

IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE GESTIÓN DE
RESIDUOS DE CORRUGADO EN UNA EMPRESA
DEDICADA AL RETAIL

TITULACIÓN INTEGRAL:
ESTANCIAS

PRESENTA:
KARLA CRISTINA CASTRO GONZÁLEZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA AMBIENTAL

ESPECIALIDAD:
GESTIÓN Y TECNOLOGÍA DEL AGUA

DIRECTORA DE PROYECTO:
MTRA. LILIA ADRIANA RÍOS ALDUCIN

COACALCO DE BERRIOZÁBAL, OCTUBRE DE 2024

AGRADECIMIENTOS

Quiero comenzar por agradecer a mi familia por todas las facilidades que me dieron para lograr este objetivo, incluso agradezco su influencia en que yo eligiera estudiar una ingeniería, agradezco a mis profesores por todo el conocimiento que adquirí durante mi estancia en el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, agradezco a mi equipo de trabajo por asignar a mis responsabilidades este tipo de proyectos de mejora, por el apoyo para que el proyecto se ejecutará sin contratiempos y por permitirme documentar mi trabajo para obtener mi título como ingeniera ambiental, por último quiero agradecerme por trabajar y dar lo mejor de mí en todas las situaciones, por confiar en mí para cumplir mis objetivos profesionales y personales y nunca rendirme.

RESUMEN

El presente proyecto se trata de la “Disminución del impacto ambiental generado por la gestión de corrugado en una empresa de retail” se centra en abordar uno de los desafíos ambientales más apremiantes de la industria del retail: la gestión sostenible de los embalajes, al ser considerados como el residuo que se genera en mayor cantidad.

En la actualidad se cuenta con diversos métodos de gestión, cada uno con características propias que permiten analizar las consecuencias positivas y negativas al medio ambiente, dependiendo de los procesos a los que se deberá someter a los residuos, todas estas características harán posible realizar la elección de aquellos métodos de gestión que nos permitan cumplir con el objetivo principal de este proyecto; mitigar el impacto ambiental al fomentar la reutilización de materiales de embalaje como lo es el papel corrugado en lugar de su eliminación después de un solo uso.

Las características que se estudiaron para realizar la elección del método más apropiado fueron: Uso de recursos en relación con los kilómetros recorridos para el transporte del residuo (Combustible), energía eléctrica y el agua utilizada para el procesamiento del papel corrugado que no fuera enviado a reutilización debido a sus características (reciclaje).

Al examinar a detalle los distintos procesos de gestión se concluyó que el método de gestión más apropiado para manejar el papel corrugado era la reutilización, ya que esto contribuirá directamente a la conservación de recursos naturales y la reducción de los residuos sólidos que genera esta industrial, y de esta manera cumplir con el objetivo principal de este proyecto, disminuir el impacto ambiental generado por la gestión de residuos, por otro lado se introdujo a un proceso de reciclaje el papel corrugado que por sus características físicas no pudo enviarse a reutilización.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO	8
1.1 INTRODUCCIÓN.....	9
1.2 GLOSARIO.....	11
1.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	12
1.3.1 Nombre, Razón Social	12
1.3.2 Ubicación	12
1.3.3 Sector Productivo de la empresa	12
1.3.4 Misión	12
1.3.5 Visión	12
1.3.6 Valores.....	13
1.3.7 Breve historia de la empresa	13
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO	13
1.4.1 Analista de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente	13
1.4.2 Objetivos.....	14
1.4.3 Alcance del Progreso y Promoción	15
1.5 OBJETIVOS	15
1.5.1 Objetivo general.....	15
1.5.2 Objetivos Específicos.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Sector Retail.....	18
2.2 La logística en el sector Retail.....	18
2.2.1 Sector Retail en México	19
2.3 Principales problemas ambientales ligados a la cadena de suministro del sector retail 20	
2.3.1 Cambio Climático y Calidad del Aire	21
2.3.2 Contaminación acústica.....	22
2.3.3 Biodiversidad	23
2.3.4 Residuos.....	23
2.4 Generación de Residuos en la Cadena de Suministro del Sector Retail.....	24

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

2.4.1	Residuos Plásticos.....	25
2.4.2	Residuos de Madera.....	26
2.4.3	Residuos de Cartón	27
2.5	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos	27
2.6	Huella de carbono	29
2.7	Huella de carbono producida a partir de la gestión de residuos.....	30
2.7.1	Método Tradicional	31
2.7.2	Método Integral.....	31
2.8	Impacto ambiental de la fabricación de papel corrugado	35
2.9	Huella de carbono generada a partir de la vida del papel corrugado	36
2.10	Fabricación de Papel Corrugado.....	37
CAPÍTULO III. DESARROLLO		39
3.1	Evaluación Metodologías de Gestión de Residuos	40
3.2	Confinamiento Controlado.....	40
3.3	Incineración de Residuos	40
3.4	Confinamiento Controlado (Compactadora)	43
3.5	Reutilización	44
3.6	Reporte de Generación de Residuos de agosto, septiembre y octubre 2022 ..	44
3.6.1	Plan de gestión de residuos de corrugado.....	45
3.7	Análisis de los procesos de gestión Confinamiento Controlado, Incineración de residuos y reutilización.....	46
3.8	Análisis del Impacto Ambiental Generado al Gestionar el Corrugado en torno a: Emisiones de CO ₂ y Uso de Agua.	48
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		52
4.1	Determinación del impacto generado por la fabricación de papel corrugado ...	53
4.2	Análisis de los distintos métodos de gestión de residuos estudiados.	53
4.3	Resultados del monitoreo, reutilización y reciclaje 2023	54
4.4	Beneficios de reducción del agua:.....	54
4.5	Beneficios económicos:.....	54
4.6	Resultados monitoreo reciclaje	54

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

4.7	Beneficios de reducción del agua:.....	57
4.8	Beneficios económicos.....	57
4.9	Beneficio total.....	57
CONCLUSIONES.....		59
COMPETENCIAS DESARROLLADAS		61
FUENTES DE INFORMACIÓN		62
ANEXOS.....		65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudio de la fabricación del papel Corrugado. Fuente: Canal Educa, 2015...	37
Tabla 2 Generación de residuos agosto, septiembre y octubre 2022. Fuente: Elaboración propia.	45
Tabla 3. Análisis Procesos de gestión de residuos. Fuente: Elaboración Propia.	46
Tabla 4. Análisis del impacto ambiental generado por la gestión de corrugado. Fuente: Elaboración Propia.	48
Tabla 5. Seguimiento corrugado reutilizado enero - octubre 2023. Fuente: Elaboración Propia.	55
Tabla 6. Seguimiento Corrugado Reciclado enero - octubre 2023 Fuente: Elaboración Propia.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo de una cadena de suministro con logística inversa. Fuente: APICS CSCP Learning System 2016.....	21
Figura 2. Alcances del GEI. Fuente: CSR STAFF, 2021	29
Figura 3. Esquema de un método tradicional de Recolección de RSU. Fuente: Elaboración propia.....	34
Figura 4. Esquema del método integral de Recolección de RSU. Fuente: Elaboración propia.	34
Figura 5. Comprobante de nómina enero 2024	65
Figura 6. Carta de aceptación por parte de la compañía para el uso de la información referente al proyecto “Reutilización de Corrugado 2023”	66

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

En el Capítulo I se muestra la descripción breve de la compañía, su misión, visión, valores, así como del puesto de trabajo como analista del área de seguridad higiene y medio ambiente, los objetivos inherentes del mismo, las habilidades sociales y rasgos de personalidad necesarias para alcanzar la posición de coordinación dentro del área, en este mismo capítulo se establecen los objetivos generales y específicos del proyecto.

En el Capítulo II se analiza el gran impacto de la industria retail para la sociedad en diversos ámbitos, como lo son los procesos industriales y de logística que tienen que preceden para que el consumidor final pueda obtener los bienes y servicios que necesita; es muy notable que esta industria tiene un gran impacto al medio ambiente, por ello es de suma importancia crear nuevos modelos de negocio que permitan gestionar de manera eficiente los recursos que se involucran en estos procesos, y del mismo modo estudiar e implementar modelos de gestión de residuos que permitan disminuir el impacto generado durante su gestión.

Del mismo modo, en el Capítulo III se estudiaron los distintos modelos de gestión de residuos, cada uno permite realizar acciones concretas con los residuos, como lo es la recuperación de materiales para su reutilización, incorporar a procesos de reciclaje todos aquellos materiales cuyas características no permitan su reutilización directa, recuperación energética a través de procesos de incineración de residuos para la generación de energía, sin embargo cuando se trata de grandes cantidades de residuos es importante analizar a detalle todos los elementos que se involucran en estos procesos, como el uso de recursos durante su transporte (Combustible), los recursos involucrados para su procesamiento durante procesos de reciclaje como lo es la energía eléctrica, el uso de agua, etc. Ya que de este modo es posible tener un panorama completo del impacto generado al medio ambiente en torno a la generación de CO₂ debido al transporte y el procesamiento de los materiales para su reciclaje y así realizar la elección del método de gestión que permita disminuir las toneladas de CO₂ correspondientes a la gestión de este residuo.

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

En el Capítulo IV se verá el análisis de las alternativas propuestas para la gestión permitió reconocer que el método más apropiado para gestionar el corrugado es la reutilización, ya que debido a las condiciones físicas del corrugado es posible realizar la recuperación del 80% de las toneladas generadas; y así enviarlo nuevamente a procesos económicos donde este mismo pueda ser reutilizado disminuyendo un 60% las toneladas de CO₂ generadas a través de la gestión y generando ganancias económicas a través de la venta externa de este residuo, convirtiéndolo así en un insumo nuevamente. Por otro lado, el 20% del papel corrugado que no fue posible enviar a reutilización y se reincorporó a un proceso de reciclaje, de esta forma se disminuye el consumo de recursos naturales, disminuye el uso de energía eléctrica para su procesamiento y en conjunto entre ambos métodos de gestión reutilización y reciclaje cumplen con el objetivo principal de este proyecto, disminuir la huella de carbono generada por la gestión de papel corrugado.

Por su parte el Capítulo V describe las conclusiones del proyecto, donde se muestra haber cumplido con el objetivo de “Diseñar un plan de gestión para el residuo de corrugado” así como los objetivos específicos al encontrar un método de gestión que permite disminuir la huella de carbono generada debido a la gestión en un 75%.

Finalmente, en el Capítulo VI se muestran las competencias desarrolladas durante la realización del presente proyecto y la relación de las mismas con las competencias del perfil de egreso de la carrera ingeniería ambiental.

1.2 GLOSARIO

Auditoría de Residuos: Evaluación sistemática de los procesos de generación, manejo y disposición de los residuos de corrugado en la empresa, con el propósito de identificar oportunidades de mejora y optimización en la gestión de los mismos.

Cartón Corrugado: Material compuesto por una hoja de papel ondulado, conocido como el "flauta", adherido entre dos capas de papel plano. Se utiliza comúnmente en la fabricación de cajas y embalajes debido a su resistencia y versatilidad.

Disposición Final: Última etapa del manejo de residuos, que implica la eliminación segura y adecuada de los materiales que no pueden ser reciclados o reutilizados, evitando daños al medio ambiente y la salud pública.

Flujos de Residuos: Rutas o trayectorias que siguen los residuos desde su generación hasta su disposición final, incluyendo el almacenamiento temporal, el transporte, el tratamiento y la eventual eliminación.

Gestión de Residuos de Corrugado: Proceso que implica la recolección, clasificación, transporte, tratamiento y disposición final adecuada de los residuos de cartón corrugado generados en el proceso de embalaje y distribución.

Indicadores de Desempeño: Medidas cuantificables que permiten evaluar el éxito y la eficacia del plan de gestión de residuos, tales como la cantidad de residuos reciclados, la reducción en la generación de residuos o el ahorro económico obtenido mediante prácticas sostenibles.

Plan de Gestión de Residuos: Documento que establece los procedimientos, metas y responsabilidades para la gestión adecuada de los residuos generados por una organización, incluyendo la reducción en origen, la reutilización, el reciclaje y la disposición final.

Reciclaje: Proceso mediante el cual los materiales como el cartón corrugado son recolectados, procesados y transformados en nuevos productos o materiales para su posterior uso, con el objetivo de reducir el impacto ambiental y conservar recursos naturales.

Retail: Sector económico que engloba a las empresas dedicadas a la venta de productos al consumidor final, ya sea a través de tiendas físicas, comercio electrónico u otros canales de distribución.

Reutilización: Práctica que consiste en dar una segunda vida útil a los materiales, en este caso, el cartón corrugado, mediante la reparación, el reacondicionamiento o el uso creativo, con el fin de prolongar su vida útil y reducir la generación de residuos.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.3.1 Nombre, Razón Social

DHL METROPOLITAN LOGISTICS SC MEXICO

1.3.2 Ubicación

Carretera México Querétaro KM 34.5 Nave 1, Rancho San Isidro, Cuautitlán Izcalli, C.P. 54740; Estado de México.

1.3.3 Sector Productivo de la empresa

Cadena de Suministro.

1.3.4 Misión

Excelencia. Simplemente Entregado.

A lo largo de tres líneas fundamentales de Manera Sostenible:

- Empleador Preferido
- Proveedor de Elección
- Inversión de Elección

1.3.5 Visión

Ser la compañía de logística Para El Mundo

1.3.6 Valores

Respeto y Resultados.

1.3.7 Breve historia de la empresa

La compañía fue fundada en 1969 en San Francisco, California, Estados Unidos, por Adrian Dalsey, Larry Hillblom y Robert Lynn (Las siglas de la compañía se derivan de las iniciales de sus apellidos). Al inicio se encargaban de facilitar el envío de los documentos aduaneros necesarios para autorizar los envíos de contenedores, sin embargo, con el tiempo notaron que esto generaba una gran pérdida de tiempo y cambiaron su estrategia a enviar los documentos aduaneros con anticipación vía aérea para que al llegar los contenedores pudieran ser abiertos y descargados en cuanto llegaran a su destino.

La compañía empezó a crecer y para 1986 se convirtió en la primera empresa de envíos express con operación en china y comienza su expansión a través de Oriente y Europa y comienza a entregar paquetes y a conformar su misión dentro de la cadena de suministro, en el año 2002 Deutsche Post compra DHL y se posiciona como la empresa líder en logística del mundo con más de 600, 000 empleados a través de 220 países y territorios.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO

1.4.1 Analista de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente

Analista de la coordinación del área Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, responsable de la seguridad y salud de todos los empleados, así como el cuidado al medio ambiente a través de las interacciones que la actividad productiva genera con él. Bajo las órdenes de Ingeniero Brayan Ulises Vélez Tapia y la Supervisión de Ingeniero Roberto Carlos Corona González.

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Las áreas clave de responsabilidad fueron la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME), Residuos Peligrosos (RP) diseñando estrategias que permitieran la disminución de la huella de carbono.

1.4.2 Objetivos

1.4.2.1A Corto Plazo

- Eliminación de condiciones inseguras.
- Generación de entornos seguros de trabajo para cumplir con el objetivo de Primero seguridad.

1.4.2.2 Mediano

- Analizar alternativas de Gestión para el corrugado generado en el site.
- Medir el impacto ambiental en Toneladas de CO₂ generadas a través del reciclaje y la reutilización de corrugado.
- Presentar alternativa ante junta Gerencial y Directiva.
- Negociar incremento en el precio de compra del corrugado con el Proveedor de Servicios de Gestión Integral de Residuos.
- Participar dentro de la Coordinación del área de Seguridad Higiene y Medio Ambiente.

1.4.2.3 Largo Plazo

- Disminuir las toneladas de CO₂ procedentes de la gestión de corrugado en comparación con el año 2022.
- Disminuir la tala de árboles necesarios para la generación de corrugado.
- Contribuir al compromiso de la compañía para lograr cero de emisiones de CO₂ al año 2050.

1.4.3 Alcance del Progreso y Promoción

Tras la revisión Gerencial y Directiva se dio marcha al proyecto que inició en el mes de febrero de 2022, cumpliendo con su objetivo de disminuir las emisiones de CO₂ y la tala de árboles enviando su corrugado a un proceso de reutilización donde diversos clientes compran las cajas procedentes del proceso de re abasto, para reutilizarlas en sus procesos de empaquetado y embalaje.

Durante el mes de mayo de 2023 se alcanzó la posición de Coordinación dentro del área, gracias al desarrollo mostrado durante el primer año en la compañía, realizando implementaciones en materia ambiental gracias a la formación en Ingeniería ambiental, la capacitación y experiencia en Gestión Integral de Residuos de Manejo Especial.

Las habilidades sociales y los rasgos de personalidad necesarios para destacar fueron:

- Liderazgo
- Responsabilidad
- Trabajo en equipo
- Proactividad

Demostrar la proactividad generando propuestas e iniciativas que ayuden a la compañía a cumplir sus compromisos con el medio ambiente.

Una de las partes más importantes para el desarrollo profesional fue demostrar proactividad en las responsabilidades del área de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente generando propuestas e iniciativas que ayuden a la compañía a cumplir sus compromisos con el medio ambiente, generando soluciones a problemáticas referentes a la gestión integral específica del corrugado generado debido a la cadena de suministro.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

- Implementar un plan de gestión para el corrugado generado en una empresa dedicada al retail.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Estudiar los diferentes factores que se ven involucrados en la fabricación de corrugado y en las diferentes fases de vida de este material.
- Analizar las ventajas y desventajas de distintos métodos de gestión de corrugado.
- Implementar el método de gestión de corrugado que disminuya 900 toneladas el impacto en torno a huella de carbono.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En la actualidad las empresas dedicadas al sector retail tienen mayor impacto que el que nos imaginamos, ya que es a través de este sector que se realizan las compras y adquisiciones de los bienes y servicios que satisfacen las necesidades de nuestro mundo. Actualmente los hábitos de consumo se preocupan no solo por obtener el mejor producto en cuestión estética o calidad, sino que actualmente también es importante tanto para el consumidor como para los responsables del sector el impacto que tiene al medio ambiente, desde la fabricación hasta momento en que este producto o bien llega a las manos del usuario final, por lo que el presente marco teórico se centrara en explicar el impacto ambiental del sector retail así como las alternativas existentes para manejar una de las principales problemáticas; la gestión integral de los residuos resultantes de los procesos que componen al sector dedicado a la industrial retail.

2.1 Sector Retail

Las actividades del sector retail hacen referencia a la venta al por menor y directa de productos a clientes finales para su consumo, algunas de sus características son:

- Interacción directa con el cliente final.
- Las compras a través del sector retail son las que se realizan con mayor frecuencia, ya que el comercio digital, aunque va en crecimiento actualmente representa el 27% del comercio en el sector. ¹
- El sector retail está íntimamente ligado a un proceso logístico para la distribución de los productos a los almacenes y tiendas.

2.2 La logística en el sector Retail

La logística es un aspecto primordial para el sector retail, debido a que se encarga de la disponibilidad en tiempo y forma de los productos, en las tiendas y almacenes que lo harán llegar al cliente final, sin embargo, este no es su único objetivo, sino que también

¹ Clip, 2022.

el sector logístico debe reaccionar ante el comportamiento de los compradores e ir planeando estratégicamente el abasto que se realizará de acuerdo a esta demanda, los procesos logísticos en gran medida se encargan de:

1. Recibo de la mercancía, así como su verificación y revisión en términos de calidad para asegurar la integridad del producto que se almacena y se enviará para su comercialización al cliente final.
2. Processing, en esta área se arman los pedidos de acuerdo con las necesidades de los clientes ya sea para el sector retail o para su venta en línea, en esta parte se darán los últimos valores agregados como lo es el embalaje, que asegurara que los productos lleguen en buen estado a su destino.
3. Embarque, en esta parte del proceso se preparará el transporte para que los productos sean llevados a su destino final, asegurando que salgan cumpliendo las necesidades del cliente en cantidad, especificaciones y asegurando que se envíen en los transportes correctos para cumplir con su traslado.
4. Transporte, esta parte del proceso logístico es la encargada de transportar los productos a las tiendas/clientes finales asegurando las entregas en los tiempos estimados que permitan cumplir con las necesidades del mercado.

2.2.1 Sector Retail en México

El panorama del sector retail en México está lleno de oportunidades para las empresas que entienden la compleja dinámica sociodemográfica de México. Como país líder en América Latina en el espacio retail, México está alcanzando actualmente su crecimiento anual compuesto previsto del 5,48% y se espera que alcance los 97,290 millones de USD a finales de 2026. (Reyna, 2023)

La logística es un aspecto clave del sector retail en México. En un país donde la logística puede ser un desafío debido a la gran extensión geográfica, la infraestructura limitada y las diversas barreras culturales y regulatorias, el éxito de una empresa minorista depende en gran medida de su capacidad para gestionar eficazmente su cadena de suministro.

Se explora cómo la logística se ha convertido en un eje central del sector de retail en México, y las estrategias que las empresas están utilizando para mejorar la eficiencia y la rentabilidad.

La capacidad de una empresa para obtener los productos correctos en el lugar correcto, en el momento adecuado y al costo correcto, es esencial para mantener a los clientes felices y las operaciones funcionando sin problemas. Los desafíos logísticos que enfrentan las empresas minoristas en México son significativos, pero la tecnología y la innovación están ayudando a superar estos obstáculos.²

2.3 Principales problemas ambientales ligados a la cadena de suministro del sector retail

El sistema logístico tiene un gran impacto en el medio ambiente debido a las actividades tales como el transporte, el almacenamiento, la gestión del inventario, el manejo de materiales y el procesamiento de la información generada. Los procesos logísticos son responsables de diversos factores externos incluidos el ruido, la contaminación del aire, la ocupación de terrenos, la alteración visual del paisaje y la generación de residuos (Figura 1).

sistema logístico tiene un gran impacto en el medio ambiente debido a las actividades tales como el transporte, el almacenamiento, la gestión del inventario, el manejo de materiales y el procesamiento de la información generada. Los procesos logísticos son responsables de diversos factores externos incluidos el ruido, la contaminación del aire, la ocupación de terrenos, la alteración visual del paisaje y la generación de residuos (Figura 1).

² Núñez, P. 2023.

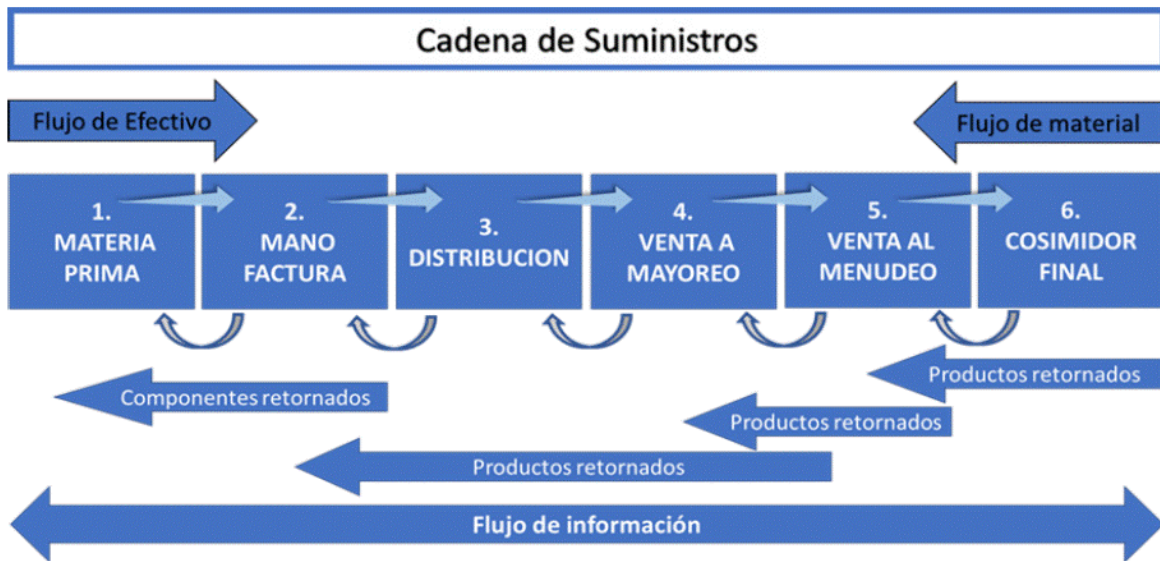


Figura 1. Flujo de una cadena de suministro con logística inversa. Fuente: APICS CSCP Learning System 2016.

El sistema logístico tiene un gran impacto en el medio ambiente debido a las actividades tales como el transporte, el almacenamiento, la gestión del inventario, el manejo de materiales y el procesamiento de la información generada. Los procesos logísticos son responsables de diversos factores externos incluidos el ruido, la contaminación del aire, la ocupación de terrenos, la alteración visual del paisaje y la generación de residuos (Figura 1).

2.3.1 Cambio Climático y Calidad del Aire

El transporte como componente principal del sistema logístico mantienen una relación directa entre su expansión y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) tales como:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nitroso (N₂O).

Los contaminantes del aire que se emiten debido al uso de motores de combustión interna en camiones, aviones, barcos y ferrocarriles, los contaminantes más conocidos son:

- Monóxido de carbono (CO)
- Óxido y Dióxido de nitrógeno (NO, NO₂)
- Dióxido de azufre (SO₂)
- Hidrocarburos (C_xH_y)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)

Los motores de combustión interna emiten compuestos orgánicos volátiles (COV's), y las emisiones de gases de flúor producto de los aires acondicionados, la emisión de los transportes aéreos puede afectar a la formación de nubes y por lo tanto tener un efecto indirecto sobre el cambio climático.³

El transporte de carga es responsable:

- Del 90% de las emisiones totales de GEI originadas por las actividades logísticas.
- El transporte de carga relacionado con el comercio internacional es responsable del 30% de todas las emisiones de CO₂ relacionadas con el transporte, más del 7% de las emisiones globales.⁴

Para cada transporte las emisiones de GEI proceden de la relación Tonelada-km/año, la eficiencia de diseño de los vehículos y motores involucrados, el comportamiento del conductor durante la operación, los patrones de uso, la intensidad de carbono del combustible.

2.3.2 Contaminación acústica

Un problema medioambiental importante es la contaminación acústica de los distintos medios de transporte.

El transporte implica a los camiones y, debido a su tamaño, genera mucho ruido. Pero no es el único problema, el ruido proviene de los motores, los neumáticos, la fricción, el

³ Burckhardt y Karcher, 2011.

⁴ Altan Dizdar, Helmut Prenner, 2018.

contacto con los raíles (en el caso del transporte ferroviario), el ruido de las turbinas de los aviones y de los edificios (estaciones de tren, aeropuertos). El ruido tiene un efecto negativo en todos los seres vivos de las inmediaciones.

El impacto del ruido está restringido al momento de la emisión a diferencia de otros tipos de contaminación, sin embargo, el tráfico por carretera al ser en general y sin escalas se considera un problema de contaminación continuo.

2.3.3 Biodiversidad

El transporte terrestre, las infraestructuras y las redes de carretera tiene una gran contribución a la disminución de la cantidad y calidad del hábitat natural, causando su pérdida directa e indirecta. La pérdida directa hace referencia a la presencia de carreteras, vías férreas, instalaciones de distribución y en general la conversión del terreno en un área urbanizada. La pérdida indirecta se refiere a la fragmentación o degradación de los ecosistemas debido a la presencia de infraestructuras de transporte, lo que reduce la capacidad del ecosistema para mantener su biodiversidad original.

2.3.4 Residuos

Dentro de la cadena de suministro hay diversas operaciones que producen residuos, como lo es el embalaje que juega un papel muy importante para la protección e integridad en la distribución de mercancías, el embalaje está hecho de diversos recursos naturales (árboles, derivados del petróleo) convertidos en plástico, madera, cartón y papel.

Esta consiste en la recolección, reciclaje y tratamiento de los desechos generados por el producto final después de que es comercializado. Esto con el fin de reducir el impacto ambiental de los residuos, y también para cumplir con el objetivo logístico de reutilizarlos para generar valor nuevamente a partir de ellos como materias primas, repuestos, etc.⁵

⁵ COCEM Noreste, 2023.

Es necesario mencionar que existen distintos procesos de transformación de residuos, de acuerdo con Reverse Logistics Asociación (2002)⁶, a saber:

- a) Retorno de productos que fueron rechazados por el cliente final o sobrantes de inventarios por fin del ciclo de vida.
- b) Retorno para reutilización de envases, empaques, embalajes y unidades de manejo para su acondicionamiento y reutilización.
- c) Reutilización de materiales para procesos donde se pueden reutilizar en el mismo.
- d) Reacondicionamiento de productos rechazados por defecto, donde pueden ser reacondicionados para su venta.
- e) Manejo de residuos y desechos que se envían a recicladoras y lugares especializados para procesarlos por su peligrosidad.
- f) Manejo de residuos para su destrucción y disposición final.
- g) Manejo de materiales reciclados sustitutivos que reducen el uso de material vigente, que implica innovación y mejoras en el diseño del producto.

2.4 Generación de Residuos en la Cadena de Suministro del Sector Retail

Se define como residuo a cualquier material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo de un bien, en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios.

Los residuos, ya sean materiales o excesos de inventario son el enemigo de la eficacia y la efectividad, ya que es de suma importancia la eliminación de residuos con el fin de reducir costes, gestionar la escasez de recursos y disminuir el impacto ambiental de las operaciones.

Uno de los principales residuos generados por el sector es el embalaje ya que este juega un papel importante para la protección e integridad en el proceso de distribución de mercancías, los principales residuos son: plásticos, maderas, cartón, materiales que

⁶ Reverse Logistics Assosiation, 2002.

pueden ser enviados a procesos de reciclaje o reutilización dependiendo sus características.⁷

2.4.1 Residuos Plásticos

Los residuos plásticos en gran medida pertenecen al embalaje, ósea, todos aquellos materiales necesarios para el acondicionamiento de los productos con la intención de protegerlos o agruparlos de manera temporal para su posterior manipulación, transporte y almacenamiento. Algunos de los residuos plásticos más comunes del sector son⁸:

1. Bolsas de plástico: Tanto las bolsas de plástico de un solo uso como las reutilizables pueden contribuir a los residuos plásticos del sector retail.
2. Envases y embalajes: Los productos en el sector retail a menudo se empaquetan en envases de plástico, como botellas, envoltorios y contenedores.
3. Productos desechables: Artículos desechables hechos de plástico, como utensilios, platos, pajitas y vasos, a menudo se ofrecen en establecimientos de retail.
4. Envoltorios de productos: Los productos individuales a menudo vienen envueltos en plástico, lo que agrega a la generación de residuos plásticos.
5. Etiquetas y etiquetado: Las etiquetas adhesivas y etiquetas de productos a menudo están hechas de plástico.
6. Elementos de exhibición y promoción: Elementos de exhibición como banners, letreros y pancartas publicitarias pueden contener plástico.

Los residuos plásticos en el sector retail en México, es un problema importante que afecta al medio ambiente y la salud pública. Según datos del gobierno mexicano, se producen cerca de 44,6 millones de toneladas de residuos urbanos en México, de los cuales, siete millones de toneladas son plástico.⁹ Solo se recicla una fracción muy pequeña de estos

⁷ The Circular Campus, 2023.

⁸ Calderon, 2022.

⁹ Arratibel, Andrea J, 2023.

residuos, lo que significa que la mayoría de ellos terminan en vertederos o en el medio ambiente, donde pueden tardar cientos de años en descomponerse.

Hay iniciativas interesantes en marcha para abordar el problema de los residuos plásticos en el sector retail en México. Por ejemplo, algunas empresas están adoptando prácticas más sostenibles, como la reducción del uso de plásticos de un solo uso y la implementación de programas de reciclaje.¹⁰ Además, la tecnología y la innovación están ayudando a superar algunos de los desafíos logísticos que enfrentan las empresas minoristas en México, lo que podría ayudar a reducir la cantidad de residuos plásticos generados en el sector.¹¹

2.4.2 Residuos de Madera

La generación de residuos de madera en el sector retail es una preocupación importante, ya que muchas actividades en el retail implican el uso de madera en diversos productos y sistemas de embalaje. A continuación, se describen algunos aspectos clave relacionados con la generación de residuos de madera en el sector retail¹²:

1. Embalaje y paletización: Una de las principales fuentes de residuos de madera en el sector retail es el embalaje y los pallets de madera utilizados para el transporte y almacenamiento de productos. Los productos a menudo se entregan en cajas de madera, pallets, y otros envases que pueden convertirse en residuos después de su uso.
2. Mobiliario y exhibición: Las tiendas de retail a menudo utilizan muebles y sistemas de exhibición de madera para mostrar productos. Cuando estos elementos se vuelven obsoletos o se renueva la decoración de la tienda, la madera utilizada en estos muebles se convierte en residuos.

¹⁰ Morales, R. 2018

¹¹ Greenpeace México, 2019.

¹² Corresponsables Fundación, 2023.

2.4.3 Residuos de Cartón

La generación de residuos de cartón en el sector retail es una preocupación significativa debido a la cantidad de productos y embalajes de cartón utilizados en esta industria. A continuación, se describen algunos de los aspectos clave relacionados con la generación de residuos de cartón en el sector retail¹³:

1. **Envases de Productos:** Los productos en el sector retail a menudo se entregan en envases de cartón, como cajas, estuches, envoltorios, y envases de presentación. Estos envases de cartón pueden generar residuos una vez que los productos son vendidos.
2. **Embalajes de Envío:** El sector retail realiza envíos de productos a menudo utilizando cajas y materiales de embalaje de cartón para garantizar que los productos lleguen a los clientes en condiciones óptimas. Estos materiales de embalaje se convierten en residuos después de su uso.

2.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

La LGPGIR, por sus siglas, es la "Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos" de México. Esta ley es la principal legislación en México que regula la gestión de residuos y tiene como objetivo establecer las bases y principios para prevenir y gestionar los residuos de manera integral y sostenible.

Establece las obligaciones y responsabilidades de las autoridades federales, estatales y municipales, así como de los generadores de residuos y los prestadores de servicios relacionados con la gestión de residuos.

Entre sus principales disposiciones, la ley aborda aspectos como la clasificación de los residuos, la promoción del reciclaje, la reducción en origen, la responsabilidad extendida del productor, la gestión de residuos peligrosos y la regulación de vertederos. Esta ley

¹³ LEANpio, 2022.

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

busca promover la prevención de la generación de residuos, la reutilización y el reciclaje, así como minimizar la disposición final de residuos en vertederos.

También establece mecanismos para la gestión adecuada de residuos peligrosos y regula la importación, exportación y tránsito de residuos. La LGPGIR es un componente fundamental de los esfuerzos de México para abordar los desafíos ambientales relacionados con la gestión de residuos, promover la economía circular y cumplir con compromisos internacionales en materia de gestión de residuos y sostenibilidad.

Esta ley en su título sexto de la prevención y manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, el artículo 95 nos habla de la regulación de la generación y manejo integral de residuos sólidos urbanos y los de manejo especial que se llevara a cabo conforme lo que establezca la ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y disposiciones aplicables.

Por su parte en artículo 96 nos menciona que las entidades federativas y los municipios deberán coordinarse con el propósito de promover la reducción, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, a fin de proteger la salud, prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por el manejo de los residuos, a través de las acciones que integral las siguientes fracciones del mismo artículo:

II. Diseñar e instrumentar programas para incentivar a los grandes generadores de residuos a reducir su generación y someter los residuos a un manejo integral.

VIII. Establecer programas para mejorar el desempeño ambiental de las cadenas productivas que interviene en la segregación, copio y preparación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para su reciclaje.

IX. Desarrollar guías y lineamientos para la segregación, recolección. Acopio, almacenamiento, reciclaje, tratamiento y transporte de residuos.

X. Organizar y promover actividades de comunicación, educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico para prevenir la generación, valorización y lograr el manejo integral de residuos.¹⁴

2.6 Huella de carbono

Se define como huella de carbono al volumen total de (GEI) que generan las actividades humanas (Figura 1), este indicador ambiental mide las emisiones directas e indirectas de compuestos tales como:

- Metano (CH₄)
- Óxido de nitrógeno (N₂O)
- Hidrofluorocarbonos (HFCs)
- Perfluorocarbonos (PFCs)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)
- Dióxido de carbono (CO₂), el más abundante.

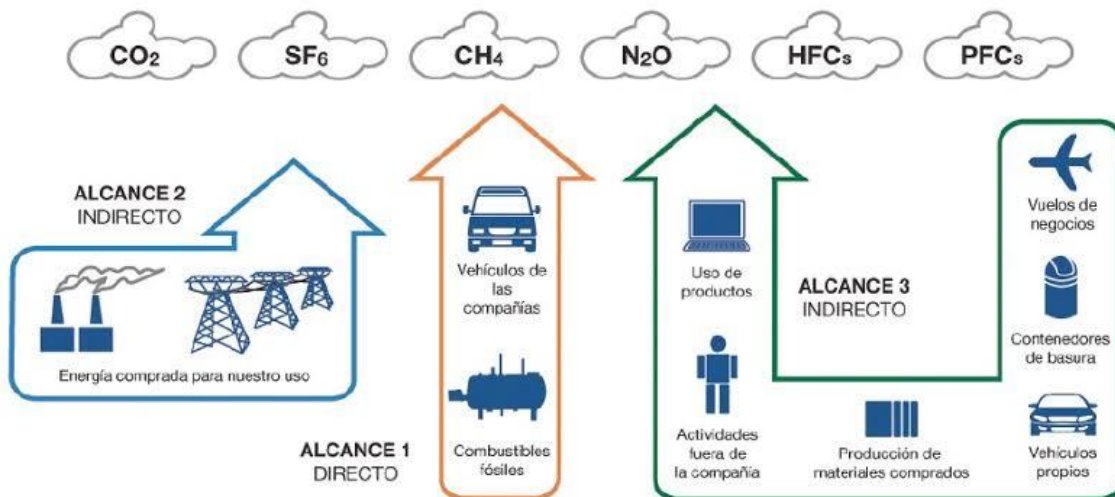


Figura 2. Alcances del GEI. Fuente: CSR STAFF, 2021

Los servicios y los bienes de consumo emiten gases de efecto invernadero antes, durante y después de su vida útil, la contaminación se da desde la obtención de materias primas,

¹⁴ LGPGIR, 2023.

su procesamiento, producción, distribución, uso, hasta su transformación en un residuo que se podrá reutilizar, reciclar o desechar dependiendo sus características.

- El impacto de la huella de carbono sobre el ecosistema genera fenómenos meteorológicos extremos (Aumento en la temperatura, huracanes, sequías), migraciones masivas, extinción de especies, acidificación y subida en el nivel del mar.¹⁵

2.7 Huella de carbono producida a partir de la gestión de residuos

Se define como Gestión Integral al conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, incrementar el aprovechamiento y comercialización de estos mismos dependiendo sus características, volumen, procedencia.

La gestión de residuos es una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero en México. Según el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos 2020 publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la generación de residuos sólidos urbanos en México en 2018 fue de 53.1 millones de toneladas, lo que equivale a una emisión de alrededor de 6.7 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente.¹⁶

Los métodos de gestión de residuos nos permiten dar distintas soluciones para los residuos tomando en cuenta las posibilidades que estos tienen para su reintegración o aprovechamiento antes de ser enviados a disposición final, los distintos métodos de gestión se describen a continuación¹⁷:

¹⁵ Iberdrola, 2019.

¹⁶ SEMARNAT, 2020.

¹⁷ Roper Sandra, 2020.

2.7.1 Método Tradicional

El método tradicional de gestión de residuos, a menudo denominado "modelo lineal", implica la recolección, el transporte y la disposición final de los residuos en vertederos. Aunque este enfoque ha sido ampliamente utilizado en el pasado, ha demostrado ser insostenible debido a su impacto ambiental y al agotamiento de los recursos naturales, los procesos que componen este método de gestión se describen a continuación (Figura2).

1. Fuente de Generación: La generación de residuos hace referencia a la producción de residuos derivados las actividades humanas, estos se pueden provenir de casa habitación, comercios, empresas y la vía pública,
2. Recolección: Esta actividad consiste en recoger los residuos directamente en la fuente de generación y su posterior carga en los vehículos recolectores.
3. Transporte: Los residuos recolectados se transportan a centros de recolección donde muchas veces se realizan actividades de separación para la recuperación de materiales reciclables, o simplemente se realizan actividades de compactación de los residuos con el objetivo de disminuir su volumen y poder transportar mayor cantidad una vez que se transfieran al relleno sanitario.
4. Disposición Final (Rellenos sanitarios o vertederos): Esta parte del proceso consta del transporte de los residuos que no fueron recuperados a rellenos sanitarios (municipales o privados), para su posterior depósito en el suelo, los residuos se esparcen y se compactan para reducir su volumen y finalmente se cubre de capas de tierra.

2.7.2 Método Integral

La gestión integral de residuos es un enfoque más sostenible y completo para la gestión de residuos que se centra en la reducción de residuos en origen, la reutilización, el reciclaje, la recuperación de energía y la disposición final segura de los residuos. Este método tiene como objetivo minimizar el impacto ambiental, promover la sostenibilidad y maximizar la eficiencia en la gestión de residuos (Figura 3).

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

1. Fuente Generadora: Producción de residuos derivados de las actividades humanas en los distintos ámbitos que pueden ser el comercial, casa habitación y la vía pública.
2. Separación: Este proceso hace referencia a la separación de los residuos de acuerdo con sus características: Orgánico, inorgánico, metales, residuos peligrosos, etc.
3. Almacenamiento: Almacenamiento temporal de los residuos previamente separados para su posterior transporte, esta actividad se realiza con frecuencia en la fuente generadora, aunque también es posible el transporte de los residuos previamente separados a zonas de almacenamiento donde los residuos esperan a ser transportados para su posterior gestión integral.
4. Transporte: Transporte de los residuos a centros de gestión para su posterior tratamiento integral.
5. Tratamiento: En este método de gestión se pueden realizar distintas prácticas para la revalorización de materiales y poder enviarlos a nuevos procesos de producción.
 - 5.1. Reutilización: Toda actividad destinada a evitar desechar productos y materiales que pueden incorporarse a una cadena de valor con los mismos o diferentes fines para los que fue creado, dando un uso alternativo o similar para el que fueron creados, aunque también genera impacto ambiental esta práctica, es menor ya que no es necesario procesar los residuos nuevamente, su impacto está relacionado a la distribución y almacenamiento.
 - 5.2. Reciclaje: Recolección y procesamiento de desechos para crear nuevos productos basados en los mismos materiales que se reciclan, sin embargo, para realizar esta transformación es necesario el uso de otros recursos para su procesamiento como lo es la energía eléctrica, agua, etc.
 - 5.3. Incineración (Recuperación energética): Tratamiento que permite hacer reducir el volumen, peso y composición de los residuos para hacer uso del poder calorífico que se encuentra en estos mismos y utilizarlos como fuente de energía, sin embargo, su oxidación produce emisiones altamente tóxicas que incluyen metales pesados y dioxinas.

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

6. Disposición (Relleno sanitario): Este método consiste en depositar los residuos en el suelo, los cuales se esparcen y compactan para reducirlos al menos volumen posible y finalmente se cubren con una capa de tierra y se compactan nuevamente, este método es el que genera mayor impacto al medio ambiente pues al estar en contacto los diferentes tipos de residuos orgánicos e inorgánicos se generan gases tales como el metano (CH_4), Compuestos orgánicos volátiles (COV's), Dióxido de Carbono (CO_2) que se disponen directamente en la atmósfera.

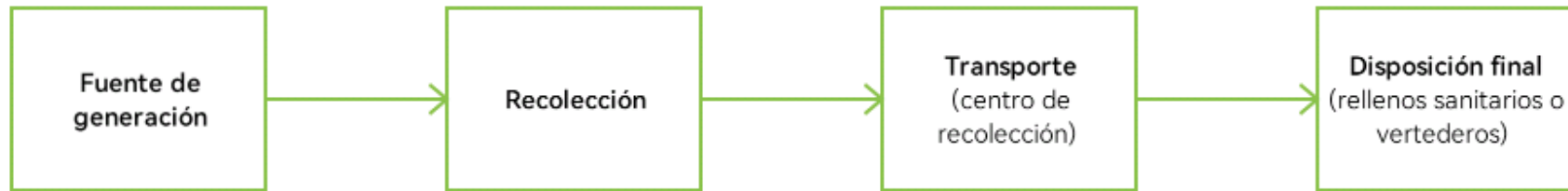


Figura 3. Esquema de un método tradicional de Recolección de RSU. Fuente: Elaboración propia.

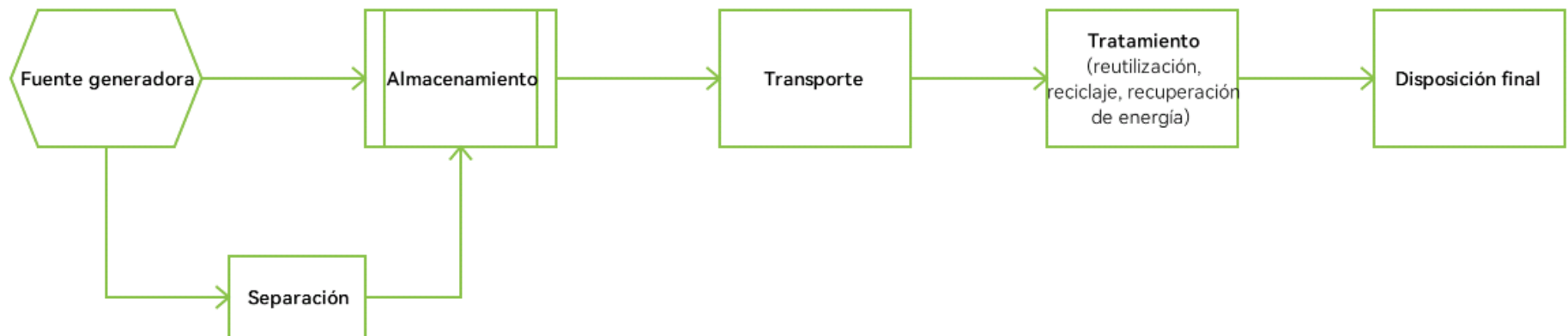


Figura 4. Esquema del método integral de Recolección de RSU. Fuente: Elaboración propia.

2.8 Impacto ambiental de la fabricación de papel corrugado

La fabricación de papel corrugado genera ciertos impactos al ambiente, desde la extracción de la materia prima para su fabricación, hasta las emisiones de GEI resultantes de su procesamiento, a continuación, se explica cada uno de estos impactos.

1. Deforestación: Hacemos referencia a la deforestación como el proceso de eliminación o reducción significativa de la cobertura forestal, causado por las actividades humanas, la deforestación para la fabricación de papel corrugado se realiza para la extracción de la pulpa de madera.

La deforestación tiene importantes consecuencias ambientales, tales como:

- Pérdida de la biodiversidad.
- Cambios en los ciclos hidrológicos.
- Aumento de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera
- Degradación de los servicios ecosistémicos que proporcionan los bosques, como la regulación del clima y la conservación del suelo.

2. Consumo de recursos naturales: La fabricación de papel corrugado no solo requiere de la extracción de la pulpa de la madera, sino que se requieren grandes cantidades de agua y energía.
3. Contaminación del agua y suelo: Durante la producción de papel corrugado se realizan diversos procedimientos como el blanqueamiento, en este se utilizan diversos productos químicos (blanqueadores y tintas) generando contaminación del agua que se utiliza en estas partes de la fabricación, afectando directamente la calidad del agua y generando impactos negativos en la vida acuática.

4. Generación de residuos sólidos: La fabricación de papel corrugado genera diversos residuos entre los más comunes son: recortes de los pliegos de papel, productos químicos utilizados en la fabricación tales como los blanqueadores o las tintas.
5. Emisión de gases de efecto invernadero: En este aspecto se considerarán aquellas emisiones que se generan a partir de la fabricación debido al uso de energía eléctrica generada a partir de combustibles fósiles.¹⁸

2.9 Huella de carbono generada a partir de la vida del papel corrugado

Para conocer la huella de carbono de cualquier producto es necesario analizar las etapas a lo largo de la vida del producto en cuestión, en este caso nos centraremos en el impacto que genera el corrugado a través de cuatro momentos clave¹⁹:

- Producción: Análisis de las materias primas utilizadas para su fabricación (fibras de celulosa, agua, vapor), energía eléctrica y todo aquello utilizado para su transformación hasta convertirse en el producto final listo para su comercialización.
- Transporte: Estudio de cuanta movilización necesita el producto desde que inicia su fabricación (traslado de las materias primas a la fábrica), pasando por su almacenaje como producto terminado, hasta su llegada al usuario final.
- Vida Útil: Corresponde al periodo de tiempo en el que se espera que el activo alcance su máximo rendimiento, aquí pueden entrar métodos de gestión tales como la reutilización que nos permite alargar el tiempo de vida útil del producto siempre y cuando siga cumpliendo con sus características físicas

¹⁸ Rainforest Alliance, 2019.

¹⁹ Procarton, 2014.

necesarias para un correcto funcionamiento, esta práctica es de suma importancia pues nos permite tener bienes que no están utilizando recursos naturales nuevamente para su generación.

- **Gestión de residuos/Reciclaje:** La gestión de residuos hace referencia a los procedimientos relacionados con la recogida, separación, tratamiento, reciclaje y disposición final de los residuos.

2.10 Fabricación de Papel Corrugado

Dentro de la producción de corrugado se involucran ciertos recursos naturales que generan impacto directo al medio ambiente, a continuación, se muestra una Tabla 1 de las características en la fabricación de papel corrugado.²⁰

Tabla 1. Estudio de la fabricación del papel Corrugado. Fuente: Canal Educa, 2015.

	Descripción
Composición	La pasta que se usa para la fabricación de papel se elabora a partir de celulosa (fibras vegetales de madera) que se obtienen triturando troncos y mezclándolos con agua, para la fabricación de una tonelada se consumen 2400 kilogramos de madera (17 árboles).
Consumo de Agua	Para la fabricación de una tonelada de corrugado se emplean entre 150,000 a 200,000 L de agua.
Consumo Energético	Para fabricar 1 ton de papel

²⁰ Canal Educa, 2015.

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

	corrugado de fibras vírgenes se emplean 134 Kwh. Para fabricar 1 ton de papel corrugado de fibras recicladas se emplea 52.5 Kwh.
Huella de carbono	Dentro de la fabricación de corrugado se genera una huella de carbono de 1.75 Toneladas de CO₂ relacionadas con el consumo de electricidad.

Gracias a la investigación realizada en torno al impacto ambiental de la fabricación de papel corrugado, la huella de carbono generada a través de las diferentes fases de vida de este material se pudo estudiar y determinar los factores involucrados en la fabricación y procesamiento y así conocer el impacto que generan en torno al consumo de recursos naturales y energéticos, como se observa en la tabla 1.

CAPÍTULO III. DESARROLLO

3.1 Evaluación Metodologías de Gestión de Residuos

Durante el mes de junio a solicitud de la Gerencia del área Health, Safety and Environment se Analizaron tres métodos de gestión de residuos:

3.2 Confinamiento Controlado

Los residuos generados en las instalaciones se manejaban a través de un proveedor de gestión de residuos que realizaba la separación de los residuos, recuperación de los residuos reciclables (PET, polietileno, vidrio, aluminio, papel, papel corrugado), envío de residuos orgánicos a compostaje, y gestión de residuos de los sanitarios en un relleno sanitario privado. El costo mensual total de este servicio es de: \$90,828.00.

Costo compartido en julio de 2022.

3.3 Incineración de Residuos

Esta opción se evaluó sin embargo los costos se elevaban y las implicaciones ambientales son considerables debido a la toxicidad de los gases producto de la combustión de estos materiales para la generación de energía, la necesidad de un tratamiento previo al confinamiento de la ceniza resultante de la incineración, se consideró que el residuo que se genera en mayor cantidad es el corrugado un residuo reciclable/reutilizable cuyo impacto sería mayor al enviarlo a un método de gestión de incineración, las consideraciones necesarias para poder ingresar los residuos a la empresa más cercana que realiza esta práctica en el estado de Hidalgo y el impacto del traslado, por lo que se optó por el análisis de otros métodos de gestión.

Otra de las cuestiones que se consideró en el estudio de este método es que no todos los residuos generados pueden enviarse a incineración y los que se pueden enviar se consideran residuos reciclables, como se observa en la tabla 2.

Tabla 3. Aprovechamiento de Residuos en el Confinamiento controlado Vs Incineración. Fuente: CEMEX, 2022.

Residuo Generado	Residuos Reciclables durante el confinamiento controlado	Residuos útiles para la incineración
Cartón		
PET		
Papel		
Madera		
Polietileno		
Vidrio		
Residuos Orgánicos		
Papel Sanitario		

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Tabla 4. Cotización Servicio Incineración de Residuos. Fuente: Recotrash, 2022.

Servicio	Costo	Número de Servicios	Total
Incineración con separación de residuos	\$31,000.00	2 servicios mensuales.	\$62,000.00
Personal para realizar la separación de residuos	\$11,600.00	1 servicio mensual	\$11,600.00
Servicio de recolección de orgánicos	\$6,500.00	4 servicios mensuales	\$26,000.00
Recolección de residuos semanal	\$9,500.00	4 Servicios mensuales	\$38,000.00
Costos del servicio calculados en julio de 2022.		Total	\$137,600.00 +IVA \$159,616.00

Se puede observar en la tabla 3 que los costos del servicio de incineración de residuos (\$159,616.00) vs confinamiento controlado (Reciclaje) (\$90,828.00) se elevan un 175%.

3.4 Confinamiento Controlado (Compactadora)

Se consideró el uso de una compactadora para compactar el corrugado y poder transportar mayores cantidades durante los viajes a la recicladora, sin embargo, los riesgos de almacenar grandes cantidades de corrugado en las instalaciones (tabla 4), las implicaciones del uso de la compactadora y sus riesgos, los residuos que se generan del mantenimiento preventivo de la maquinaria (aceite).

Tabla 5. Análisis Uso de Compactadora. Fuente: GTA Ambiental, 2021.²¹

Compactadora De Cartón	
Ventajas	Desventajas
El cartón es un material que ocupa mucho espacio y pesa poco, así que al reducir su volumen nos permite aprovechar mejor el espacio durante el almacenamiento y el transporte. • Disminución en los costos de transporte. • Al poder transportar mayores cantidades de cartón en un mismo viaje se disminuyen las emisiones de CO₂ generadas por el transporte.	Esta máquina requiere entre 80 y 120 L de aceite hidráulico para su funcionamiento, lo que implicaría un tratamiento para el residuo que se genere al cambiar dicho aceite en los mantenimientos de la compactadora. • Proyección de fluidos del sistema hidráulico a alta presión. • Proyección de componentes lanzados a alta presión. • Costo aproximado del Manejo y Tratamiento del aceite hidráulico \$4,500.00 por cada 100 litros.

²¹ GTA Ambiental, 2021.

Consideraciones De Seguridad

- Contar con personal capacitado y que cuente con DC-3 en manejo y operación de prensa.
- El almacenamiento de grandes cantidades de corrugado aumenta el grado de incendio debido al almacenamiento de materiales inflamables.
- Contar con un área específica para la operación de la prensa y el almacenamiento del corrugado.

3.5 Reutilización

Se evaluó el enviar el corrugado a un proceso de reutilización, venderlo a clientes que pudieran utilizar las cajas con las características que salían, se evaluó ya que el proveedor nos compartió que aproximadamente el 80% del corrugado se podría enviar a este proceso, disminuir el uso de recursos (Agua, madera, uso de energía eléctrica), generar ganancias económicas a través de la venta de este residuo.

3.6 Reporte de Generación de Residuos de agosto, septiembre y octubre 2022

Con el objetivo de estudiar la generación de residuos se realizó el monitoreo durante los meses de agosto a octubre de 2022, esta muestra se tomó al ser tres meses donde se presentan las diferentes fases de la operación (Temporada baja- Temporada alta)

Las cantidades fluctúan mes a mes debido a la cantidad de flujo en la entrada y salida de mercancía del almacén, en la tabla 2 se puede observar que las cantidades aumentan en la mayoría de los residuos durante el mes de octubre, que es en el que se surten todos los pedidos para las temporadas de alta demanda de fin de año.

Tabla 2 Generación de residuos agosto, septiembre y octubre 2022. Fuente: Elaboración propia.

Residuo	Agosto 2022 Ton	Septiembre 2022 Ton	Octubre 2022 Ton
Corrugado	73. 63	68.9	80.4
Bote Aluminio	0.032	0.028	0.035
PET	0.038	0.040	0.040
Papel	0.044	0.040	0.050
Vidrio	0.056	0.050	0.050
Polietileno	0.068	0.065	0.079

Como se observa en la tabla el residuo que se genera en mayor cantidad es el corrugado, un material con distintas posibilidades para su gestión, tales como el reciclaje y la reutilización, esto según sus características y el uso que se le vaya a dar al mismo.

3.6.1 Plan de gestión de residuos de corrugado

A continuación, se observa el análisis generado para conocer las características de los métodos de gestión confinamiento controlado, incineración y reutilización con el objetivo de determinar las ventajas y desventajas ambientales que cada uno de estos métodos conllevan y determinar cuál de estos métodos es el más apropiado para la gestión del corrugado, el residuo que se genera en mayor cantidad (tabla 6).

3.7 Análisis de los procesos de gestión Confinamiento Controlado, Incineración de residuos y reutilización.

Tabla 3. Análisis Procesos de gestión de residuos. Fuente: Elaboración Propia.

Método de Gestión	Confinamiento Controlado	Incineración de Residuos	Reutilización
Descripción	Método definitivo de disposición que permite realizar una separación/recuperación de aquellos materiales que puedan tener un valor económico o que se puedan enviar a procesos de reciclaje.	Tratamiento térmico que reduce en un 95-96% el volumen de los residuos, generación de energía a partir de la combustión de los mismos.	Recuperación de los materiales con la finalidad de alargar su vida útil, reincorporando los residuos a nuevos procesos económicos, evitando así el uso de recursos naturales para la generación de estos mismos materiales o productos.
Ventajas	• Recuperación de Metano (CH₄). • Reciclaje y revalorización de materiales.	• Producción de energía y electricidad. • Evita la exposición de COV's, CO₂, CH₄.	• Disminución del uso indiscriminado de recursos naturales. • Disminución de la huella de

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

	• Reducción del uso de recursos naturales.	• Reduce el volumen de los residuos que se enviarán a confinamiento controlado.	carbón al no tener que procesar los residuos. • Disminución de los residuos que van a confinamiento controlado.
Desventajas	• Escasa disponibilidad de grandes extensiones de terreno para la construcción de este tipo de obras. • Problemas de salud pública debido a la generación de fauna nociva. • Limitación para construir o dar otros usos a estos predios una vez su suspensión.	• Exposición de gases ácidos, óxidos de nitrógeno. • Generación de ceniza tóxica (metales pesados). • El ahorro energético de reciclaje, reutilización vs incineración es significativamente mayor en el reciclaje y la reutilización.	• Todos los materiales o productos tienen un límite en su reutilización ya que sus condiciones y características irán cambiando con el tiempo.

Al analizar estos tres métodos de gestión se llegó a la conclusión de que al ser el corrugado el residuo que se genera en mayor cantidad no sería conveniente enviarlo a un proceso de incineración ni reciclaje ya que se puede reutilizar en gran medida debido a las condiciones con las que sale este residuo del almacén lo hacen posible.

3.8 Análisis del Impacto Ambiental Generado al Gestionar el Corrugado en torno a: Emisiones de CO₂ y Uso de Agua.

Una vez realizado el análisis energético de cada uno de los métodos de gestión se eligió la reutilización debido a que se reduce en 74% la huella de carbono como se muestra en la Tabla 7 y disminuye el uso de recursos naturales como el uso de árboles y de agua.

Una vez definido el tipo de gestión que se iba a realizar se generó capacitación al personal involucrado en el proceso de replenishment, quienes se encargan de la apertura de las cajas con el producto, con la finalidad de aumentar la cantidad de cajas que se pueden rescatar para este nuevo proceso de reutilización externo.

Al realizar el análisis del impacto generado a partir de los tres métodos de gestión estudiados se observó que la recolección para aprovechamiento disminuía en un 75.2% la huella de carbono generada por los procesos de gestión del corrugado.

Por lo que se propuso como método de gestión realizar una combinación entre el método de gestión a través de la reutilización de aquellas cajas de corrugado cuyas características permiten su reutilización, y el método de reciclaje para todas aquellas cajas de corrugado cuyas características físicas no permiten su reutilización.

Tabla 4. Análisis del impacto ambiental generado por la gestión de corrugado.

Fuente: Elaboración Propia.

Confinamiento controlado (Reciclaje)	Recolección Cartón Comprimido	Recolección para Aprovechamiento (Reutilización 80%)
	Consumo de Energía Prensa Hidráulica (197	

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

	horas de trabajo al mes) 2107.90 Kwh (Información proporcionada por el proveedor Recotrash).	
	Emisiones de CO₂ Consumo eléctrico (Prensa hidráulica) 0.526 Ton CO₂	
Transporte Kilómetros Recorridos 1064 km	Transporte Kilómetros Recorridos 700 km al mes	Transporte Kilómetros Recorridos 311 km al mes
Emisiones de CO₂ (Transporte) Diesel: 136 L Emisiones CO₂/L Diesel: 0.00268 Ton²² Emisiones CO₂ Totales: 0.363 Ton CO₂	Emisiones de CO₂ (Transporte) Diesel: 89.32 L Emisiones CO₂/L Diesel: 0.00268 Ton Emisiones CO₂ Totales: 0.239 Ton CO₂	Emisiones de CO₂ (Transporte) Diesel: 39.55 L Emisiones CO₂/L Diesel: 0.00268 Ton Emisiones CO₂ Totales: 0.106 Ton CO₂

²² Plataforma Mexicana del Carbono.

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Consumo de Agua 160,000 L	Consumo de agua 160,000 L	Consumo de Agua 32,000 L
Consumo de Energía en Planta de Reciclaje 200,000 Kwh	Consumo de Energía en Planta de Reciclaje 200,000 Kwh	Consumo de energía planta de reciclaje 50,000 Kwh
Emisiones de CO ₂ (Planta de Reciclaje) 50 Ton CO ₂	Emisiones de CO ₂ (Planta de Reciclaje) 50 Ton CO ₂	Emisiones de CO ₂ (Planta de Reciclaje) 12.5 Ton CO ₂
Total, de Emisiones (Transporte + Planta de Reciclaje) = 0.363 Ton CO ₂ + 50 Ton CO ₂ = 50.363 Ton CO₂ Mensuales	Total, de emisiones (Prensa hidráulica + Transporte + Planta de reciclaje) = 0.526 Tonel CO ₂ + 0.239 Ton CO ₂ + 50 Ton CO ₂ = 50.765 Ton CO₂ Mensuales	Total, de emisiones (Relacionadas al Transporte + Planta de reciclaje) = 0.106 Ton CO ₂ + 12.5 Ton CO ₂ = 12.606 Ton CO₂ Mensuales

Al realizar el análisis del impacto generado a partir de los tres métodos de gestión estudiados se observó que la recolección para aprovechamiento disminuía en un 75.2% la huella de carbono generada por los procesos de gestión del corrugado. Por lo que se propuso como método de gestión realizar una combinación entre la reutilización de aquellas cajas de corrugado cuyas características permiten su reutilización, y el reciclaje para todas aquellas cajas de corrugado cuyas características físicas no permiten su reutilización.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Determinación del impacto generado por la fabricación de papel corrugado

En la fabricación de papel corrugado se involucran diversos recursos tanto naturales como energéticos, por lo que la generación de este material tiene diversas repercusiones para el medio ambiente, desde la producción debido al consumo de recursos (fibras de celulosa de aproximadamente 17 árboles y hasta 200,000 litros de agua) y energía eléctrica (134 Kwh) para la generación de una tonelada de papel corrugado, así como los factores involucrados en el transporte (consumo de combustible) del producto terminado de papel corrugado, sin embargo debido a la naturaleza de las actividades para las que es utilizado este insumo es sumamente re valorizable cuando se encuentra en buen estado, por lo que su reutilización o reciclaje contribuye directamente en la disminución del uso recursos y del impacto que el proceso de producción genera al medio ambiente en torno a la huella de carbono (1.75 toneladas de CO₂) por cada tonelada de corrugado.

4.2 Análisis de los distintos métodos de gestión de residuos estudiados.

1. Confinamiento controlado: La practica de confinamiento controlado permite la separación de los residuos valorizables para su reincorporación a procesos de reciclaje (PET, polietileno, vidrio, aluminio, papel y papel corrugado) y la disposición final de los residuos no valorizables en rellenos sanitarios.
2. Incineración de residuos: Esta practica consiste en la generación de energía térmica a partir de la incineración de los residuos y a su vez contribuye en la reducción del volumen total de los mismo, sin embargo, este proceso genera emisiones altamente toxicas, y que debido al tipo de residuos que se generan en mayor medida (Residuo de corrugado) no seria una opción viable, pues este material es reciclable y reutilizable.
3. Reutilización: La reutilización permite integrar los residuos de papel corrugado a nuevos procesos productivos sin necesidad de que estos sean

procesados nuevamente, su aprovechamiento se realizó al 80% debido a las características físicas del material.

4.3 Resultados del monitoreo, reutilización y reciclaje 2023

Durante el año 2023 la empresa implementó el método de gestión relativo a la reutilización y reciclaje para el corrugado, a continuación, se muestra la relación del proceso de reutilización al 80% del volumen que se genera mes con mes del año 2023 (Tabla 8) y el impacto en torno a las toneladas enviadas a reutilización, disminución de CO₂ y árboles salvados de tala para la generación de papel con fibras vírgenes.

4.4 Beneficios de reducción del agua:

Toneladas reutilizadas de papel corrugado: 387 Ton.

Reducción litros de agua debido a la reutilización: aproximadamente entre:

58,050, 000 L – 77, 400, 000 L

4.5 Beneficios económicos:

Durante el arranque del proyecto se realizó un ajuste del precio de compra del corrugado para su reutilización, fluctuando de \$1.00 a \$1.30 por kg, generando una ganancia al corte del mes de octubre de \$503,100.

4.6 Resultados monitoreo reciclaje

Relación del proceso de reciclaje del corrugado que no fue posible integrar al proceso de reutilización debido a sus características físicas (tabla 9).

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Tabla 5. Seguimiento corrugado reutilizado enero - octubre 2023. Fuente:
Elaboración Propia.

Mes	Reutilización (Ton)	Disminución de CO₂ (Ton)	Árboles Salvados
Enero	14	24.5	196
Febrero	33	57.75	462
Marzo	43	75.25	602
Abril	36	63	504
Mayo	47	82.25	658
Junio	32	56	448
Julio	36	63	504
Agosto	48	84	672
Septiembre	41	71.75	574
Octubre	57	99.75	798
Total	387 Ton de Corrugado Reutilizadas	677.25 Ton de CO₂	5418 Árboles Salvados

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

**Tabla 6. Seguimiento Corrugado Reciclado enero - octubre 2023 Fuente:
Elaboración Propia.**

Mes	Reciclaje (Ton)	Disminución de CO₂ (Ton)	Árboles Salvados
Enero	5	8.75	70
Febrero	12	21	168
Marzo	18	31.5	252
Abril	26	45.5	364
Mayo	28	49	49
Junio	17	29.75	238
Julio	15	26.25	210
Agosto	18	31.5	252
Septiembre	16	28	224
Octubre	20	35	280
Total	175 Ton de Corrugado Reutilizadas	278.25 Ton de CO₂ Generadas durante el reciclaje	2,107 Árboles Salvados

4.7 Beneficios de reducción del agua:

Toneladas recicladas de papel corrugado: 175 Ton

Uso de litros de agua en planta de reciclaje: 5,600, 000 L

4.8 Beneficios económicos

El precio de compra del papel corrugado enviado a reciclaje fue de \$1.00 por Kg, generando un total de \$175,000.

4.9 Beneficio total

El beneficio económico total comprende la ganancia total del corrugado enviado a reutilización y reciclaje: $\$503,100 + \$175,000 = \$ 678,100$, recursos que son destinados para la generación y diseño de iniciativas o proyectos que impulsen el desarrollo ambiental de la compañía.

Como se observa en tablas 8 y 9, a lo largo del año 2023 se han gestionado un total de 562 ton de papel corrugado, 387 reutilizadas y 175 recicladas correspondientemente. Estas prácticas han propiciado una gestión sostenible de este residuo tan importante para el sector debido a las altas cantidades en las que se genera de manera mensual.

Este cambio en el proceso de gestión al enviar un 80% del corrugado generado a un proceso de reutilización ha permitido disminuir 677.25 ton de CO₂ debido a que no es necesario procesar nuevamente el residuo, evitando el uso de energía eléctrica. Del mismo modo se ha disminuido la tala de árboles debido a que la reutilización propicia el uso nulo de nuevos recursos naturales, salvando un total de 7,525 árboles entre el proceso de reutilización y reciclaje.

Por otro lado, el 20% del corrugado que no fue posible integrar al proceso de reutilización, se envió a un proceso de reciclaje en este se realiza la molienda del

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

papel corrugado para la recuperación de las fibras del papel y poder fabricar este insumo nuevamente, para este proceso es necesario el uso de energía eléctrica, sin embargo, el uso es menor que en la fabricación de papel con fibras vírgenes en un 60% como se observa en la Tabla 1.

CONCLUSIONES

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

El proyecto de reutilización de corrugado cumplió con el objetivo general planteado “Implementar un plan de gestión para el corrugado generado en una empresa dedicada al retail” y el objetivo específico con mayor relevancia en este proyecto “Elegir el método de gestión de corrugado que disminuya 900 toneladas en torno a huella de carbono” al gestionar el residuo que se genera en mayores cantidades, esta propuesta impulsa a la compañía a generar e implementar metodologías que tomen en cuenta el impacto ambiental que se genera de las actividades económicas en el sector retail.

Una vez aceptada la propuesta por el cliente de la compañía se presentó la iniciativa al proveedor encargado de realizar la gestión de residuos y se llegó a un acuerdo para aumentar el precio de compra del corrugado en un 30% sobre el precio de compra establecido durante el año 2022, generando mes con mes una ganancia que puede invertirse en los proyectos de mejora que la compañía genera.

Al mes de octubre de 2023 se han enviado 387 ton de corrugado al proceso de reutilización, apoyando a multi clientes que pueden aprovechar el corrugado con las condiciones físicas con las que sale de las instalaciones, disminuyendo el uso de recursos naturales salvado un total de 7,525 árboles en conjunto con el proceso de reutilización.

Este proyecto impulsa a la industria a avanzar hacia una industria más limpia, disminuyendo directamente la generación de CO₂ relacionado a la gestión de residuos, así mismo se disminuye la cantidad de residuos que se envían a relleno sanitario, eliminando el impacto que este tipo de gestión genera al ambiente. Así mismo este proyecto impulsa el desarrollo sostenible, reincorporando materiales cuyas características así lo permiten a nuevos procesos productivos, alimentando una economía más responsable con el consumo de recursos naturales.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

- Proponer procesos de Ingeniería Ambiental para resolver necesidades específicas del cliente en torno a la gestión integral de sus residuos, implementando un plan de gestión para el residuo generado en mayor proporción (Papel corrugado) con el objetivo de buscar soluciones integrales que permitieran el aprovechamiento del mismo.
- Analizar e interpretar los datos obtenidos del análisis energético de los procesos de gestión de residuos con la fiabilidad de escoger el de menor impacto ambiental en torno a la huella de carbono generada por la gestión del papel corrugado.
- Comunicar de manera efectiva la información recopilada a nivel dirección general de la compañía, realizando la propuesta para la implementación del presente proyecto mostrando los beneficios ambientales y económicos de implementar un método de gestión que permita la revalorización del papel corrugado.
- Diseñar proyectos sustentables que apoyen a la compañía a cumplir con sus compromisos ambientales al implementar un plan de gestión que mezcle el reciclaje (20%) y la reutilización (80%) del papel corrugado, residuo que se genera en mayor cantidad cada mes.
- Trabajar en equipo con la gerencia del área HSE para identificar las problemáticas encontradas en los diferentes modelos de gestión integral de residuos para encontrar la más conveniente para la compañía y para el medio ambiente.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- [1] CLIP. (2022, septiembre). *Ecommerce retail crece en México*. Clip.mx.
- [2] Núñez, P. (2023, marzo). *La logística como eje central del sector retail en México*. The Logistics World.
- [3] Burckhardt y Karcher, (2023, octubre). *Carros, camiones, buses y la contaminación del aire*. Union of Concerned Scientists.
- [4] Altan Dizdar, Helmut Prenner. (2018, abril). *Logística Verde, Aspectos Teóricos y Prácticos de la Logística Verde*. Programa Erasmus + de la Unión Europea.
- [5] COCEM Noreste. (2023, febrero). *La importancia de la logística inversa en la gestión de la cadena de suministro*.
- [6] Reverse Logistics Assosiation. (2002, noviembre). *RLA*.
- [7] The Circular Campus, P. P. (2023, febrero). *Cadena de suministro circular: fases, procesos y objetivos*. Ecoembes.
- [8] Calderón, C. (2022, diciembre). *Plásticos de un sólo uso, el reto de los retailers y el e-commerce*. El Financiero.
- [9] Arratibel, Andrea J. (2023, enero). *El dilema de México y sus siete millones de toneladas de basura plástica*.
- [10] Morales, R. (30 de octubre de 2018). *Industria del reciclaje de plásticos está en auge en México*.
- [11] Greenpace México (2019, julio). *Los verdaderos costos del reciclaje*.
- [12] Corresponsables Fundación. (2023, febrero). *Falabella aprovechó el 88% de los residuos generados en las tiendas y centros de distribución*. Corresponsables Fundación.

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

- [13] LEANpio. (2021, marzo). *7 formas de optimizar la gestión de residuos de los supermercados*. LEANpio.
- [14] *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*, [LGPGIR], Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F], 08 de mayo de 2023, (México).
- [15] [9] Corporativa, I. (2021, abril 22). *¿Qué es la huella de carbono y por qué es vital reducirla para frenar el cambio climático?* Iberdrola.
- [16] SEMARNAT (2020, mayo). *Diagnostico Básico para la gestión integral de los residuos*.
- [17] Roperro, Sandra. (2020, junio). *Qué es la gestión de residuos*. Ecología Verde.
- [18] Rainforest Alliance, (2020, enero). *Informe anual de 2019 nuestra alianza en acción*.
- [19] Eriksson. Elin, Karlsson Per-Erik. (2014, agosto). *Envases de Cartón y Huella de Carbono*. Procarton.
- [20] Canal Educa. (2015, agosto). *Sector Papel, Estudio del papel de fibra virgen*. La carta del agua, Programa manos en el agua, Segunda sesión.
- [21] Vilet, V. (2021, diciembre). *¿Qué es la compactación de residuos y para qué sirve? Proyectos llave en mano para el tratamiento y reciclado de residuos*. GTA Ambiental.
- [22] Plataforma Mexicana de Carbono: (s/f). Com.mx.

ANEXOS

EMPLEADOR

CARR MEX QRO KM 34.5 NAVE 1
RANCHO SAN ISIDRO CUAUTITLAN IZCALLI
C.P. 54740, ESTADO DE MEXICO
R.F.C. DML7905239C3
Regimen fiscal 601
REGISTRO PATRONAL: C5412793106

CFDI RECIBO DE NÓMINA

COLABORADOR

N° 50497

KARLA CRISTINA CASTRO GONZALEZ

CURP

RFC

NSS

Régimen Empleado

Sueldo Base de Cotización

SDI

Fecha de Ingreso

Periodicidad de Pago

Código postal

CAGK980303MDFSNR00

CAGK980303C65

73169877864

Sueldos

31/01/2022

03

55025

Departamento

Puesto

Nómina | Tipo

Antigüedad

Periodo

Fecha de Pago

Núm. de días pagados

Régimen Fiscal

OPERACIONES

COORDINADOR SEGURIDAD

NCD | O

101 semanas

1 | Del 01/01/24 al 11/01/24

11/01/2024

11.000

605

Cantidad: 1.00 | Clave de Unidad: ACT | Descripción: Pago de nómina | Clave de Producto y Servicio: 84111505 | P/Unitario: 8,669.32 | Importe: 8,669.32

PERCEPCIONES				DEDUCCIONES			
SAT	UNIDADES			SAT	UNIDADES		
001	9.00	P001	SUELDO	002	D001	ISR	
001	2.00	P003	VACACIONES	001	D003	CUOTA IMSS	
020	1.00	P022	PRIMA DOMINICAL	004	D033	FONDO AHORRO EMPLEAD	
005		P096	FONDO AHORRO EMPRESA	004	D034	FONDO AHORRO EMPRESA	
TOTAL DE PERCEPCIONES				TOTAL DE DEDUCCIONES			
OTROS PAGOS				SUBSIDIO AL EMPLEO			
SAT				SAT			
002	D002	SUBSIDIO AL EMPLEO	0.00	002		Subsidio Causado	0.00
002	SUB-SAT	SUBSIDIO SAT 2019	0.00	002		Subsidio Causado	0.00
TOTAL OTROS PAGOS				TOTAL SUBSIDIO AL EMPLEO			
Subtotal							

Figura 5. Comprobante de nómina enero 2024

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

DHL METROPOLITAN LOGISTICS SC MÉXICO SA DE CV
CARRETERA MEX.-QRO. KM. 34.5, NAVE 1
RANCHO SAN ISIDRO, CUAUTITLÁN IZCALLI
C.P. 54740, ESTADO DE MÉXICO
CEL: +52 (55) 1324 3996
jorge.mendoza@dhl.com
www.dhl.com/supplychain



Estado de México, a 26 de junio de 2023.

A quien corresponda:

Por medio de la presente, hago constar que la señorita Karla Cristina Castro González a quien corresponde el número de empleado 50497, ha prestado sus servicios para DHL Metropolitan Logistics SC México S.A. de C.V. desde el mes de enero del año 2022 a la fecha, desempeñándose originalmente como Analista HSE y actualmente en el puesto de Coordinador HSE.

Asimismo, manifiesto que como parte de las actividades realizadas con motivo de sus funciones durante su estancia en la compañía, entre otras llevó a cabo las siguientes: *Gestión de Residuos Biológico-Infecciosos, residuos peligrosos y de manejo especial, análisis de riesgos, mitigación y eliminación de actos y condiciones inseguras, investigación de accidentes, desarrollo teórico de Operadores de Montacargas*, poniendo en marcha a principios del presente año el proyecto “*Reutilización de Corrugado*”, con la finalidad de disminuir el impacto ambiental como resultado de la gestión de residuos de éste material.

En atención a lo anterior, por medio de la presente, se autoriza a nuestra colaboradora, la mencionada señorita Karla Cristina Castro González, para que exclusivamente con fines académicos y de investigación utilice la información correspondiente al proyecto mencionado en el párrafo anterior, en donde deberá omitir siempre el nombre de las compañías involucradas por cuestiones de confidencialidad.

Suscribo la presente para los efectos que a la interesada mejor convengan y quedo de usted.

ATENTAMENTE

Jorge Alberto Mendoza Vargas
Director HSE & BCM
LATAM & México

Figura 6. Carta de aceptación por parte de la compañía para el uso de la información referente al proyecto “Reutilización de Corrugado 2023”