



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

LOGÍSTICA INVERSA APLICADA A LA EMPRESA MOVITSA S. A.

Diana Alejandra Ramírez Barrera

Asesorado por el Ing. Luis Andrés Moguel García

Guatemala, abril de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LOGÍSTICA INVERSA APLICADA A LA EMPRESA MOVITSA S. A.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DIANA ALEJANDRA RAMÍREZ BARRERA

ASESORADO POR EL ING. LUIS ANDRÉS MOGUEL GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford de Hernández
EXAMINADORA	Inga. Gladys Lorraine Carles Zamarripa
EXAMINADORA	Inga. Karla María Lucas Guzmán
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

LOGÍSTICA INVERSA APLICADA A LA EMPRESA MOVITSA S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 18 de enero del 2012.



Diana Alejandra Ramírez Barrera

Guatemala, 08 de febrero de 2013

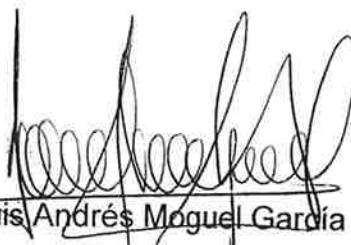
Ingeniero
César Urquizú, Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Ingeniero Urquizú:

Me permito dar aprobación al trabajo de graduación titulado "LOGÍSTICA INVERSA APLICADA A LA EMPRESA MOVITSA S.A.", elaborado por la estudiante Diana Alejandra Ramírez Barrera, por considerar que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro particular, me es grato saludarle.

Atentamente



Ing. Luis Andrés Moguel García

Colegiado 6198

LUIS ANDRES MOGUEL GARCIA
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 6198



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **LOGÍSTICA INVERSA APLICADA A LA EMPRESA MOVITSA S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Diana Alejandra Ramírez Barrera**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2014.


/mgp



REF.DIR.EMI.047.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **LOGÍSTICA INVERSA APLICADA A LA EMPRESA MOVITSA S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Diana Alejandra Ramírez Barrera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **LOGÍSTICA INVERSA APLICADA A LA EMPRESA MOVITSA, S.A.**, presentado por la estudiante universitaria: **Diana Alejandra Ramírez Barrera**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, abril de 2014



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque es mi fortaleza y mi guía.
Mis padres	José Rubén Ramírez Molina y Noemí Barrera Valle, por su infinito amor.
Mis hermanas	Mishel, Irene y Vivian Ramírez, con amor fraternal.
Mi sobrino	José Gabriel Rodríguez Ramírez, con cariño especial.
Mi familia	Tías, tíos, primos, primas y abuelitos, por su amor desinteresado.
Mi mejor amigo y compañero	Williams Castillo, con especial amor.
Mis amigos	En especial Lisbeth Fernández, Tatiana Anleu, Betsy Ibáñez y Doris Vega.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por su amor y ayuda en todo momento.
Mis padres	Por su amor, apoyo, comprensión, sabiduría y ayuda moral; por sostener mis estudios y por siempre creer en que lo podía lograr. Mil gracias.
Mis hermanas, tías, tíos, primos, primas, sobrino y abuelitos	Por su alegría y cariño. En especial a mi tía Aracely Barrera; gracias por ser tan especial.
Williams Castillo	Por su amor, amistad, apoyo y ayuda en todo momento.
MOVITSA S. A. y al Ing. Josué Guerra	Por permitirme realizar mi trabajo de graduación en dicha empresa, por su colaboración y ayuda.
A mis amigos y compañeros	Allan Farfán, Helen Pineda, Marvin Lorente, Jairo Aldana, Marco Peñate, Carlos Palomo, Jorvy Díaz y Carlos Archila, recuerdos imperecederos.
Ing. Luis Andrés Moguel García	Por su apoyo y colaboración en la elaboración de este trabajo de graduación.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de educarme en esta casa de estudios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Generalidades de la empresa.....	1
1.1.1. Antecedentes históricos de la empresa	1
1.1.2. Descripción de la empresa	2
1.1.3. Descripción del Departamento de Operaciones	2
1.1.4. Flota de camiones	3
1.1.5. Área de Logística de Despacho.....	3
1.1.6. Área de Administración y Mantenimiento de camiones	3
1.1.7. Estructura organizacional	3
1.1.8. Visión y misión.....	4
1.1.9. Ubicación	5
2. MARCO TEÓRICO Y LEGAL.....	7
2.1. La cadena logística.....	7
2.1.1. El flujo inverso	7
2.2. Clasificación de los sistemas inversos	8
2.3. Clasificación de los desechos.....	9

2.3.1.	Por su estado físico	10
2.3.2.	Por su composición	10
2.3.3.	Por su peligrosidad.....	11
2.3.4.	Por su origen	11
2.4.	Impacto de los desechos en el medio ambiente	11
2.4.1.	Efectos	12
2.5.	Causales de devolución	13
2.5.1.	En la distribución	13
2.5.2.	En el consumo.....	13
2.5.3.	Posconsumo.....	13
2.6.	Opciones de recuperación	14
2.6.1.	Reducción en la fuente.....	15
2.6.2.	Reuso	15
2.6.3.	Remanufactura.....	15
2.6.4.	Canibalización	15
2.6.5.	Reciclaje.....	16
2.6.6.	Incineración	16
2.6.7.	Disposición final adecuada.....	16
2.7.	Pasos para la implementación de la logística inversa	17
2.8.	Legislación ambiental.....	18
2.8.1.	Leyes.....	18
2.8.2.	Organismos encargados de la gestión ambiental.....	19
3.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	21
3.1.	Retornos de productos	21
3.1.1.	Cemento.....	21
3.1.2.	Metales y sus derivados	22
3.1.3.	Piso	22
3.2.	Análisis de las devoluciones	23

3.2.1.	Histogramas.....	23
3.2.2.	Diagrama de operación	30
3.3.	Fuentes que generan desecho	33
3.3.1.	Resultados de las entrevistas	33
3.3.1.1.	Devoluciones	33
3.3.1.2.	Embalaje.....	33
3.3.1.3.	Limpieza de plataformas.....	34
3.3.1.4.	Limpieza de taller	35
3.3.1.5.	Limpieza en piezas	35
3.3.1.6.	En los procesos de servicios de mantenimiento	36
3.4.	Manejo actual de los desechos sólidos y líquidos	36
3.4.1.	Tratamiento.....	36
3.4.2.	Almacenaje	36
3.4.3.	Eliminación	37
3.5.	Desechos líquidos producidos en los servicios de mantenimiento	38
3.5.1.	Aceites y lubricantes.....	39
3.5.2.	Líquido de freno.....	40
3.5.3.	Refrigerantes	40
3.5.4.	Combustibles y filtros asociados.....	40
3.5.5.	Ácido de batería.....	40
3.5.6.	Solventes	41
3.6.	Desechos sólidos producidos en la planta de servicio automotriz.....	41
3.6.1.	Chatarra.....	42
3.6.2.	Vidrio	42
3.6.3.	Aluminio	42
3.6.4.	Repuestos.....	42

3.6.5.	Llantas usadas	42
4.	PLAN PARA EL MANEJO DE DESECHOS.....	45
4.1.	Clasificación de los materiales	46
4.1.1.	Devolución.....	47
4.1.2.	Mercancías en estado defectuoso.....	48
4.2.	Enfoques	49
4.2.1.	Procuración y compra	49
4.2.2.	Reducción de insumos vírgenes	51
4.2.3.	Reciclado.....	52
4.2.4.	Sustitución de materiales	53
4.2.5.	Gestión de residuos	54
4.3.	Desarrollo de una estrategia de logística inversa.....	54
4.3.1.	Definir prioridades	56
4.3.1.1.	Reutilización directa o reventa	57
4.3.1.2.	Reparación.....	65
4.3.1.3.	Restauración	66
4.3.1.4.	Canibalización	67
4.3.1.5.	Reciclaje.....	68
4.3.1.6.	Incineración	72
4.3.1.7.	Vertedero	73
4.3.2.	Recursos a utilizar	73
4.3.2.1.	Tiempo para la implementación	74
4.3.2.2.	Recursos humanos	75
4.3.2.3.	Estrategia auténtica.....	76
4.3.2.4.	Nivel aceptable de beneficios.....	77
4.3.2.5.	Supervisión del sistema	77
4.3.3.	Procesos	77

4.3.3.1.	Proceso para gestionar producto en mal estado	78
4.3.3.2.	Proceso para gestionar desechos del embalaje	81
4.3.3.3.	Proceso para gestionar los residuos de los productos transportados	83
4.3.3.4.	Proceso para gestionar desechos del área de mantenimiento de los camiones.....	84
5.	PLAN DEL USO DE TECNOLOGÍA RESPETUOSA CON EL MEDIO AMBIENTE	85
5.1.	Tecnologías amigables con el medio ambiente aplicables al servicio de transporte	85
5.1.1.	Aplicación de biodiésel a motores	86
5.1.2.	Tipos de biodiésel según la materia prima utilizada	87
5.1.2.1.	RME (éster metílico de aceite de colza)	87
5.1.2.2.	SME (éster metílico de aceite de soja girasol)	88
5.1.2.3.	PME (éster metílico de aceite de palma).....	89
5.1.2.4.	FAME (éster metílico de ácidos grasos).....	89
5.1.2.5.		
5.1.3.	Similitud entre biodiésel y el diésel de origen fósil....	93
5.1.4.	Mediciones de porcentajes de biodiésel y diésel de origen fósil	93
5.1.4.1.	Cambios necesarios	94

	5.1.4.2.	Funcionamiento.....	94
	5.1.4.3.	Rendimiento y desempeño.....	95
	5.1.4.4.	Resultados	95
5.1.5.		Comparación entre camiones con diésel y biodiésel	96
5.1.6.		Beneficios.....	96
	5.1.6.1.	Ambientales	97
	5.1.6.2.	Costos	98
5.1.7.		Estrategias para la implementación del uso de biodiésel con diésel	99
5.1.8.		VPN.....	100
5.2.		Llantas amigables con el medio ambiente	103
	5.2.1.	Descripción.....	103
	5.2.2.	Beneficios.....	105
	5.2.3.	Costos	105
6.		ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE LOGÍSTICA INVERSA.....	107
6.1.		Análisis Costo-Beneficio.....	107
	6.1.1.	Costo-Beneficio de logística inversa del acero....	108
	6.1.2.	Costo-Beneficio de logística inversa del cemento.....	109
	6.1.3.	Costo-Beneficio de logística inversa de materiales diversos	111
	6.1.4.	Costo-Beneficio del manejo de desechos sólidos	112
	6.1.5.	Costo-Beneficio del manejo de desechos líquidos	114

CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFÍA.....	123
APÉNDICES	127
ANEXOS	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa MOVITSA, S.A.	4
2.	Redes de logísticas inversas	8
3.	Posibilidades de recuperación de los productos	14
4.	Etapas fundamentales de los procedimientos	17
5.	Histograma del retorno de sacos de cemento	25
6.	Histograma del retorno de quintales de acero	27
7.	Histograma del retorno de cajas de piso.....	29
8.	Diagrama de operación del retorno del acero.....	30
9.	Diagrama de operación del retorno del cemento	31
10.	Diagrama de operación del retorno del piso	32
11.	Código de colores para el reciclaje	56
12.	Reutilización o reventa.....	58
13.	Quintales de acero devueltos entre mayo de 2011 a abril de 2012	59
14.	Pago de quintales de acero devueltos	61
15.	Cajas de piso devueltas entre mayo de 2011 a abril de 2012.....	63
16.	Pago de cajas de piso devueltas	65
17.	Sacos de cemento devueltos entre mayo de 2011 a abril de 2012.....	69
18.	Pago de sacos de cemento devueltos	71
19.	Esquema del manejo de residuos.....	78
20.	Diagrama mejorado de los productos devueltos	79
21.	Propuesta para gestionar los desechos del embalaje del cemento	81
22.	Propuesta para gestionar los desechos del embalaje del acero	82
23.	Propuesta para gestionar los desechos del embalaje del piso	82

24.	Propuesta para gestionar los desechos de los productos transportados.....	83
25.	Propuesta para gestionar los desechos del área de mantenimiento de los camiones.....	84
26.	La colza	87
27.	Producción renovable e independiente.....	90
28.	Proceso para producir biodiésel	91
29.	Beneficio del biodiésel al medio ambiente.....	98
30.	Prestaciones contempladas por el etiquetado	104

TABLAS

I.	Devoluciones de cemento durante 12 meses.....	23
II.	Cálculo de los límites y las frecuencias.....	24
III.	Devoluciones de acero durante 12 meses.....	26
IV.	Cálculo de los límites y las frecuencias.....	27
V.	Devoluciones de piso durante 12 meses.....	28
VI.	Cálculo de los límites y las frecuencias.....	29
VII.	Material de embalaje de MOVITSA S. A.....	34
VIII.	Materiales de devolución.....	47
IX.	Desechos líquidos del taller.....	48
X.	Desechos sólidos del taller.....	48
XI.	Opciones de gestión de los productos fuera de uso (PFU).....	55
XII.	Devoluciones de quintales de acero de mayo de 2011 a abril de 2012.....	59
XIII.	Costo por quintales de acero devueltos.....	60
XIV.	Valor recuperado por venta de acero devuelto.....	60
XV.	Valor real a pagar por devolución del acero.....	61
XVI.	Devoluciones de cajas de piso de mayo 2011 a abril 2012.....	62

XVII.	Costo por cajas de piso de vueltas.....	64
XVIII.	Valor recuperado por venta de piso devuelto.....	64
XIX.	Valor real a pagar por devolución del piso.....	64
XX.	Devoluciones de sacos de cemento de mayo 2011 a abril 2012.....	69
XXI.	Costo por sacos de cemento dañados.....	70
XXII.	Valor recuperado por venta de sacos de cemento.....	70
XXIII.	Valor real a pagar por devolución del cemento.....	71
XXIV.	Cronograma de inicio de actividades.....	74
XXV.	Comparación de B20 con B100.....	96
XXVI.	Costos y beneficios de la logística inversa del acero.....	109
XXVII.	Costos y beneficios de la logística inversa del cemento.....	110
XXVIII.	Costos y beneficios de la logística inversa piso.....	112
XXIX.	Costos y beneficios del manejo de desechos sólidos.....	113
XXX.	Costos y beneficios del manejo de desechos líquido.....	115

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
lb	Libra
mt	Metro
%	Porcentaje
Q	Quetzal, moneda guatemalteca

GLOSARIO

Biodiésel	Es un combustible líquido que producido a partir de los aceites vegetales y grasas animales, sus propiedades son prácticamente las mismas que el diésel.
Canibalización	Es el proceso de recuperación cuando solo una pequeña proporción puede ser reusada.
Chatarra	Conjunto de trozos de metal viejo o de desecho, especialmente el hierro.
Contenedores	Embalaje metálico grande y recuperable, de tipos y dimensiones normalizadas internacionalmente y con dispositivos para facilitar su manejo.
Desecho	Aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo.
Diésel de origen fósil	Fracción destilada de petróleo crudo, que se purifica. Se usa normalmente en los motores diésel.
Embalaje	Caja o cubierta con que se resguardan los objetos que han de trasportarse.

Éster	Es el resultado de la combinación de los ácidos con los alcoholes.
Logística inversa	Es el proceso de planificación, implementación y control del flujo, desde el punto de consumo hasta el de origen, con el fin de recuperar valor o asegurar su correcta eliminación.
Obsolescencia	Cualidad de lo que está cayendo en desuso.
Overhaul	Revisar, poner a punto.
Paneles solares	Son módulos que usan la energía que proviene de la radiación solar; hay de varios tipos, como los de uso doméstico, que producen agua caliente o los fotovoltaicos que producen electricidad.
Plataformas	Tablero horizontal, descubierto y elevado sobre el suelo, donde se colocan personas o cosas.
Renovable	Que puede dar nueva energía a algo, es decir transformarlo. También es un remplazo.
Retorno	Es la acción o efecto de volver al lugar o a la situación en que estuvo.
Vertedero	Lugar donde se vierten basuras o escombros.

RESUMEN

El transporte, logística y distribución de mercaderías genera cantidades significativas de retornos de productos y desechos, que pueden ser aprovechados positivamente por las empresas dedicadas a dicha actividad; por lo que se procedió a desarrollar una investigación con el objetivo de proponer una logística inversa para los retornos y un manejo adecuado de los residuos generados por las mismas. Para el efecto, se tomó como unidad de estudio a la empresa denominada MOVITSA S. A.

Se estudiaron los antecedentes de la empresa y su situación actual referente a los retornos de productos que tiene, y al manejo de los desechos sólidos y líquidos generados en el área de mantenimiento de los camiones; luego de analizarlo se concluyó que es necesario el desarrollo de la estrategia de logística inversa para los retornos de cemento, acero y piso, con el fin de que exista un manejo adecuado de estos y de los residuos producidos en el taller, especificando las prioridades de reutilización. Además, la utilización de logística inversa recupera valor, lo cual se da a conocer por medio del análisis beneficio-costos, donde se evidencia que es provechoso el uso de la propuesta planteada en esta investigación.

Adicionalmente, hay un capítulo en donde se sugiere el uso de tecnologías respetuosas con el medio ambiente, como la utilización de un cinco por ciento de biodiésel en los camiones para reducir las emisiones de gases y partículas en el ambiente, ya que actualmente no existen leyes que regulen estas emisiones.

OBJETIVOS

General

Proponer una logística inversa para recuperar valor o manejo de los residuos de la empresa MOVITSA S. A. , en beneficio del medio ambiente.

Específicos

1. Identificar las propiedades de los materiales utilizados, para optimizar su efectividad.
2. Establecer el manejo actual de los residuos, en todas las áreas de la empresa.
3. Determinar los recursos financieros e insumos necesarios para el manejo de los residuos.
4. Identificar el marco legal para el manejo de residuos que afectan el medio ambiente.
5. Sugerir el uso de tecnología diferente, respetuosa con el medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

La logística inversa es un tema nuevo tanto en el ámbito empresarial como en el de investigación. Por consiguiente, el desarrollo de la misma tiene todavía mucho campo para futuras investigaciones, pero, principalmente, destacan los temas medio ambientales y manejo adecuado de desechos generados por actividades productivas.

Considerando lo comentado, en este trabajo de tesis se hace un estudio sobre la aplicación de la logística inversa en una empresa de transporte, cuyo objetivo es el de recuperar valor y un manejo adecuado de los desechos generados por retornos de productos y residuos del taller de mantenimiento de los camiones. Para este estudio se tomó como unidad de estudio a la empresa denominada MOVITSA S. A. ubicada en la ciudad de Guatemala.

Para llevar a cabo el análisis, primero se recopiló información de la empresa, desde sus antecedentes históricos hasta la situación actual de la misma, respecto del manejo de los desechos y retornos, para luego aplicar los principios de la logística inversa, que se describen en el marco teórico.

En el plan para manejo de desechos, primero se clasifican los materiales de devolución y la mercancía en estado defectuoso, luego se describen los cinco enfoques de la logística inversa en donde se proponen mejoras para la empresa, en relación con la reducción del consumo de recursos y la generación mínima de desechos. Seguidamente, en el desarrollo de la estrategia de logística inversa, se definen las prioridades de reutilización para los retornos y los desechos del taller.

Para finalizar este capítulo, que contiene la propuesta de la aplicación de la logística inversa en una empresa de transporte, se elaboró el diagrama de operación para la gestión del producto en mal estado (los retornos) y los esquemas de los procesos para gestionar los desechos del embalaje, los residuos de los productos transportados y el de los desechos del área de mantenimiento de los camiones.

En el capítulo cinco se sugieren tecnologías amigables con el medio ambiente para una mejora en los procesos, como el uso de biodiésel y la compra de llantas, que ayudan a reducir el consumo de combustible, porque tienen una mejor adherencia.

En el capítulo final se realiza un análisis costo-beneficio de la propuesta, para conocer la recuperación de valor que se da al aplicar la misma.

En los apartados finales se muestran las conclusiones y recomendaciones respectivas, así como la bibliografía consultada, apéndices y anexos.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Generalidades de la empresa

La empresa Movimientos Terrestres, S. A. (MOVITSA S. A.) se constituyó en la ciudad de Guatemala en el año 1993 y se dedica a la asistencia de transporte pesado para ofrecer soluciones de logística y servicio de transporte a nivel centroamericano.

1.1.1. Antecedentes históricos de la empresa

MOVITSA S. A. es una empresa que presta el servicio de transporte pesado en toda Centroamérica.

Se preocupa por el medio ambiente y a través del cambio de ciertos componentes de tecnología, ayuda a minimizar la contaminación ambiental y el uso de combustibles fósiles; ha puesto en marcha algunas mejoras en la maquinaria y servicios que presta, tal es el caso del cambio realizado a los cabezales, que ahora utilizan motores con tecnología Detroit diésel, series 60, para ahorrar combustible.

Los principales productos que transporta son el acero, cemento y piso. Estos sufren daños durante su traslado debido a diversos factores tales como: mal estado de las carreteras, humedad generada por la lluvia, entre otros; cuando ocurren estos inconvenientes, los pilotos reportan la cantidad de producto dañado y lo llevan a sus respectivos vertederos.

1.1.2. Descripción de la empresa

Es una empresa dedicada al transporte pesado de carga seca y diversos productos dentro de Guatemala y Centroamérica, además se prestan los servicios de consultoría en logística, cálculo y distribución.

Sus principales clientes tienen rutas y tiempos de entrega preestablecidos, debido a que son empresas cuyos productos tienen una gran demanda. Estas industrias se dedican, una a la fabricación de acero y sus derivados, comercializando dentro de la república de Guatemala y Centroamérica, la otra a fabricar cemento, el cual se distribuye únicamente de manera local.

MOVITSA S. A. se encuentra comprometida en mantener los más altos estándares de seguridad, higiene, y la protección del medio ambiente en el desarrollo de sus actividades, ya que presta servicio en el transporte de producto perecedero.

1.1.3. Descripción del Departamento de Operaciones

Este departamento cuenta con un supervisor y planificador para control y manejo de operaciones; el departamento se encuentra liderado por un gerente de operaciones, quien dirige y administra los procedimientos de dicha área; además, existe un equipo de reacción ante cualquier eventualidad.

El Departamento de Operaciones es el área encargada de crear, planificar, controlar y manejar estrategias y procesos necesarios para llevar los productos desde el punto de fabricación y/o de almacenaje, hasta el cliente, en cantidades precisas, condiciones óptimas, y en el lugar y tiempo requerido.

1.1.4. Flota de camiones

MOVITSA S. A. cuenta con 24 cabezales y plataformas con capacidad de 600 quintales de carga, poseen motores con tecnología electrónica Detroit diésel, series 60 turboalimentado, de 6 cilindros en línea y 12 700 cc de desplazamiento. Además, posee 8 camiones pequeños marca Mercedes Benz, de inyección mecánica turboalimentados, con capacidad de carga de 10 toneladas cada uno, los cuales son utilizados a nivel centroamericano.

1.1.5. Área de Logística de Despacho

Está organizado para: tiempos de carga, tiempos establecidos de ruta y de descarga, también llamado departamento de distribución.

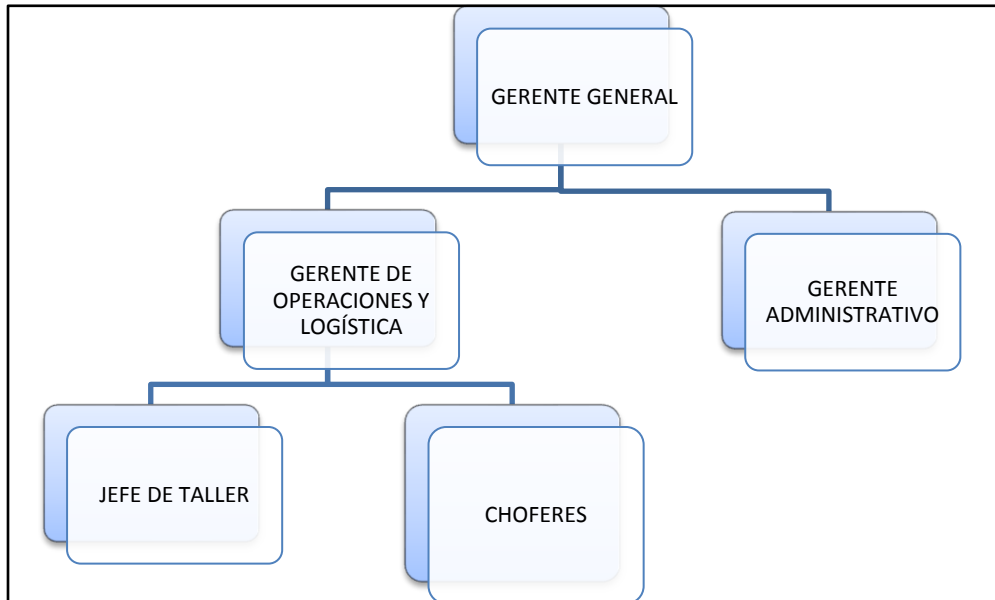
1.1.6. Área de Administración y Mantenimiento de camiones

Está a cargo de un jefe de taller especializado en Detroit Diésel Corporation de México. Para el área de mantenimiento se utiliza un mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, con el uso del equipo adecuado a las necesidades del taller para sus respectivos diagnósticos, con la finalidad de optimizar tiempo y minimizar costos.

1.1.7. Estructura organizacional

Es la forma en que se organizan las actividades de la empresa, para dar a conocer la división, agrupación y coordinación de sus actividades, relaciones entre los gerentes y los empleados, y de cada uno entre sí.

Figura 1. **Organigrama de la empresa MOVITSA S. A.**



Fuente: Elaboración propia, información de MOVITSA S. A.

1.1.8. **Visión y misión**

- Visión: “ser una empresa líder internacional, ofreciendo servicios de logística que nos caracterice por brindar soluciones que se adapten a las necesidades de nuestros clientes”.
- Misión: “somos un equipo de trabajo dedicado a desarrollar cualquier operación logística con responsabilidad, satisfaciendo todas las expectativas de nuestros clientes contando con tecnología y equipo de última generación, para preservar el medio ambiente”.

1.1.9. Ubicación

Las oficinas administrativas y de logística se encuentran ubicadas en el edificio Torrenova, zona 13, ciudad de Guatemala. El predio, taller y combustibles se encuentran en colonia San Ignacio, zona 7 de Mixco.

2. MARCO TEÓRICO Y LEGAL

2.1. La cadena logística

La logística busca manejar estratégicamente la adquisición, movimiento, almacenaje de productos y control de inventarios, así como todo el flujo de información asociado, a través de los cuales la organización y su canal de distribución se encauzan para disminuir los costos y trabajar con efectividad.

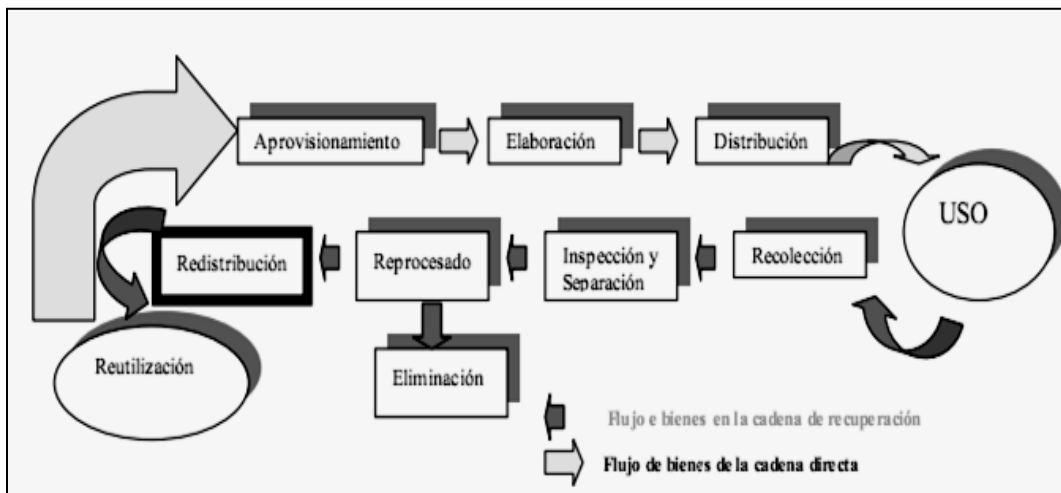
Los componentes de la administración logística empiezan con las entradas que son materias primas, recurso humano, financiero e información; estas se complementan con actividades tanto gerenciales como logísticas, que se conjugan, conteniendo salidas de logística, que son todas las características y beneficios obtenidos por un buen manejo de todos los recursos.

2.1.1. El flujo inverso

Para definir logística inversa es preciso recordar el significado de logística; es el proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo de una forma eficiente y lo más económica posible, con el propósito de cumplir con los requerimientos del cliente final. La logística inversa es el proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de consumo hasta el punto de origen, de una forma eficiente y lo más económica posible, con el propósito de recuperar su valor o el de la propia devolución.

La logística inversa gestiona el retorno de las mercancías en la cadena de suministro de la forma más efectiva y económica posible. Se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos; así como de los procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales. Incluso se adelanta al fin de vida del producto, con el fin de darle salida en mercados con mayor rotación.

Figura 2. **Redes de logísticas inversas**



Fuente: <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/logistica-inversa-en-los-procedimientos-empresariales.htm>. Consulta: octubre de 2013.

2.2. Clasificación de los sistemas inversos

- Según la motivación de la reutilización:
 - Motivos legales
 - Motivos económicos

- Según el tipo de artículo recuperado:
 - Embalajes
 - Componentes de repuesto
 - Equipos eléctricos

- Según la forma de reutilización:
 - Reparación
 - Renovación
 - Reciclaje
 - Reproceso
 - Canibalización
 - Reutilización

- Según los actores Implicados:
 - Productor
 - Consumidor
 - Reciclador
 - Recogedor

2.3. Clasificación de los desechos

Los desechos se pueden clasificar según varios criterios, que dependen del tipo de material, su estado físico, su origen, o impacto a la salud de las personas y el medio ambiente. De esta forma es posible agruparlos de diversas maneras, como a continuación se explica.

2.3.1. Por su estado físico

Desde este punto de vista se encuentran tres tipos de residuos: líquidos, gaseosos y sólidos.

Los residuos sólidos son aquellos con características físicas de volumen y forma constantes, debido a que las partículas que los forman están unidas por unas fuerzas de atracción grandes, ocupando casi posiciones fijas. Entre ellos están la mayoría de residuos transportados en los camiones de basura.

Los residuos líquidos y gaseosos son los que a pesar de presentar características propias de líquidos y/o gases, son tratados como residuos sólidos; por ejemplo, un tambor con aceite usado, es intrínsecamente líquido, pero el manejo es como sólido, porque es transportado en camiones, no por un sistema de conducción hidráulica.

2.3.2. Por su composición

Según su composición, generalmente se agrupan en desechos orgánicos e inorgánicos. Los sólidos orgánicos son sustancias que poseen la propiedad de descomponerse en un tiempo relativamente corto. Como ejemplo están los vegetales, madera, residuos de comida, hierbas, hojas, raíces, entre otros materiales de fácil descomposición.

Los sólidos inorgánicos son todos los materiales y elementos que no se descomponen fácilmente y sufren ciclos de degradación muy lentos. Aquí se incluyen los plásticos, loza, vidrio, hojalatas, hierro, desechos de la construcción, etc.

2.3.3. Por su peligrosidad

Un residuo se considera peligroso si en función de sus características de peligrosidad, tales como tóxico, inflamable, reactivo y corrosivo, puede presentar riesgo para la salud pública, ya sea si provoca o contribuye al aumento de la mortalidad o a la incidencia de enfermedades, o presenta efectos contrarios al medio ambiente cuando se maneja de forma inadecuada.

2.3.4. Por su origen

Dentro de esta clasificación se encuentran los desechos domiciliarios, municipales, industriales, hospitalarios o desechos de la construcción.

Los desechos domiciliarios son los generados en los domicilios por actividades realizadas, tales como de aseo, alimentación, etc. Cuando se habla de desechos industriales se refiere a materias primas o productos intermedios con propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados, envases y embalajes del proceso. Los desechos que provienen de una fabricación arquitectónica se llaman residuos de construcción y demolición. Por último, los desechos hospitalarios son residuos por lo general esterilizados y varían desde el uso doméstico y comercial, al desecho del tipo médico que contiene sustancias peligrosas.

2.4. Impacto de los desechos en el medio ambiente

La industria de Guatemala ha venido provocando niveles significativos de contaminación, tanto en la ciudad como en el interior del país; esto se hace evidente en los niveles de contaminación de las fuentes de agua, del aire y contaminación auditiva.

Lo difícil de comprender es que se produce un aumento considerable de la contaminación en vez de que exista una disminución de la misma, lo cual viene a afectar la relación del ser humano con su medio ambiente, el cambio climático, entre otros.

Una de las causas que mayor daño produce al medio ambiente corresponde a todos los residuos que generan las industrias, debido a que existe un mal manejo de los productos que se desechan o devuelven; además de ser una pérdida para la empresa. Es por ello que se crea la logística inversa para desarrollar un sistema cerrado, en donde se aprovechen al máximo los residuos, con el fin de ayudar al medio ambiente y recuperar valor de estos.

2.4.1. Efectos

Los efectos de contaminantes se encuentran en:

- Contaminantes de degradación rápida: son los que al entrar en relación con el medio ambiente contaminan en un tiempo breve; por ejemplo: basuras, aguas negras y microbios.
- Contaminantes de degradación lenta: entre ellos se pueden señalar aquellos que por su estructura molecular no permiten una transformación inmediata y su efecto nocivo perdura mucho tiempo. Por ejemplo: residuos nucleares, insecticidas, fertilizantes, aceites, petróleos, detergentes y *smog*.
- Contaminantes psicopatógenos: en este caso se tiene que hablar de todas las manifestaciones que perturban directamente la salud mental del

hombre, dañando la estructura orgánica de su sistema nervioso o alterando su conducta; por ejemplo: los que producen el ruido, angustia, inestabilidad, aprehensión social, fatiga y sordera.

2.5. Causales de devolución

Para entender las características de la logística reversa o inversa, se deben clasificar los diferentes tipos de devoluciones que se hacen en la cadena de suministros.

Estas devoluciones se pueden dar en las etapas que a continuación se describen:

2.5.1. En la distribución

Son las devoluciones del producto por parte de los comerciantes debido a defectos en la mercancía, exceso de inventario, bajas ventas, fechas de vencimiento, obsolescencia, entre otros aspectos.

2.5.2. En el consumo

Devoluciones que hacen los clientes porque no se cumplen sus expectativas respecto del producto, productos defectuosos, garantías, etc.

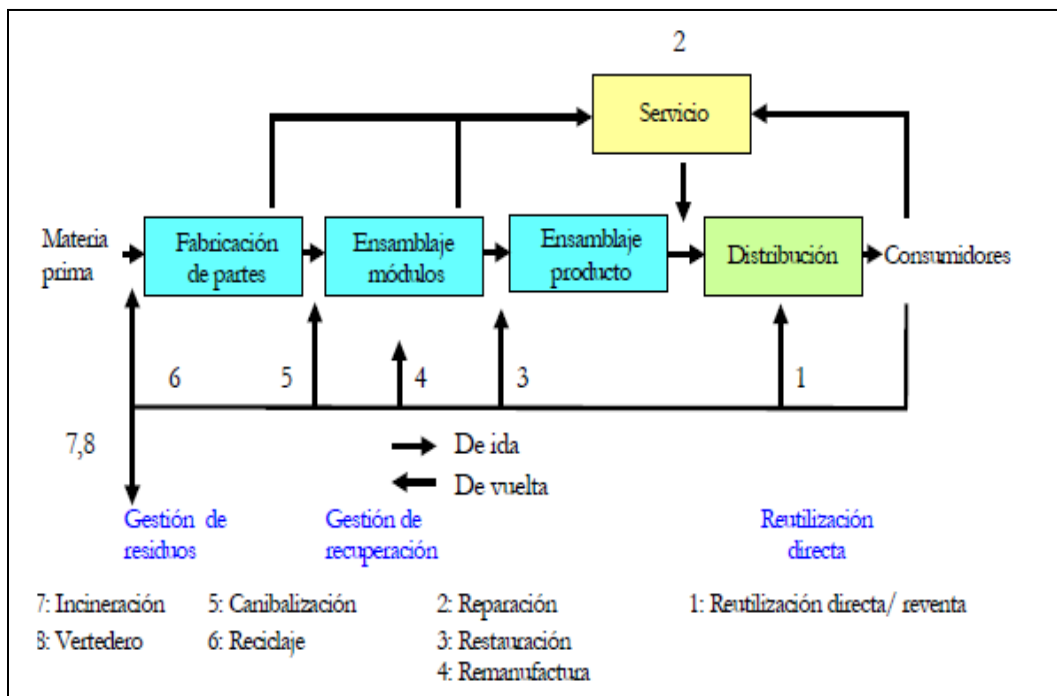
2.5.3. Posconsumo

Devoluciones en la etapa de fin de uso del producto. Son realizadas directamente por los usuarios o intermediarios, como los recicladores.

2.6. Opciones de recuperación

Cuando un producto se ha devuelto a una empresa, ya se trate de una devolución dentro del período de garantía o de un producto al final de su vida útil, la empresa dispone de diversas formas de gestionarlo con vistas a recuperar parte de su valor. Estas opciones están sujetas a múltiples consideraciones: viabilidad técnica, calidad del producto, existencia de infraestructuras, costes implicados, consecuencias para el medio ambiente, etc.

Figura 3. Posibilidades de recuperación de los productos



Fuente: <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/cadena-de-suministros-y-la-logistica-inversa.htm>. Consulta: agosto de 2013.

2.6.1. Reducción en la fuente

Inicialmente se deben evaluar las opciones de prevención, que consisten en modificar el producto desde la etapa de diseño, o bien cambiar los patrones de consumo, o “desmaterializar” (buscar formas de satisfacer la necesidad), con alternativas de menor impacto. Por ejemplo: prestar el servicio de fotocopiado en lugar de vender la fotocopiadora.

2.6.2. Reuso

Si el producto está en buenas condiciones se puede vender nuevamente en el mercado secundario (reventa), después de realizar retoques o arreglos menores al producto.

2.6.3. Remanufactura

Es un proceso de transformación, pues aunque su proceso es idéntico al de manufactura, tiene la característica que combina y utiliza, de manera indistinta, tanto insumos recuperados como nuevos.

2.6.4. Canibalización

Se basa en la recuperación de determinados componentes o partes para ser incorporados a otros productos. Por ejemplo: la recuperación en el desguace de un automóvil, de una lavadora, entre otros, de determinados componentes que se venden como piezas de recambio.

2.6.5. Reciclaje

El reciclaje se define como el proceso por el cual los materiales de desecho vuelven a ser introducidos en el proceso de producción y consumo, devolviéndoles su utilidad. Si el producto no puede ser recuperado directamente ni reprocesado, se recurre a recuperar los materiales, ya sea para el mismo producto: reciclaje interno, o para otro producto: reciclaje externo.

El reciclaje de materiales, en general, produce cierta pérdida a causa de la mezcla de materiales o a la degradación de las propiedades de estos. Esto dificulta la creación de un mercado del reciclaje, sobre todo porque todavía existe la idea de que los materiales reciclados son de menor calidad que los no reciclados. Sin embargo, hay cierto consenso en que el reciclaje es una de las opciones más prometedoras en un futuro, para resolver el problema de los productos al final de su vida útil.

2.6.6. Incineración

Los desechos que no se pueden reciclar se pueden por lo menos incinerar para recuperar energía. Esta incineración debe hacerse técnicamente para no afectar el ambiente.

2.6.7. Disposición final adecuada

Debe ser la última opción de recuperación a considerar, después de haber agotado todas las posibilidades anteriores. En este caso se deben disponer adecuadamente los desechos finales en rellenos sanitarios, técnicamente manejados.

2.7. Pasos para la implementación de la logística inversa

A continuación se listan los pasos y luego se muestra la figura en donde se describen detalladamente:

- Diagnóstico
- Fuentes de generación
- Clasificación de los residuos
- Identificación de la estrategia a seguir
- Determinación del tratamiento o destino
- Transporte y almacenamiento

Figura 4. Etapas fundamentales de los procedimientos

Etapas fundamentales de los procedimientos						
1	2	3	4	5	6	7
DIAGNÓSTICO	FUENTES DE GENERACIÓN	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS	ALTERNATIVAS DE ESTRATEGIAS A SEGUIR	DETERMINACIÓN DEL TRATAMIENTO O DESTINO	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	MEDICIÓN Y CONTROL
<p>1. Diagnóstico medioambiental de la situación actual.</p> <p>2. Inspección física (residuos, desechos, pérdidas).</p> <p>3. Herramienta: • Lista de chequeo.</p>	<p>1. Análisis de fuentes de emisión.</p> <p>2. Registros</p> <p>3. Evaluación de impacto.</p> <p>4. Determinación de forma de almacenamiento y recepción.</p>	<p>1. Criterios de clasificación del residuo o desecho:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estado. • Grado de peligrosidad. • Destino. • Grado de control. • Caracterización. • Almacenamiento temporal. • Tipo de tratamiento. 	<p>1. Tratamiento a seguir, según normatividad vigente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 "R" - Reciclar - Reutilizar - Remanufacturar - Restaurar - Reparar - Rediseñar <p>2. Aporte de las propias compañías o servicios tercerizados.</p>	<p>1. Determinación del destino final:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertido sin control - Acumulación sin tratamiento a cielo abierto. • Vertido controlado o relleno sanitario - Excavación y relleno. - Posibilidad de crecimiento de vegetación. • Incineración: - Combustión controlada a altas temperaturas. - Se reduce peso y volumen de basuras, desechos y desperdicios. • Reciclado: - Aprovechamiento de materiales. - Aprovechamiento de papel, cartón, plástico, vidrio y metales. 	<p>1. Recogida y transporte.</p> <p>2. Frecuencia, horarios, equipos y personal de recolección, transporte y almacenamiento.</p>	<p>1. Creación y desarrollo de indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de pérdidas y residuos. • Costos de pérdidas y residuos. • Frecuencia de generación. • Composición de residuos. • Costos de transporte y almacenamiento. • Costos de frecuencia de recolección. • Costos de personal y equipo. • Grado de aprovechamiento de residuos.

Fuente: <http://www.revistadelogistica.com/La-logistica-reversa-o-inversa.asp>.

Consulta: octubre de 2012.

2.8. Legislación ambiental

Tanto en Europa y Estados Unidos de América como en Guatemala, la importancia que tiene el medio ambiente ha ido en aumento debido a los daños producidos al medio por diversas causas, además de la preocupación por la escasez de los recursos naturales; es por ello que se han creado leyes ambientales para el control y tratamiento de los productos, y de esta manera proteger al medio ambiente.

2.8.1. Leyes

La logística inversa está relacionada con la legislación del país, por tanto se vincula con los siguientes artículos de la Constitución Política de la República de Guatemala:

- Artículo 95 y 96: declaran que la salud es un bien público y todas las personas e instituciones están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento; por ello el Estado debe controlar la calidad de productos alimenticios, farmacéuticos, químicos y los que puedan afectar la salud y bienestar de los habitantes, así como velar por el mejoramiento de las condiciones de saneamiento ambiental básico de las comunidades menos protegidas.
- Decreto 20-92, Ministerio de Gobernación, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Relativo a la certificación de control de emisiones de los vehículos automotores terrestres accionados con motor de combustión interna de gasolina o combustibles alternos que se importen y que hayan sido fabricados desde 1993 (derogado).

- Acuerdo gubernativo 14-97: reglamento para el control de emisiones de los vehículos automotores, para regular la calidad y cantidad de emisiones que cada vehículo podía emitir (derogado).
- Ley de Protección y Mejoramiento del medio Ambiente Congreso de la República, Decreto número 68-86, 1986. Artículo 14: para prevenir la contaminación atmosférica y mantener la calidad del aire, Artículo 29: “Toda acción u omisión que contravenga las disposiciones de la presente ley, efectuando así de manera negativa la cantidad y calidad de los recursos naturales y los elementos que conforman el ambiente, se considerará como infracción y se sancionará de conformidad con los procedimientos de la presente ley”. Artículo 31: “Las sanciones que la Comisión Nacional del Medio Ambiente dictamine por las acciones a las disposiciones de la presente ley”.

2.8.2. Organismos encargados de la gestión ambiental

En Guatemala existen diversas entidades administrativas con competencia a nivel nacional encargadas específicamente de la gestión ambiental, en sus diferentes temas, como: el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, asesora, coordina y aplica la política nacional ambiental. Este Ministerio depende directamente de la Presidencia de la República. Sus funciones y estructura organizacional básica están reguladas en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

El Organismo Ejecutivo, por medio del Ministerio de Medio Ambiente, está obligado a velar porque el desarrollo nacional sea compatible con la necesidad de proteger, conservar y mejorar el medio ambiente.

Existen otros entes encargados de propiciar y fomentar la conservación y el mejoramiento del patrimonio natural de Guatemala, el encargado es el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), que para cumplir sus fines y objetivos está integrado por los representantes de las siguientes entidades:

- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) (anteriormente Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA))
- Centro de Estudios Conservacionistas (CECON/USAC)
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (IDAEH)
- Un delegado de las organizaciones no gubernamentales relacionadas con los recursos naturales y el medio ambiente registradas en el CONAP
- La Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM)
- Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT)
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1. Retornos de productos

Durante la distribución de diversos productos que son entregados dentro del país y en Centroamérica existen problemas de infraestructura vial que dañan dichos productos especialmente durante el invierno, debido a que los materiales se humedecen por las lluvias o se lastiman por el mal estado de las carreteras que durante esta época se deterioran más.

3.1.1. Cemento

La cantidad de cemento que se devuelve varía dependiendo la época del año, por lo general, es durante el invierno porque el cemento se moja debido a que las lonas de las plataformas que lo cubren no son aseguradas correctamente por los trabajadores, dado que el tiempo para cargar el producto es muy corto.

Todo lo anterior, ocasiona pérdidas del producto, lo cual se debe pagar a la empresa de fabricación de cemento y MOVITSA S. A. debe de quedarse con el cemento mojado que se hace piedra.

Las devoluciones son de 1800 sacos por año de acuerdo con datos históricos proporcionados por la empresa.

3.1.2. Metales y sus derivados

El metal es transportado en las tarimas cubierto por lonas para evitar que tenga contacto directo con la lluvia durante el invierno; cuando las lonas no son colocadas y aseguradas de la manera indicada, se moja el material y tiende a oxidarse. Otro motivo por el cual se daña el metal es por negligencia de parte del personal de la empresa, cuando cargan y descargan en el traslado de la planta a las distribuidoras.

Debido a que el producto es nuevo debe llegar intacto a su destino, no debe tener contacto con el agua o dañarse; en el caso que ocurran este tipo de eventualidades, MOVITSA debe asumir los costos de los daños y se vuelve propiedad de la misma, ocasionando pérdida para ambas empresas.

De acuerdo con datos históricos de la empresa sujeto de estudio, la cantidad de producto devuelto es de 800 quintales de acero por año.

3.1.3. Piso

El traslado de piso requiere de mayores cuidados por las propiedades de dureza de este material que tiende a ser muy frágil. Las carreteras en malas condiciones provocan que los camiones no tengan la estabilidad necesaria para que el piso no se quiebre; es por tal motivo que existe mucha devolución de este producto y MOVITSA debe de pagar por los daños ocasionados y quedarse con el producto en mal estado, el cual es desechado sin ningún otro uso.

Con base en datos históricos de la empresa, anualmente existen devoluciones de 60 cajas de piso dañado.

3.2. Análisis de las devoluciones

Para llevar a cabo el análisis de las devoluciones se utilizarán histogramas y un diagrama de operación, los cuales dan a conocer la situación actual de estos procedimientos, para luego exponer en el capítulo cuarto las mejoras en los procesos que se están estudiando.

3.2.1. Histogramas

El histograma es una herramienta que se utiliza para las devoluciones del cemento porque es el producto que presenta mayores problemas de retornos en la empresa; luego de elaborar el gráfico se interpreta el mismo.

La siguiente tabla sirve para la construcción de un histograma, ésta indica la cantidad de devoluciones de cemento en la flotilla de camiones durante 12 meses: de mayo de 2011 hasta abril de 2012.

Tabla I. **Devoluciones de cemento durante 12 meses**

20	8	10	15	6	10	40	40	20	20	25	10
10	8	24	25	6	20	10	30	30	20	25	30
20	4	14	10	20	10	30	15	15	40	10	30
10	20	16	5	30	10	20	15	30	10	40	20
7	5	6	5	5	5	20	10	25	40	60	10
3	15	20	30	5	5	40	40	20	20	10	40
15	10	6	3	18	25	25	30	40	20	10	30
15	30	4	7	10	15	15	20	20	30	20	30

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

- Cálculos:
 - Dato mayor: 60
 - Dato menor: 3
 - Rango: 57
 - N: 96
 - Clases: 7.541495069
 - Intervalos: 7.558183023

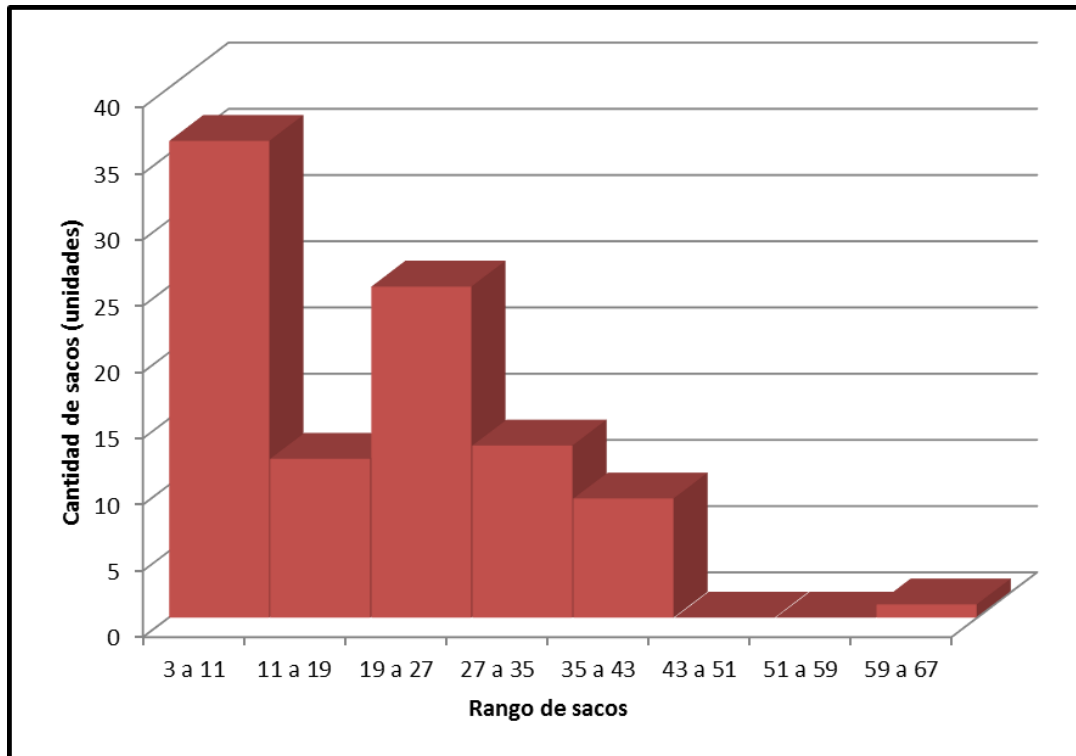
Tabla II. **Cálculo de los límites y las frecuencias**

Límites		Frecuencias	
Inferior	Superior	Acumulada	Observada
3	11	36	36
11	19	48	12
19	27	73	25
27	35	86	13
35	43	95	9
43	51	95	0
51	59	95	0
59	67	96	1

Fuente: elaboración propia.

- Elaboración del gráfico:

Figura 5. **Histograma del retorno de sacos de cemento**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

Luego de elaborar el histograma se procede a la interpretación del mismo; lo que puede observarse es que la mayor cantidad de sacos devueltos está entre dos rangos: el primero es de 3 a 11 y el segundo es de 19 a 27; con dicha información se sabe con qué cantidad de sacos se trabaja aproximadamente para su respectivo manejo.

La tabla III sirve para la construcción del histograma para el análisis del acero; esta indica la cantidad de devoluciones de acero en la flotilla de camiones durante 12 meses: de mayo de 2011 hasta abril de 2012.

Tabla III. **Devoluciones de acero durante 12 meses**

6	4	15	5	12	10	20	12	5	6	3	9
9	6	12	5	10	20	15	8	15	4	8	7
2	3	4	10	20	10	5	4	10	6	10	2
9	9	4	5	10	10	10	6	12	10	12	6
9	12	8	5	5	5	5	10	9	9	4	7
5	3	7	30	5	5	6	12	11	4	3	5
5	4	8	3	18	15	14	18	8	5	3	2
5	4	2	7	10	15	5	10	10	11	7	12

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

- Cálculos:
 - Dato mayor: 30
 - Dato menor: 2
 - Rango: 28
 - N: 96
 - Clases: 7.541
 - Intervalos: 3.713

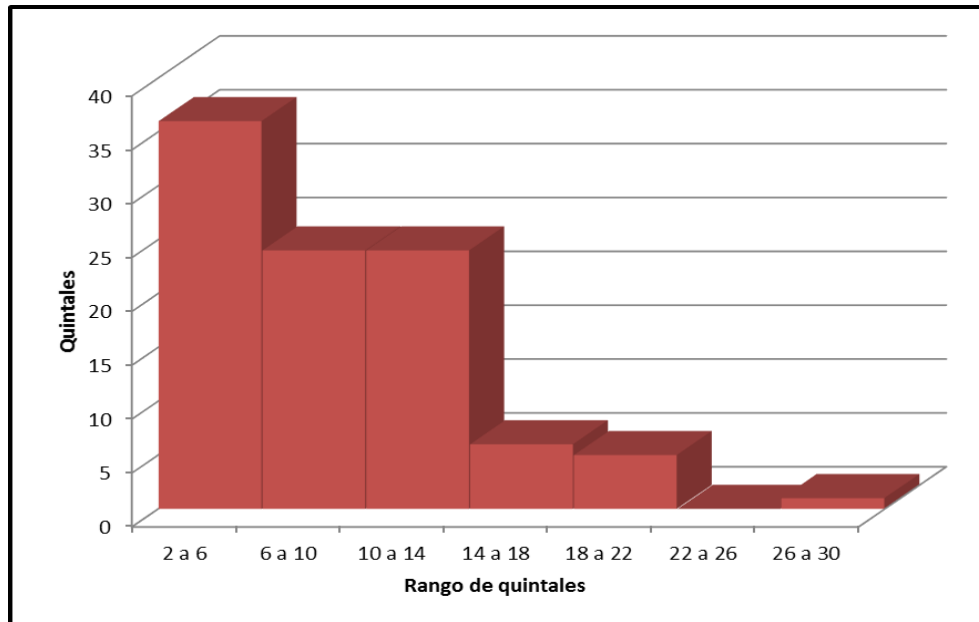
Tabla IV. **Cálculo de los límites y frecuencias**

Límites		Frecuencias	
Inferior	Superior	Acumulada	Observada
2	6	36	36
6	10	60	24
10	14	84	24
14	18	90	6
18	22	95	5
22	26	95	0
26	30	96	1

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

- Elaboración del gráfico:

Figura 6. **Histograma del retorno de quintales de acero**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

La interpretación del gráfico que muestra la cantidad de quintales de acero que retornan, indica que entre dos a seis quintales vuelven a la empresa de manera recurrente, mientras que entre siete a catorce se mantienen en la misma cantidad retornada. Con dicha información se sabe qué cantidad de quintales aproximadamente se pueden utilizar para su respectivo manejo.

Por último está el estudio del piso, la tabla V sirve para la construcción de su respectivo histograma; esta revela la cantidad de devoluciones en la flotilla de camiones durante 12 meses: de mayo de 2011 hasta abril de 2012.

Tabla V. Devoluciones de piso durante 12 meses

1	1	0	2	2	1	0	3	0	1	0	0
0	2	0	0	2	1	2	0	0	1	0	0
0	0	0	0	3	3	1	0	0	2	1	3
2	0	1	3	0	2	1	0	0	0	0	0
0	0	2	0	2	2	2	1	2	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	2	0

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

- Cálculos:
 - Dato mayor: 3
 - Dato menor: 0
 - Rango: 3
 - N: 72
 - Clases: 7.129
 - Intervalos: 0.421

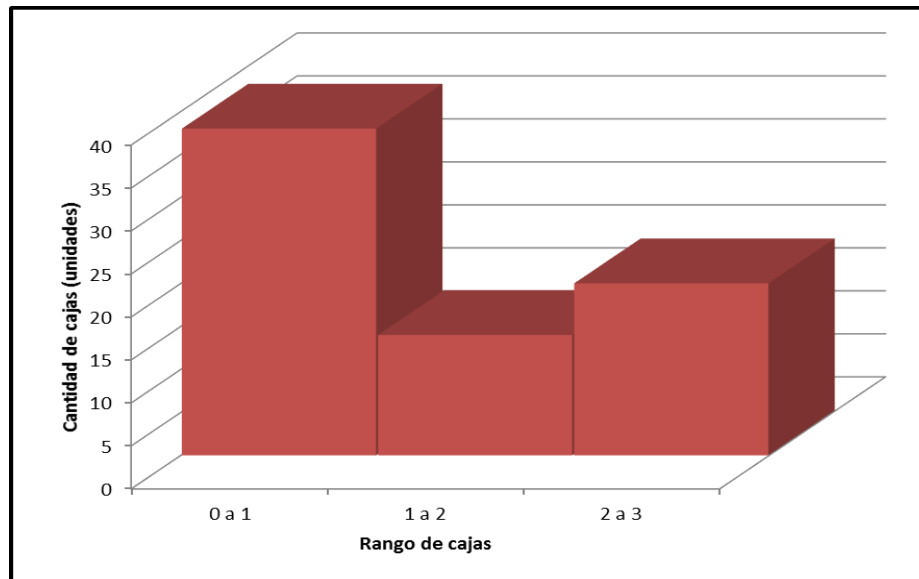
Tabla VI. **Cálculo de los límites y las frecuencias**

Límites		Frecuencias	
Inferior	Superior	Acumulada	Observada
0	1	38	38
1	2	52	14
2	3	72	20

Fuente: elaboración propia.

- Elaboración del gráfico:

Figura 7. **Histograma del retorno de cajas de piso**



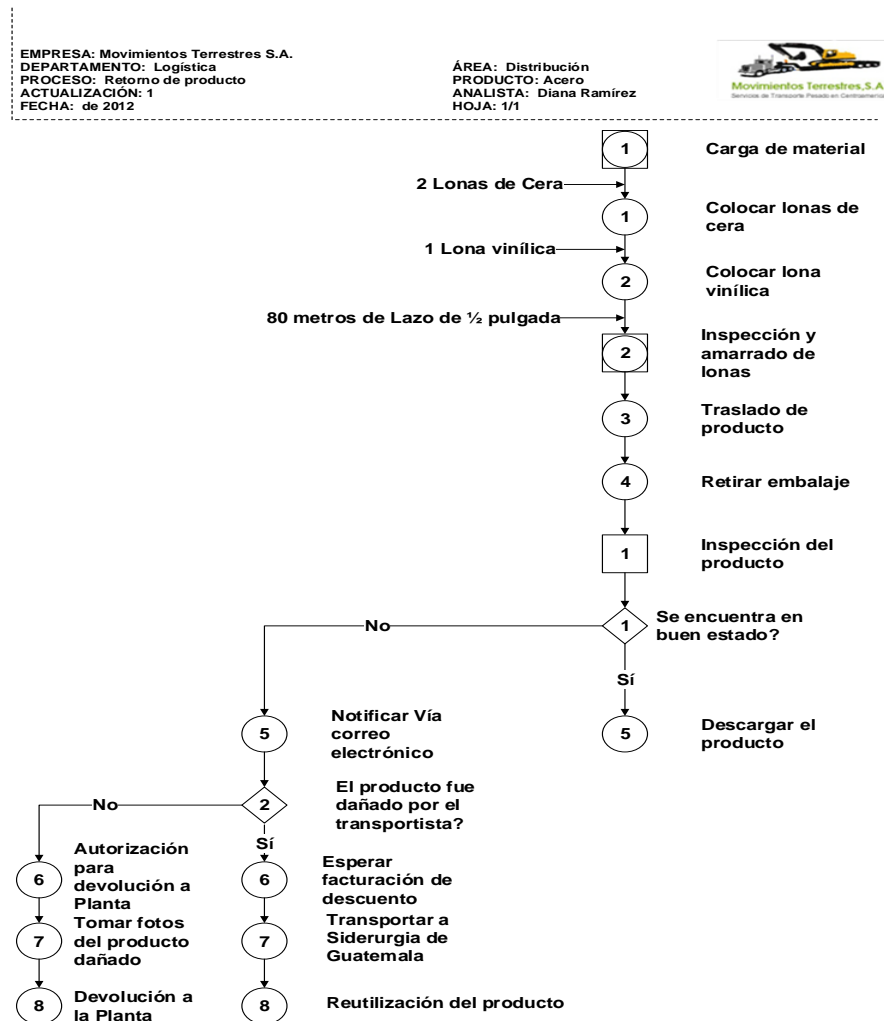
Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

El retorno de cajas de piso es en promedio de una caja hasta un máximo de tres; con esta información se puede saber con cuánto de piso se cuenta para su manejo adecuado; esto se describe de manera detallada en los siguientes capítulos.

3.2.2. Diagrama de operación

Se muestran tres diagramas de operación que exponen el proceso de devolución actual de los productos: acero, cemento y piso. El procedimiento a seguir cuando existe una devolución de cualquiera de los tres productos es el mismo, la única diferencia es el proceso final para cada uno.

Figura 8. Diagrama de operación del retorno del acero

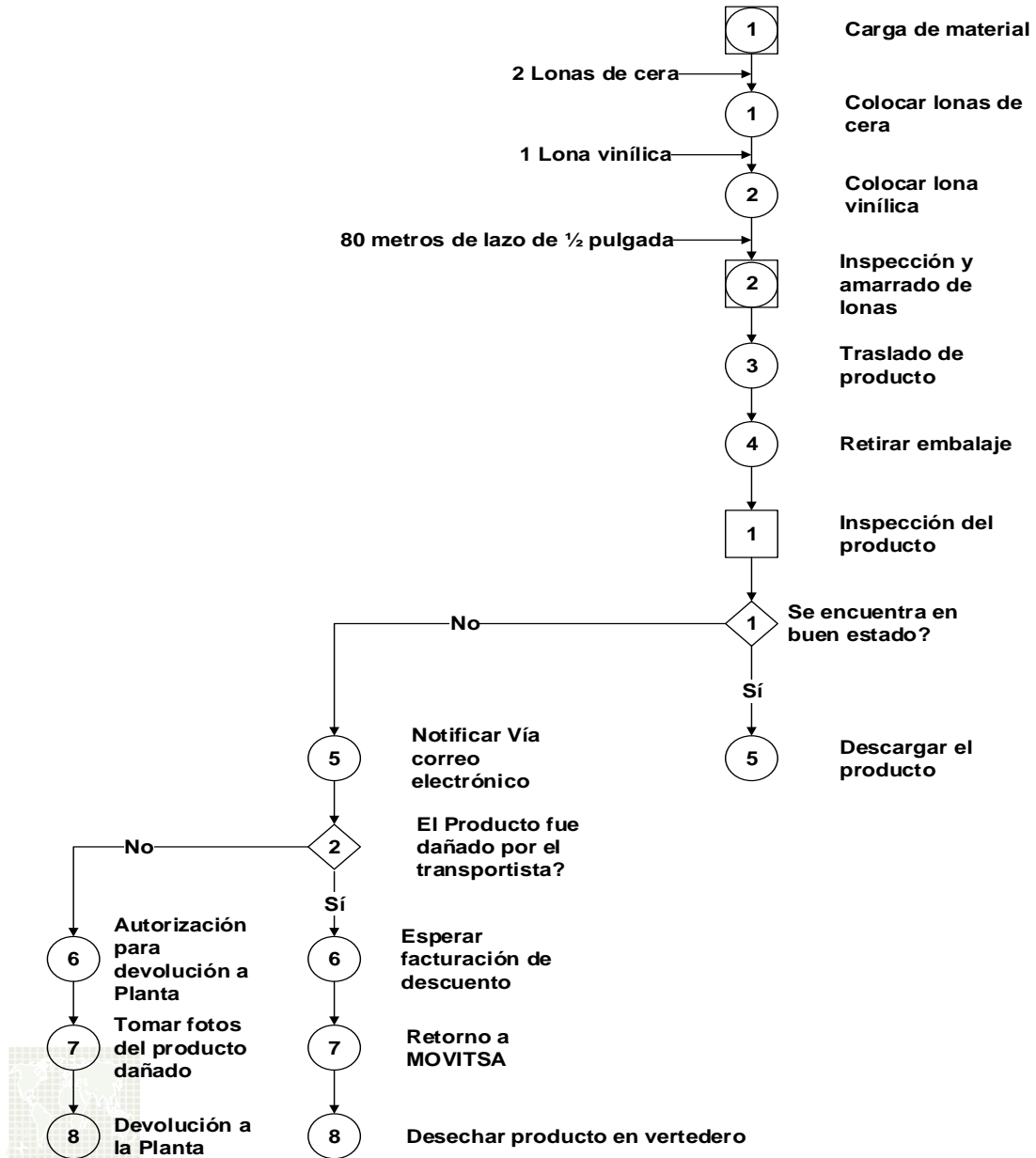


Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

Figura 9. Diagrama de operación del retorno del cemento

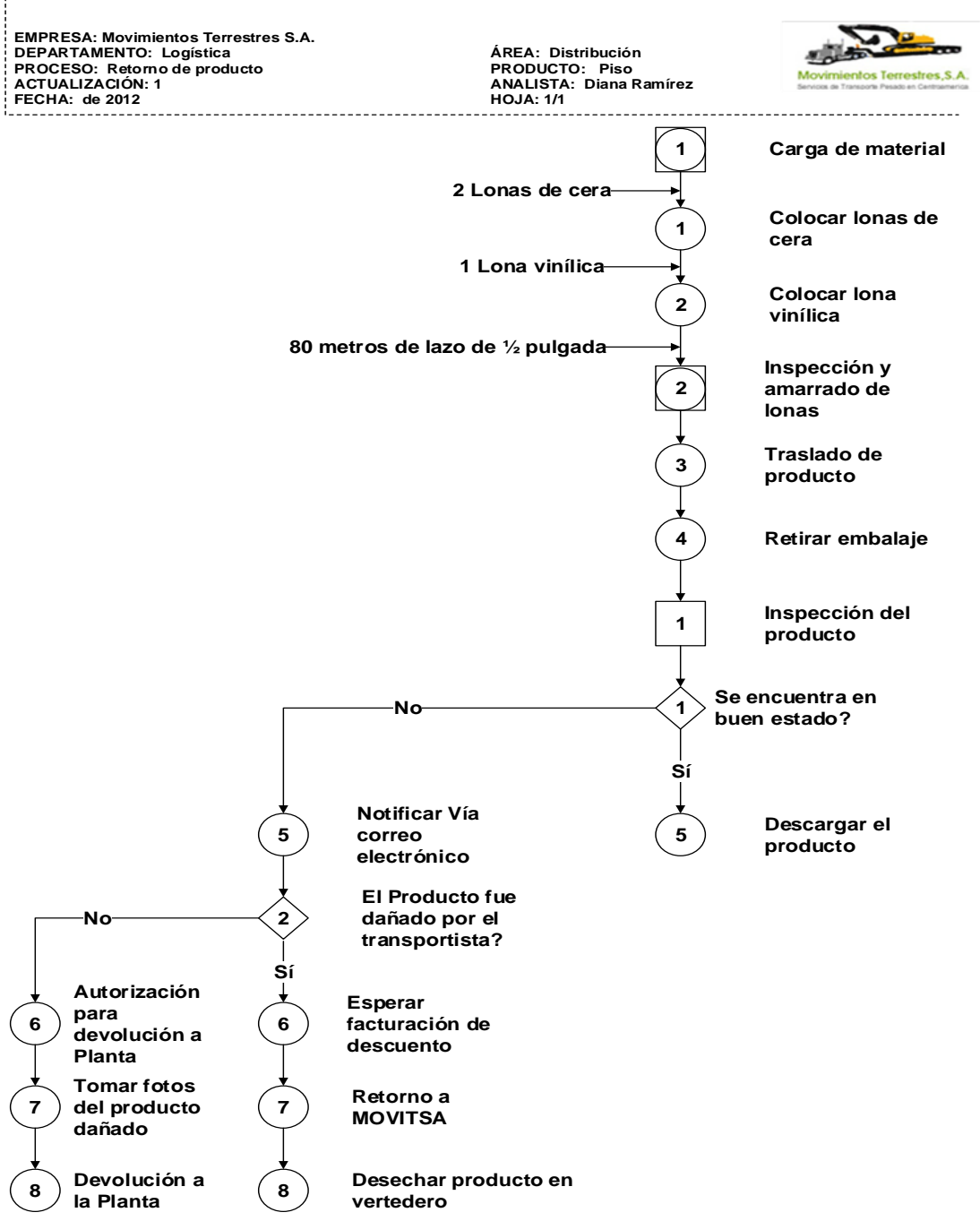
EMPRESA: Movimientos Terrestres S.A.
 DEPARTAMENTO: Logística
 PROCESO: Retorno de producto
 ACTUALIZACIÓN: 1
 FECHA: de 2012

ÁREA: Distribución
 PRODUCTO: Cemento
 ANALISTA: Diana Ramírez
 HOJA: 1/1



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

Figura 10. Diagrama de operación del retorno del piso



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

3.3. Fuentes que generan desecho

Existen diversas fuentes que producen residuos y para proponer su correcta eliminación se deben identificar los tipos de residuos de acuerdo con el lugar de trabajo que los produce; por tal motivo, se dividieron en tres áreas en donde se encuentra la mayor cantidad de desechos: devoluciones de producto en mal estado, limpieza de taller y limpieza de las plataformas de los camiones.

3.3.1. Resultados de las entrevistas

Se elaboró un formato de entrevista para conocer el manejo actual de los desechos; fue realizada específicamente para los directivos de la empresa porque son las personas encargadas de dichas decisiones. Las respuestas de la misma se presentan en el apéndice 1; no obstante, los datos obtenidos se utilizan para describir la situación actual de MOVITSA S. A.

3.3.1.1. Devoluciones

Como se describió anteriormente existen tres productos que se devuelven a la empresa por diversas causas, los cuales son: cajas de piso quebrado por el mal estado en que se encuentran las carreteras, el acero humedecido por las lluvias y bolsas de cemento hecho piedra debido a que tienen contacto con el agua.

3.3.1.2. Embalaje

Cada material que se transporta utiliza distinto tipo de embalaje porque este va de acuerdo con las propiedades físicas de cada uno, debido a que la protección es distinta entre un producto y otro.

En la tabla VII se detalla el material de embalaje utilizado para los productos transportados por la empresa:

Tabla VII. **Material de embalaje de MOVITSA S. A.**

	CEMENTO	ACERO	PISO
MATERIALES	2 lonas de cera	2 lonas de cera	1 lona de cera
	1 Lona vinílica de último para evitar filtraciones de agua.	1 lona vinílica de último para evitar filtraciones de agua.	10 fajas plásticas con <i>ratch</i> para sujetar las tarimas
	80 metros de lazo de ½' para amarrar las lonas.	8 Fajas plásticas con <i>ratch</i> para tensar las lonas	Tarimas de madera
	Tarimas de madera		

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

De los materiales expuestos en la tabla anterior, las lonas de cera y las vinílicas tienen una vida útil de 2-3 años, aproximadamente. Los lazos tienen un tiempo de duración de 1 año. Las tarimas de madera se utilizan de 2 a 3 meses.

3.3.1.3. Limpieza de plataformas

Luego de descargar los productos los pilotos de los camiones realizan limpieza en las plataformas, utilizando procedimientos específicos de acuerdo con los residuos que dejan los distintos productos que se transportan.

Después de descargar el cemento, en la plataforma se encuentra solo un poco de polvo de cemento, el cual se debe barrer bien y luego utilizar una máquina que lava a presión para evitar formar piedra. En el caso del acero, no se acumula ningún desecho debido a su solidez. Al igual que el producto antes mencionado, después de la descarga del piso, no se encuentran desechos en la plataforma debido al tipo de embalaje de este producto, que consiste en cajas de cartón, seguido de 3 capas de plástico por fuera para evitar que se rompan, lo cual hace que el polvillo que deja el piso no se disperse en las tarimas.

3.3.1.4. Limpieza de taller

La empresa posee su propio taller para transporte pesado, luego de realizar un servicio de mantenimiento, se lleva a cabo una limpieza del área de trabajo; en esta se pueden encontrar diversos residuos tales como: aceite quemado de motores, cajas de velocidades, cajas de timón y de catarinas, que se cambian cada cierto kilometraje, o por horas establecidas por el encargado de los mantenimientos preventivos y correctivos de los camiones.

Además, están otros desechos encontrados en el taller los cuales son: filtros de aceite, refrigerante y filtros de combustible.

3.3.1.5. Limpieza en piezas

Para proporcionar una mejor imagen de la empresa, esta realiza limpieza de los cabezales, los cuales deben de mantenerse limpios y en buen estado, así como la pintura, luces y equipo en general. El lavado de los camiones produce ciertos residuos de todo tipo de suciedad, principalmente: lodo, diésel, aceite, grasa contaminada y en algunos casos tierra seca.

3.3.1.6. En los procesos de servicios de mantenimiento

Los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo para los camiones cambian cada cierto kilometraje o por horas, y son coordinados por el departamento de distribución. Los desechos líquidos que se encuentran con frecuencia en el servicio son: aceite en mal estado, *diésel* mezclado con agua y lodo. Los desechos sólidos son en general todos los repuestos que se cambian a los camiones y la chatarra.

3.4. Manejo actual de los desechos sólidos y líquidos

Algunos desechos de la empresa reciben un almacenaje y eliminación de acuerdo con ciertas características propias de cada producto. Sin embargo, los desechos que no se han evaluado por la empresa sí pueden tener otros usos, o se eliminan directamente a vertederos sin almacenaje o eliminación específica para cada residuo sólido o líquido.

3.4.1. Tratamiento

La entidad no tiene establecido políticas o procedimientos para el tratamiento de los desechos sólidos y líquidos dentro de la empresa.

3.4.2. Almacenaje

Solo ciertos desechos son almacenados, previo a su eliminación; esto es debido a que al alcanzar una cantidad determinada puede ser vendida, reutilizada o donada.

A continuación se mencionan los residuos que se almacenan y de qué manera se lleva a cabo cada actividad:

- Los aceites y lubricantes usados se almacenan en toneles metálicos o plásticos.
- Refrigerantes usados recolectados en toneles plásticos.
- El ácido de batería es llevado a un lugar específico donde lo reutilizan.
- La chatarra es transportada directamente a Siderúrgica de Guatemala.
- Los repuestos que están dañados y los metálicos son clasificados como chatarra y reciben el mismo almacenamiento mencionado en el inciso anterior.
- Las llantas en mal estado se apilan como almacenaje y luego se llevan a la municipalidad de Mixco.

3.4.3. Eliminación

La mayor parte de residuos sólidos tienen una disposición final en el vertedero municipal, pero existen algunas excepciones las cuales se detallan en los siguientes incisos:

- La chatarra luego de ser transportada a Siderúrgica de Guatemala, en este lugar es reutilizada.

- Todos los repuestos metálicos que están en mal estado son clasificados como chatarra y tienen la misma disposición final anterior.
- Las llantas en mal estado son donadas a la municipalidad de Mixco; estas son utilizadas en la elaboración de tarugos para construcción de casas en barrancos o asentamientos.

En el caso de los desechos líquidos en el servicio de mantenimiento de la flotilla de camiones tienen una eliminación específica para los siguientes residuos:

- El ácido de batería es llevado a un lugar en específico para su reutilización.
- El aceite quemado se lo llevan a las plantas de Cementos Progreso para reutilizarlos en las calderas después de reciclarlos.
- Refrigerantes usados se eliminan.
- Solventes usados se eliminan.

3.5. Desechos líquidos producidos en los servicios de mantenimiento

A continuación se listan los desechos líquidos que se generan en los servicios de mantenimiento. No obstante, dentro del taller de MOVITSA S. A. no son utilizados todos los líquidos mencionados debido a la tecnología utilizada en los camiones. Por tal motivo, se detalla la cantidad de cada residuo por flotilla de camiones para los que se aplica y en los que se sustituye por otro dispositivo se describe el tipo de tecnología utilizada.

El servicio de mantenimiento preventivo se realiza cada 10,000 kilómetros que incluye: cambio de aceite de motor, refrigerante, además de engrase de cruces de transmisión y *ratches* de freno, chequeo de niveles y estado del aceite de la caja de velocidades, de igual manera para las cantarinas delantera y trasera.

El mantenimiento correctivo se realiza entre los 6 a 12 meses y las reparaciones principales son: cambio completo del sistema de embrague, lavado de fricciones y tambor de frenos con agua y jabón. Se realiza *overhaul* o medio *overhaul*, dependiendo del estado del motor y horas de trabajo que lleven utilizando gasolina para el lavado interno de las piezas de los motores.

De acuerdo con los dos mantenimientos descritos anteriormente se determina la cantidad de residuos líquidos generados en la empresa.

3.5.1. Aceites y lubricantes

En el mantenimiento preventivo se hace un cambio de aceites para cada camión es por ello que se puede conocer la cantidad de los mismos por flotilla, la cual es de 15 toneles de aceite quemado por año.

Se usan aceites para motor de las siguientes viscosidades según el estado: monogrado SAE 40, multigrados SAE 15W40 y 25W60 Chevron Delo 400 y Castrol *ultra viscus* con la especificaciones CI-4 minerales y semisintéticos. Para las cajas de velocidades y catarinas se usan multigrado 85W140 y monogrado SAE 140 *Pyroil* marca Chevron.

3.5.2. Líquido de freno

No aplica, por la razón que el sistema de frenos de transporte pesado es 100 % de aire.

3.5.3. Refrigerantes

Se utilizan para toda la flotilla durante un año 20 toneles de refrigerante en mal estado que se almacena en toneles para luego ser transportados a su disposición final.

3.5.4. Combustibles y filtros asociados

Los cambios de repuestos no metálicos en los servicios de mantenimiento para los camiones generan 300 filtros por año en mal estado.

3.5.5. Ácido de batería

La empresa compra baterías que reciben mantenimiento durante el servicio preventivo; para ello utilizan un *téster* digital de baterías que permite determinar si la batería está descargada parcialmente, tiene celda muerta, necesita recargarse o desecharse definitivamente; esto con la finalidad de ahorrar tiempo y saber cuál celda está en mal estado. De acuerdo con lo anterior, se conoce la cantidad de líquido utilizado para las baterías, los cuales son 30 galones de ácido de batería por año.

3.5.6. Solventes

Para remover la pintura de las piezas de los camiones se usan solventes; estos se utilizan en distintas épocas del año. Sin embargo, se almacenan para luego ser desechados; se tiene conocimiento que durante un año se eliminan 20 galones de solvente.

3.6. Desechos sólidos producidos en la planta de servicio automotriz

El servicio de mantenimiento preventivo se realiza cada 10,000 kilómetros que incluye: cambio de filtros de aceite, de refrigerante y de diésel; el filtro de aire se limpia cada 3 meses y se cambia cada 25,000 kilómetros, además de engrase de cruces de transmisión y revisión de los mecanismos del sistema de frenos.

El mantenimiento correctivo se realiza entre los 6 a 12 meses y las reparaciones principales son: cambio completo del sistema de embragues, fricciones, cruces de transmisión, torno de tambores, calibración de inyectores, válvulas de admisión, escape y freno de motor cada 12 meses. Se realiza *overhaul* o medio *overhaul*, dependiendo del estado del motor y horas de trabajo que lleven regularmente. Los motores Detroit diésel se reparan cada 30,000 horas de uso o cada 1, 600,000 kilómetros, aunque pueden tardar más, según el mantenimiento preventivo que se les haya realizado.

En los párrafos anteriores se da a conocer de manera general de dónde se obtienen todos los desechos sólidos en los servicios de mantenimiento, los cuales se describen detalladamente a continuación.

3.6.1. Chatarra

Todos los repuestos de metal derivados de los servicios de mantenimiento y las hojas de resorte en mal estado son los materiales que se clasifican como chatarra; estos son almacenados para luego ser trasladados a Siderúrgica de Guatemala, donde se reciclan; es el mismo proceso que se realiza durante todo el año, por tal motivo se puede determinar que se desechan 2 toneladas de chatarra durante un año.

3.6.2. Vidrio

No existe evidencia de que se utilice vidrio dentro de la empresa.

3.6.3. Aluminio

Cuando se cambian los tornillos algunas de las roldanas son de aluminio, pero la cantidad y el tamaño de éstas es despreciable como para poderlas reciclar; la empresa opta por desecharlas con otra basura, directamente al vertedero municipal.

3.6.4. Repuestos

La cantidad de repuestos utilizados durante un año es de una tonelada, que se clasifica como chatarra.

3.6.5. Llantas usadas

La flotilla de camiones utiliza llantas marca Michelin, Dunlop, Yokohama y Bridgestone, de 16 pliegos.

Durante un año se desechan 150 llantas en mal estado, por estallar debido al sobrecalentamiento o golpes en los costados. Todas estas llantas que se desechan son donadas a la municipalidad de Mixco para ser reutilizadas.

4. PLAN PARA EL MANEJO DE DESECHOS

En la actualidad, Guatemala cuenta con pocas investigaciones relacionadas con la logística inversa; es un tema poco explorado, por lo tanto, es un campo bastante abierto para la investigación. Por ello se realiza el estudio y sin apartarse de la realidad se lleva a cabo la propuesta para MOVITSA S. A., que tiene como base la bibliografía encontrada en tesis de otros países, en donde este proceso está tomando mayor importancia debido a las rigurosas leyes ambientales que existen.

Como empresa MOVITSA S. A. es responsable de la adecuada gestión de los productos transportados y residuos generados durante el ejercicio de su actividad; también es responsable de aquellos productos puestos en manos del consumidor y que no satisfacen las necesidades de estos; por todos estos motivos se toman en cuenta los procesos de la logística inversa que se enfocan en cinco objetivos claves desarrollados en este capítulo, los cuales son: procuración de compras, reducción de insumos vírgenes, reciclado, sustitución de materiales y gestión de residuos de los productos terminados y mercancías en la cadena de suministro.

Como objetivo primordial de la logística inversa está la recuperación y reciclaje de envases, residuos y embalajes, así como de los procesos de retorno. Es por ello que se toman en cuenta los desechos generados en el taller de mantenimiento como: aceite, repuestos usados, entre otros; además, los retornos de los productos transportados como el acero, cemento y piso.

Se ha estado explorando el campo de la logística inversa en MOVITSA S. A., con la finalidad de reinsertar las devoluciones en la cadena comercial de manera eficaz y eficiente en cuanto a una imagen de una empresa amigable con el medio ambiente, y si es posible, recuperar parte del valor.

Estos nuevos ámbitos de actuación conducen a nuevas estrategias de negocio para la empresa; por lo tanto, se plantea una propuesta para la correcta eliminación de los materiales de desecho generados en el taller de mantenimiento y las devoluciones, comenzando con una clasificación de los residuos, para luego definir las operaciones a seguir de acuerdo con su funcionalidad.

4.1. Clasificación de los materiales

Existen diversos materiales que se desechan o devuelven a la empresa; por tal motivo es necesario clasificarlos para establecer su correcta eliminación, uso o reciclaje, de acuerdo con las características propias de cada material.

Previo a su ordenamiento se deben conocer las descripciones de cada clasificación, para utilizarlas en los siguientes incisos. Las definiciones que serán de utilidad son las siguientes:

- Residuos orgánicos: su composición es natural y tiene la propiedad de degradarse rápidamente, para luego transformarse en otra materia orgánica.
- Residuos inorgánicos: Son materiales que no se descomponen de forma natural o tardan largo tiempo en degradarse.

- Residuos industriales: son los elementos, sustancias u objetos en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, que se obtienen por la realización de una actividad de servicio industrial, por estar relacionada directa e indirectamente con la actividad, o como resultado de un proceso industrial.
- Residuos especiales: son residuos que implican un riesgo sobre las personas o el medio ambiente, debido a que están compuestos con determinadas sustancias o materiales que le pueden dar características de peligrosidad.

4.1.1. Devolución

En la siguiente tabla se describe la clasificación de los productos que se devuelven a la empresa:

Tabla VIII. **Materiales de devolución**

CLASIFICACIÓN	Acero	Cemento	Piso
Estado físico	Sólido	Sólido	Sólido
Composición	Inorgánica	Inorgánica	Inorgánica
Peligrosidad	----	----	----
Origen	Desechos de la construcción	Desechos de la construcción	Desechos de la construcción

Fuente: <http://www.fcen.uba.ar/shys/pdf/GestRes.pdf>. Consulta: octubre de 2013.

4.1.2. Mercancías en estado defectuoso

En las siguientes tablas se muestran los materiales líquidos y sólidos respectivamente, desechados en el servicio de mantenimiento preventivo, cada uno con su respectiva clasificación:

Tabla IX. **Desechos líquidos del taller**

Clasificación	Aceites y lubricantes	Líquido de frenos	Refrigerantes	Combustibles	Acido de batería	Solventes
Estado físico	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido
Composición	Orgánico/inorgánico	Inorgánico	Inorgánico	Orgánico	Inorgánico	Orgánico
Peligrosidad	Inflamable, tóxico	Tóxico, corrosivo	Tóxico	Tóxico, inflamable	Tóxico, corrosivo	Tóxico, inflamable
Origen	Desecho industrial	Residuos especiales	Residuos especiales	Residuos especiales	Residuos especiales	Residuos especiales

Fuente: <http://www.fcen.uba.ar/shys/pdf/GestRes.pdf>. Consulta: septiembre de 2013.

Tabla X. **Desechos sólidos del taller**

Clasificación	Chatarra	Vidrio	Aluminio	Repuestos	Llantas Usadas
Estado Físico	Sólido	Sólido	Sólido	Sólido	Sólido
Composición	Inorgánico	Inorgánico	Inorgánico	Inorgánico	Inorgánico
Peligrosidad	Infeccioso	-----	----	Infeccioso	Infeccioso
Origen	Desecho Industrial		Desecho Industrial	Desecho Industrial	Desecho Industrial

Fuente: <http://www.planetica.org/clasificacion-de-los-residuos>. Consulta: septiembre de 2013.

4.2. Enfoques

La propuesta de logística inversa abarca todo lo relacionado en la cadena de suministros de una empresa; en MOVITSA S. A. que se dedica al transporte de productos, su maquinaria principal es el uso de los cabezales; los residuos generados por este equipo son los neumáticos, aceite usado, solventes, repuestos usados, entre otros. Pero además de estos materiales, deben considerarse también los que se emplean para la gestión del producto, como los útiles y enseres de las oficinas y taller de la empresa, los cuales al manejarse de manera adecuada también pueden minimizar los costos o ser de beneficio para el medio ambiente.

El ahorro de los recursos utilizados en la empresa tanto en oficinas como en el taller son de gran importancia, porque motiva a proponer los procesos de logística inversa que se enfocan a cinco objetivos claves, los cuales se desarrollan a continuación:

4.2.1. Procuración y compra

Existen varias maneras para ayudar al medio ambiente programando compras que mejoren los procesos dentro de la empresa; para este estudio se toman en cuenta cuatro aspectos principales: papel, agua, energía y transporte.

- **Papel:** al comprar papel producido y reciclado localmente, la empresa puede ayudar a impulsar el mercado de los productos reciclados, lo que a su vez apoya a la industria de reciclaje; además, es necesario hacer simples revisiones regulares en las compras, porque a menudo conducen a un ahorro continuo. Esto no exclusivamente incluye el papel para utilizar dentro de la empresa, sino que, si se usan cajas para embalaje, envase o

empaques. que estos también sean productos amigables con el medio ambiente. Antes de comprar papel y otros productos de empaque, es necesario hacer las siguientes preguntas: ¿Cuál es su contenido de papel reciclado? ¿Qué cantidad de residuos ya utilizados contiene? ¿Se ha minimizado el impacto medioambiental de su fabricación?

- Agua: en el futuro es posible que las empresas puedan sufrir restricciones severas sobre el consumo de agua, además de aumentos en las tarifas por el suministro de la misma. Todo lo anterior conlleva a pensar en el ahorro de este elemento y definir ciertas alternativas en los productos que se compran, porque pueden tener un efecto sobre la cantidad de agua que consumen. Antes de adquirir cualquier producto es necesario realizar las siguientes preguntas: ¿Se optimiza el uso de agua? ¿Aumentará o disminuirá el consumo del agua en la oficina?
- Energía: en una empresa el consumo de energía es la mayor partida controlable; se ha demostrado que unas sencillas medidas de buenas prácticas pueden reducir cómodamente los costes de energía de ciertos equipos; por ende, lo que compra la empresa tiene un efecto en la cantidad de energía que se utiliza y es preciso realizar ciertas preguntas antes de adquirir cualquier producto: ¿Qué producto resulta más económico a lo largo de toda su vida, adicionando el uso de energía y mantenimiento? ¿Qué cantidad de energía utiliza el producto cuando está en uso y en modo de espera? ¿Produce el producto cierto calor que afecte al aire acondicionado? ¿Se puede utilizar algún dispositivo de energía alternativa con este producto?
- Transporte: el transporte en esta empresa es lo que genera ganancias; pero aquí se enfoca al transporte utilizado por los empleados y al

momento en que se adquiere un camión para su uso. El tipo de vehículo que se decida comprar o utilizar tiene un efecto significativo en el impacto ambiental, debido a esto es preciso realizar las siguientes preguntas antes de comprar un vehículo: ¿Realmente se necesita el vehículo? ¿Cuál es el coste “real” del vehículo? Esto incluye el valor inicial, el valor de rescate, combustibles, seguro y mantenimiento. ¿Es posible utilizar combustibles alternativos?

4.2.2. Reducción de insumos vírgenes

Para una buena utilización de los recursos es preciso integrar un programa que tenga como finalidad eliminar al máximo posible las necesidades de envase, empaque y embalaje, por ejemplo adoptar embalajes reutilizables; lo más importante es generar la menor cantidad de basura para desechar.

A continuación se presentan algunas medidas prácticas que se pueden llevar a cabo en la empresa para reducir el consumo de los insumos vírgenes:

- Reutilizar los sobres siempre que sea posible, especialmente para enviar información interna.
- Elegir productos con embalajes mínimos o solicitar a los proveedores la entrega de los productos con embalaje reducido. Solicitar a los proveedores que retiren el exceso de embalaje cuando realicen las entregas.
- Utilizar un sistema de pedidos para evitar el uso excesivo de material de papelería.

- Sustituir las bombillas de tungsteno por lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo y tubos fluorescentes finos. Esto con la finalidad de obtener ahorros de hasta un 50 % y duraciones de hasta diez veces superiores.

4.2.3. Reciclado

El reciclaje es una opción que tiene claros beneficios al compararlo con la deposición en el vertedero y el uso de materiales vírgenes. Es importante tener bien definido que el reciclaje comienza cuando un producto atraviesa un proceso y cambia para iniciar una nueva vida como un producto diferente. Todo esto tiene una finalidad: el ahorro de costos; por tal razón es necesario llevar a cabo ciertas medidas prácticas dentro de la empresa, las cuales se detallan a continuación:

- Disponer de contenedores separados para las latas, el vidrio, papel y cartón, para facilitar la recogida.
- Devolver los cartuchos de tóner usados para su reciclaje, a través de una empresa especializada en su reciclado.
- Reciclar los teléfonos móviles y sus baterías.
- Reciclar equipo de cómputo como teclados, bocinas, etc.
- Instalar contenedores de recogida de papel junto a cada fotocopiadora o impresora; es recomendable colocar un contenedor por cada seis empleados.

4.2.4. Sustitución de materiales

Debido a que es un servicio el que presta la empresa, la sustitución de materiales en el proceso varía respecto de la elaboración física de un producto; por lo anterior se deben definir materiales que se ven relacionados con el servicio, como por ejemplo: energía eléctrica, agua, combustible, papel, repuestos para los camiones y equipo de oficina y de seguridad, que son los insumos que se utilizan para brindar el servicio.

Actualmente existen muchos materiales que pueden sustituir a otros más pesados o que causen menos daño al medio ambiente; para esta empresa dedicada al servicio de transporte, un cambio significativo sería la utilización de un combustible alternativo amigable con el medio ambiente; además se crea una mejor imagen de la misma.

Para la sustitución de energía eléctrica se puede sugerir el uso de energía solar, que se obtiene mediante la captación de luz y el calor emitidos por el sol; por ejemplo, utilizar un panel solar que es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar. Para instalarlo en la oficina o en el taller de la empresa es necesario responder a las siguientes preguntas: ¿Qué aparatos se utilizarán con el panel? ¿Durante cuántas horas al día se piensan utilizar? ¿Cuánto consumen estos aparatos?

Luego de responder a estas preguntas, la empresa encargada de la instalación de paneles solares ya puede crear un sistema con las dimensiones, de acuerdo con las necesidades del cliente.

4.2.5. Gestión de residuos

La manipulación de residuos tiene tres pasos a seguir: recogida, transporte y tratamiento. Para la recogida debe realizarse una separación de los residuos en diferentes contenedores para papel, vidrio, envases y material orgánico. Luego son transportados a los vertederos para distribuirlos y darles tratamiento a los desechos que lo requieren.

Es necesario realizar un análisis previo a adquirir un producto, conocer qué impacto tendrá en el ambiente cuando termine su vida útil y sea desechado; además, saber si puede recibir algún tratamiento para ser reusado o reciclado. Todo esto es importante para la adquisición de nuevos productos o equipo para la empresa.

Es más ventajoso pensar antes en reducir el uso de ciertos materiales, equipos o productos que comprar y generar más basura; si se opta por la primera opción, esto ayudará a que exista una menor cantidad de desechos; si esta opción no se puede tomar en cuenta, se procede a determinar si lo adquirido se puede reusar o reciclar, para tener como última opción el desecharlo.

4.3. Desarrollo de una estrategia de logística inversa

Cuando un producto se ha devuelto a la empresa, esta dispone de diversas formas de gestionarlo con vistas a recuperar parte de su valor.

Estas opciones están sujetas a múltiples consideraciones: viabilidad técnica, calidad del producto, existencia de infraestructuras, costes implicados, consecuencias para el medio ambiente, etc.

Supone la utilización de algún producto recuperado, o de alguno de sus componentes en el proceso de mantenimiento preventivo de los camiones o en devoluciones del producto que se transporta.

Existen diversas maneras para comprender mejor el uso de la logística inversa; en la siguiente tabla se detallan las opciones de gestión de los productos fuera de uso.

Tabla XI. **Opciones de gestión de los productos fuera de uso (PFU)**

		CARACTERÍSTICAS	OPCIONES DE GESTIÓN
		LOGÍSTICA INVERSA	Logística de devoluciones
Logística para la recuperación	<ul style="list-style-type: none"> Existe voluntad de recuperación Existe la venta del producto Opciones de gestión en la propia cadena o en cadenas similares. 		<ul style="list-style-type: none"> Reutilización Refabricación Reciclaje

Fuente: dialnet.unirioja.es/descarga/tesis/305.pdf. Consulta: octubre de 2013.









Para construir una estrategia de logística inversa se requiere conocer las características de los diversos materiales y luego establecer cuál será el tratamiento a seguir en cada uno de los casos. A continuación se describe lo antes mencionado.

4.3.1. Definir prioridades

Nuestra sociedad tiene una cultura de “usar y tirar”, que afecta constantemente debido a que los recursos naturales son limitados y escasos, además de tener tasas de producción y consumo crecientes; todo esto se hace sin tener en cuenta que las posibilidades para deshacerse de los residuos que se generan cada vez son menores; es por ello que la empresa MOVITSA solicitó el estudio para recuperar y aprovechar económicamente los bienes que se desechan y ayudar al medio ambiente, si en algún caso no se pueda recuperar parte de su valor.

Para lo antes mencionado se propone un manejo de los residuos de acuerdo con sus propiedades físicas, su composición y origen. Por aparte, se va a definir la manera en que se almacenarán los desechos dentro de la empresa, con la finalidad de que exista una mejor identificación de los residuos para luego recibir el tratamiento adecuado. A continuación se muestra una imagen que describe el código de colores para colocarle a los recipientes en donde se van a depositar los desechos.

Figura 11. **Código de colores para el reciclaje**

	Reaprovechable	No Reaprovechable
Metal		
Vidrio		
Papel y cartón		
Plástico		
Orgánico		
Generales		
Peligrosos		

Fuente: NTP 900.058.2005

Fuente: <http://coloresenelreciclajedebasura.blogspot.com/>. Consulta: octubre de 2013.

Anteriormente se presentó la clasificación de cada material que fue devuelto y la mercancía en estado defectuoso de la empresa; ahora se procede a especificar cuál será el tratamiento a seguir para cada producto o desecho; pueden ser varios tratamientos para un mismo desecho.

4.3.1.1. Reutilización directa o reventa

En una visión respetuosa con el medio ambiente se puede elegir por reutilizar los productos, siendo esta opción el segundo paso en la acción de disminución de residuos. Cuantos más objetos se reutilicen se producirá menos basura y se gastarán menos recursos; todo esto se puede entender mejor al decir que se dará un uso diferente a un producto desechado, para proveerle utilidad a la empresa.

Para esta alternativa se proponen los materiales siguientes:

- Piso
- Acero
- Chatarra
- Repuestos
- Llantas usadas

En la siguiente figura se hace un listado de los materiales y se describe cómo se pueden almacenar, su tratamiento a seguir y por último el diseño del recipiente donde se va a depositar el desecho; todo esto de acuerdo con sus características físicas y dependiendo del tipo de residuo a tratar.

Figura 12. Reutilización o reventa

MATERIAL	ALMACENAJE	TRATAMIENTO	DISEÑO
PISO	En estanterías dentro de la bodega de retorno de materiales ubicada en el predio.	Reutilización en segundos mercados del piso en buen estado.	
ACERO	No se almacena porque se transporta directo a la siderúrgica que lo recicla.	Reutilización	-----
CEMENTO	No se almacena, se transporta inmediatamente al lugar en donde se va a vender.	Reventa inmediata cuando el producto queda dañado por estar húmedo.	-----
CHATARRA	Contenedor grande de color amarillo.	Reutilización de materiales en buen estado.	
REPUESTOS	Los repuestos en mal estado se colocan en el contenedor de chatarra para reciclaje. Piezas cambiadas en el mantenimiento correctivo que se pueden reutilizar para docencia, se colocan en estanterías rotuladas como "Donaciones" dentro de cajas o bolsas. Ambos en bodega de desechos.	Reutilización de piezas cambiadas en el mantenimiento correctivo, para donaciones en centros educativos.	
LLANTAS USADAS	Apiladas en bodega de desechos.	Reventa para empresas que generan energía calórica en hornos cementeros. Reutilización en proyectos de municipalidades.	

Fuente: elaboración propia, utilizando material publicitario de la empresa.

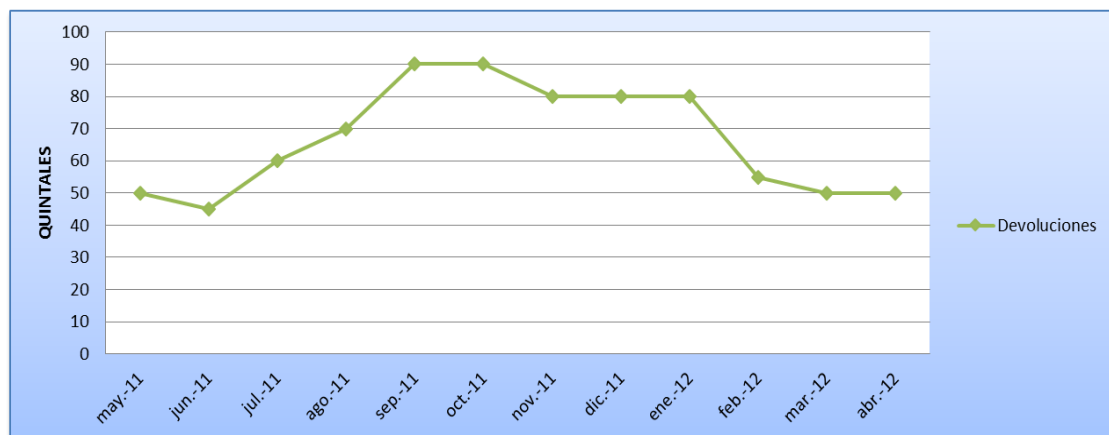
Para esta alternativa se propone el acero. En la siguiente tabla se muestran las devoluciones de los quintales de acero durante los meses transcurridos entre mayo de 2011 hasta abril de 2012, que al ser transportados sufren de algún daño y MOVITSA S. A. debe pagar por los daños ocasionados al producto. Luego se detalla el total de las devoluciones mensuales.

Tabla XII. Devoluciones de quintales de acero de mayo de 2011 a abril de 2012

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
Q	6	4	15	5	12	10	20	12	5	6	3	9
i	9	6	12	5	10	20	15	8	15	4	8	7
n	2	3	4	10	20	10	5	4	10	6	10	2
t	9	9	4	5	10	10	10	6	12	10	12	6
a	9	12	8	5	5	5	5	10	9	9	4	7
i	5	3	7	30	5	5	6	12	11	4	3	5
e	5	4	8	3	18	15	14	18	8	5	3	2
s	5	4	2	7	10	15	5	10	10	11	7	12
Total	50	45	60	70	90	90	80	80	80	55	50	50

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Quintales de acero devueltos entre mayo de 2011 a abril de 2012



Fuente: elaboración propia.

Por cada quintal de acero dañado, la empresa debe de pagar un costo de Q37.04 en la siguiente tabla se muestra el valor monetario de los retornos de acero mensualmente; lo que se propone es la venta de este producto a Siderurgia de Guatemala para su respectivo reciclaje; el precio para la venta de cada quintal de acero es de Q18,50. Luego se detalla el dinero a recibir por motivo de esta venta. Por último se hace una diferencia entre el costo a pagar y el valor recuperado por la venta de cada quintal de acero, dando como resultado el valor real a pagar por la devolución del acero.

Tabla XIII. Costo por quintales de acero devueltos

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
Quintales	222.24	148.16	555.60	185.20	444.48	370.40	740.80	444.48	185.20	222.24	111.12	333.36
	333.36	222.24	444.48	185.20	370.40	740.80	555.60	296.32	555.60	148.16	296.32	259.28
	74.08	111.12	148.16	370.40	740.80	370.40	185.20	148.16	370.40	222.24	370.40	74.08
	333.36	333.36	148.16	185.20	370.40	370.40	370.40	222.24	444.48	370.40	444.48	222.24
	333.36	444.48	296.32	185.20	185.20	185.20	185.20	370.40	333.36	333.36	148.16	259.28
	185.20	111.12	259.28	1,111.20	185.20	185.20	222.24	444.48	407.44	148.16	111.12	185.20
	185.20	148.16	296.32	111.12	666.72	555.60	518.56	666.72	296.32	185.20	111.12	74.08
	185.20	148.16	74.08	259.28	370.40	555.60	185.20	370.40	370.40	407.44	259.28	444.48
Total	1,852.00	1,666.80	2,222.40	2,592.80	3,333.60	3,333.60	2,963.20	2,963.20	2,963.20	2,037.20	1,852.00	1,852.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Valor recuperado por venta de acero devuelto

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
Quintales	111.00	74.00	277.50	92.50	222.00	185.00	370.00	222.00	92.50	111.00	55.50	166.50
	166.50	111.00	222.00	92.50	185.00	370.00	277.50	148.00	277.50	74.00	148.00	129.50
	37.00	55.50	74.00	185.00	370.00	185.00	92.50	74.00	185.00	111.00	185.00	37.00
	166.50	166.50	74.00	92.50	185.00	185.00	185.00	111.00	222.00	185.00	222.00	111.00
	166.50	222.00	148.00	92.50	92.50	92.50	92.50	185.00	166.50	166.50	74.00	129.50
	92.50	55.50	129.50	555.00	92.50	92.50	111.00	222.00	203.50	74.00	55.50	92.50
	92.50	74.00	148.00	55.50	333.00	277.50	259.00	333.00	148.00	92.50	55.50	37.00
	92.50	74.00	37.00	129.50	185.00	277.50	92.50	185.00	185.00	203.50	129.50	222.00
Total	925.00	832.50	1,110.00	1,295.00	1,665.00	1,665.00	1,480.00	1,480.00	1,480.00	1,017.50	925.00	925.00

Fuente: elaboración propia.

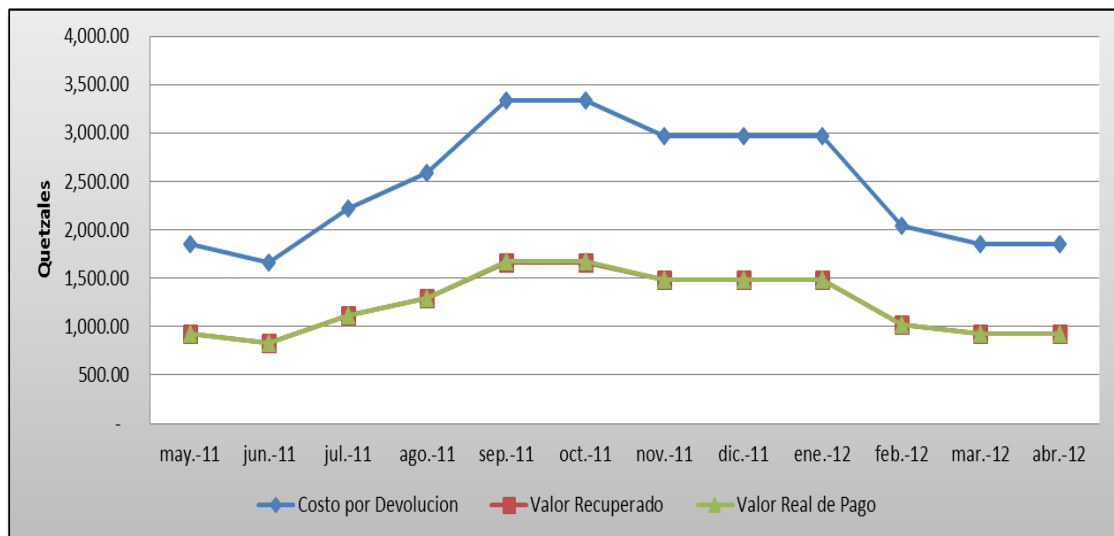
Tabla XV. Valor real a pagar por devolución del acero

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
Q u e t z a l e s	111.24	74.16	278.10	92.70	222.48	185.40	370.80	222.48	92.70	111.24	55.62	166.86
	166.86	111.24	222.48	92.70	185.40	370.80	278.10	148.32	278.10	74.16	148.32	129.78
	37.08	55.62	74.16	185.40	370.80	185.40	92.70	74.16	185.40	111.24	185.40	37.08
	166.86	166.86	74.16	92.70	185.40	185.40	185.40	111.24	222.48	185.40	222.48	111.24
	166.86	222.48	148.32	92.70	92.70	92.70	92.70	185.40	166.86	166.86	74.16	129.78
	92.70	55.62	129.78	556.20	92.70	92.70	111.24	222.48	203.94	74.16	55.62	92.70
	92.70	74.16	148.32	55.62	333.72	278.10	259.56	333.72	148.32	92.70	55.62	37.08
	92.70	74.16	37.08	129.78	185.40	278.10	92.70	185.40	185.40	203.94	129.78	222.48
Total	927.00	834.30	1,112.40	1,297.80	1,668.60	1,668.60	1,483.20	1,483.20	1,483.20	1,019.70	927.00	927.00

Fuente: elaboración propia.

Luego de establecer estos tres valores se muestran los totales mensualmente, para comparar el costo por quintal de acero dañado, el valor por la venta del mismo y la diferencia entre los dos antes mencionados, para conocer el pago real por la devolución del producto.

Figura 14. Pago de quintales de acero devueltos



Fuente: elaboración propia.

Se puede concluir que al vender el acero dañado para su reciclaje no solo es un beneficio ambiental porque se genera menos basura en los vertederos, sino además proporciona una ventaja económica debido a que se pagaría solamente la mitad del costo por quintal dañado.

El piso es otro de los productos principales y para él también se propone la reutilización directa y reventa. Mensualmente se devuelven cajas de piso porque durante su transporte éstas se dañan por el mal estado de las carreteras y algunas piezas se quiebran, dando como consecuencia que no se puedan entregar a su destinatario. Por esto se propone una reventa de este producto, es decir vender los pisos en buen estado de las cajas devueltas, con la finalidad de obtener cierta cantidad de dinero y pagar los daños del mismo.

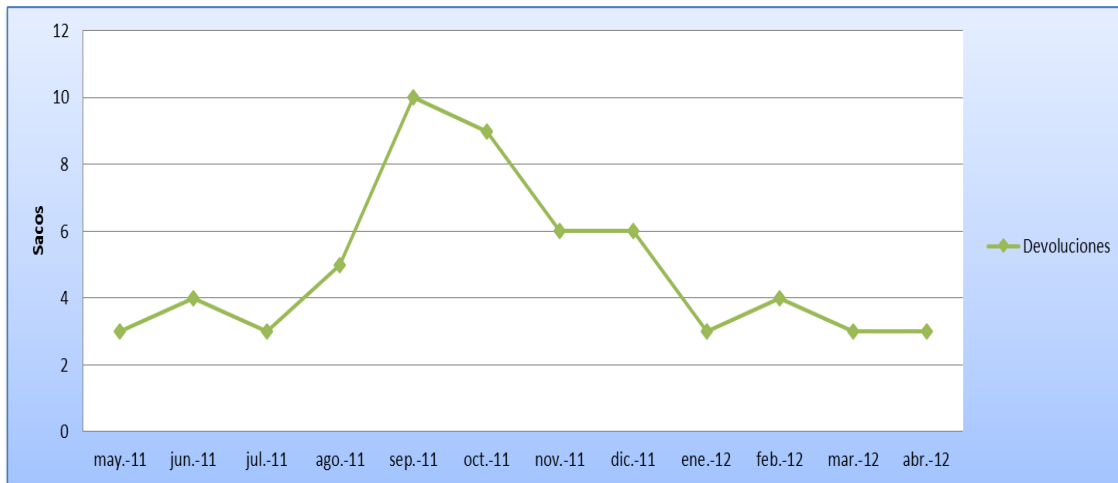
Primero se da a conocer cómo se comporta la devolución de las cajas de piso; en la siguiente tabla se muestran las cajas de piso que retornan por mes. Luego, en la figura, se incluyen los totales de devoluciones mensualmente, dando a conocer que el comportamiento es de un aumento durante los meses de agosto a noviembre de 2011, debido a que las lluvias de esta temporada dañan más las carreteras y complican el transporte de un lugar a otro.

Tabla XVI. Devoluciones de cajas de piso de mayo de 2011 a abril de 2012

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
S	1	1	0	2	2	1	0	3	0	1	0	0
a	0	2	0	0	2	1	2	0	0	1	0	0
c	0	0	0	0	3	3	1	0	0	2	1	3
o	2	0	1	3	0	2	1	0	0	0	0	0
s	0	0	2	0	2	2	2	1	2	0	0	0
s	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	2	0
Total	3	4	3	5	10	9	6	6	3	4	3	3

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Cajas de piso devueltas entre mayo de 2011 a abril de 2012**



Fuente: elaboración propia.

Por cada caja de piso dañado la empresa debe de pagar un costo de Q200.00; en la tabla siguiente se muestra el valor monetario de los retornos de piso mensualmente; lo que se propone es la venta de los pisos que están todavía en buen estado a un menor costo, el precio para la venta de cada caja de piso es de Q50.00.

Se da a conocer también el detalle del dinero a recibir por motivo de esta venta. Por último, se hace una diferencia entre el costo a pagar y el valor recuperado por la venta de cada caja de piso, dando como resultado el valor real a pagar por la devolución del mismo.

Tabla XVII. Costo por cajas de piso devueltas

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
S a c o s	200.00	200.00	-	400.00	400.00	200.00	-	600.00	-	200.00	-	-
	-	400.00	-	-	400.00	200.00	400.00	-	-	200.00	-	-
	-	-	-	-	600.00	600.00	200.00	-	-	400.00	200.00	600.00
	400.00	-	200.00	600.00	-	400.00	200.00	-	-	-	-	-
	-	-	400.00	-	400.00	400.00	400.00	200.00	400.00	-	-	-
	-	200.00	-	-	200.00	-	-	-	400.00	200.00	-	400.00
Total	Q 600.00	Q 800.00	Q 600.00	Q1,000.00	Q2,000.00	Q1,800.00	Q1,200.00	Q1,200.00	Q 600.00	Q 800.00	Q 600.00	Q 600.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Valor recuperado por venta de piso devuelto

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
e t z a l e s	50.00	50.00	-	100.00	100.00	50.00	-	150.00	-	50.00	-	-
	-	100.00	-	-	100.00	50.00	100.00	-	-	50.00	-	-
	-	-	-	-	150.00	150.00	50.00	-	-	100.00	50.00	150.00
	100.00	-	50.00	150.00	-	100.00	50.00	-	-	-	-	-
	-	-	100.00	-	100.00	100.00	100.00	50.00	100.00	-	-	-
	-	50.00	-	-	50.00	-	-	-	100.00	50.00	-	100.00
Total	Q 150.00	Q 200.00	Q 150.00	Q 250.00	Q 500.00	Q 450.00	Q 300.00	Q 300.00	Q 150.00	Q 200.00	Q 150.00	Q 150.00

Fuente: elaboración propia.

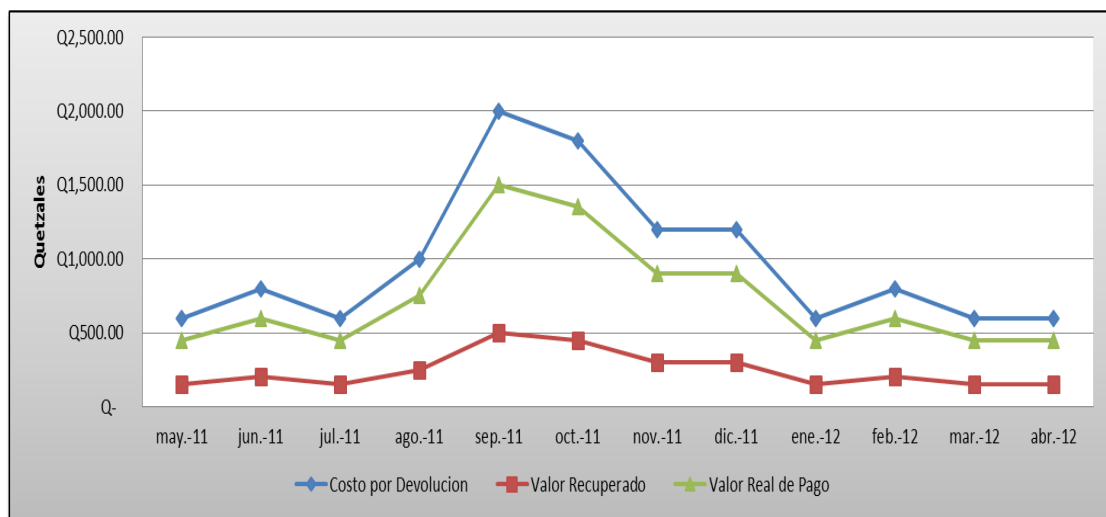
Tabla XIX. Valor real a pagar por devolución del piso

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
e t z a l e s	150.00	150.00	-	300.00	300.00	150.00	-	450.00	-	150.00	-	-
	-	300.00	-	-	300.00	150.00	300.00	-	-	150.00	-	-
	-	-	-	-	450.00	450.00	150.00	-	-	300.00	150.00	450.00
	300.00	-	150.00	450.00	-	300.00	150.00	-	-	-	-	-
	-	-	300.00	-	300.00	300.00	300.00	150.00	300.00	-	-	-
	-	150.00	-	-	150.00	-	-	-	300.00	150.00	-	300.00
Total	Q450.00	Q600.00	Q450.00	Q750.00	Q1,500.00	Q1,350.00	Q900.00	Q900.00	Q450.00	Q600.00	Q450.00	Q450.00

Fuente: elaboración propia.

Luego de establecer estos tres valores se muestran los totales mensualmente, para comparar el costo por caja de piso dañado, el valor por la venta del mismo y la diferencia entre los dos antes mencionados, para conocer el pago real por la devolución del producto.

Figura 16. **Pago de cajas de piso devueltas**



Fuente: elaboración propia.

Se puede concluir que al vender las cajas de piso dañado para reventa ayuda a generar menos basura en los vertederos y también colabora para sufragar un 25 % que debe pagar MOVITSA S. A. por el producto dañado.

4.3.1.2. Reparación

En este caso se refiere a restituir objetos deteriorados a su condición normal y buen funcionamiento. Para llevar a cabo el proceso de reparación de algún artículo hay que tener conocimientos sobre su estructura, componentes y funcionamiento.

A continuación se detallan cada uno de los productos devueltos o residuos que se clasifican en la reparación, estos son:

- Repuestos: como se mencionó anteriormente, hay piezas de los camiones que se cambian en el servicio de mantenimiento correctivo por desgaste; para estas se sugiere la reparación a cargo del personal técnico y luego donarlas a una institución educativa para utilizarse en la docencia de los técnicos en mecánica automotriz. Los siguientes son ejemplos de este tipo de piezas: componentes de dirección, cajas de velocidades y diferenciales.
- Hierro: las piezas deterioradas de los camiones se pueden reparar con un enderezador, colocar la pintura, pulir la pieza y utilizarse como anteriormente funcionaba.
- Llantas usadas: las llantas se cambian cuando tienen de 35,000 a 40,000 kilómetros de uso; si están dañadas las bandas de rodamiento, se propone llevarlas a una empresa encargada de reencauchar y venderlas a segundos mercados con el 50 % menos del precio original o utilizarlas en los camiones de la empresa durante aproximadamente 30,000 kilómetros.

4.3.1.3. Restauración

Una restauración es definida como la reparación de un producto enfocándose en el aspecto estético del mismo. Pocos productos pueden ser restaurados dentro de la empresa es por este motivo que únicamente se seleccionaron los que generen menor valor económico para llevar a cabo la restauración que les corresponde.

Lo que se solicita para este proceso son las restauraciones de los camiones utilizados en la empresa, es decir el mantenimiento de las piezas de los cabezales, cambios de pintura, o pulir ciertas piezas del camión; estos procedimientos pueden llevarse a cabo dentro de los talleres de la empresa sin necesidad de hacer un cambio de pieza, solamente realizar ciertos retoques a las mismas para poder reutilizarlas, teniendo la misma funcionalidad y solo cambiando el aspecto estético de la pieza.

4.3.1.4. Canibalización

Cuando en un proceso se desea recuperar solo una pequeña proporción para ser reusada, se utiliza la canibalización; su propósito principal se basa en recuperar un conjunto limitado de partes reutilizables de los productos o componentes que ya se emplearon.

El producto devuelto a la empresa no se puede canibalizar debido a sus propiedades; no es posible, como es el caso del cemento, que una vez se humedece, se endurece y ya no es útil para el fin que este tiene. Cuando se devuelve piso quebrado, este se deposita en los vertederos y con el hierro, si este se moja, se devuelve al dueño del mismo.

Se puede utilizar la canibalización en los talleres de la empresa, cuando un camión termina su vida útil (aproximadamente cada 5 años se cambia), se sugiere vender todas las partes útiles y lo demás ofrecerlo como chatarra. Esto se puede llevar a cabo para los camiones que ya no se puedan vender completos.

4.3.1.5. Reciclaje

El reciclaje es un elemento importante para todas las empresas, debido a que mantienen una responsabilidad social con el medio ambiente, y cuyo enfoque es la disminución de cantidad y tamaño de los rellenos sanitarios. En definitiva se debe cambiar la forma de comportarse con el medio ambiente y transmitir compromiso con el mismo; con esta idea, la empresa precisa un cambio que radica en la actitud positiva para ayudar poco a poco a resolver un problema que involucra a todos.

Utilizar el reciclaje con el ánimo de evitar la eliminación descontrolada, así como considerar al residuo como una materia prima aprovechable, ya sea en los desechos generados en el taller o en las devoluciones de producto, es una de las principales actuaciones que desea tener la empresa. Para aplicar los principios antes mencionados se describe a continuación el procedimiento propuesto para cada material que se pueda reciclar:

- El aceite usado: se conoce que es recolectado por pequeños intermediarios que generalmente no tienen una preparación técnica ni medios para un eficaz tratamiento, acopio y traslado del mismo. Gran parte de este producto lo revenden para su quema en lugares como calderas artesanales, hornos de cerámica, pequeñas fundidoras y aquellos lugares donde se necesita un combustible de alto valor energético, en donde las temperaturas no se controlan, por lo que no existe seguridad de que las emisiones no sean dañinas.
- El cemento: en este caso se detallan las devoluciones de sacos durante los meses de mayo de 2011 hasta abril de 2012, que al ser transportados sufren de algún daño. Como se puede observar, en los meses de mayo a

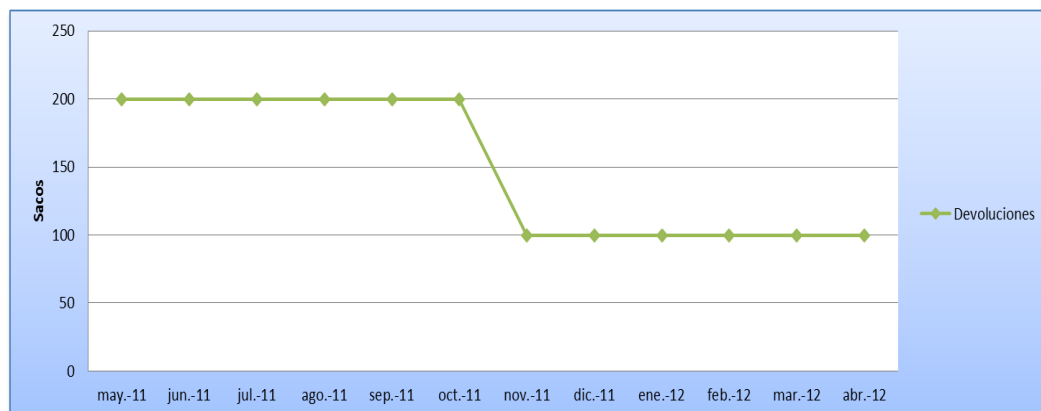
octubre de 2011 las devoluciones son mayores debido a que las lluvias de esta época provocan que se humedezcan más fácilmente los sacos, a diferencia de los meses de noviembre de 2011 hasta abril de 2012, en donde los retornos de producto dañado disminuyen y las causas son por el mal estado de las carreteras.

Tabla XX. **Devoluciones sacos de cemento de mayo de 2011 a abril de 2012**

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
sacos	40	40	20	20	25	10	20	8	10	15	6	10
	10	30	30	20	25	30	10	8	24	25	6	20
	30	15	15	40	10	30	20	4	14	10	20	10
	20	15	30	10	40	20	10	20	16	5	30	10
	20	10	25	40	60	10	7	5	6	5	5	5
	40	40	20	20	10	40	3	15	20	30	5	5
	25	30	40	20	10	30	15	10	6	3	18	25
	15	20	20	30	20	30	15	30	4	7	10	15
Total	200	200	200	200	200	200	100	100	100	100	100	100

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Sacos de cemento devueltos entre mayo de 2011 a abril de 2012**



Fuente: elaboración propia.

Por cada saco de cemento dañado la empresa debe de pagar un costo de Q30.00. Se da a conocer el valor monetario de los retornos de cemento mensualmente. La propuesta es el reciclaje de los sacos mediante la venta inmediata a construcciones para que lo utilicen rápidamente y se pueda aprovechar el cemento humedecido; el precio para la venta de cada saco de cemento es de Q15.00. Se detalla también la cantidad de dinero a recibir por motivo de esta venta. Para conocer el valor real a pagar por los sacos devueltos se hace una diferencia entre el costo a pagar y el valor recuperado por la venta de cada saco.

Tabla XXI. Costo por sacos de cemento dañados

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
sacos	600.00	240.00	300.00	450.00	180.00	300.00	1,200.00	1,200.00	600.00	600.00	750.00	300.00
	300.00	240.00	720.00	750.00	180.00	600.00	300.00	900.00	900.00	600.00	750.00	900.00
	600.00	120.00	420.00	300.00	600.00	300.00	900.00	450.00	450.00	1,200.00	300.00	900.00
	300.00	600.00	480.00	150.00	900.00	300.00	600.00	450.00	900.00	300.00	1,200.00	600.00
	210.00	150.00	180.00	150.00	150.00	150.00	600.00	300.00	750.00	1,200.00	1,800.00	300.00
	90.00	450.00	600.00	900.00	150.00	150.00	1,200.00	1,200.00	600.00	600.00	300.00	1,200.00
	450.00	300.00	180.00	90.00	540.00	750.00	750.00	900.00	1,200.00	600.00	300.00	900.00
	450.00	900.00	120.00	210.00	300.00	450.00	450.00	600.00	600.00	900.00	600.00	900.00
Total	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q6,000.00	Q6,000.00	Q6,000.00	Q6,000.00	Q6,000.00	Q6,000.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Valor recuperado por venta de sacos de cemento

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
Quetzales	300.00	120.00	150.00	225.00	90.00	150.00	600.00	600.00	300.00	300.00	375.00	150.00
	150.00	120.00	360.00	375.00	90.00	300.00	150.00	450.00	450.00	300.00	375.00	450.00
	300.00	60.00	210.00	150.00	300.00	150.00	450.00	225.00	225.00	600.00	150.00	450.00
	150.00	300.00	240.00	75.00	450.00	150.00	300.00	225.00	450.00	150.00	600.00	300.00
	105.00	75.00	90.00	75.00	75.00	75.00	300.00	150.00	375.00	600.00	900.00	150.00
	45.00	225.00	300.00	450.00	75.00	75.00	600.00	600.00	300.00	300.00	150.00	600.00
	225.00	150.00	90.00	45.00	270.00	375.00	375.00	450.00	600.00	300.00	150.00	450.00
	225.00	450.00	60.00	105.00	150.00	225.00	225.00	300.00	300.00	450.00	300.00	450.00
Total	Q1,500.00	Q1,500.00	Q1,500.00	Q1,500.00	Q1,500.00	Q1,500.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00

Fuente: elaboración propia.

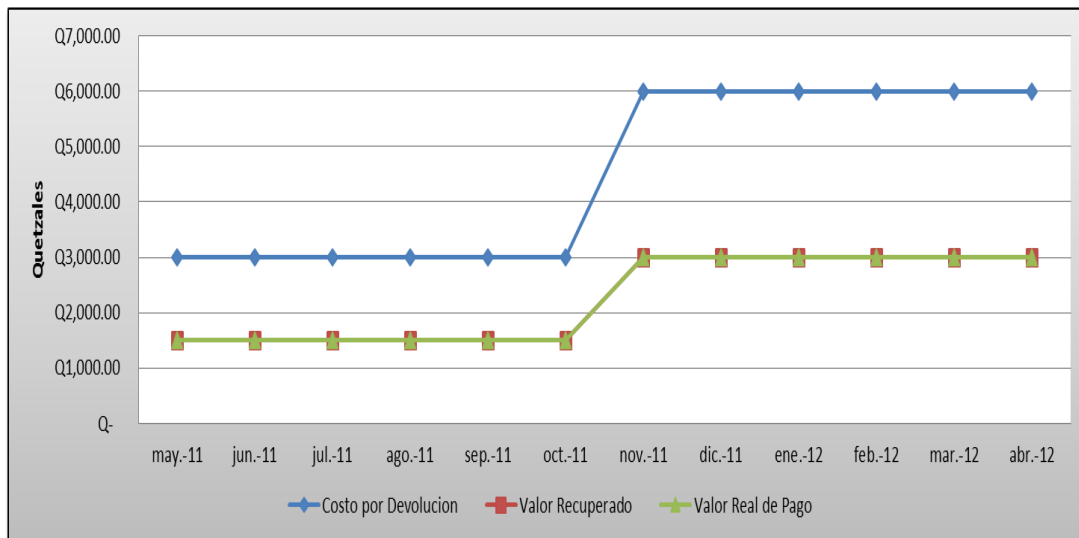
Tabla XXIII. Valor real a pagar por devolución del cemento

	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12
Q	300.00	120.00	150.00	225.00	90.00	150.00	600.00	600.00	300.00	300.00	375.00	150.00
u	150.00	120.00	360.00	375.00	90.00	300.00	150.00	450.00	450.00	300.00	375.00	450.00
e	300.00	60.00	210.00	150.00	300.00	150.00	450.00	225.00	225.00	600.00	150.00	450.00
t	150.00	300.00	240.00	75.00	450.00	150.00	300.00	225.00	450.00	150.00	600.00	300.00
z	105.00	75.00	90.00	75.00	75.00	75.00	300.00	150.00	375.00	600.00	900.00	150.00
a	45.00	225.00	300.00	450.00	75.00	75.00	600.00	600.00	300.00	300.00	150.00	600.00
i	225.00	150.00	90.00	45.00	270.00	375.00	375.00	450.00	600.00	300.00	150.00	450.00
e	225.00	450.00	60.00	105.00	150.00	225.00	225.00	300.00	300.00	450.00	300.00	450.00
s												
Total	Q1,500.00	Q1,500.00	Q1,500.00	Q1,500.00	Q1,500.00	Q1,500.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00	Q3,000.00

Fuente: elaboración propia.

Luego de establecer estos tres valores se muestran los totales mensualmente, para comparar el costo por saco de cemento dañado, el valor por la venta del mismo y la diferencia entre los dos antes mencionados, para constituir el pago real por la devolución del producto.

Figura 18. Pago de sacos de cemento devueltos



Fuente: elaboración propia.

Al vender los sacos de cemento dañado para su reciclaje se obtiene una ventaja económica debido a que se pagaría solamente la mitad del costo por saco retornado.

4.3.1.6. Incineración

La incineración de productos peligrosos o no peligrosos puede producir emisiones de sustancias que contaminan el agua, suelo y atmósfera, generando efectos nocivos para la salud humana. Este proceso se puede llevar a cabo como una de las últimas opciones para el manejo de residuos, debido a los daños que puede ocasionar.

Para esta investigación se propone la incineración como una opción para el manejo de los desechos producidos en el área de mantenimiento de los camiones, enfocándose en las llantas usadas que se pueden trasladar a una fábrica de cementos para ser utilizadas como combustible.

Otra opción con la que puede contar MOVITSA S. A. para que tengan un manejo adecuado las llantas usadas es la donación de estos residuos a empresas de reciclaje, como es el caso de EZ HOME que ofrece un servicio de manejo integral adecuado de desechos de llantas para todas aquellas instituciones responsables con el medio ambiente.

EZ HOME distribuye la materia prima para infraestructura deportiva, diseño y construcción de canchas deportivas (los productos se muestran en los anexos). Estas opciones se pueden considerar antes de solo incinerar las llantas en cualquier vertedero.

4.3.1.7. Vertedero

Cuando ya se han agotado las posibilidades de una mejor disposición final de los residuos, la última opción es el vertedero. Para mencionar los productos que se llevan al vertedero, se estudiaron anteriormente todas las opciones para un manejo adecuado de los desechos.

Los desechos del taller que se sugieren debido a no tener otra opción más que el vertedero son:

- Filtros de aceite
- Fajas de hule

4.3.2. Recursos a utilizar

Para llevar a cabo la propuesta que se describe en esta investigación se requiere de determinados recursos que serán útiles; estos se definen de acuerdo con otros estudios realizados con anterioridad en empresas que están interesadas en la ayuda al medio ambiente y que también lo ven como una responsabilidad social por parte de la empresa.

Otro aspecto importante referente a los recursos es todo lo correspondiente a las restricciones de capacidad por parte de la empresa, a la inconstancia y a las oportunidades de integración de los diferentes procesos logísticos.

4.3.2.1. Tiempo para la implementación

El tiempo no se puede estimar por completo debido a que la empresa lo puede implementar de acuerdo con su capacidad económica, a los recursos humanos que posea y a la disposición de terceras partes implicadas en los procesos. Este manejo adecuado de residuos puede implementarse poco a poco, conforme se busquen las oportunidades y se prioricen los procedimientos que sean de urgencia y de los cuales se obtengan mayores beneficios.

Se incluye un cronograma de actividades para comenzar el plan, con la finalidad de que se dé inicio a la propuesta para apoyar en la presentación, y una capacitación de los trabajadores sobre cómo se deben separar los residuos, almacenar si así lo requiere, su traslado y una supervisión para saber que todo vaya bien.

Tabla XXIV. **Cronograma de inicio de actividades**

CRONOGRAMA	MARZ				ABRIL				MAY				JUN				JUL				AGOS				SEPT				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Dar a conocer el proyecto en cada área																																								
Entrega de material y equipo en cada área																																								
Capacitación en cada área																																								
Seguimiento del proyecto																																								

Fuente: elaboración propia.

4.3.2.2. Recursos humanos

Los principales implicados en llevar a cabo esta propuesta son los directivos de la empresa, porque deben tener el conocimiento y disposición para implementar el plan; también deben participar los trabajadores de la empresa como personal de limpieza, mecánicos del taller, pilotos de los camiones y personal administrativo ya que todos en conjunto deben trabajar para implementar este plan.

Al presentar la propuesta al dueño de la empresa, se debe anotar cuáles ideas se autorizan llevar a cabo, para luego comunicar a los trabajadores los beneficios ambientales, y cuando sea aplicable, la ayuda económica que pueda tener esta propuesta.

Para dar a conocer las ideas al personal de la empresa se debe hacer primero un taller en donde se exponga la problemática que actualmente se vive en los vertederos, con el fin de crear conciencia social en los empleados para luego mostrar de qué manera la empresa va a colaborar con el ambiente al aplicar esta propuesta, definir cuál será su relación dentro de este proceso y en cuánto tiempo se estima llevarlo a cabo por completo.

Luego de puesto en marcha el proceso es necesario que exista una retroalimentación con el personal involucrado y dar a conocer los avances por medio de fotos y una breve exposición en reuniones una vez al mes, de forma sencilla y en donde se puedan aceptar sugerencias para futuras mejoras.

4.3.2.3. Estrategia auténtica

Existen diversas formas de reciclar los desechos y se pueden mencionar ideas alternativas, más innovadoras para la gestión de residuos. Al momento en que MOVITSA S. A. venda los residuos a la municipalidad de Mixco colaboraría en llevar a cabo ciertos proyectos que se proponen a continuación, esto con la finalidad de mostrarse como colaborador de estos proyectos y dar una imagen de una empresa que ayuda al medio ambiente y de esta forma darse a conocer en otros lugares, como una estrategia de mercado.

Los productos que se reciclan pueden ser usados para desarrollar talleres en comunidades de escasos recursos como una fuente alterna de trabajo:

- Reutilizar los productos como el cemento humedecido ya hecho piedra, para rodear parques y delimitar áreas dentro de parques públicos.
- Reutilizar el piso quebrado empleándolo de manera artística, promoviéndolo como una nueva técnica para decoración de pisos.
- Usar el piso quebrado para formar sillas, mesas, las partes del respaldo y el asiento; esto es un trabajo más artesanal.
- Reutilizar el acero realizando productos innovadores como sillas hechas de acero, lámparas, entre otros.
- Proponer clases en las cuales se enseñe a reutilizar los neumáticos en mal estado para elaborar carteras, cinchos, mesas, entre otros.

Lo que se pretende es mostrar estas ideas a la municipalidad de Mixco para que lo tomen en cuenta para futuros proyectos y de esta manera ayudar al medio ambiente.

4.3.2.4. Nivel aceptable de beneficios

Los beneficios que pueda obtener la empresa van directamente relacionados con la importancia de ayudar al medio ambiente, de mostrar una imagen de conciencia ambiental por parte de MOVITSA S. A., y obtener nuevos clientes que son más exigentes con el tema del medio ambiente. Además se obtienen beneficios económicos que llevan consigo la aplicación de ciertos cambios propuestos en esta investigación de logística inversa.

4.3.2.5. Supervisión del sistema

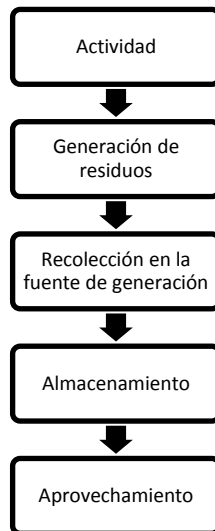
Para tener una adecuada supervisión de los procedimientos se elaboran dos hojas de control en donde se describen los puntos considerados relevantes para el correcto manejo de los desechos y llevar un registro de los mismos.

En los apéndices se muestran estas hojas de control, con el fin de obtener la información deseada.

4.3.3. Procesos

Tomando como referencia los diagramas de operación de la empresa que describen los procesos para gestionar los productos se elaborarán nuevos diagramas implementando mejoras para la gestión de diversos procesos que colaboran con la logística reversa. En general se puede representar con la siguiente figura lo que se propone que represente el manejo de residuos:

Figura 19. **Esquema del manejo de residuos**



Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/356/1/CD-0771.pdf>.

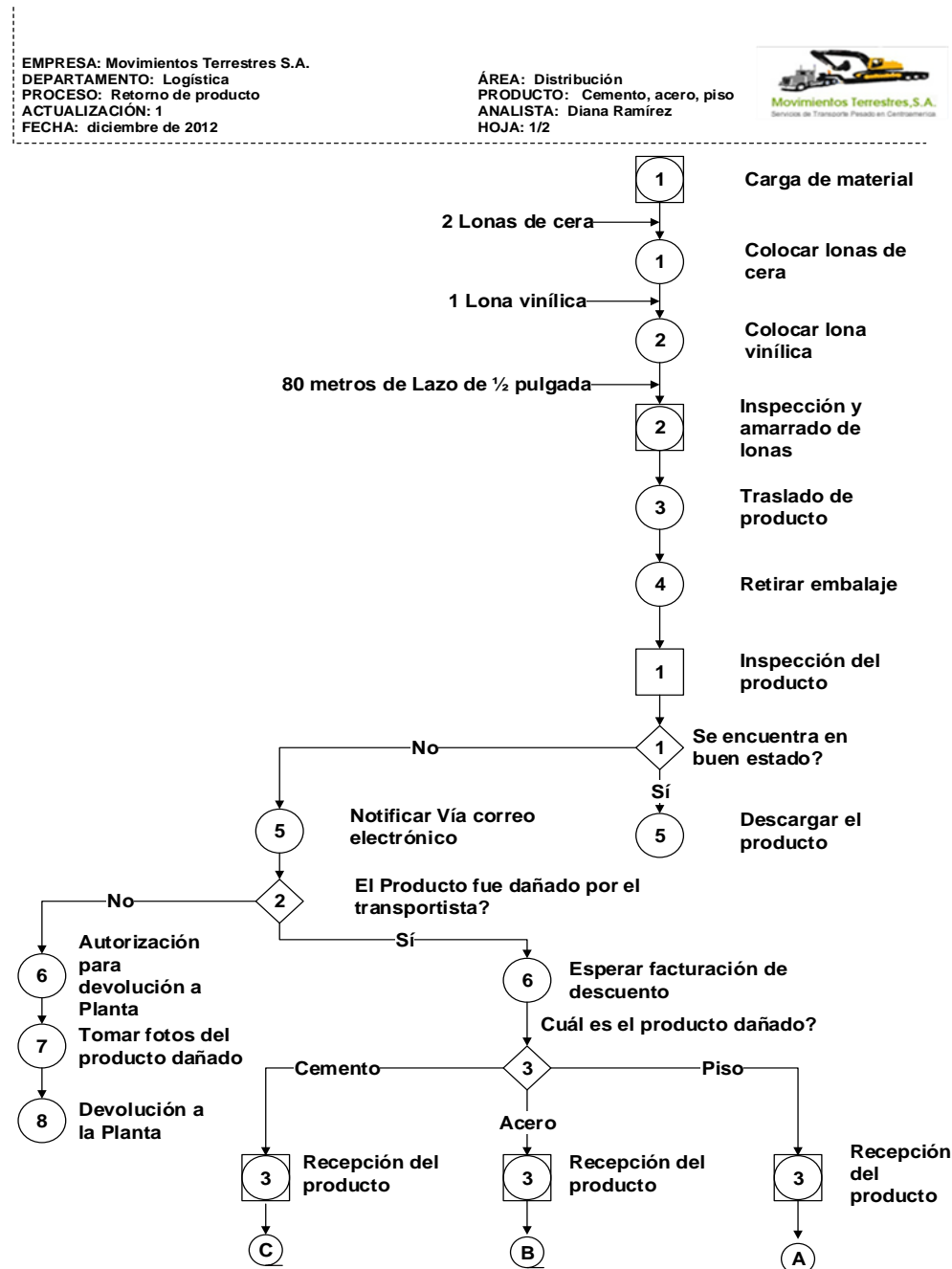
Consulta: octubre de 2013.

4.3.3.1. Proceso para gestionar el producto en mal estado

Cuando se devuelve producto a la empresa se procede a tomar distintas decisiones, basándose en el estado en el que se encuentra el producto; luego de haber realizado el análisis antes mencionado se procede a realizar una mejora en el diagrama de proceso actual de la empresa. Anteriormente se tenía un diagrama de proceso por cada producto, ahora en un solo diagrama se representa el procedimiento a seguir para cuando existe un retorno de producto; esto con la finalidad de aplicar los conocimientos de logística inversa en este tipo de causa y para facilitar el reconocimiento de los pasos a seguir, de acuerdo con las circunstancias suscitadas en cada caso.

El diagrama de operación se da a conocer en la figura siguiente.

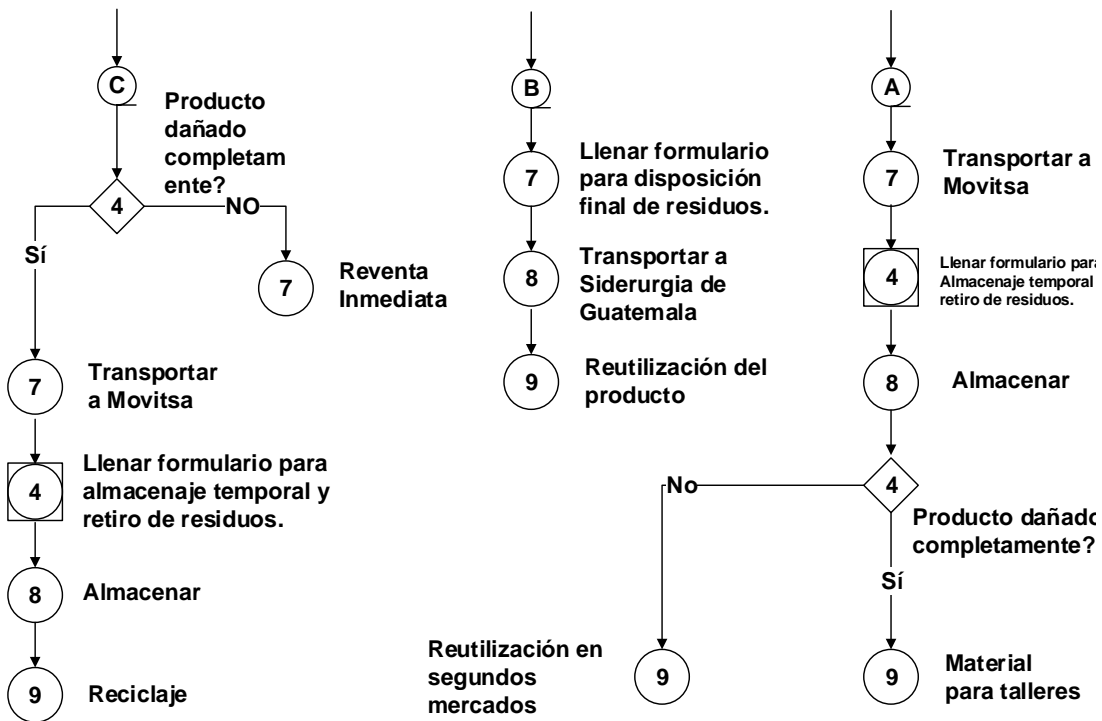
Figura 20. Diagrama mejorado de los productos devueltos



Continuación de la figura 20.

EMPRESA: Movimientos Terrestres S.A.
 DEPARTAMENTO: Logística
 PROCESO: Retorno de producto
 ACTUALIZACIÓN: 1
 FECHA: diciembre de 2012

ÁREA: Distribución
 PRODUCTO: Cemento, acero, piso
 ANALISTA: Diana Ramírez
 HOJA: 2/2

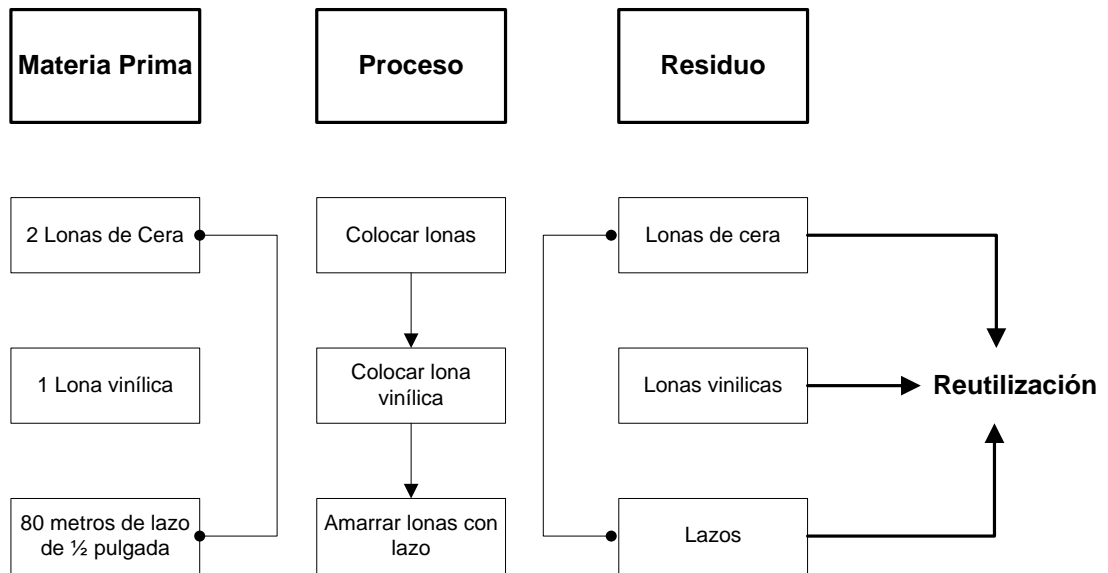


Fuente: elaboración propia.

4.3.3.2. Proceso para gestionar los desechos del embalaje

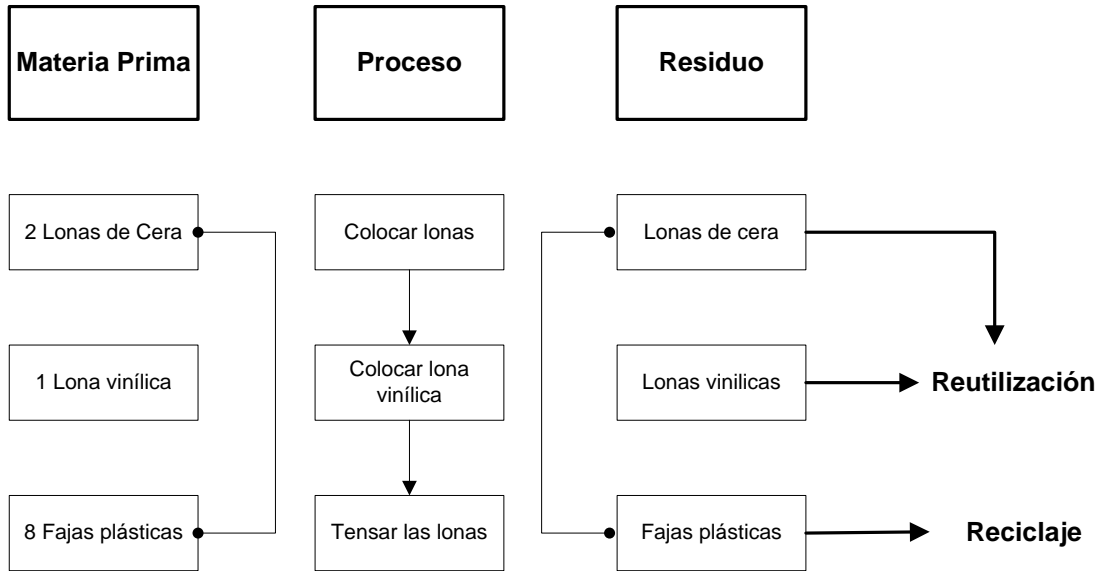
En las siguientes figuras se muestra para el cemento, acero y piso, qué materiales se utilizan para el embalaje, cómo es el procedimiento para el embalaje, los desechos que se generan, y lo más importante: la propuesta para gestionar estos desechos.

Figura 21. **Propuesta para gestionar los desechos del embalaje del cemento**



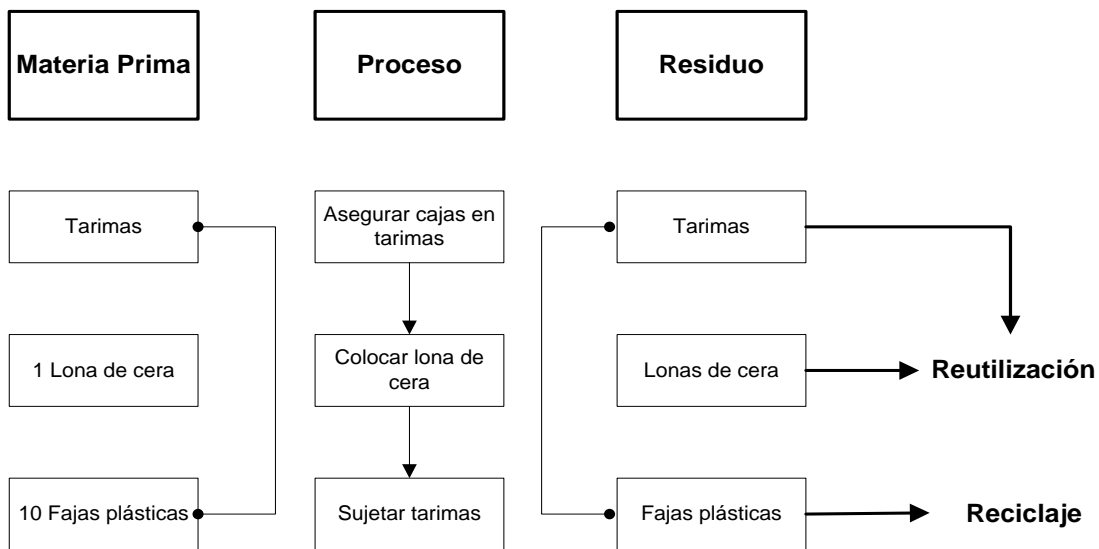
Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

Figura 22. **Propuesta para gestionar los desechos del embalaje del acero**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

Figura 23. **Propuesta para gestionar los desechos del embalaje del piso**

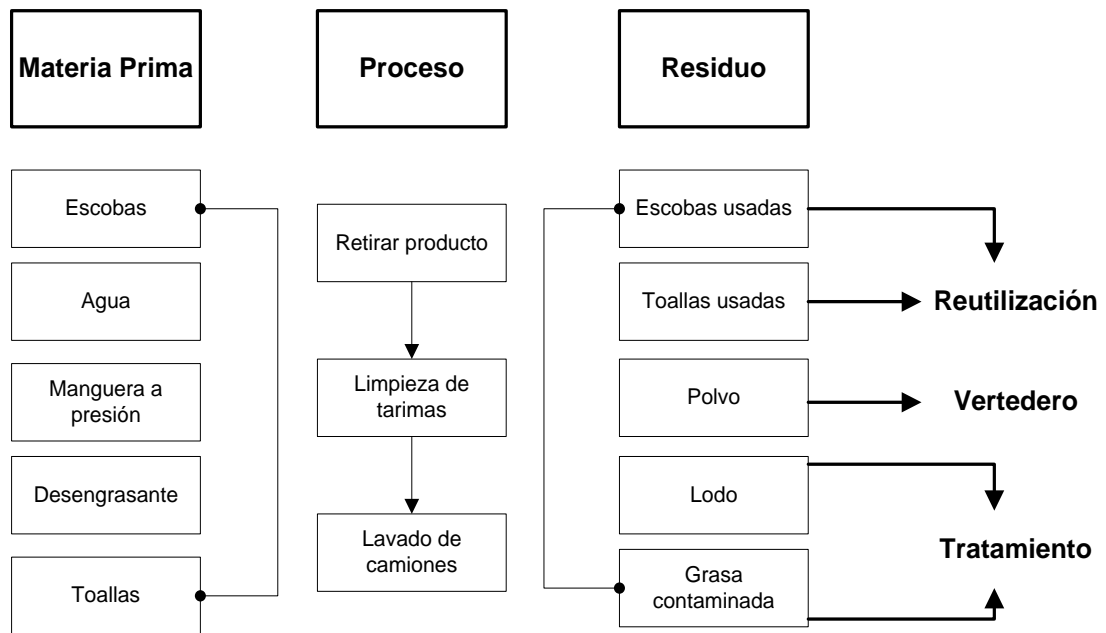


Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

4.3.3.3. Proceso para gestionar los residuos de los productos transportados

Los productos transportados se refieren a todo el desecho que se queda en las plataformas y lo que se tiene que limpiar luego de la descarga del producto. En la siguiente figura se describe el procedimiento del lavado de los camiones y la propuesta de los procesos a realizar con los desechos producidos en la limpieza.

Figura 24. **Propuesta para gestionar los desechos de los productos transportados**

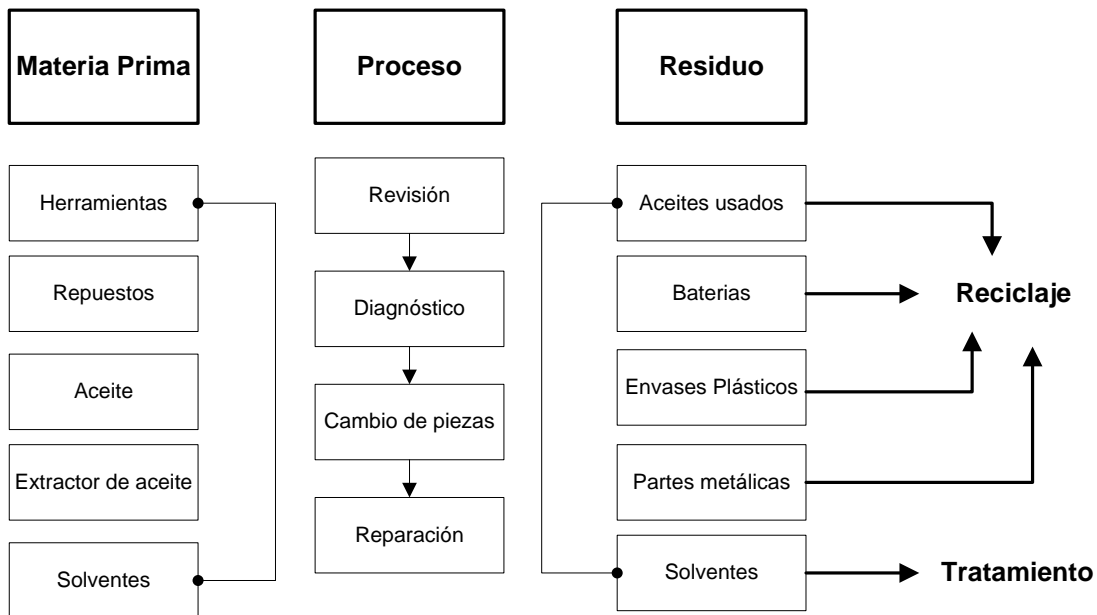


Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

4.3.3.4. Proceso para gestionar los desechos del área de mantenimiento de los camiones

Todos los camiones reciben su mantenimiento preventivo de acuerdo con los kilómetros recorridos y a la planificación del personal encargado. Luego de cada mantenimiento se generan diversos desechos que requieren de un procedimiento específico para su manejo adecuado, el cual se sugiere en la siguiente figura.

Figura 25. Propuesta para gestionar los desechos del área de mantenimiento de los camiones



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por MOVITSA S. A.

5. PROPUESTA DEL USO DE TECNOLOGÍA RESPETUOSA CON EL MEDIO AMBIENTE

5.1. Tecnologías amigables con el medio ambiente aplicables al servicio de transporte

Al transporte se le atribuye gran parte de la contaminación, emisión de gases y de partículas dañinas para el medio ambiente. Es necesario que se utilicen tecnologías amigables con el medio ambiente y que se apliquen correctamente al servicio de transporte, para que exista una disminución en la contaminación actual generada por los vehículos.

Esta empresa dedicada al servicio de transporte ve un interés en utilizar tecnología que colabore con el medio ambiente; sabiendo que Guatemala está generando biocombustibles es factible la utilización de cierto porcentaje de biodiésel en sus camiones, siempre y cuando se cumpla con los requerimientos necesarios para su uso, por ello se presentan primero los tipos de biocombustible, para luego definir cuál es el que mejor se adapta a los motores de los camiones de la empresa.

Además del uso de combustibles alternos en los motores diésel se puede agregar la propuesta de utilizar llantas ecológicas nuevas en el mercado; siendo uno de sus componentes el aceite de girasol que proporciona un alto rendimiento al hule para neumáticos y conjuntamente tiene otros beneficios por los cuales ha sido escogida, que serán descritos con mayor detalle a continuación.

5.1.1. Aplicación de biodiésel a motores

Se le llama biodiésel a un éster (similar al vinagre) que se puede obtener de distintos tipos de aceites o grasas animales o vegetales. Se hace uso de un proceso llamado tranesterificación para fabricarlo; los aceites emanados orgánicamente se combinan con el alcohol (etanol o metanol) y son químicamente alterados para formar ésteres grasos, como etil o metiléster.

El mezclar la gasolina con el etanol no es un tema nuevo, porque con la emisión del Decreto-Ley 17-85, Ley de alcohol carburante se pretende que el parque vehicular nacional utilice una mezcla de gasolina con el cinco por ciento de etanol (E5) que a la fecha no se cumple. Además, en el 2008 la Organización de Estados Americanos (OEA) recomendó que para el 2012 Guatemala inicie con el uso paulatino de etanol y biodiésel en su flota vehicular, para llegar a un E10 y un cinco % de biodiésel. La propuesta no tomó interés alguno en el país.

Según un estudio realizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Guatemala ha sido calificado como país idóneo para la producción de biocombustibles, un tema de gran importancia en la actualidad, en el cual se podría optar como una oportunidad de crecimiento económico para el país.

Es adecuado definir cuáles opciones de materia prima existen actualmente para la elaboración de biocombustibles, cuáles se utilizan en Guatemala y si es factible su producción.

5.1.2. Tipos de biodiésel según la materia prima utilizada

El biodiésel es un combustible sustituto del gasoil para motores diésel, el cual puede ser producido a partir de materias primas agrícolas como aceites vegetales vírgenes o usados y/o grasas animales. El biodiésel posee las mismas propiedades del combustible diésel empleado como combustible para automóviles o camiones y puede ser mezclado en cualquier proporción con el diésel obtenido de la refinación del petróleo. A continuación se describen los tipos de biodiésel según la materia prima a utilizar.

5.1.2.1. RME (éster metílico de aceite de colza)

Existen diferentes tipos de contaminación; algunos de ellos son: *Brassica napus* (canola o colza) es de los primeros cultivos aprovechados por el hombre. Se ha expandido desde India hasta Europa, ya que es de las pocas especies oleaginosas apta para ser cultivada en zonas templadas y frías. Se utilizó principalmente como aceite industrial y para iluminación. La siguiente figura muestra la planta de colza.

Figura 26. La colza



Fuente: <http://www.ecoargentina.org/salud-alimentos/colza.htm>.

Consulta: octubre de 2013.

Es un aceite de textura viscosa y color pardoscuro antes de llegar a ser refinado es el principal aceite de uso alimentario utilizado para la cocina y la fabricación de comida en países europeos como Alemania, España, entre otros.

En 1985 en Silberberg (Australia) se construyó la primera planta piloto productora de RME (Rapeseed Methyl Éster, metil- éster aceite de semilla de colza). La materia prima supuesta para el biodiésel son los excedentes de producción de un aceite de semillas oleaginosas convencionales; en su mayoría esta materia prima que se produce en Europa es utilizada para biodiésel.

5.1.2.2. SME (éster metílico de aceite de soja o girasol)

- *Glycine max* (soja): la soja se originó en Asia hace aproximadamente 5000 años. Es la oleaginosa de mayor importancia en el mundo. Su alto valor económico radica en la calidad de su aceite y pasta proteica, que son industrializados en otros productos de valor agregado. La soja se desarrolla óptimamente en regiones cálidas y tropicales. En los últimos años se ha incrementado el uso del aceite de soja para la producción de biodiésel.
- *Helianthus annus L.* (girasol): es procedente del oeste de Norte América y norte de México, territorio en el cual aún crece en forma silvestre, pero se apropia fácilmente a diferentes climas. Hoy se cultiva en los cinco continentes. El girasol se utiliza primordialmente para la producción de aceite, pero también como ornamentales, alimentación de aves, entre otros. Se considera un producto de alta calidad por mostrar un bajo porcentaje de ácidos grasos saturados y un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados.

5.1.2.3. PME (éster metílico de aceite de palma)

Elaeis guineensis (palma aceitera o palma africana): es una palmera tropical que crece en climas cálidos en la franja ecuatorial de la Tierra y puede llegar a crecer desde 8,3 hasta 20 m de altura. Se puede obtener aceite de dos fuentes:

- Fruto (aceite de palma)
- Almendra (aceite de almendra/palmiste)

Ambos tienen propiedades físicas y químicas diferentes. El ciclo de producción comienza en el tercer año y alcanza el máximo de producción entre los siete y diez años.

Su aceite puede ser utilizado para diversos productos (aceites, margarinas, jabones, entre otros). Sin embargo, su demanda ha aumentado significativamente, ya que se puede emplear como materia prima para la producción de biodiésel a un buen costo y rendimiento. En América Latina, los principales productores son Colombia, Ecuador, Costa Rica, Honduras y Guatemala.

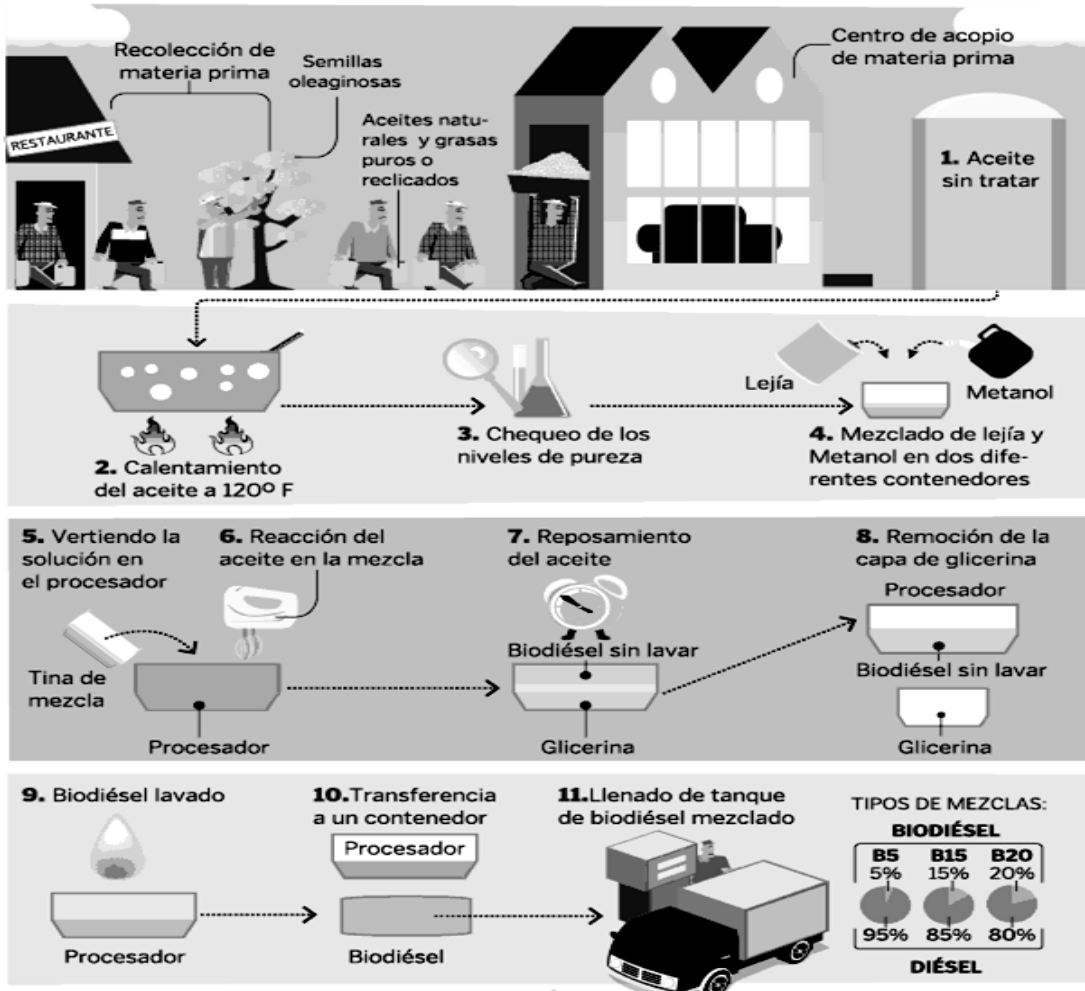
5.1.2.4. FAME (éster metílico de ácidos grasos)

Un éster metílico de ácidos grasos abreviado como FAME del inglés *fatty acid methyl esters*. Son un tipo de éster de ácido graso que puede ser producido por la reacción catalizadora por álcali a partir de grasas o ácidos grasos y metanol. Cuando se utiliza esta materia prima para biodiésel se conoce como un combustible diésel renovable comúnmente llamado FAME en la comunidad europea.

Está hecho a partir de grasas animales, aceites vegetales o grasas recicladas de restaurantes. Existen diversas formas para la recolección de las materias primas y su proceso de transformación en biodiésel; en las siguientes figuras se describen los métodos para generar biodiésel en Guatemala:

Figura 27. Producción renovable e independiente

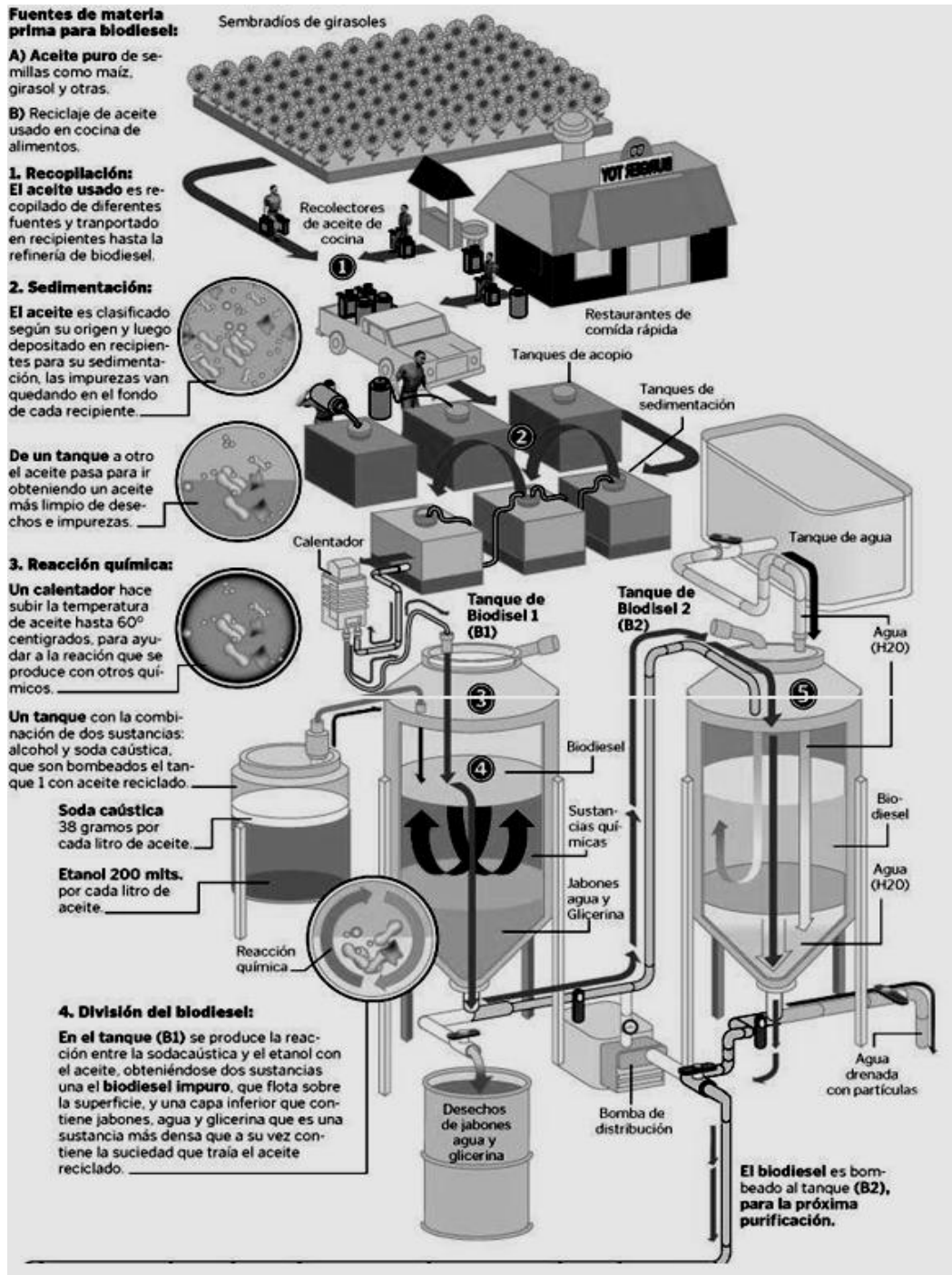
Se puede producir de toda planta o semillas oleaginosas (que contengan aceite), aceite virgen, aceite reciclado, grasas animales y vegetales.



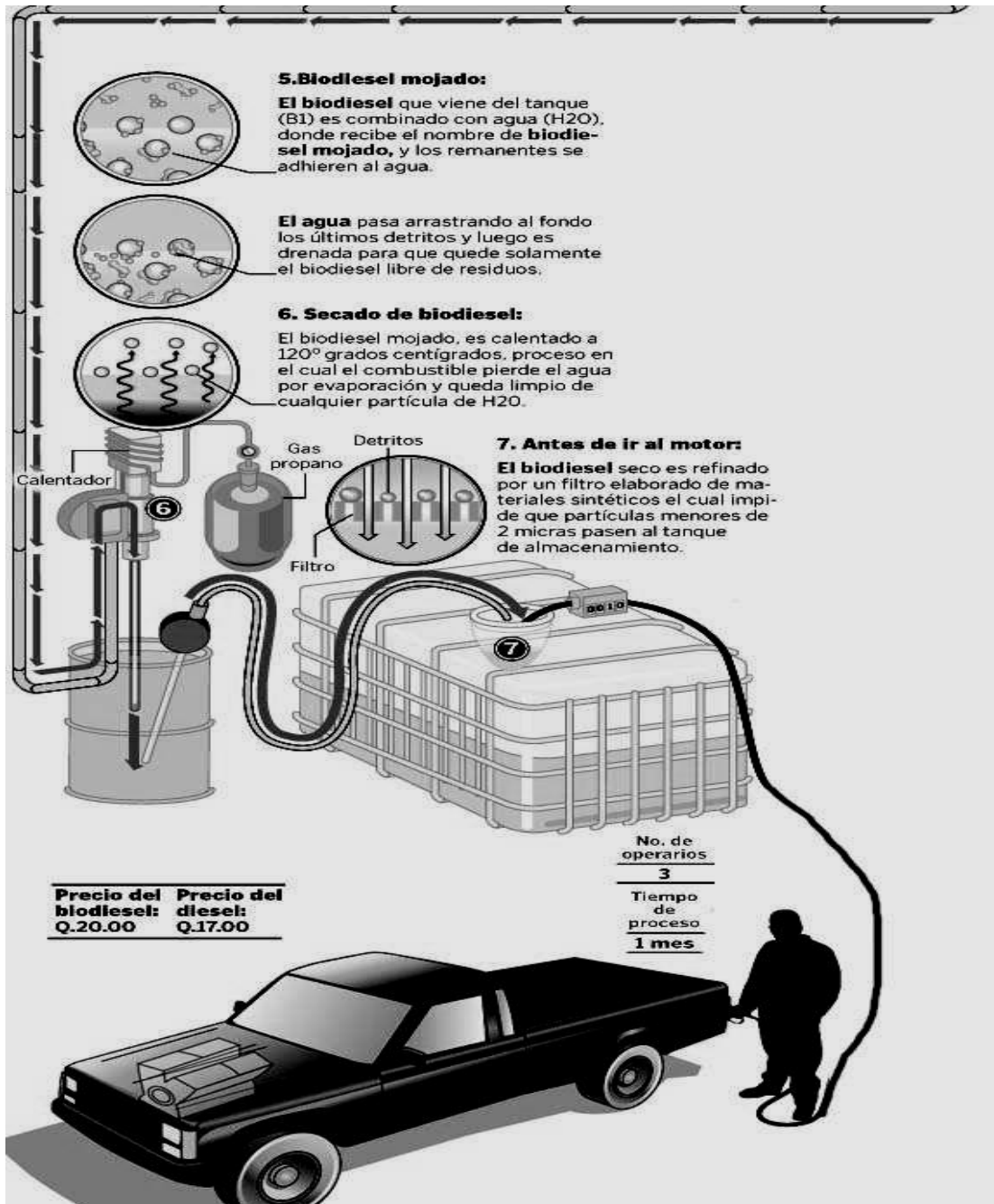
Fuente: http://mundoymotor.com/No.176_0048_08_2012/mym_1127201144713.htm.

Consulta: septiembre de 2013.

Figura 28. Proceso para producir biodiésel



Continuación de la figura 28.



Fuente: <http://www.mundoyomotor.com/mm112/1071283122931.htm>. Consulta: septiembre de 2013.

5.1.3. Similitud entre biodiésel y el diésel de origen fósil

Tomando en cuenta al medio ambiente como factor importante en la actualidad se puede decir que se ha creado uno (biodiésel) para sustituir al otro (diésel de origen fósil), incluyendo características muy diferentes con la finalidad del mejoramiento continuo del combustible. Ambos difieren totalmente uno del otro desde su proceso de producción en el caso del biodiésel, y el refinamiento cuando se refiere al diésel, las características de cada uno, hasta el comportamiento dentro de un motor de combustión interna.

5.1.4. Mediciones de porcentajes de biodiésel y diésel de origen fósil

El biodiésel se puede usar puro o mezclado con el diésel en cualquier proporción. Para una definición técnica del biodiésel y de la mezcla de este, se puede tomar la que utiliza la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés). De acuerdo con esta institución se definen de la manera siguiente:

- Biodiésel, n: es un combustible compuesto de ésteres monoalcalinos de ácidos grasos de cadenas largas, derivados de aceites vegetales o grasas animales denominados B100 y que cumplen los requerimientos de la ASTM D 6751.
- Biodiésel mezcla, n: se refiere a una mezcla de biodiésel (como fue definido anteriormente) con el diésel derivado del petróleo y denominado BXX, donde XX representa el porcentaje del volumen de biodiésel en la mezcla. Por ejemplo: B20 significa una mezcla con 20 % de biodiésel y 80 % de diésel derivado del petróleo.

De acuerdo con investigaciones realizadas, el B20 (veinte por ciento de biodiésel y ochenta por ciento de diésel), ha demostrado beneficios ambientales significativos.

5.1.4.1. Cambios necesarios

Todos los vehículos con motor diésel pueden utilizar este carburante ecológico sin necesidad de hacerle cambios, debido a que las propiedades son similares al combustible diésel del petróleo, por lo que pueden mezclarse ambos en cualquier proporción, sin ningún tipo de problema.

En un motor diésel se puede utilizar el biodiésel con pequeños o ningún cambio es recomendable empezar con mezclas del cinco por ciento y luego ir aumentando el porcentaje, siempre y cuando no sea un porcentaje superior a cuarenta por ciento. Para mezclas mayores a un B40 muy probable se deban hacer algunos cambios en mangueras, empaques inclusive algunos componentes de la bomba de combustible.

Se recomienda una mezcla porque los aceites vegetales que se utilizan como materia prima para la producción de biodiésel tienen la particularidad de disolver la goma y el caucho, materiales empleados en la fabricación de los conductos y las juntas del sistema de alimentación de los vehículos por lo que con el uso prolongado de biodiésel al cien por ciento, se podrían llegar a degradar dichos conductos, produciendo algún poro o pérdida de combustible.

5.1.4.2. Funcionamiento

El biodiésel ha demostrado de acuerdo con estudios que mejora el funcionamiento del vehículo con más lubricidad y la reducción de emisiones,

sabiendo que actúa de la misma manera que el diésel de origen fósil, es decir a la hora de la explosión produce una cantidad de trabajo similar a la del diésel.

Además es simple de utilizar, biodegradable, no tóxico y esencialmente libre de sulfuro y de compuestos aromáticos, que ayudan a un mejor funcionamiento del vehículo. Otra ventaja al utilizar el biodiésel es su poder disolvente que hace que no se produzca carbonilla ni se obstruyan los conductos y mantiene limpio el motor.

5.1.4.3. Rendimiento y desempeño

Según pruebas realizadas por distintos investigadores el uso de biodiésel en camiones mejora el rendimiento y alarga la vida del motor y de sus componentes, en especial los que están en contacto con el combustible, debido a su alto poder lubricante: reduce la fricción, el desgaste y el ruido y mejora la combustión al optimizar la potencia de la mecánica.

5.1.4.4. Resultados

Existen muchas pruebas realizadas en motores diésel en distintas partes del mundo y la mayoría concluye que no hay ningún inconveniente en mezclar el diésel con el biodiésel en lo referente a rendimiento, calidad del combustible, cambios en los vehículos, entre otros. El problema principal que se puede generar al usar un biodiésel al cien por ciento es que no exista la cantidad necesaria de biodiésel en el mercado, por la razón de que no es un producto muy comercializado actualmente en el país. La mejor opción es la utilización de un porcentaje entre el cinco al treinta por ciento de biodiésel para hallarse el suministro preciso que los clientes soliciten.

5.1.5. Comparación entre camiones con diésel y biodiésel

La siguiente imagen muestra una comparación entre las emisiones contaminantes de un motor diésel funcionando con combustible tradicional con veinte por ciento de biodiésel y con cien por ciento diésel, tomado de investigaciones realizadas, figura 29.

Tabla XXV. **Comparación de B20 con B100**

Tipo de emisión	B-100 (sin corte)	B-20 (corte al 20%)
Hidrocarburos totales sin quemar (HC)	-68	-14
Monóxido de carbono (CO)	-44	-9
Partículas en suspensión (PM)	-40	-8
Sulfatos	-100	-20
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	-80	-13
Hidrocarburos aromáticos policíclicos nitrogenados (nPAH)	-90	-50
Potencial de destrucción de la capa de ozono	-50	-10
Óxidos de nitrógeno (NOx)	+6	+1

Fuente: <http://www.biodiésel.org/>. Consulta: 23 de enero de 2013.

5.1.6. Beneficios

Los beneficios que trae consigo el uso de biodiésel son muchos; sin embargo, para efectos de esta investigación se mencionan los beneficios ambientales y de costos que son los más importantes según este estudio.

5.1.6.1. Ambientales

Actualmente los principales contaminantes de escape generadores de smog son los hidrocarburos no quemados y óxidos de nitrógeno. El uso de biodiésel da como resultado una reducción sustancial de hidrocarburos no quemados. Las emisiones de óxidos de nitrógeno son ligeramente reducidos en función del ciclo de trabajo de los métodos del motor.

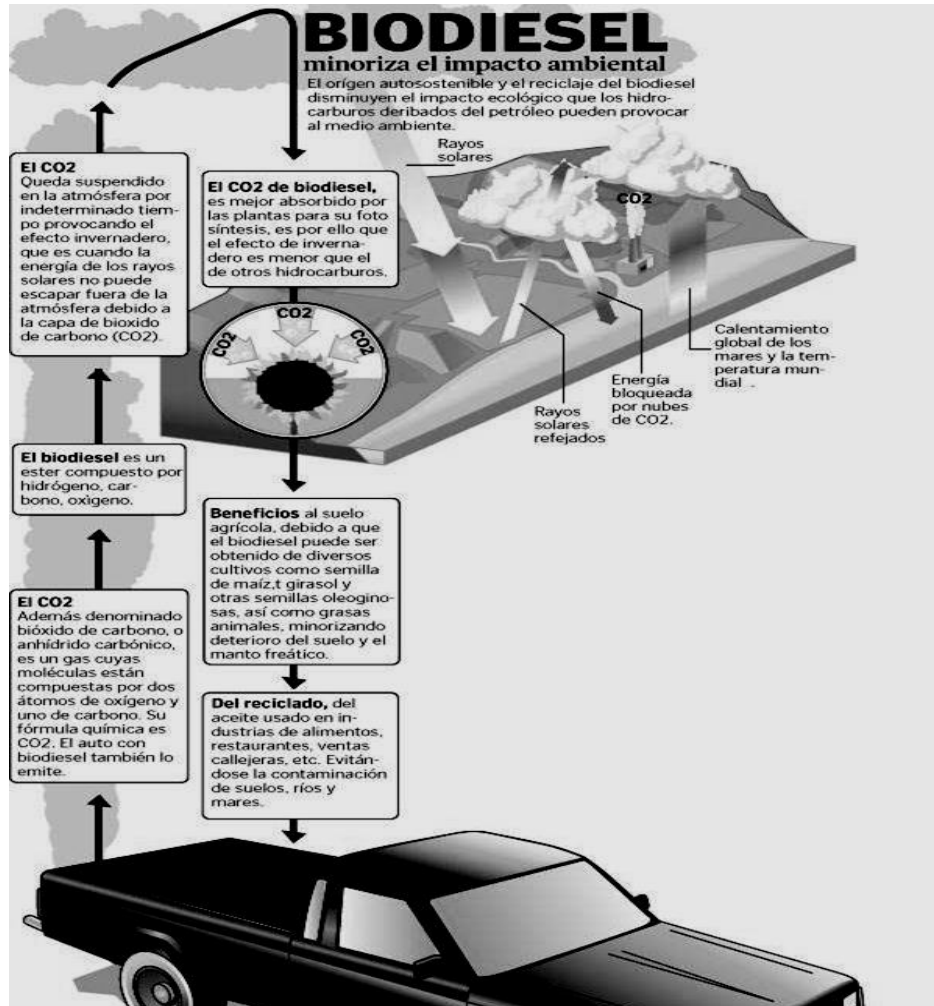
Además, las emisiones de escape de los óxidos de azufre y sulfatos (componentes principales de la lluvia ácida) de biodiésel son sustancialmente eliminados en comparación con el diésel.

En los siguientes incisos se mencionan los principales beneficios que tiene el uso de biodiésel:

- Es una fuente de energía limpia, renovable, de calidad y económicamente viable, que además contribuye a la conservación del medio ambiente, por lo que presenta una alternativa a los combustibles fósiles.
- Puede ser producido económicamente en un amplio rango de lugares tanto urbanos como rurales y en diferentes escalas, pequeñas para autoconsumo y comerciales.
- Tiene un gran potencial para ser producido por aceites no comestibles, lo que ayuda a no utilizar aceites comestibles, los cuales si afecta el utilizarlo todo para producir biodiésel.

En la figura 29 se muestra cómo el biodiésel reduce el impacto ambiental:

Figura 29. **Beneficio del biodiésel al medio ambiente**



Fuente: <http://www.mundoyomotor.com/mm112/1071283122931.htm>. Consulta: septiembre de 2013.

5.1.6.2. Costos

Hay empresas en Guatemala que se dedican a la producción de biodiésel para comercializarlo, por ejemplo la empresa Octagón que a partir de octubre de 2006 comenzó a comercializar el biodiésel, su planta tiene

capacidad para producir dos mil galones diarios y esta a la venta a un precio de Q16,00 el galón (en el año 2006), comparando con el precio del diésel en la actualidad que esta a Q32,00 (consultado el día 24 de enero de 2013) y que los precios varían constantemente.

La comparación expuesta en el párrafo anterior da a conocer que es grande la variación de precios y que es más económico el uso de biodiésel, pero siempre tomando en cuenta que solo se puede utilizar cierto porcentaje, es decir una mezcla, debido a que no existe la producción suficiente de este combustible para abastecer a los consumidores.

Clientes con los que cuenta actualmente MOVITSA S. A. son empresas comprometidas con la sociedad y el medio ambiente, que cada vez son más exigentes con sus proveedores en estos temas, y por ello la propuesta de utilizar biodiésel en su flota de transporte expondría una imagen de una empresa que ayuda, en una pequeña proporción al medio ambiente, y con esto poder ser recomendado entre empresas y obtener nuevos clientes.

5.1.7. Estrategias para la implementación del uso de biodiésel con diésel

Lo primero sería crear una consciencia social en la empresa para que dé un ejemplo del uso de mezcla de biodiésel en sus unidades, esto con el objetivo de conservar y renovar el medio ambiente. Puede comenzar con una mezcla de B5, es decir un cinco % de biodiésel y un % de diésel, hasta llegar a un B20, que es un porcentaje que produce mejoras significativas en el medio ambiente. Lo descrito anteriormente es a nivel de la empresa MOVITSA S. A. pero si se desea que se implemente en el país, esto requiere de una estrategia más

elaborada, empezando con una propuesta en el Congreso de la República para que se creen nuevas leyes en pro de la conservación ambiental.

Además, trabajar en conjunto con las entidades encargadas de la gestión ambiental en el país y con empresas del sector público y privado, para que crezca una preocupación por la conservación y mejoramiento del medio ambiente.

Pero esto requiere de tiempo y de involucrar a muchos sectores del país, pero lo que está al alcance de MOVITSA S. A. es dar a conocer que se utiliza biodiésel en su flotilla e identificar los cabezales con estampillas que expongan el porcentaje de biodiésel que utilizan los camiones, con el fin de promover el uso del mismo porque generan menos gases que dañan el ambiente.

MOVITSA S. A. puede unirse con otras empresas que ayudan al medio ambiente y utilizan biodiésel en sus flotillas de camiones, para proponer campañas en donde se dé conocer el uso de biodiésel, además de invertir en la investigación para mejorar el rendimiento del motor cuando se utiliza este, y solicitar a los fabricantes del biodiésel mantener estándares de calidad en la producción del mismo, para que estos no generen problemas en los motores de los usuarios.

5.1.8. VPN

Existen cuatro modelos de camiones dentro de la empresa y cada tanque es de diferente tamaño; a continuación se lista la cantidad de galones de diésel que tienen los tanques:

- 2 tanques de 160 galones cada uno
- 2 tanques de 140 galones cada uno
- 2 tanques de 120 galones cada uno
- 2 tanques de 100 galones cada uno

Para ejemplificar la inversión por parte de la empresa para colocar combustible a sus camiones, se van a tomar los tanques de 100 galones para comenzar en pequeñas proporciones a crear el hábito de utilizar un porcentaje de biodiésel en los tanques.

Si se utiliza un B5, es decir un cinco % de biodiésel y un noventa y cinco % de diésel en ambos tanques, da como resultado que se necesita comprar 10 galones de biodiésel. Se comprarían 10 galones cada semana, haciendo un total de cuarenta galones por mes.

La empresa cuenta con una gasolinera para abastecer de diésel a sus camiones, entonces se pueden comprar los cuarenta galones cada mes porque hay lugar donde se pueden almacenar previo a su uso en esta gasolinera.

Los siguientes datos sirven para calcular el VPN de los ingresos. Costos:

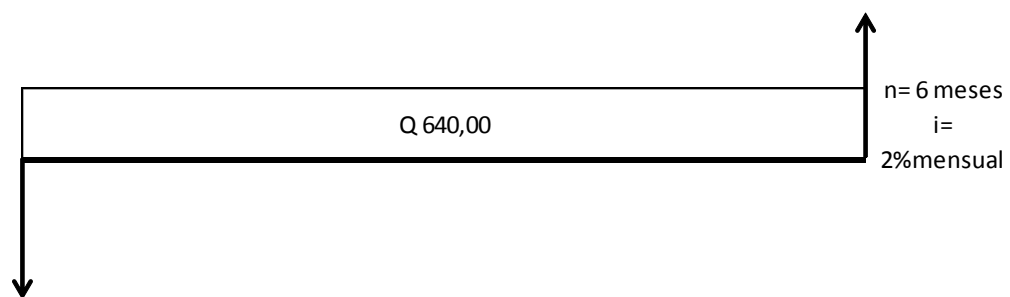
- 40 galones de biodiésel a Q16,00 cada galón = Q640,00
- 40 galones de diésel a Q32,00 cada galón = Q1 280,00

La diferencia en quetzales entre los 40 galones de diésel y los 40 galones de biodiésel es de Q640,00. Esta diferencia es la ganancia que se obtiene mensualmente si se compra un 5 % de biodiésel para los 2 tanques de 100 galones cada uno.

Para realizar el VPN se tiene la siguiente información:

- Un ingreso mensual de Q640,00
- El tiempo es 6 meses.
- Una utilidad del 2 % mensual.
- Para utilizar el biodiésel en los camiones no se necesita realizar ninguna inversión.

Cálculos:



$$vpn = 640 \frac{1.02^6 - 1}{0.02 \cdot 1.02^6} = 3\,584,91$$

Como puede verse en el análisis anterior, el valor del VPN da un resultado positivo; esto indica que sí es de beneficio utilizar el biodiésel en el camión que tiene dos tanques de 100 galones con un B5 en cada uno.

Con esto expuesto se sugiere el uso del biodiésel en la flota de la empresa.

5.2. Llantas amigables con el medio ambiente

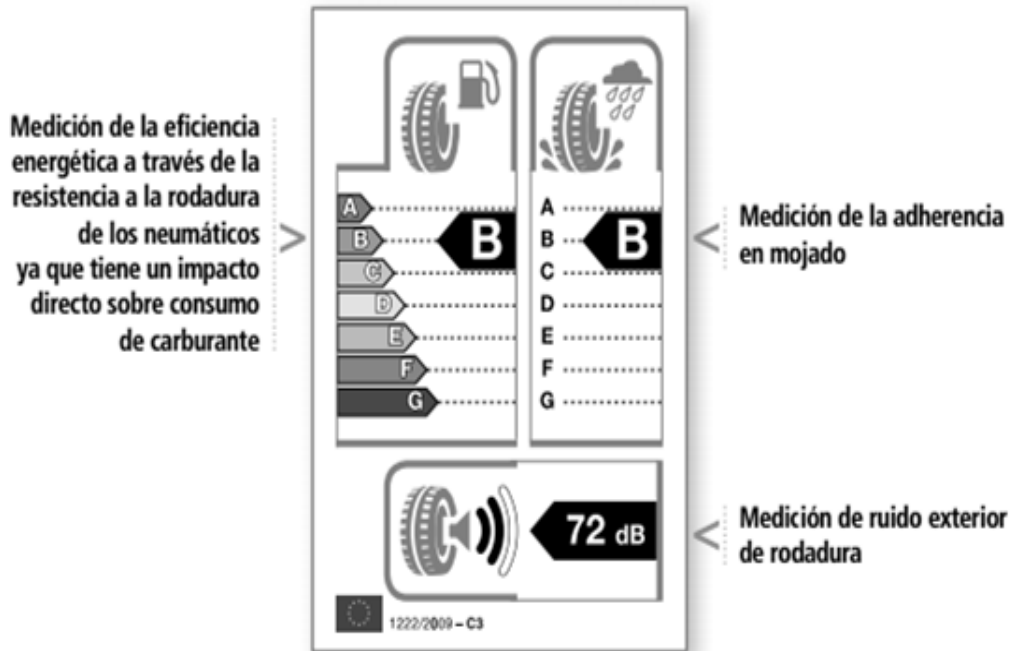
Debido a la contaminación generalizada en el mundo se ha creado una necesidad de ayudar al medio ambiente a través de pequeños cambios en la utilización de ciertos recursos; uno de estos cambios puede darse en la compra de repuestos para los vehículos que colaboren con la mejora del medio ambiente.

Actualmente los fabricantes de diversos valores ven la importancia de innovar sus productos, tal es el caso de los fabricantes de neumáticos que han creado llantas que utilizan aceite de flor de girasol para incrementar el rendimiento y reducir las emisiones de dióxido de carbono.

5.2.1. Descripción

El uso de neumáticos amigables con el medio ambiente en MOVITSA S. A. crea una imagen de cuidado ambiental y de innovación para su empresa; por este motivo se propone la utilización de este tipo de llantas ecológicas en algunas unidades de transporte. La Unión Europea es uno de los pioneros en cuanto a medidas de mejoras ambientales se refiere, tomando como ejemplo a estos países, se mencionan en la siguiente figura los tres aspectos importantes para la utilización de neumáticos, esto se menciona en el etiquetado del producto:

Figura 30. **Prestaciones contempladas por el etiquetado**



Fuente: <http://www.michelintransport.com>. Consulta: octubre de 2013.

Hay ciertas características ecológicas que distinguen a estas llantas, motivo por el cual se optó a sugerir el uso de este tipo de neumáticos. Las propiedades que ayudan al medio ambiente se mencionan a continuación:

- Resistencia a la rodadura porque tiene un impacto directo sobre el consumo de combustible. Es decir ayuda a que se utilice menor cantidad de carburante.
- Medición de la cantidad de ruido exterior de rodadura, que también significa un problema medioambiental.

5.2.2. Beneficios

Los principales beneficios que tiene el uso de neumáticos ecológicos son:

- Reducir el consumo de combustible mediante la medición de la eficiencia energética a través de la resistencia a la rodadura de los neumáticos.
- Seguridad: en superficies mojadas ofrece una mejor adherencia en curva y un nivel de frenado sobre suelos mojados.
- Conocer el nivel de ruido exterior para poder colaborar con los problemas medioambientales.
- Garantía de durabilidad.
- El uso de materias primas biodegradables en la fabricación de los neumáticos, tal es el caso del aceite de flor de girasol que se mezcla con la goma para mejorar todavía más la adherencia y duración de la llanta.

5.2.3. Costos

Cuando se compran llantas los precios pueden variar de una empresa a otra, para decidir el tipo de producto que más le conviene a MOVITSA S. A. se toman en cuenta los neumáticos que se utilizan actualmente:

- 11R22.5
- 295/75/22.5
- 11R24.5
- 285/75/24.5

El neumático que se propone para que compre la empresa se llama Michelin Tráiler XZE2 295/80/22.5; tiene un precio de Q10 175,00 y como es algo elevado su valor, se pretende que se comience a usar dos llantas en un camión, de ser posible que se les proporcione a tres unidades, para ir poco a poco introduciéndolas en los 24 cabezales.

6. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE LOGÍSTICA INVERSA

6.1. Análisis Costo-Beneficio

La ayuda que brinda la aplicación de la logística inversa se puede describir en tres puntos principales que son: reducción de desperdicios, ahorro de recursos y reducción de costos.

Este capítulo da a conocer cómo se pueden reducir costos al implementar la logística inversa en la empresa MOVITSA S. A. a través del uso de la herramienta del análisis costo-beneficio; como su nombre lo indica esta sirve para medir la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto con el fin de evaluar su rentabilidad .

La información de los precios que cobran los clientes por el material dañado fueron proporcionados por la empresa, pero por motivos de confidencialidad se colocan datos ficticios.

El análisis costo-beneficio se lleva a cabo mediante el cociente que se obtiene al dividir el valor actual de los ingresos totales netos entre el valor actual de los costos de inversión o costos totales de un proyecto. Según el análisis, un proyecto será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad.

Los valores que se presentan a continuación pueden variar de acuerdo con los precios que más le convengan a la empresa y del año en que se realicen las cotizaciones en el mercado. Para esta investigación se toman los precios de enero del 2013 para ejemplificar.

6.1.1. Costo-Beneficio de logística inversa del acero

Para el análisis costo-beneficio de la logística inversa del acero, primero hay que definir que durante los meses de invierno, es decir de mayo a octubre, retornan ochenta y cinco quintales de acero por mes y en los meses de verano que son de noviembre hasta abril, retornan cincuenta quintales de acero por mes, haciendo un total de ochocientos diez quintales de acero por año.

Cuando el acero humedecido regresa a la empresa es trasladado a una Siderurgia, en donde se vende el material a un precio menor, pero de esta manera logra recuperar parte del valor que se pagó al cliente por el acero dañado.

En la siguiente tabla se mencionan tanto los costos como los beneficios que se presentan al llevar a cabo una logística inversa para el acero, y de acuerdo con estos resultados se procede a realizar los cálculos del análisis costo-beneficio.

- Valor que paga MOVITSA S. A. por quintal de acero dañado: Q37,04
- Total de quintales de acero dañados al año: 810
- Valor por cantidad de quintales de acero: $(Q37,04) \times (810) = Q30\ 000,00$
- Precio de venta por quintal de acero: Q18,50
- Precio por cantidad de quintales de acero: $(Q18,50) \times (810) = Q14\ 985,00$

Tabla XXVI. **Costos y beneficios de la logística inversa del acero**

COSTOS		BENEFICIOS	
Pago por daños al producto por año	Q30 000,00	Venta de 810 qq de acero por año	Q14 985,00
Costos totales:	Q30 000,00	Beneficios totales:	Q14 985,00

Fuente: MOVITSA S. A.

Cálculo beneficio-costo:

$$B/C = \frac{14\,985,00}{30\,000,00} = 0,4995$$

Como la división entre beneficios y costos da un resultado menor que 1 se puede decir que la venta del acero no es viable porque el beneficio es menor que los costos; pero como parte del estudio es demostrar que se puede recuperar parte del valor de los retornos, ya se expuso que aunque se tenga que pagar por el producto dañado, se puede vender y reponer parte del valor del mismo.

6.1.2. Costo-Beneficio de logística inversa del cemento

En los retornos de cemento existen ciertas complicaciones porque se dañan los sacos debido a la lluvia y esto provoca que se conviertan en piedra y ya no se puedan vender; durante los meses en que más complicaciones hay es de mayo a octubre por el invierno, en donde aproximadamente se dañan doscientos sacos por mes y en verano disminuye esta tendencia a cien sacos, haciendo un total de mil ochocientos sacos al año.

De la cantidad total de sacos devueltos al año, un 40 % de los mismos se puede vender porque aún no se han humedecido por completo. Se propone realizar la venta a construcciones, pero a un precio menor del valor real, debido a que está dañado parcialmente. Esto se hace con la finalidad de rescatar parte del valor que se pagó por el material dañado. Los valores obtenidos, presentados en la anterior tabla, se utilizan para realizar los cálculos del análisis costo-beneficio.

- Valor que paga MOVITSA S. A. por saco de cemento dañado: Q30,00
- Total de sacos de cemento dañados al año: 1 800
- Valor por cantidad de sacos de cemento: (Q30,00)*(1 800) =Q54 000,00
- Precio de venta por saco de cemento: Q15,00
- Cantidad de sacos de cemento vendidos: (1 800)*(40 %) =720
- Precio por cantidad de sacos de cemento: (Q15,00)*(720) =Q10 800,00

Tabla XXVII. **Costos y beneficios de la logística inversa del cemento**

COSTOS		BENEFICIOS	
Pago por daños al producto por año	Q54 000,00	Venta de 1800 sacos de cemento dañado parcialmente por año	Q10 800,00
Costos totales:	Q54 000,00	Beneficios totales:	Q10 800,00

Fuente: MOVITSA S. A.

Los valores colocados en la tabla anterior, se utilizan para realizar los siguientes cálculos:

$$B/C = \frac{10\,800,00}{54\,000,00} = 0,20$$

El análisis es menor que 1 y esto indica que no es viable; pero lo importante es que se da a conocer que se puede recuperar parte del valor que se pagó por los sacos al vender los que están parcialmente dañados.

6.1.3. Costo-Beneficio de logística inversa de materiales diversos

Los retornos de piso se deben al mal estado de las carreteras, no es por el clima como en el caso del cemento y acero.

Cuando se transporta piso dentro del país se originan aproximadamente cinco cajas mensuales de producto, dañado haciendo un total de sesenta cajas al año.

Las cajas de piso pueden ser vendidas a ferreterías pequeñas en donde las adquieran a un precio accesible; el piso se puede promocionar como de segunda; tomando esta idea se definen los beneficios y costos de la logística inversa del piso, para luego proceder a su respectivo análisis de datos.

- Valor que paga MOVITSA S. A. por caja de piso dañado: Q200,00
- Total de cajas de piso dañado al año: 60
- Valor por cantidad de cajas de piso: $(Q200,00)*(60) = Q12\ 000,00$
- Precio de venta por caja de piso: Q50,00
- Cantidad de cajas de piso vendidos: 60
- Precio por cantidad de sacos de cemento: $(Q50,00)*(60) = Q3\ 000,00$

Tabla XXVIII. **Costos y beneficios de la logística inversa del piso**

COSTOS		BENEFICIOS	
Pago por daños al producto por año	Q12 000,00	Venta de 60 cajas de piso por año	Q3 000,00
Costos totales:	Q12 000,00	Beneficios totales:	Q3 000,00

Fuente: MOVITSA S. A.

Los cálculos para el análisis son los siguientes:

$$B/C = \frac{3\,000,00}{12\,000,00} = 0,25$$

El resultado del B/C da un valor menor que 1 indicando que no es beneficioso para la empresa, pero sí es de gran ayuda la venta del piso para poder recuperar parte de las pérdidas económicas ocasionadas por dañar las cajas de producto.

6.1.4. Costo-Beneficio del manejo de desechos sólidos

Primero se detallan los recipientes que se necesitan para almacenar los desechos sólidos, además de los precios de cada uno, de acuerdo con las cotizaciones realizadas durante el mes de enero del 2013 y se muestran los precios más económicos. La chatarra se va almacenar dentro de los toneles usados de aceite y refrigerante que se compra para uso del taller, esto con el fin de ahorrar la compra de recipientes nuevos y aplicar la reutilización de los recursos.

Precio de tonel usado para almacenar filtros: Q70,00 precio de estantería de metal tipo industrial, 2 mts de alto X 1 mt de ancho X 40 cm de fondo; 5 entrepaños reforzados con capacidad de 250 lbs. cada uno, color negro: Q785,00.

Los desechos sólidos que se mencionan en la tabla siguiente, generan de los servicios de mantenimiento de los camiones; los valores se dan por año para que exista un mejor análisis costo-beneficio.

Tabla XXIX. **Costos y beneficios del manejo de desechos sólidos**

COSTOS		BENEFICIOS	
Compra de tonel para almacenaje de filtros	Q70,00	Venta de 300 filtros en mal estado por año	Q180,00
Compra de estantería	Q785,00	Venta de 2 toneladas de chatarra derivada de repuestos por año	Q1 200,00
		Venta de 150 unidades de llantas en mal estado por año	Q1 500,00
Costos totales:	Q855,00	Beneficios totales:	Q2 880,00

Fuente: elaboración propia.

Cálculos del beneficio-costo:

$$B/C = \frac{2\,880,00}{855,00} = 3,36$$

Como se observa, la relación Beneficio-Costo es mayor que 1, es decir rentable; pero se sabe que el mayor beneficio que se obtiene en estas prácticas de reciclaje es la ayuda a nuestro medio ambiente.

6.1.5. Costo-Beneficio del manejo de desechos líquidos

En los servicios de mantenimiento que se realizan a los camiones se producen algunos desechos líquidos de los cuales se puede obtener un beneficio con su venta; el aceite quemado es el residuo que se toma en cuenta para este análisis, en relación con los demás líquidos de refrigerante, solventes y ácido de batería, solamente se les recomienda un manejo adecuado para su disposición final.

Para almacenar los desechos líquidos se reutilizarán los toneles en donde vienen los aceites para motor y el refrigerante.

Además se realizaron cotizaciones para la compra de los rótulos que identifiquen el tipo de desecho y de seguridad; son precios accesibles para comprar por parte de la empresa.

- Precio de rótulo de identificación: Q80,00
- Precio de rótulo de seguridad: Q80,00

En la tabla siguiente se dan a conocer las cantidades generadas anualmente de residuos líquidos del taller, con su respectivos precios de venta; el tonel de aceite usado lo venden a Q400,00 cada uno; dicha venta produce un beneficio para la empresa, pero además se colocan los costos para poder llevar a cabo el análisis Costo-Beneficio.

Tabla XXX. **Costos y beneficios del manejo de desechos líquidos**

COSTOS		BENEFICIOS	
6 rótulos de identificación de áreas para colocar el desecho	Q480,00	Venta de 15 toneles de aceite quemado por año	Q6 000,00
8 de rótulos para seguridad	Q640,00		
Costos totales:	Q1 120,00	Beneficios totales:	Q6 000,00

Fuente: elaboración propia.

Ahora se procede a los cálculos para el análisis B/C:

$$B/C = \frac{6\,000,00}{1\,120,00} = 5,35$$

El análisis da un valor mayor a 1 y se interpreta que sí es conveniente la venta del aceite quemado, aunque se incluya como costos la compra de los rótulos para identificar los desechos y los rótulos de seguridad de todo el taller.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con el estudio realizado el diseño de la función logística debe contemplar tanto el flujo directo desde la empresa hacia el consumidor, como el flujo inverso consumidor-empresa (recuperador); de manera que, a través de este enfoque se crea un sistema cerrado y se posibilita tanto la recuperación económica de los productos fuera de uso, como el cumplimiento del manejo adecuado de los mismos. De esta forma, estas actividades constituyen una oportunidad de beneficio económico.
2. Las propiedades de los materiales de desecho y de las devoluciones que se estudiaron y clasificaron son las siguientes: estado físico (sólido, líquido, gaseoso), composición (orgánica o inorgánica), peligro, origen del residuo (industrial, de la construcción o tóxico); con todas estas características se logra dar un manejo adecuado a los residuos y reducir el daño al medio ambiente.
3. En entrevista realizada a personeros y empleados de MOVITSA S. A., se evidenció que actualmente no se obtiene el mejor provecho de los desechos sólidos y líquidos producidos en los servicios de mantenimiento, y por tal motivo, se diseñó una mejora para el almacenamiento y las prioridades de reutilización de los residuos, además de especificar los enfoques de la logística inversa para reducir el consumo de recursos, y de esta forma disminuir la cantidad de desechos producidos tanto en el taller como en la empresa.

4. El recurso ineludible para llevar a cabo la propuesta de logística inversa en esta empresa de transporte es el medio humano, porque se necesita de la disposición por parte de los directivos para implementar los cambios que dicha logística propone y también el informar y capacitar a su personal para el manejo adecuado de los retornos y de los desechos generados en el taller.
5. Para implementar la logística inversa, se requiere de pocos recursos financieros, porque solamente se necesita el lugar y la compra de recipientes para el almacenaje previo a la venta de los residuos; en el caso de los desechos sólidos se requiere de Q1 730,00 y para los desechos líquidos Q1 340,00.
6. De acuerdo con los diagramas de operación elaborados para conocer la gestión de los retornos de acero, cemento y piso, se conoce que el manejo que se le da al cemento y al piso no es el apropiado, porque se deposita directamente en los vertederos; pero en el caso del acero, se transporta directamente a Siderúrgica de Guatemala para su respectivo reciclaje.
7. El Decreto 20-92, relativo a los vehículos automotores terrestres accionados con motor de combustión interna de gasolina o combustibles y el Acuerdo Gubernativo 14-97, que se refiere al control de emisiones de los vehículos automotores, han sido derogados. Actualmente ningún estatuto está vigente para el control de emisiones de los vehículos automotores. Por otra parte, están las entidades responsables con la sociedad que contribuyen con la mejora del medio ambiente en distintas áreas, tal es el caso del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), empresas recicladoras y el sector privado.

8. El uso de tecnología respetuosa con el medio ambiente es un valor agregado a la aplicación de la logística inversa. La utilización de biodiésel en los camiones de la empresa es para disminuir las emisiones de gases dañinos al medio ambiente; además se usarán neumáticos marca Michelin de última tecnología, porque estos ayudarán con el ahorro de combustible.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar la logística inversa en la empresa para tener un manejo adecuado de los retornos de productos y desechos generados en el taller, además de realizar futuras investigaciones relacionadas con el tema de logística inversa, para actualizarse, debido a que es un concepto muy novedoso y poco conocido en Guatemala.
2. Realizar constantemente inspecciones programadas para identificar las propiedades de nuevos materiales gestionados en la empresa y para que las actividades que se realizan dentro de la misma sean renovadas de manera eficiente y segura.
3. Es conveniente mantener la metodología propuesta del manejo adecuado de los desechos, su almacenamiento y disposición final, así como el uso de los formatos aplicables tanto en el taller como con los pilotos, con el objeto que la empresa pueda colaborar con el medio ambiente.
4. Informar y capacitar a los nuevos trabajadores de MOVITSA S. A., en el manejo adecuado de los desechos sólidos y líquidos generados en la empresa, además de comunicar las mejoras a todos los trabajadores.
5. Informarse constantemente sobre cambios en la normativa legal referente a la regulación en las emisiones de gases y partículas que los vehículos pueden emitir.

6. Hacer uso de las tecnologías respetuosas con el medio ambiente y actualizarse constantemente en estos temas. Utilizar un % de biodiésel en el camión con capacidad de 100 galones de combustible, para luego implementarlo en los demás camiones de la flota.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANTÚN, Juan Pablo. *Logística inversa*. [en línea]. <http://books.google.com.gt/books?id=QiMErWD75KgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=bibliografia&f=false>. [Consulta: 20 de agosto de 2011].
2. BARRERA, María. *Uso de señales de emergencia*. [en línea]. <<http://ww.slideshare.net/.../seales-prohibitivas>>. [Consulta: 27 de octubre de 2012].
3. BIODIÉSEL. *Fundamentos del biodiésel*. [en línea]. <<http://www.biodiésel.org/what-is-biodiésel/biodiésel-basics>>. [Consulta: marzo de 2011].
4. DALE, Rogers. *Logística inversa del consejo ejecutivo*. [en línea]. <<http://www.rlec.org/>>. [Consulta: marzo de 2012].
5. GARCÍA OLIVARES, Arnulfo Arturo. *Programa de logística inversa*. [en línea]. <http://books.google.com.gt/books?id=9V_rRLVcLAAC&printsec=frontcover&dq=logistica+inversa&hl=es&ei=wg9fTsfLNcOftgeo1Y2mCw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CC0Q6AEwAQ#v=onepage&q=logistica%20inversa&f=false>. [Consulta: 20 de agosto de 2011].

6. GUATEMALA. Congreso de la República. *Decreto 20-92*. [en línea].
<http://www.infile.com/leyes/visualizador_demo/index.php?id=10710>
[Consulta: 1 de enero de 2013].
7. GUATEMALA. MARN, URL, ASFAHL Y PNUMA. *Informe ambiental del Estado - GEO Guatemala, 2009*. 286 p.
8. LÓPEZ PARADA, José. *Incorporación de la logística inversa en la cadena de suministros y su influencia en la estructura organizativa de las empresas*. [en línea].
<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/1493/03.JLP_3de10.pdf?sequence=4>. [Consulta: 12 de octubre de 2012].
9. MONROY, Néstor. *Logística reversa, Retos para la ingeniería industrial*. [en línea].
<<http://www.tblgroup.com/Paginas/Gerentes/Logistica%20Inversa.pdf>>
[Consulta: 15 de marzo de 2011].
10. MUÑOZ ARRIVILLAGA, Jairo Cristóbal. *Causas jurídico-sociales de la inexistente regulación de la contaminación automotriz en el ambiente de la capital de Guatemala*. Trabajo de graduación de Lic. en Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, 1999. 128 p.
11. MUÑOZ, Enrique. *Organización de empresas*. [en línea].
<<http://www.organizacionempresas.com/contabilidad/gastos.html>>.
[Consulta: 1 de enero de 2013].

12. PINEDA, Luis Fernando. *Propuesta de un plan para el manejo de desechos sólidos y líquidos producidos en una empresa de servicio de mantenimiento automotriz*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 176 p.

13. UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL. *Manual de procedimientos para el manejo de residuos de la UACH*. [en línea]. <<http://intranet.uach.cl/dw/canales/repositorio/archivos/16/4266.pdf>>. [Consulta: 10 de diciembre de 2012].

14. VICÉN CARREÑO, Marta; VICÉN CARREÑO, Carlos. *Diccionario de términos ecológicos*. Madrid: Paraninfo, 1996. 173 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Entrevista dirigida al personal directivo de la empresa MOVITSA S. A.**



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial

ENTREVISTA

El presente cuestionario constituye una herramienta de recolección de la información necesaria para diagnosticar la situación actual y proponer una mejora para el manejo de los residuos. La información obtenida se utilizará para la elaboración de la tesis de graduación “Logística Inversa aplicada a la empresa MOVITSA S. A.”

1. ¿Qué cantidad de producto que transporta la flotilla de camiones retorna a la empresa por daños durante un año? (Basarse en datos históricos)

PRODUCTO	CANTIDAD EN UN AÑO
Cemento	1,800 sacos por año
Acero y sus derivados	800 qq de acero por año
Piso	60 cajas de piso por año

2. ¿Cuál es el procedimiento a seguir cuando existe un retorno de producto a la empresa?
- A) Notificar vía correo electrónico lo sucedido al departamento de distribución y logística y la posible causa que dañó el producto durante su transportación o si existe la posibilidad de que fue cargado en mal estado desde alguna de las plantas.
- B) Esperar el procedimiento de facturación de descuento si fue dañado por causa del transportista.
- C) Si fue cargado en mal estado desde alguna planta, se pide autorización para la devolución al mismo lugar donde se cargó y se toman fotos del producto dañado
3. ¿Qué materiales se utilizan para proteger al producto? Marcar con una “X” en el recuadro el material que se usa una sola vez.

		CEMENTO		ACERO		PISO
MATERIALES		2 lonas de cera		2 lonas de cera		1 lona de cera
		1 Lona vinílica de ultimo para evitar filtraciones de agua.		1 Lona vinílica de ultimo para evitar filtraciones de agua.		
		80 metros de lazo de ½' para amarrar las lonas.	X	8 Fajas Plásticas Con <i>ratch</i> para tensar las lonas	X	10 fajas plásticas con <i>ratch</i> para sujetar las Tarimas.

4. ¿Qué desechos se encuentran en la plataforma luego de la descarga de los productos?

	CEMENTO	ACERO	PISO
DESECHOS	Solo un poco de polvo de cemento después de descargar, lo cual se debe barrer bien y luego se lava a presión para evitar formar piedra.	En el acero no se acumula ningún desecho por la razón de su solidez.	En el piso no se encuentran desechos debido a que van en cajas de cartón y 3 capas de plástico por fuera para evitar que se rompan.

5. ¿Qué desechos hay al momento de la limpieza del taller?

A) El primer desecho es el aceite quemado de motores, cajas de velocidades, cajas de timón y de catarinas, lo cual se cambia cada cierto kilometraje o por horas

B) Filtros de aceite, refrigerante, aire y filtros de combustible.

6. Cuando se limpian las piezas de los camiones, ¿Qué tipo de desechos se encuentran?

A) Todo tipo de suciedad, como tierra seca, lodo, diésel, aceite, grasa contaminada.

7. ¿Qué desechos líquidos y sólidos hay en los procesos de mantenimiento preventivo para los camiones?

A) Los desechos líquidos que se encuentran con frecuencia son: Aceite en mal estado, diésel mezclado con agua y lodo.

Marcar con una "X" si los datos son determinados a partir de una Flotilla o de un camión. Marcar con una "X" los desechos sólidos y líquidos que sí existen en el taller. Aproximadamente qué cantidad de cada uno por mantenimiento de:

X	FLOTILLA
	CAMIÓN

	DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS	CANTIDAD
X	Aceites y lubricantes	15 toneles de aceite quemado por año.
	Líquido de freno	
X	Refrigerantes	20 toneles por año de refrigerante en mal estado.
X	Combustibles y filtros asociados	300 Filtros por año en mal estado.
X	Ácido de batería	30 Galones de Acido de batería por año.
	Refrigerante	
X	Solventes	20 galones de solvente por año.
X	Chatarra	2 toneladas de chatarra derivado de repuestos y hojas de resorte en mal estado.
	Vidrio	
	Aluminio	
X	Repuestos	1 tonelada de repuestos por año en mal estado.
X	Llantas usadas	150 llantas en mal estado por estallar debido al sobrecalentamiento o golpes en los costados.

8. ¿Cuál es el manejo actual de los desechos sólidos y líquidos?

A) Los líquidos, como el aceite quemado, se lo llevan a las plantas de Cementos Progreso para reutilizarlos en las calderas después de reciclarlos.

DESECHOS	TRATAMIENTO	ALMACENAJE	ELIMINACIÓN
Aceites y lubricantes		Se almacena en toneles metálicos o plásticos.	
Líquido de freno		No aplica, por la razón que el sistema de frenos de transporte pesado es 100 % de aire.	
Refrigerantes		Se almacena en toneles plásticos.	
Combustibles y filtros asociados			
Ácido de batería		Se lleva a un lugar específico donde lo reutilizan.	
Refrigerante			
Solventes			
Chatarra		Se transporta directamente a Siderúrgica de Guatemala, S. A. para su respectiva reutilización.	
Vidrio			
Aluminio			
Repuestos		Todos los repuestos en mal estado que son metálicos se clasifican como chatarra.	
Llantas usadas		Todas las llantas en mal estado se las lleva la municipalidad de Mixco para elaboración de tarugos en construcción de casas en barrancos o asentamientos.	

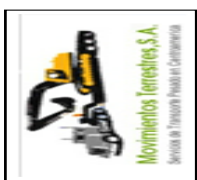
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Disposición final de residuos

		<h3 style="text-align: center;">Disposición Final de Residuos</h3>		Revisado por:		Firma:			
		Uso de MOVITSA							
Identificación del Residuo	Lugar donde se generó	Cantidad	Fecha	Disposición Final Adeuada				Responsable	Firma
				Reutilización directa/venta	Restauración	Inmovilización			
	Taller			Reutilización directa/venta	Restauración	Inmovilización			
	Retorno			Reparación	Rectilaje	Vertedero			
	Taller			Reutilización directa/venta	Restauración	Inmovilización			
	Retorno			Reparación	Rectilaje	Vertedero			
	Taller			Reutilización directa/venta	Restauración	Inmovilización			
	Retorno			Reparación	Rectilaje	Vertedero			
	Taller			Reutilización directa/venta	Restauración	Inmovilización			
	Retorno			Reparación	Rectilaje	Vertedero			
	Taller			Reutilización directa/venta	Restauración	Inmovilización			
	Retorno			Reparación	Rectilaje	Vertedero			
	Taller			Reutilización directa/venta	Restauración	Inmovilización			
	Retorno			Reparación	Rectilaje	Vertedero			
	Taller			Reutilización directa/venta	Restauración	Inmovilización			
	Retorno			Reparación	Rectilaje	Vertedero			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Almacenaje temporal y retiro de residuos

		Almacenaje Temporal y Retiro de Residuos										Revisado Por:
		Uso de MOVITSA										Firma:
Identificación del Residuo	Lugar donde se generó		Fecha Inicio Almacenaje	Fecha Cierre Recipiente	Cantidad Final	Fecha de Retiro	Disposición Final Adecuada				Firma Responsable del Retiro	
	Taller	Retorno					Reutilización directa/reventa	Restauración	Incineración	Vertedero		
							Reparación	Reciclaje				
							Reutilización directa/reventa	Restauración	Incineración	Vertedero		
							Reparación	Reciclaje				
							Reutilización directa/reventa	Restauración	Incineración	Vertedero		
							Reparación	Reciclaje				
							Reutilización directa/reventa	Restauración	Incineración	Vertedero		
							Reparación	Reciclaje				
							Reutilización directa/reventa	Restauración	Incineración	Vertedero		
							Reparación	Reciclaje				
							Reutilización directa/reventa	Restauración	Incineración	Vertedero		
							Reparación	Reciclaje				

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. **Reciclaje de llantas, jardín infantil con adoquines y superficies de caucho tipo EZ HOME**



Fuente: <http://www.ezhome.com.gt>. Consulta: noviembre de 2013.

Anexo 2. **Reciclaje de llantas, oficinas con adoquines y superficies de caucho tipo EZ HOME**



Fuente: <http://www.ezhome.com.gt>. Consulta: noviembre de 2013.

Anexo 3. Reciclaje de llantas, adoquines y superficies de caucho tipo EZ HOME de uso industrial



Fuente: <http://www.ezhome.com.gt>. Consulta: noviembre de 2013.

Anexo 4. Reciclaje de llantas, macetas-muro con llantas usadas



Fuente: <http://libertadyconcordia.wordpress.com/2012/>. Consulta: noviembre de 2013.

Anexo 5. Parque ecológico para escolares de Escuela Oficial Rural Mixta Adrián Baudelio Martínez, de la aldea Boca del Monte en Guatemala, con llantas extraídas del relleno sanitario de la localidad



Fuente: <http://cgnoticiasdeguatemala.wordpress.com/2011/08/>.

Consulta: noviembre de 2013.

Anexo 6. **Escuela construida con neumáticos en Guatemala (imagen superior), pared de una casa en Virginia (USA), casas en Haití (imagen inferior)**



Fuente: <http://www.hogartotal.com/2011/07/31/30-casas-ecologicas-hechas-en-base-a-10-materiales-reciclado>. Consulta: noviembre de 2013.