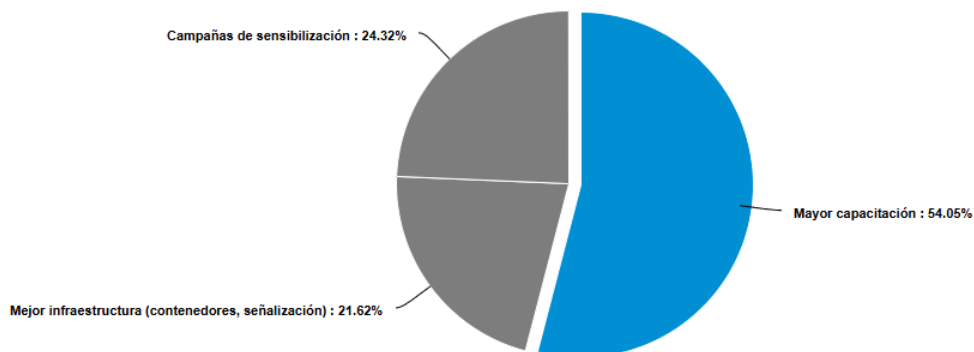


*Nota.* Practica de residuos solidos

## Figura 20

### Gestión de residuos

¿Qué medidas considera necesarias para mejorar la gestión de residuos sólidos en La Peñita?



*Nota.* Medidas de gestión de residuos sólidos

El objetivo de la actividad fue identificar el nivel de conocimiento, la percepción y las prácticas actuales de los colaboradores frente al manejo de residuos sólidos. En términos generales, los resultados evidenciaron que los encuestados poseen una noción básica sobre la separación y la disposición adecuada de los residuos; sin embargo, aún se presentan algunos vacíos relacionados con la correcta clasificación y con la aplicación práctica de estos conocimientos dentro del entorno laboral.

Para fortalecer estos aspectos, se desarrollaron actividades de formación mediante charlas y espacios de sensibilización. Estas se llevaron a cabo en dos jornadas dirigidas a los colaboradores de las áreas de producción, empaque, logística y administración, con el propósito de reforzar el manejo adecuado de los residuos generados en la empresa y promover prácticas ambientales responsables.

Durante las jornadas se abordaron diferentes temas clave, entre ellos el código de colores para la separación de residuos establecido por la Resolución 2184 de 2019, así como la

identificación de los tipos de residuos generados en la empresa y su correcta clasificación. También se explicó la importancia de realizar una adecuada separación del suero de leche, el cartón y los plásticos, destacando su potencial de aprovechamiento. Asimismo, se resaltó la relevancia del reciclaje y de la reducción de residuos en la fuente como estrategias fundamentales para disminuir el impacto ambiental. Finalmente, se introdujo el concepto de economía circular aplicado al sector agroindustrial, con el fin de fomentar prácticas sostenibles dentro de la organización.

La encuesta presenta una estructura de once preguntas cerradas con opciones de múltiples respuestas tipo escala de Likert.

## Figura 21

*Resultados de la encuesta sobre percepción del manejo de residuos en La Peñita*

Pregunta	Respuesta	Porcentaje
¿Sabe qué son los residuos sólidos?	Sí	94.29
¿Sabe qué son los residuos sólidos?	No	5.71
¿Conoce los tipos de residuos que se generan en La Peñita?	Sí	61.54
¿Conoce los tipos de residuos que se generan en La Peñita?	Parcialmente	26.92
¿Conoce los tipos de residuos que se generan en La Peñita?	No	11.54
¿En su área se realiza separación de residuos?	Sí	38.46
¿En su área se realiza separación de residuos?	No	61.54
¿Hay puntos ecológicos disponibles para separar los residuos?	Sí	76.92
¿Hay puntos ecológicos disponibles para separar los residuos?	Algunos en mal estado/incompletos	23.08
¿Considera que recibe capacitación sobre manejo adecuado de residuos?	Sí	26.92
¿Considera que recibe capacitación sobre manejo adecuado de residuos?	No	73.08
¿Sabe qué destino final tienen los residuos generados en la empresa?	Sí	61.54
¿Sabe qué destino final tienen los residuos generados en la empresa?	No	38.46
¿Se podrían aprovechar más los residuos?	Sí	88.46
¿Se podrían aprovechar más los residuos?	No	11.54
¿Conoce el proyecto de valorización del suero de leche?	Sí	84.62
¿Conoce el proyecto de valorización del suero de leche?	No	15.38
¿Cree que este tipo de proyectos aportan beneficios ambientales y económicos?	Sí	92.31
¿Cree que este tipo de proyectos aportan beneficios ambientales y económicos?	Tal vez	7.69
¿Qué tan comprometido se siente con las prácticas de manejo de residuos?	Muy comprometido	11.11
¿Qué tan comprometido se siente con las prácticas de manejo de residuos?	Algo comprometido	77.78
¿Qué tan comprometido se siente con las prácticas de manejo de residuos?	Poco comprometido	11.11
¿Qué medidas considera necesarias para mejorar la gestión de residuos sólidos?	Mayor capacitación	55.56
¿Qué medidas considera necesarias para mejorar la gestión de residuos sólidos?	Campañas de sensibilización	25
¿Qué medidas considera necesarias para mejorar la gestión de residuos sólidos?	Mejor infraestructura	19.44

*Nota.* Resultados de indicadores

Para reforzar el compromiso ambiental, también se elaborarán folletos informativos

Se aplicó una encuesta estructurada a una muestra de 30 trabajadores del área de producción y logística.

La figura 22 y 23 ejemplifica los diseños educativos propuestos.

Figura 22

Material gráfico distribuido Folletos



*Nota.* Folleto realizado con la misión y visión que queremos hacer en la empresa con los residuos solidos

Figura 23

Material gráfico distribuido Folletos



*Nota.* Resumen sobre que son os residuos y cómo podemos contribuir al medio ambiente

*Fuente.* Autoría propia Elaborado en: CANVA

Los resultados obtenidos evidencian una percepción positiva frente al proceso de mejora en la gestión de residuos dentro de la organización. La formación brindada al personal permite sentar las bases para el fortalecimiento de una cultura ambiental más sólida, participativa y comprometida con las buenas prácticas de sostenibilidad. En este sentido, las acciones desarrolladas se alinearon con los Objetivos de Desarrollo Sostenible promovidos por la Organización de las Naciones Unidas, especialmente con el ODS 12, relacionado con la producción y el consumo responsables, y el ODS 13, enfocado en la acción por el clima. A través de la búsqueda constante del fortalecimiento del conocimiento del personal y del uso adecuado de las estaciones de reciclaje, la propuesta pretende mejorar de manera visible los procesos internos e incrementar el compromiso institucional con la sostenibilidad ambiental.

Asimismo, se reconoce que la ejecución efectiva de un sistema de gestión de residuos sólidos depende directamente de la comprensión, apropiación y compromiso de las personas que interactúan diariamente con los procesos productivos y administrativos. Por esta razón, la capacitación del personal de la empresa se planteó como una estrategia central, diseñada de acuerdo con el perfil y las funciones de cada grupo de trabajadores.

En el caso de los operarios de producción y logística, la formación se enfocó en la correcta clasificación de los residuos dentro del área operativa, el uso adecuado de las estaciones de separación, el manejo responsable del suero de leche y la prevención de riesgos asociados a la mezcla de residuos peligrosos. Para ello se aplicó una metodología práctica basada en el uso de folletos informativos, simulaciones con residuos reales y la aplicación de encuestas que permitieron evaluar la comprensión de los temas abordados.

Por otra parte, con el personal administrativo se trabajó principalmente en la reducción de la generación de residuos sólidos desde las oficinas, promoviendo prácticas de consumo

responsable y correcta separación en la fuente. Estas acciones se desarrollaron bajo los lineamientos establecidos en la Resolución 2184 de 2019, normativa que regula el código de colores y la separación de residuos en Colombia, orientando al personal hacia una gestión más eficiente y preventiva.

Finalmente, en el área de mantenimiento y limpieza se abordó el manejo adecuado de residuos peligrosos, tales como residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), sustancias químicas y materiales contaminados, con el fin de garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente. En este caso, la capacitación técnica se implementó mediante fichas de protocolos específicos y acompañamiento en campo, lo que permitió reforzar el aprendizaje práctico y asegurar la correcta aplicación de los procedimientos establecidos

## Conclusiones

Poder dar soluciones a la implementación del sistema de gestión integral de residuos sólidos en la empresa La Peñita demuestra que es posible incorporar prácticas sostenibles dentro de los procesos industriales sin afectar su eficiencia operativa. La adopción de lineamientos basados en producción más limpia, el cumplimiento normativo y la valorización del suero de leche permitió no solo cerrar el ciclo productivo, sino también reducir significativamente los impactos ambientales asociados a los vertimientos.

Asimismo, el fortalecimiento de la cultura ambiental mediante capacitaciones y material didáctico impulsó la participación activa del personal, consolidando un sentido de pertenencia y responsabilidad dentro de la organización. Los avances logrados posicionan a la empresa como un actor comprometido con la sostenibilidad, lo que a su vez puede generar nuevas oportunidades comerciales y alianzas estratégicas en el sector agroindustrial.

La propuesta desarrollada integra adecuadamente infraestructura, herramientas técnicas y procesos formativos, garantizando su viabilidad y continuidad en el tiempo. Además, la valorización del suero de leche se convierte en un ejemplo relevante de aprovechamiento de residuos, contribuyendo a la diversificación productiva y a la generación de valor añadido.

Finalmente, la metodología empleada resultó pertinente para el alcance del proyecto, permitiendo un análisis riguroso y una proyección coherente de los resultados. Sin embargo, futuras investigaciones podrían incorporar simulaciones o comparaciones con otras empresas para fortalecer la aplicabilidad y el alcance de los hallazgos. En conjunto, esta iniciativa sienta bases sólidas para avanzar hacia un modelo de economía circular que fortalezca la sostenibilidad y la competitividad de La Peñita.

## Recomendaciones

Se proyecta, en una fase posterior del proyecto, el desarrollo de una campaña institucional denominada “Peñita Verde”, cuyo objetivo es promover la participación activa del personal y fortalecer el compromiso ambiental dentro de la empresa La Peñita. Esta campaña se concibe como una estrategia de sensibilización y educación ambiental que apoye la implementación del sistema integral de gestión de residuos.

La campaña incluirá la realización de charlas y talleres mensuales liderados por el área de calidad o sostenibilidad, la organización de concursos internos sobre buenas prácticas ambientales, la difusión de boletines informativos impresos en papel reciclado y la instalación de señalización visible en las estaciones de separación de residuos y en las zonas comunes de la empresa. Asimismo, se contempla la entrega de reconocimientos simbólicos a los empleados que demuestren mayor compromiso con las iniciativas ambientales. De esta manera, “Peñita Verde” funcionará como un eje transversal que articule todas las acciones del sistema de manejo de residuos y, al mismo tiempo, como una herramienta de motivación y fortalecimiento de la cultura organizacional.

Como resultado esperado de la implementación futura del sistema de gestión de residuos, se proyectan diversos beneficios ambientales, económicos y organizacionales. Entre ellos se estima una reducción aproximada del 60 % de los residuos enviados a relleno sanitario, la generación de ingresos adicionales por reciclaje cercanos a \$1.200.000 COP anuales y la valorización de aproximadamente 18.000 litros de suero de leche al año. Además, se prevé una mejora en la imagen institucional de la empresa, un mayor cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y un incremento en la participación del personal, con una proyección cercana al 92 % de involucramiento en las actividades ambientales.

Estos beneficios se encuentran alineados con experiencias reportadas en la industria láctea colombiana. En este sentido, González y Rodríguez (2020) señalan que empresas que han adoptado esquemas similares de gestión y aprovechamiento de residuos han logrado reducir entre un 40 % y un 70 % la cantidad de desechos enviados a disposición final.

#### Visión a futuro

Con el fin de garantizar la sostenibilidad del proyecto, se propone implementar el sistema de gestión de residuos sólidos en tres etapas principales.

#### Etapas 1: Instalación y concienciación (meses 1–3).

En esta fase inicial se instalarán contenedores con códigos de colores para facilitar la separación de residuos, se desarrollarán campañas de sensibilización ambiental dirigidas al personal y se elaborará un manual ambiental interno que oriente las buenas prácticas dentro de la empresa.

#### Etapas 2: Ejecución y seguimiento (meses 4–6).

Durante esta etapa se pondrá en marcha el proceso de separación de residuos desde el origen y su adecuado almacenamiento. Además, se realizará el registro y seguimiento de los residuos generados, así como la evaluación del nivel de participación y compromiso del personal en el sistema implementado.

#### Etapas 3: Valorización y ajuste (meses 7–9).

En la fase final se impulsará el aprovechamiento de los residuos recuperados, especialmente la transformación del suero de leche en alimento para animales y la comercialización de materiales reciclables como cartón y plástico. Igualmente, se revisarán los resultados obtenidos y se aplicarán ajustes o mejoras necesarias para optimizar el sistema.

De acuerdo con Lozano et al. (2021), las organizaciones que adoptan esquemas de sostenibilidad de manera gradual tienen mayores probabilidades de éxito, ya que logran

consolidar cambios culturales y técnicos a lo largo del tiempo. En este sentido, el proyecto permitirá establecer un modelo de mejora continua basado en indicadores, evaluación constante y retroalimentación.

A mediano plazo, se espera que La Peñita pueda replicar esta estrategia en otras instalaciones, en caso de contar con ellas, o incluso convertirse en un referente regional dentro del sector lácteo por su compromiso con la sostenibilidad ambiental. Asimismo, Hernández, Fernández y Baptista (2022) explican que, en los estudios de carácter proyectivo, los resultados deben interpretarse como proyecciones fundamentadas y no como hallazgos empíricos definitivos.

Finalmente, Brunner y Rechberger (2015) advierten que la transición hacia modelos de economía circular puede enfrentar obstáculos estructurales que solo se superan mediante el compromiso institucional y el respaldo de políticas públicas. Esta perspectiva coincide con los hallazgos de la presente propuesta, en la que la consolidación de una cultura ambiental dentro de la empresa se identifica como un factor clave para garantizar el éxito y la sostenibilidad del sistema de gestión de residuos.

## Referencias Bibliográficas

- Brunner, P., & Rechberger, H. (2015). *Manual práctico de análisis de flujo de materiales*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17458>
- Caballero, A. (2024). *Economía circular del suero de leche*. Universidad de Córdoba.
- FAO. (2013). *Guía práctica para la gestión de residuos en la industria láctea*. <https://www.fao.org/3/i3045s/i3045s.pdf>
- G., C. (2021). Circulación en el sector agropecuario. *Kawsaypacha, 1*.
- Gómez, R., Martínez, A., & Torres, M. (2019). *Gestión integral de residuos sólidos*. Editorial Trillas.
- González, J., & Rodríguez, M. (2020). Manejo de residuos sólidos en la industria láctea colombiana: Diagnóstico y estrategias. *Revista Ingeniería y Competitividad, 22*(1), 102–115. <https://doi.org/10.25100/iyc.v22i1.8911>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2022). *Metodología de la investigación* (7.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Kotter, J. (2012). *Leading change*. Harvard Business Review Press.
- Lozano, R., Barreiro-Gen, M., & Zafar, A. (2021). Sustainable business models in the food industry. *Journal of Cleaner Production, 297*, 126132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126132>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía técnica para la gestión integral de residuos sólidos en el sector agroindustrial*. <https://www.minambiente.gov.co>
- OCDE. (2021). *Perspectivas de gestión de residuos en América Latina y el Caribe*. OECD.
- ONUUDI. (2020). *Producción más limpia en la industria alimentaria: Guía técnica*. Viena.
- ONU-Hábitat. (2022). *Waste wise cities: Global strategy for waste management*. United Nations.

Pérez, C. A., & Ramírez, D. H. (2021). Prácticas sostenibles y manejo de residuos en plantas procesadoras de leche: Estudio de caso. *Revista Ciencias Ambientales*, 42(2), 88–97.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). *Qué es la economía circular*.

<https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/circular-economy>

Rodríguez, C., & León, F. (2018). Cultura ambiental organizacional y su impacto en la competitividad empresarial. *Revista Gestión Ambiental*, 12(3), 71–80.

Villamil, L., & Torres, J. (2022). *Prácticas de sostenibilidad en la agroindustria colombiana*.