



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

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LOGÍSTICA VERDE COMO
HERRAMIENTA DE INGENIERÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE
DESPERDICIOS EN UNA EMPRESA MAQUILADORA DE ROPA**

Mercy Teresa Enríquez Orellana

Asesorado por la MSc. Inga. Rosa Amarilis Dubón

Guatemala, noviembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LOGÍSTICA VERDE COMO
HERRAMIENTA DE INGENIERÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE
DESPERDICIOS EN UNA EMPRESA MAQUILADORA DE ROPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MERCY TERESA ENRIQUEZ ORELLANA
ASESORADO POR LA MSC. INGA. ROSA AMARILIS DUBÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos
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:

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LOGÍSTICA VERDE COMO HERRAMIENTA DE INGENIERÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA EMPRESA MAQUILADORA DE ROPA

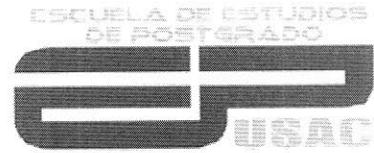
Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 12 de octubre de 2015.



Mercy Teresa Enriquez Orellana



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226

AGS-MGIPP-016-2015

Guatemala, 12 de octubre de 2015.

Director
 César Ernesto Urquizú Rodas
 Escuela de **Ingeniería Industrial**
 Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Mercy Teresa Enríquez Orellana** carné número **2008-15467**, quien optó la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



Msc. Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos
 Asesor (a)

MSc. Ing. César Augusto Akú Castillo
 Coordinador de Área
 Gestión y Servicios

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
 Director
 Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
 /la



REF.DIR.EMI.205.015

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 en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LOGÍSTICA VERDE COMO HERRAMIENTA DE INGENIERÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA EMPRESA MAQUILADORA DE ROPA**, presentado por la estudiante universitaria **Mercy Teresa Enríquez Orellana**, 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



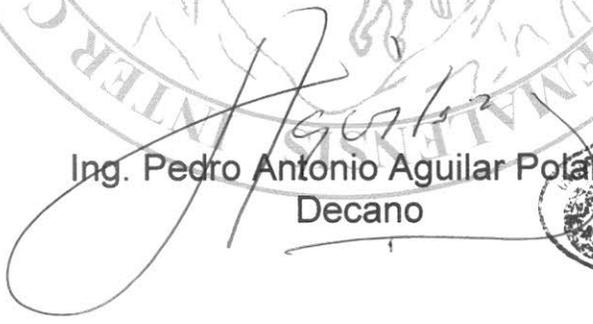
Guatemala, noviembre de 2015.

/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: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LOGÍSTICA VERDE COMO HERRAMIENTA DE INGENIERÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA EMPRESA MAQUILADORA DE ROPA**, presentado por la estudiante universitaria: **Mercy Teresa Enríquez Orellana**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, noviembre de 2015

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** A quien agradezco por bendecirme en cada momento de mi vida y darme la sabiduría y fuerzas necesarias para alcanzar esta meta.
- Mis padres** Carlos Alfredo Enríquez y Marta Isabel Orellana de Enríquez, por todo el apoyo y amor incondicional que me han dado, por esas palabras de aliento y esas fuerzas para seguir adelante a pesar de las dificultades. Infinitamente gracias por cada uno de sus sacrificios y por darme la oportunidad de desarrollarme a nivel profesional.
- Mis abuelos** Cayetano Orellana, Teresa de Jesús Pérez, Elvira Enríquez (q. e. p. d.). Mi triunfo sean flores que adornen y honren su lugar de descanso eterno.
- Mis hermanas** Claudia, Corina, Alejandra y Dinora Enríquez, gracias por todos sus consejos y apoyo incondicional.
- Mis sobrinos** Henry Alejandro, Víctor Alfredo, Cathleen Nayeli, María Alejandra, José Pablo, Carlos, Sofía, Camila Isabel, María José Enríquez, gracias por cada momento que hemos compartido y que llenan mi vida de felicidad.

Gustavo Patzan

Gracias por tu apoyo incondicional, durante este recorrido a lo largo de nuestra vida universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Mi Alma Mater, por ser confidente de mi aprendizaje

Facultad de Ingeniería

Por brindarme los conocimientos y la oportunidad para formarme como una profesional.

**Inga. Maria Martha
Wolford de Hernandez**

Gracias por sus consejos y apoyo incondicional.

Amigos

Gracias por cada momento compartido, y por su valiosa amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN	XI
1. ANTECEDENTES	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1. Descripción del problema	5
2.2. Formulación del problema	5
2.3. Delimitación del problema	6
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. OBJETIVOS	11
5. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	13
6. ALCANCES	15
7. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	17
7.1. Maquila en Guatemala.....	17
7.1.1. Legislación ambiental	18
7.2. Logística	18
7.2.1. Procesos de retorno	20

7.2.2.	Suministro y logística	21
7.3.	Logística verde	23
7.3.1.	Objetivo de la logística verde	26
7.4.	Cadena de suministros.....	27
7.4.1.	Transporte en la cadena de suministro	28
7.5.	Gestión de la cadena de suministro verde	29
7.5.1.	Modelo integrado de logística verde en la cadena de suministro	30
7.6.	Huella de carbono	33
7.7.	Huella ecológica	36
7.7.1.	Mochila ecológica.....	36
7.8.	La empresa respetuosa con el medio ambiente.....	37
7.9.	El medio ambiente y la economía	39
7.10.	Análisis del ciclo de vida	41
7.11.	Mejora continua	41
7.12.	Indicadores de ecoeficiencia	43
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	47
9.	METODOLOGÍA	51
9.1.	Variables e indicadores.....	51
9.2.	Tipo de estudio y diseño de investigación.....	51
9.3.	Procedimientos y técnicas.....	52
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	55
10.1.	Medidas de tendencia central	55
10.2.	Indicadores.....	55
10.3.	Análisis de datos obtenidos.....	55

11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	57
12.	RECURSOS	59
	BIBLIOGRAFÍA.....	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Logística inversa y logística verde	25
2.	Enfoque sobre desarrollo sostenible	32
3.	Productos y su mochila ecológica	37
4.	Materias primas y la energía del entorno natural	40

TABLAS

I.	Legislación ambiental	18
II.	Códigos	18
III.	Variables dependientes e independientes	51
IV.	Cronograma de actividades	57
V.	Recursos humanos	59
VI.	Recursos materiales y financieros	59

GLOSARIO

Ecoeficiente	Estrategia medioambiental de reducir el impacto de un producto o servicio aumentando la eficiencia de utilización de los recursos.
Eficiencia energética	Conjunto de acciones que llevan a consumir menos energía. Permite alcanzar mayores beneficios finales con menores recursos energéticos y con menor impacto sobre el medio ambiente.
Huella de carbono	Se define como la totalidad de emisiones de dióxido de carbono y otros gases emitidos por un individuo, organización, evento o producto.
Huella ecológica	Herramienta de cuantificación ecológica.
Impacto ambiental	Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Logística verde	Transformación integral de las estrategias de la logística, estructuras, procesos y sistemas para empresas y redes empresariales, sirviendo para crear procesos de logística ambientalmente racionales y un uso eficaz de los recursos.
Indicador	Magnitud utilizada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos en la ejecución de un proyecto, programa o actividad. Resultado cuantitativo de comparar dos variables.
Medio ambiente	Entorno en el cual una organización opera, incluidos aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y sus interrelaciones.
Mejora continua	Proceso recurrente de optimización del sistema de gestión ambiental, para lograr mejoras en el desempeño ambiental global de forma coherente con la política ambiental de la organización.
Política ambiental	Intenciones de una organización relacionadas con su desempeño ambiental, como las ha expresado formalmente la alta dirección.
Reutilizar	Utilizar algo, bien con la función que desempeñaba anteriormente o con otros fines.

RESUMEN

Las empresas actualmente están adquiriendo responsabilidad ambiental para mejorar el proceso y emisiones generadas que ocasionan daño al medio ambiente.

El presente diseño de investigación se refiere a la implementación de logística verde como una herramienta de ingeniería para la disminución de desperdicios en la Empresa Maquiladora de Ropa.

La metodología a utilizar será por medio de un análisis Foda que determinarán aspectos que afectan al medio ambiente, y así generar alternativas de logística verde.

Se establecerán indicadores de ecoeficiencia para determinar los desperdicios en la cadena de suministro que se refleja en los costos a largo tiempo y lograr tener una mejora continua en el proceso logístico.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se refiere a la aplicación de logística verde como herramienta de ingeniería para la disminución de desperdicios en la Empresa Maquiladora de Ropa.

Las nuevas tendencias se basan en hacer mejor uso de los recursos de la logística. En la actualidad se ha determinado que todos los aspectos de logística causan problemas al medio ambiente, entre los principales están el uso de transporte que genera fuertes emisiones de dióxido de carbono, por el combustible que se utiliza, la contaminación auditiva, que es perjudicial para la salud, y los empaques, ya que para llegar al consumidor final se hace uso excesivo de materiales que son de difícil degradación.

La característica principal de la logística verde es que permite coordinar la cadena de suministro a través de requerimientos ambientales. La importancia de introducir en los procesos logística verde es contribuir a la protección del medio ambiente.

El desarrollo de este trabajo de graduación está enfocado a la sistematización para mejorar el orden de los procesos y así obtener los resultados esperados, que se resume en el aprovechamiento de la cadena de suministro para disminuir los contaminantes.

La empresa maquiladora de ropa no cuenta con una herramienta para reutilizar los desperdicios, lo que hace necesario implementar una logística verde que mejorará en la cadena de suministros de la empresa y permitirá

enormes beneficios, tanto para el medio ambiente, al momento de mejorar la distribución de los productos, como para la empresa al ser más eficientes en la entrega del producto y así reducir costos. Esto se realizará a través del análisis de la situación actual de la empresa, utilizando la metodología Foda para lograr una visión más amplia de la situación interna y externa.

Se diseña una propuesta basada en la estrategia de mejora continua en cuatro pasos (planear, hacer, verificar y actuar), con el fin de implementar indicadores de ecoeficiencia que provean resultados a mediano y largo plazo. Se ha puesto en práctica los conocimientos adquiridos en los cursos de Logística y Gestión Ambiental, los cuales sustentan y respaldan la investigación. La realización de este proyecto es viable, ya que se cuenta con el apoyo de la empresa y, de forma indirecta, con los clientes de la misma.

El informe estará estructurado en 4 capítulos.

En el capítulo 1 se describirán los aspectos generales de la empresa, la historia, ubicación, misión, visión y la estructura organizacional. Se detallará la situación actual de la empresa y de la cadena de suministro actual, por medio de un análisis Foda (fortaleza, oportunidades, debilidades y amenazas).

En el capítulo 2 se establecen los temas que conformarán el marco teórico, en el cual se desarrollan los conceptos establecidos por varios investigadores que serán de gran aportación del trabajo de graduación.

En el capítulo 3 se hace una propuesta de logística verde en la cual se desarrollarán mejoras en cada proceso de la cadena de suministro que se utiliza en la logística tradicional de la empresa, con el fin de transformar todos los procesos amigables al medio ambiente y así disminuir los desperdicios.

En el capítulo 4 se muestra el análisis de los resultados obtenidos en levantado de los datos en el trabajo de campo, se analizarán los diferentes resultados para proponer las mejoras.

1. ANTECEDENTES

Las empresas solo se dedican a producir, pero esto ha ido evolucionando a través de los años y se ha ido implementando leyes que favorecen al medio ambiente, obligando a cada empresa a que sus productos sean amigables con el medio ambiente, tomando en cuenta toda su cadena de suministro.

“Actualmente la empresa realiza una sobreproducción de los pedidos, obteniendo inventario obsoleto y un alto nivel de desperdicio, debido a la cantidad de productos defectuosos y la inadecuada planeación de la producción, esta situación genera una inconformidad por parte del cliente al saber que existen moldes de los productos que no fueron entregados. Así mismo, la compañía debe realizar reprocesos.” (Chase, 2004, p. 78).

“Logística y cadena de suministros es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventario, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor.” (Ballou, 2004, p. 135).

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama) (1999), comprometida con formular y desarrollar una política ambiental, desarrolló una serie de instrumentos entre los que se encuentran las *Guías técnicas para el control y prevención de la contaminación industrial*, herramienta que contiene metodologías que las empresas de litografía pueden adoptar para tener procesos productivos limpios.

Según López (2011), de la Universidad Dr. José Matías Delgado, en su ensayo científico titulado *Logística verde como ventaja competitiva y herramientas de desarrollo en las empresas. Casos de estudio: DHL Y AVON*, las empresas hacen uso de la logística verde para disminuir el impacto ambiental y hacer más eficientes sus procesos logísticos. La publicación tiene el propósito de inspirar a las empresas a optar por este tipo de gestión, la cual busca la conciencia ambiental en el proceso logístico y, con su correcta aplicación lograr, una ventaja competitiva para las organizaciones. En todo el mundo Avon se encuentra comprometido a reducir su huella ambiental mundial, incluyendo la cuestión del cambio climático mediante esfuerzos que impliquen la reducción de desperdicios, el reciclaje, la conservación de la energía y el agua y la reducción de gases invernadero.

“Logística Tradicional se define como el proceso de planeación, implantación y control eficiente de las materias primas, productos terminados y toda la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo para cubrir las necesidades del cliente.” (Hoek, 1996, p. 45).

Según Cespón Castro y Auxiliadora (2003) “aborda en su definición que la logística no sólo va a contemplar en su gestión el procesamiento de materias primas, los productos terminados o los servicios sino también el tratamiento de productos de desechos” (p. 89).

Según Ferreira (2003), la Conferencia de Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, “con el objetivo de establecer una relación entre el desempeño económico empresarial y su desempeño ambiental, presentó en el año 2000 una propuesta para tratar de la relación entre las variables ambientales y financieras a través de la elaboración de indicadores de eco-eficiencia” (p. 56).

Según Muller (1991) “La población crece y el desarrollo económico ha aumentado nuestra conciencia sobre los temas ambientales, tanto si es reciclaje como materiales de embalaje, transporte de materiales peligrosos o renovación de productos para reventa, los responsables de la logística están cada vez más involucrados” (p. 34).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa maquiladora de ropa no tiene una herramienta para reutilizar los desperdicios, por lo que es necesario implementar una logística verde en la cadena de suministros para disminuirlos.

2.1. Descripción del problema

Las empresas se están comprometiendo a contribuir con la disminución de contaminantes y la reducción sus emisiones generadas en los procesos, para mantener una sostenibilidad ecológica y competitiva.

Cuando se realizan cambios siempre existen miedos a cambiar la forma de trabajar, resistencia del personal y la dificultad de encontrar retornos de costo/beneficio que respalden la inversión.

2.2. Formulación del problema

Es necesario responder a las siguientes preguntas para lograr obtener los resultados de la investigación:

- ¿Al aplicar la logística verde en una empresa maquiladora de ropa, se pueden aprovechar los desperdicios?
- ¿Cómo se encuentra actualmente la cadena de suministros en la logística tradicional?

- ¿Qué indicadores deben utilizar los procesos logísticos en los puntos estratégicos de la cadena de suministro?
- ¿Qué beneficios se obtendrán al implementar la logística verde en la empresa maquiladora, con respecto a las emisiones y en la disminución de desperdicios?
- ¿Qué reducción de desperdicios existirá en la cadena de suministro al implementar logística verde?

2.3. Delimitación del problema

El estudio de logística verde en la cadena de suministro se desarrollará en un ambiente sostenible al medio ambiente por medio de indicadores de ecoeficiencia, incluyendo un modelo económico rentable, enfocado a la productividad y la satisfacción de los clientes. El fin de la logística verde es medir y reducir al mínimo el impacto ambiental de las actividades de la logística tradicional.

Esta investigación se llevará a cabo en la Empresa Maquiladora de Ropa, ubicada en el municipio de Mixco en el periodo comprendido de abril de 2014 a mayo 2015.

La transformación de la cadena de suministro amigable al medio ambiente requiere varios cambios y medidas de monitoreo, se determinarán indicadores para darle el seguimiento. Al no realizarse estos cambios se pueden generar más contaminantes dañinos para la salud y para la sociedad en general.

En toda empresa siempre existen limitantes económicas y, en algunos casos, no es posible hacer grandes inversiones en máquinas de última tecnología, pero, en la medida que sea posible, el invertir en tecnología más eficiente y con menor impacto ambiental ayudará a mejorar la eficiencia de los procesos logísticos y generar menos contaminantes.

3. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación de la maestría en gestión industrial es de logística integral, abarca los temas de estrategias en administración de inventarios, estrategias de nuevas alternativas de transporte, estrategias de servicio al cliente, logística verde y logística inversa, planificación y gestión de la distribución. Con las nuevas tendencias ambientales, se han determinado los requerimientos que se debe exigir a los proveedores para reducir el impacto al ambiente.

Esta investigación nace para el mejoramiento del medio ambiente, utilizando el modelo de logística verde aplicado a una Empresa Maquiladora de Ropa, en el cual se requiere hacer uso de los conocimientos de ingeniería a través de la herramienta de análisis Foda (fortalezas, oportunidad, debilidades y amenazas), identificando oportunidades de mejora en relación a los desperdicios que se producen en la cadena de suministro utilizada en la empresa.

El proceso de globalización exige a las empresas y a los clientes cuidar el medio ambiente y generar menos contaminantes, por lo cual hay nuevas tendencias que permiten a las empresas ser responsables con el medio ambiente y mejorar el aprovechamiento de los recursos.

La necesidad de implementar una logística verde es por la falta de control de las empresas, lo cual afecta al medio ambiente. Esta herramienta ayudará a reducir las emisiones que son dañinas al medio ambiente y a la salud, esto permitirá reducir costos sin afectar de forma negativa la productividad.

Al implementar la logística verde se pretende incrementar la eficiencia de la utilización de los recursos y la productividad, identificando tanto los factores internos como externos que afectan la cadena de suministro y que la empresa sea más competitiva .

4. OBJETIVOS

General

Diseñar un modelo de logística verde utilizando la metodología de la mejora continua PHVA en la empresa maquiladora de ropa.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la logística tradicional utilizada en la Empresa Maquiladora de Ropa, para identificar los procesos ineficientes en la cadena de suministro.
2. Establecer indicadores de ecoeficiencia en puntos estratégicos y así evaluar el desempeño de las mejoras en los proceso logísticos.
3. Analizar alternativas de logística verde en los procesos de la cadena de suministro que permita disminuir los desperdicios y las emisiones.
4. Determinar los resultados de la aplicación de la logística verde a través de los indicadores de ecoeficiencia en relación a los costos.

5. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Las empresas en la actualidad se están preocupando por cuidar el medio ambiente, como parte de ello se implementan medidas para utilizar apropiadamente los recursos. Por ello surge la necesidad de implementar la logística verde que ayudará a mejorar la cadena de suministro y así se reducirá la mayor cantidad de emisiones contaminantes al medio ambiente, lo cual se reflejará en la reducción de costos.

Como parte integral de la protección que se debe dar al planeta, la logística verde tiene como objetivo resaltar las buenas prácticas que deben tener las organizaciones en cada uno de sus procesos, a través de la cadena de suministro.

Esta investigación se realizará utilizando la metodología Foda (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) para lograr una visión más amplia de la situación interna y externa y diseñar una propuesta basada en la estrategia de mejora continua en cuatro pasos (planear, hacer, verificar y actuar), con el fin de implementar indicadores de ecoeficiencia que impliquen resultados a mediano y largo plazo.

6. ALCANCES

El proceso que se utiliza para dar solución al problema que se identificó en la Empresa Maquiladora de Ropa es un análisis técnico y cuantitativo, en el que se establecen indicadores de los cuales se obtendrán porcentajes y se determinarán mejoras.

Esta investigación se basa en un estudio descriptivo que permitirá medir aspectos específicos de la cadena de suministro, tomando una población de estudio de 60 empleados y 50 clientes. Se tomará en cuenta esa cantidad de empleados ya que permitirá conocer las diferentes áreas de la cadena de suministro.

Las limitantes del estudio son la adaptabilidad de los empleados en el estudio de cada área y el tiempo para la investigación, también cabe mencionar el de los clientes.

Se podrá cubrir las distintas áreas que conforman la cadena de suministro, ya que esta investigación es del tipo longitudinal, existirán variables que pueden influir en el transcurso del tiempo del desarrollo de la investigación.

Con los resultados que se obtendrán en la investigación, se quiere realizar una propuesta para la implementación de la logística verde que afecta específicamente a la cadena de suministro de la empresa, para generar menos contaminantes, lo cual se reflejará en reducción de costos.

7. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

7.1. Maquila en Guatemala

Según el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (2014) la palabra maquila viene del árabe *makila*, que significa: “medida de capacidad; designa la porción de grano, harina o aceite que corresponde al molinero por la molienda; así como la medida con que se maquila”.

La Secretaria General del Consejo de Planificación Económica (Segeplan) (1992) adoptó la siguiente definición de maquila: “como actividad maquiladora, aquella que mediante el uso de procedimientos mecánicos, físicos o químicos, transforme materia prima en un producto nuevo con distintas características a sus materias primas originales, las cuales son propiedad de terceras personas y/o contratistas extranjeros y cuyo destino final es la reexportación”. (p. 89).

La Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila, Decreto número 29 - 89, del Congreso de la República de Guatemala, define a la maquila como “el valor agregado nacional generado a través del servicio de trabajo y otros recursos que se percibe, en la producción o ensamble de mercancías”. (p. 67).

7.1.1. Legislación ambiental

En Guatemala existen varias leyes vigentes que tienen relación con la protección del medio ambiente y varios ministerios encargados de velar por la protección del medio ambiente.

Tabla I. **Legislación ambiental**

	Instrumento legal	Responsable
Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	Decreto 68 - 86 del Congreso de la República	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila	Decreto 29 - 89 del Congreso de la República	Ministerio de Economía

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Códigos**

Nombre	Instrumento legal	Responsable
Código de Salud	Decreto 90 - 97 del Congreso de la República	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Código de Trabajo	Decreto 1441 del Congreso de la República	Ministerio de Trabajo

Fuente: elaboración propia.

7.2. Logística

“La logística implica la administración del procesamiento de pedidos, el inventario, el transporte y la combinación del almacenamiento, el manejo de materiales y empaçado, la meta de la logística es apoyar los requerimientos

operativos de las adquisiciones, la fabricación y el abastecimiento del cliente.” (Bowersox; Closs & Cooper, 2007, p. 89).

Según Monterroso (2000) “Por dicha razón, la logística no debe verse como una función aislada, sino como un proceso global de generación de valor para el cliente, esto es, proceso integrado de tareas que ofrezca una mayor velocidad de respuesta al mercado, con costos mínimos.” (p. 90).

La logística siempre ha sido un aspecto importante dentro de las organizaciones, ya que sirve de apoyo en muchos ámbitos de las empresas. Con la incorporación de las nuevas tecnológicas las operaciones logísticas han tomado un papel fundamental que otorga valor agregado. En la actualidad, las tecnológicas y la información son tan significativas en un sistema logístico que se podría hablar de que tiene un grado de importancia similar al de los insumos requeridos y al flujo financiero logístico.

El mundo entero aporta al deterioro del medio ambiente, esto se convierte en una tendencia general, el comercio como el eslabón intermedio de todo el ciclo económico juega un papel importante en las relaciones de cada factor esencial en el entorno económico.

Los conceptos de economía, logística, y compra-venta de productos se discuten con los problemas existentes en la logística verde, basándose en el análisis de los procesos de negocios y las funciones de logística verde en el comercio.

7.2.1. Procesos de retorno

Frente a crecientes costes logísticos y de gestión en el retorno de productos, algunas compañías consideran la implantación de nuevas estrategias en este ámbito. Este un factor de diferencia competitiva tanto por disminución en los costes, como en del servicio al cliente.

Un producto retornado puede afectar a la empresa en distintos ámbitos de su actividad:

- Los costes propios derivados de la devolución.
- Reducción del activo disponible debido al menor valor del inventario causado por los productos devueltos.
- Mayor responsabilidad a corto plazo, motivada por las modificaciones o reparaciones necesarias, que alargan el ciclo de entrega del pedido.
- Disminución de los ingresos a causa de las ventas perdidas.

Según Guide, Jayaraman, Srivastava y Benton (2000), otro aspecto importante que afecta a las devoluciones es la refabricación. “Se considera la refabricacion como un circuito cerrado interno de la cadena de suministro, donde los productos y/o sus componentes son recuperados volviendo a los niveles estándar de calidad y ofreciéndolos nuevamente al mercado” (p. 34).

“La planificación y control de la producción para la refabricación de un producto es bastante compleja debido al gran número de factores que deben tenerse en consideración tales como: volumen incierto de las devoluciones, tiempo de retorno, desmontaje del producto, calidad del producto devuelto, procesos de prueba y clasificación, incertidumbre de los materiales

recuperados, reacondicionamiento y distribución y venta”. (Guide, Jayaraman & Linton, 2003, p. 67).

7.2.2. Suministro y logística

Según Fynn (2012), el elevado número de maniobras físicas que se asocia con actividades de compras o de la cadena de suministro ha obligado a que la atención se concentre en el papel de la logística. De acuerdo con el Consejo de Profesionales en la Administración de la Cadena de Suministro, “La administración de la logística es la parte de la administración de la cadena de suministro que se encarga de planear, implementar y controlar un flujo efectivo y eficiente en sentido inverso y hacia adelante, así como de almacenar bienes, servicios e información que relacione los puntos de origen y de consumo a efecto de satisfacer las necesidades del cliente” (2000, p. 78). Esta definición incluye las maniobras hacia el interior y hacia el exterior, además de los movimientos internos y externos.

El aspecto atractivo del concepto de logística es que contempla el proceso del flujo de materiales como un sistema completo, desde el requerimiento de la necesidad inicial hasta la entrega del producto o servicio terminado a los clientes. Trata de proporcionar la comunicación, la coordinación y el control necesario para evitar los conflictos potenciales entre la distribución física y las funciones de administración de los materiales.

La administración de la cadena de suministro es un enfoque de sistemas diseñado para administrar el flujo total de información, materiales y servicios desde los proveedores de las materias primas, por medio de las fábricas y los almacenes, hasta el consumidor final. El glosario del Institute for Supply Management (ISM) define administración de la cadena de suministro como “el

diseño y la administración de procesos impecables con valor añadido a través de las fronteras organizacionales para satisfacer las necesidades reales de los clientes finales. El desarrollo y la integración de personas y de recursos tecnológicos son fundamentales para lograr una integración exitosa de la cadena de suministro" (2004, p. 89).

El término cadena de valor se ha utilizado para dar seguimiento a un producto o servicio por medio de sus diversas maniobras y transformaciones, identificando costos que se añaden en cada etapa sucesiva.

Algunos académicos y profesionales del área consideran que el término cadena no transmite de forma adecuada lo que verdaderamente sucede en un sistema de suministro o de valor, y prefieren utilizar el término red de suministro o circuito entrelazado de suministros.

El uso de los conceptos administración de compras, adquisiciones, suministro y cadena de suministro es diverso entre organizaciones. Ello depende de:

- La etapa de desarrollo o complejidad
- La industria en la cual se opera
- La posición competitiva

La importancia relativa del área de suministro, comparada con las otras funciones esenciales de la organización, es una determinante mayor de la atención que dicha área debe recibir por parte de la administración.

7.3. Logística verde

Se podrá decir que el éxito del término verde, al relacionarlo con la idea de hacer algo a favor del medio ambiente, no es ajeno a esta regla. Asimismo y de acuerdo a Aliste, la moda verde aparecida a finales de los años setenta trae a colación la nueva vinculación del hombre con la naturaleza.

Esta nueva relación con la naturaleza y el rechazo a las formas de producción, consumo y otras formas asociadas al modo de producción capitalista, trajeron la inquietud y la necesidad de revisar lo referido a las relaciones con el entorno. Así, el Club de Roma concluye en su informe de 1972 sobre el grave deterioro de las condiciones ambientales.

La adopción y eficacia de los requerimientos ambientales y el desempeño de los mismos entre las actividades logísticas tradicionales que se llevan a cabo entre proveedores y clientes, se identifica también como logística verde (Simpson, Power, & Samson, 2007).

La logística verde considera aspectos ambientales en todas las actividades logísticas del productor al consumidor. Los temas ambientales que sobresalen en la logística tradicional son: el consumo de recursos naturales no renovables, las emisiones al aire, la congestión y el uso de carreteras, ruido y la eliminación de residuos tanto peligrosos como no peligrosos.

Soto Zuluaga (2005) indica que "la Logística Verde persigue los objetivos de reutilización de contenedores, reciclar los materiales de embalaje, rediseño de los mismos embalajes, utilización de menos materiales, reducción de energía y contaminación respecto a la transportación de productos" (p. 90).

La aplicación de la logística verde, por parte de quienes la impulsan, impacta favorablemente los compromisos ambientales que dichas empresas pueda contraer, así como en el rendimiento operativo de las mismas.

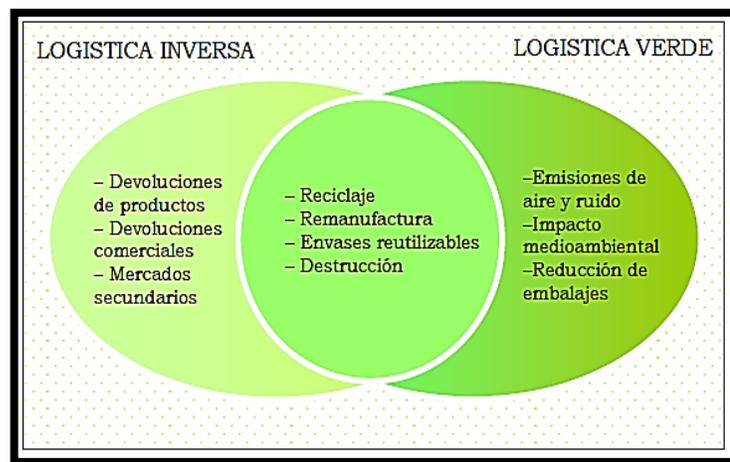
La logística verde es una estrategia de prevención aún tierna que poco a poco va madurando y generando muchos beneficios en costos y en reducción de emisiones y desechos. En el transcurso de los próximos años hay que replantear la forma de hacer negocios, debido al enorme desarrollo en avances tecnológicos, sustentabilidad del medio ambiente y desarrollo de infraestructuras (Campos, 2012). La logística verde no es un capricho, existen por lo menos tres vectores para su impulso:

- Consideraciones de costo-beneficio: productos mejores con costo de producción más bajo, recuperación del valor de envases, empaques, embalajes y unidades de manejo de reciclables.
- Requerimientos legales: derivados de la protección a la salud y del ambiente, de consideraciones por costos de procesamiento de residuos, entre otros.
- Responsabilidad social: generalmente impulsado por organizaciones no gubernamentales y asociaciones de consumidores que, apoyados en su poder de compra, buscan productos más seguros y ambientalmente amigables.

La logística verde se caracteriza por una conciencia ecológica muy desarrollada que busca una optimización en la gestión de la cadena de suministro, con el fin de reducir el impacto ambiental que tiene la producción, almacenaje y transporte de los productos.

Sin embargo, su eficacia es todavía bastante reducida, por lo que a las empresas que operan en la cadena de suministro no les queda otra vía, a corto y mediano plazo, que reducir su impacto ambiental a través de la racionalización y optimización de sus operaciones. En la figura 1 se describen las diferencias entre logística inversa y logística verde.

Figura 1. **Logística inversa y logística verde**



Fuente: LACOPA, Sergio. *El sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicaciones*. p. 89.

Falatoonitoosi, Leman & Sorooshian (2013) presentaron una metodología para seleccionar un proveedor logístico verde mediante una adaptación de la metodología DEMATEL (*design, user, experience, usability, theory and methods*) como un método de decisión multicriterio.

Esta metodología permite analizar y priorizar factores esenciales en la selección de proveedores verdes en la industria automotriz, como calidad en el servicio, niveles de organización, niveles de cooperación y actitudes.

Por otra parte, el desarrollo de la logística verde requiere de empresas que logren hacer cambios y que usen la filosofía del desarrollo sustentable como guía de su planeación, que entre sus objetivos y estrategias se incluya la protección del medio ambiente y que en consecuencia, se refleje en procesos de recuperación, reciclado y reutilización de sus productos.

Algunas de las acciones que están tomando ciertos sectores de la sociedad son la generación de políticas ambientales, como:

- Control de contaminación del aire y del agua
- Leyes para reciclaje obligatorio
- Reducción del uso de sustancias tóxicas
- Impuestos a las empresas y cargos al consumidor
- Otras

También, el término de manufactura verde supone la minimización de los residuos generados durante el proceso de manufactura del producto, especialmente los residuos dañinos (Mohanty & Deshmukh, 1999).

Respecto al término verde Naredo & Valero (2004) indican sobre el uso extendido de este tipo de epítetos en la literatura económico-ambiental, los cuales se inscriben en la inflación que acusan las ciencias sociales de términos de moda, cuya ambigüedad induce a utilizarlos más como conjuros que como conceptos útiles para comprender y solucionar los problemas del mundo real.

7.3.1. Objetivo de la logística verde

El objetivo de la logística verde está en fomentar planes de acción eficientes y eficaces, acompañados de conocimientos necesarios para los

ejecutantes de los planes. Es necesario comunicar los esfuerzos realizados para los clientes, socios y público en general. Esta actividad debe manejarse desde tres perspectivas:

- Huella ambiental de medición: con el fin de descubrir las formas en que el transporte y la logística están afectando el entorno.
- Informes de desempeño ambiental: para conocer las mejores prácticas de las compañías con la industria tomando puntos de referencia.
- Mejoras en el rendimiento ambiental: para conocer las formas en que pueden ser verdes los procesos de logística, colaborar con la industria (plan de acción amplio para cada modalidad) y crear empresas comprometidas con el medio ambiente.

7.4. Cadena de suministros

Según Sunil & Peter (2008), “La cadena de suministro está formada por todas las partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de la solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o a menudeo) e incluso al mismo cliente” (p. 89).

Según Greg (2003), “La cadena de suministro es la red de organizaciones interdependientes y conectadas trabajando unidas en forma cooperativa para controlar, manejar y mejorar el flujo de materiales e información desde los proveedores hasta los usuarios finales” (p. 89).

Según Flores (2007), “La cadena de suministro consta de dos o más organizaciones separadas legalmente que están conectadas por flujo de materiales, de información y financieros” (p. 56).

“El objetivo de la cadena de suministro debe ser, maximizar el valor total generado. El valor que una cadena de suministro genera es la diferencia entre lo que vale el producto final para el cliente y los costos totales en que la cadena incurre para cumplir la petición del cliente” (Sunil & Peter, 2008, p. 78).

Habiendo definido el éxito de una cadena de suministro en términos de su rentabilidad, el siguiente paso lógico es buscar las fuentes de ingresos y costos. Para cualquier cadena de suministro existe una sola vía de ingreso: el cliente.

Todos los flujos de información, productos o fondos generan costos dentro de la misma cadena. Por lo tanto, la administración adecuada de estos flujos es una de las claves del éxito de la cadena de suministro. Una eficaz administración de la cadena de suministro comprende la administración de los activos y del flujo de los productos, información y fondos de la cadena para maximizar la rentabilidad total de la misma.

7.4.1. Transporte en la cadena de suministro

Según Sunil & Peter (2008), “El transporte se refiere al movimiento del producto de un lugar a otro en su recorrido desde el principio de la cadena de suministro hacia al cliente. El transporte es una directriz importante de la cadena, ya que los productos rara vez son producidos y consumidos en la misma ubicación” (p. 45).

El éxito de la cadena está estrechamente vinculado con el uso apropiado del transporte. Las cadenas de suministro también emplean transporte con capacidad de respuesta para centralizar los inventarios y operar con pocas instalaciones. Para entender el transporte en una cadena de suministro es importante considerar la perspectiva de los cuatro participantes.

Es muy importante que la infraestructura sea administrada de tal manera que haya dinero disponible para el mantenimiento y la inversión en el aumento de la capacidad tanto como sea necesario. La política de transporte establece las normas que rigen la cantidad de recursos nacionales que se destinarán a mejorar la infraestructura del transporte.

Según Fynn (2012), "El transporte representa la mayoría de los costos de la logística. De acuerdo con el tipo de bienes que se manejen, el transporte puede significar tanto como 40 % del costo total de un artículo, en particular cuando se trata de un bien con un valor relativamente bajo, voluminoso y pesado, como las mercancías agrícolas o los materiales de construcción" (p. 34).

7.5. Gestión de la cadena de suministro verde

Ballou (2004) define cadena de suministro como "un conjunto de actividades funcionales que se repiten a lo largo del canal de flujo del producto, mediante lo cual la materia prima se convierte en productos terminados y se agrega valor al consumidor" (p. 67). En tanto, la OEM (Original Equipment Manufacturer) define cadena de suministro como una asociación de consumidores y proveedores, quienes, trabajando juntos en sus propios intereses, compran, transforman, distribuyen y venden bienes y servicios entre ellos mismos, resultando al final la creación de un producto específico.

Adicionalmente, el *Manual práctico de logística* define así la cadena de suministro: "engloba los procesos de negocios, personas, organización, tecnología e infraestructura física que permite la transformación de materia prima en productos terminados que son ofrecidos y distribuidos a los consumidores para satisfacción de la demanda" (2000, p. 45).

A partir de estos conceptos se concluye que la cadena de suministro es un conjunto de actividades que comprende desde la materia prima hasta la obtención de un producto finalizado, considerando procesos logísticos de aprovisionamiento o entrada, transformación o interno, y distribución o salida, y la relación entre ellos, los cuales tienen como objetivo satisfacer las necesidades del cliente.

La logística es definida por el Consejo de Dirección Logística como parte del proceso de la cadena de suministro que planea, ejecuta y controla el flujo y almacenamiento de bienes y servicios, así como la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el objetivo de satisfacer los requerimientos del cliente.

Adicionalmente, Frazelle (2002) define la logística como el flujo de materiales, información y dinero entre los compradores y los consumidores de la cadena de suministro.

7.5.1. Modelo integrado de logística verde en la cadena de suministro

Esto plantea la importancia de la implementación y el uso de la logística verde como parte integral de la protección que se le debe dar al planeta y tiene como objetivo resaltar las buenas prácticas que se deben llevar a cabo por las

organizaciones en cada uno de sus procesos en toda su etapa productiva. La metodología utilizada está centrada en la exploración, en donde se muestra cómo la logística verde forma parte esencial de las actividades diarias de las empresas y sobre esta base se estructuran explicaciones teóricas y conceptuales que deben hacer parte de los nuevos conceptos de la logística.

“De manera general la logística verde está lejos de la realidad, las organizaciones aun no asumen con responsabilidad el papel que busca esta estrategia” (Bernando, 1996, p. 67).

En la actualidad, las empresas no se han fijado en la importancia de introducir en sus procesos la logística verde. Esta, como cualquier otra disciplina, debe contribuir a la protección del planeta y al cuidado de la integridad del ser humano que interviene en las etapas de producción de las empresas y las que adquieren los productos terminados. La problemática se da por el poco interés que se le brinda a este tipo de actividades, tanto los transportistas, como los que almacenan productos, los fabricantes de envases o empaques, no han considerado el manejo que se debe dar a los productos a lo largo de la cadena de suministros.

La logística involucra tanto los productos desde cada paso entre las materias primas y el consumidor final. Uno de los temas de mayor importancia de la logística es proporcionar un producto que satisfaga a los consumidores con un costo menor posible y con una variedad de medidas creativas que se pueden utilizar para reducir los costos generales.

La logística verde es parte esencial en la logística, se calcula a menudo que es social y ambientalmente amigable. En la década de los 80, varias empresas estaban interesadas en el desarrollo de la logística verde y el interés

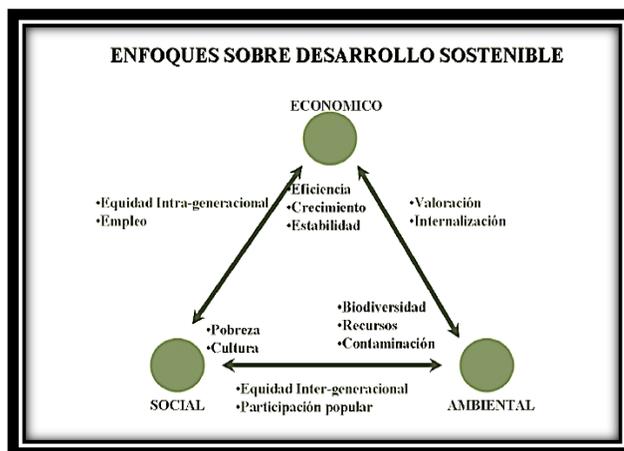
en el concepto se ha multiplicado con el aumento de las preocupaciones del consumidor sobre cómo los productos han sido fabricados y entregados en el siglo XXI.

En la actualidad, muchas empresas se enorgullecen de sus prácticas y políticas respetuosas del medio ambiente (Christopher, 1999).

Se entiende como cadena de suministros a un subsistema dentro del sistema organizacional que abarca la planificación de las actividades involucradas en la búsqueda, obtención y transformación de los productos. La cadena de suministros integra la oferta y la demanda tanto dentro como fuera de la empresa (Frazelle, 2002).

En la figura 2 determina la relación de los diferentes enfoques económico, social y ambiental.

Figura 2. **Enfoque sobre desarrollo sostenible**



Fuente: SÁNCHEZ, P. *Desarrollo sostenible*. <http://cnc1bbachi.blogspot.com> Consulta: 20 de septiembre de 2014.

7.6. Huella de carbono

Desde que se confirmó la relación entre las altas emisiones de carbono y el calentamiento del planeta hace unas décadas, los distintos gobiernos han ido tomando medidas para intentar frenar el cambio climático.

La huella de carbono, definida de manera general, representa la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera debido a las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Pandey, J, & D.M, 2010), es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los GEI, definidos en el protocolo de Kioto en 1997, forman una capa permanente en la parte media de la atmósfera que impide que toda la radiación solar que es devuelta por la tierra pueda salir, provocando con ello que la temperatura bajo la capa aumente. En el caso de los países en vías de desarrollo, como es el caso de la mayoría de los países latinoamericanos, un patrón exportado más acorde con las aspiraciones de desarrollo sostenible y menos vulnerable a las exigencias climáticas frente a las instalaciones de un concepto económico que considera la reducción de las emisiones contaminantes, exige a los sectores productivos realizar avances inmediatos en los procesos de cuantificación de sus emisiones y de disminución de los efectos climáticos, con el objetivo de resguardar la actual posición competitiva (Schneider & J.L, 2009).

Sin embargo, se hace evidente que previo a la cuantificación, se requiere explorar las complejas metodologías de los principales enfoques para la determinación de la huella de carbono, con el fin de reducir la incertidumbre del

cálculo y definir la validez en la determinación de los impactos ambientales reales.

“La huella de carbono ha surgido en el dominio público en los últimos años como una descripción bastante generalizada de la emisión de gases de efecto invernadero asociados con la actividad humana. La literatura reconoce la ausencia de una clara definición que sea comúnmente aceptada” (Wiedman & J, 2008, p. 78).

Sin embargo, se encuentran antecedentes de marcos metodológicos utilizados para el cálculo de la huella de carbono desde los años 70. Desde finales de los años 80 se encuentran en literatura aplicaciones de la huella de carbono, aunque bajo nombres diferentes.

Desde entonces, el debate sobre la huella de carbono no solo alcanza su origen sino también su enfoque metodológico empleado en el análisis. En la academia el tema ha experimentado también un desarrollo notable.

Desde unas pocas publicaciones a finales del siglo pasado, la literatura relacionada con la huella de carbono ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años (Valderrama, A, & R, 2011).

La mejor opción metodológica para determinar un valor de la huella de carbono parece ser una combinación de los enfoques *top - down* y *bottom – up*, estos proponen determinar la huella de carbono a través de una combinación de ambos métodos, denominado enfoque el ciclo de vida híbrido (*hybrid ACV*).

Este análisis permite la preservación de los detalles y la precisión de los enfoques de abajo - arriba en los procesos importantes, mientras que la

mayoría de las fases de producción menos significativas pueden ser cubiertas por el modelo de entrada y salida (*top - down*). Dependiendo de la aplicación, las etapas a las que se aplique uno u otro método varían, con el fin de lograr una solución óptima con base en la combinación entre la exactitud, precisión y eficiencia en los costos. Estas consideraciones son en la actualidad objeto de debate en el proceso de normalización en curso para la huella de carbono.

La huella de carbono se perfila como un indicador capaz de sintetizar impactos provocados por las actividades del hombre en el entorno, medido en términos de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y se presenta como una poderosa herramienta de las organizaciones. La introducción de la huella de carbono como indicador en la gestión de cadenas de suministro atribuye un importante desafío en los países en vías de desarrollo dado que gran parte de los productos que se consumen en Europa, Estados Unidos y países industrializados, se producen en países en vías de desarrollo.

Esta situación, junto a la falta de conocimientos científicos sobre las emisiones de GEI de los países en vías de desarrollo, implica para los países desarrollados el riesgo que el etiquetado y los instrumentos utilizados en la contabilidad de carbono no represente adecuadamente los sistemas de producción.

Por otra parte, desde la perspectiva de los países en desarrollo, el contar con una magnitud de huella de carbono se transforma en un factor competitivo importante, debido que es un indicador que al estar ausente podría perjudicar la generación de beneficios económicos, además de una reducción de las oportunidades de exportación al enfrentarse a restricciones de comercio.

7.7. Huella ecológica

Es una herramienta de cuantificación ecológica, tal y como los definen los autores Wachernagel & Rees (1998), siendo un indicador agregado definido como el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) dondequiera que se encuentre, ya que es evidente que la localización ecológica de los asentamientos humanos hace tiempo que ya no coincide con su localización geográfica, capaz de suministrar esos bienes y acoger, sin desequilibrios, los correspondientes residuos producidos por una población dada, con un modo de vida específico, de forma indefinida. Su objetivo fundamental es evaluar el impacto sobre el planeta de un determinado modo o forma de vida o la capacidad de carga de la que se está apropiando un hogar, una ciudad, o un país, es pues la superficie que permite sustentar un modo de vida. Consecuentemente, es un indicador clave para la sostenibilidad.

7.7.1. Mochila ecológica

Es la cantidad de materiales que intervienen y hay que mover en el ciclo vital de un producto que quedan como residuos en escombreras y vertederos. La mochila ecológica refleja los flujos ocultos de recursos necesarios para fabricar un producto pero que no forman parte del mismo, ni son valorados.

En la figura 3 se detallan algunos bienes comúnmente utilizados y la mochila ecológica de residuos que se generan (expresada en kilogramos).

Figura 3. **Productos y su mochila ecológica**

Productos	Residuos (Kg.)
Cepillo de dientes	1,5
Teléfono móvil	75
Cafetera	285
Ordenador personal	1.500
Alianza de oro	2.000
Automóvil	15.000

Fuente: Wiedman. *Carbon footprint and input-output analysis*. p. 89.

7.8. La empresa respetuosa con el medio ambiente

Los avances técnicos han incrementado la calidad de vida de la sociedad desarrollando nuevas tecnologías y explotando los recursos disponibles, pero con ello han contribuido paralelamente a la degradación del medio ambiente. Por lo tanto, la técnica juega también un importante papel en los intentos de evitar o aminorar los efectos medioambientales, buscando ventajas que permitan la recuperación de los recursos, el empleo de energías renovables y la utilización de tecnologías limpias que utilicen menos recurso y productos menos nocivos, reduciendo la contaminación que generan.

De una forma u otra, la preocupación social y el interés gubernamental por el medio ambiente han llegado a la empresa, que va gradualmente incorporando políticas de protección medioambiental en su actividad y diseñando procesos de una forma integral, en lo que se analizan sus impactos de forma global en el tiempo y en el espacio, es decir, considerando su grado de reversibilidad y en qué medida afectan a una determinada zona geográfica o

a todo el planeta. Las empresas también piensan en cómo se recuperan sus productos una vez haya finalizado su vida útil.

Esta última alternativa, la recuperación, busca fundamentalmente reducir el impacto sobre el medio ambiente, con prácticas como la reutilización, el reciclaje u otro tipo de valorización del producto, aminorar el consumo energético y de agua dentro de los procesos productivos y del propio producto elaborado, reducir la extracción de materias vírgenes y las cantidades de residuos que son enviadas a los vertederos o depósitos controlados.

La gestión medioambiental de las empresas, que inició siendo un problema para las organizaciones debido a su desconocimiento y falta de experiencia, se ha ido convirtiendo en una fuente de ventaja competitiva, que permite mejorar y diferenciar la imagen empresarial en el mercado al elaborar o suministrar productos y servicios verdes o amigables con el medio ambiente.

Esta preocupación medioambiental se ha extendido a lo largo de toda la red de aprovisionamiento ocasionando efectos en todas sus fases, desde la extracción de las materias primas hasta la reutilización de productos reciclados, de manera que un residuo de una determinada industria puede ser utilizado como materia prima de otra industria distinta, reduciendo de esta forma su impacto sobre el entorno.

Una de las nuevas expresiones surgidas ha sido la de fabricación respetuosa con el entorno. Este concepto abarca las distintas etapas del proceso productivo, desde el diseño del producto hasta su destrucción final.

Está muy clara la relevancia que tiene la etapa de diseño de los nuevos productos, ya que muchos problemas medioambientales son subsanables en

este momento del proceso, si han sido identificados previamente, con lo cual se reducen, a su vez los costes medioambientales.

Para ello, es imprescindible la colaboración, en esta fase, de los proveedores, fabricantes y consumidores, lo que encamina al diseño ecológico, diseño verde o ecodiseño, también descrito como democratizar la innovación (Hippel & E, 2006).

Cuando se diseña un producto se trata de valorar un proceso productivo, su comportamiento a lo largo de todo su ciclo de vida, así como reducir la variedad de materiales que lo componen, lo que facilitará su separación y clasificación al final de su uso, o maximizar el empleo de materiales reciclables o componentes recuperables.

Con estas prácticas se persigue diseñar un producto pensando en su consumo de energía durante su vida operativa y, al finalizar esta, su desensamblado, recuperación o destrucción.

7.9. El medio ambiente y la economía

La separación entre crecimiento económico y deterioro ambiental se convierte en un requisito indispensable para alcanzar la sostenibilidad. La actividad de las empresas contribuye de una forma determinante al crecimiento económico pero, paralelamente, también ha sido, unido a los consumidores, generador del daño medioambiental.

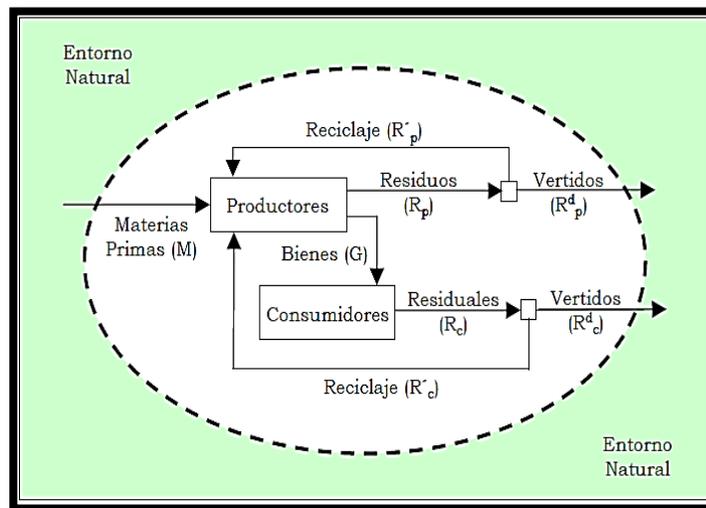
Aunque se hable de productores y consumidores, no debe olvidarse que en realidad son los mismos actores desarrollando distintas funciones, ya que la

producción y el consumo generan desechos que pueden ir parar al aire, el agua o verterse a las tierras.

Se muestra como se extraen las materias primas y la energía del entorno natural y como terminan volviendo a él en forma de residuos.

En la figura 4 se describen las materias primas y la energía del entorno natural.

Figura 4. **Materias primas y la energía del entorno natural**



Fuente: FIELD, M. *Economía ambiental*. p. 67.

Tal y como describe Field (2003), en un inicio la mayor preocupación estaba centrada en los flujos que los productos (R^d_p) y consumidores (R^d_c) vertían en el medioambiente, pensando que mediante el tratamiento de los mismos o modificando el lugar en que se vertían podían alterarse

sustancialmente sus efectos nocivos. En los últimos años, esta perspectiva se ha visto ampliada hasta lo que actualmente se denomina gestión ambiental.

7.10. Análisis del ciclo de vida

El análisis del ciclo de vida (ACV) del producto o servicio tiene como objetivo examinar los impactos medioambientales asociados a los mismos durante todo su ciclo de vida. Se identifican y cuantifican los usos de materias primas y energía, así como la generación de residuos y de emisiones contaminantes. Mediante este análisis se obtiene información valiosa que permitirá conseguir mejoras en el diseño. Diferentes instituciones, entre ellas el Comité Europeo para la Estandarización (CEN), la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y la Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), han estandarizado una metodología que permite una mayor claridad del proceso y realizar comparaciones de los resultados.

SETAC (1993) define el análisis del ciclo de vida como un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un determinado producto, actividad o proceso identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno, para determinar cuál es el impacto que el uso de recursos y esos vertidos producen al medio ambiente y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental.

7.11. Mejora continua

Existen enfoques diferentes de la filosofía de calidad, en la actividad gerencial se destacan la calidad total, el justo a tiempo, el mejoramiento continuo y otras que se sustentan en un enfoque de la organización como

sistema social orientado a la satisfacción de los clientes que necesita de la acción de la mejora continua sobre los procesos.

El enfoque de mejora continua se inicia con Deming (1989), en la década de los 50, orientado a la búsqueda de niveles de desempeño superiores en las organizaciones.

Entre las metodologías y procedimientos elaborados se puede citar a Deming (1985), Kume (1989), Juran (1990), Ishikawa (1991), Goldratt (1992) y Michelena (2000). Todos ellos se encaminan a descubrir y definir los problemas, analizar las causas que le dan origen, buscar alternativas y proyectar soluciones, dándole seguimiento al ciclo. Sin embargo, en el proceso de capacitación este enfoque no se desarrolla en toda su magnitud, puesto que no se integra a las acciones cotidianas que pudieran demostrar su incorporación a la cultura organizacional.

De esta manera, el mejoramiento continuo se desarrolla fundamentalmente ante la existencia de problemáticas definidas, pero no se integra su conceptualización al proceso de planificación estratégica articulado a su vez con la estrategia de preparación y superación de cuadros y reservas y, con ello, al proceso de enseñanza-aprendizaje que la garantiza.

La mejora está asociada a la definición de objetivos y estrategias para lograr cambios ventajosos y a la continuidad en la consecución de los objetivos retadores, de desarrollo para la organización. Su base es un desempeño adecuado y una vía para ello la constituye la capacitación.

Esto significa que continuamente se hará necesario capacitar para dar solución a las nuevas situaciones que demanden los estadios de desarrollo de cada organización.

La estrategia de capacitación debe estar alineada con la planificación estratégica y dar solución a las demandas de sus clientes principales que es la sociedad.

Entre los aspectos a tener en cuenta en la mejora continua de la capacitación están.

- Debe lograr niveles de aprendizaje y aplicación superiores.
- Debe adaptarse continuamente a las condiciones del entorno, las demandas sociales y de las organizaciones.
- El proceso de enseñanza aprendizaje se orienta al mejoramiento permanente del desempeño.
- Debe establecer indicadores compartidos para la medición de los resultados.
- Se orienta a elevar permanentemente el nivel de compromiso de los miembros de la organización con el cumplimiento de sus objetivos.

7.12. Indicadores de ecoeficiencia

El concepto de ecoeficiencia en las empresas se apoya de dos pilares; uno, reducir la sobre explotación de los recursos naturales (lograr un uso más sostenible) y el otro, disminuir la contaminación asociada a los procesos productivos. Pero este concepto va aún mas allá, busca incrementar la productividad de los recursos naturales, así como el de reducir los impactos ambientales a largo de todo el ciclo de vida de los productos.

Cabe mencionar además que la ecoeficiencia no es un híbrido entre la ecología y la eficiencia económica o técnica, es un enfoque que apunta al desarrollo de acciones de tal manera que el bienestar de la sociedad aumente y al mismo tiempo los daños sobre el medio ambiente disminuyan (Vasco, 2003).

Expuesto el párrafo precedente, la ecoeficiencia debe ser medida y evaluada por las empresas, de aquí surge la necesidad de establecer un determinado número de indicadores que puedan brindar una visión cuantitativa de los avances o retrocesos dentro de las mismas, aunque la adaptación de políticas y la construcción de indicadores no son acciones totalmente suficientes que garanticen que una empresa sea efectivamente ecoeficiente.

El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (CEMDS) propone cinco elementos para desarrollar un perfil de ecoeficiencia (Leal, 2005).

- Perfil organizacional: proporciona un contexto para la información de ecoeficiencia, incluyendo, entre otros factores, información de número de empleados, áreas de negocio, productos principales y transformaciones de gran tamaño en la estructura.
- Perfil de valor: incluye información financiera, cantidad de productos, o indicadores funcionales para determinados productos.
- Perfil ambiental: incluye indicadores de impacto ambiental, así como indicadores específicos de negocios referidos a la generación y uso de bienes y servicios.
- Índices de ecoeficiencia: proporciona la base numérica para los elementos previos, las compañías pueden también proporcionar cálculos

de indicadores de ecoeficiencia que consideren relevantes y significativos para su actividad.

- Información metodológica: abarca el enfoque utilizado para clasificar los indicadores, las metodologías de recolección de datos y las limitaciones en el uso de los mismos. Como concepto general, el CEMDS recomienda a las compañías que integren la información de ecoeficiencia con sus procesos globales de toma de decisiones y de su estrategia de comunicación.

El objetivo de los indicadores es mejorar el comportamiento de las compañías con mediciones que sean verificables y transparentes, de manera que sean significativas tanto para el ámbito interno como externo.

Los indicadores están basados en la fórmula de ecoeficiencia que une las dos dimensiones de la economía y la ecología para relacionar el valor añadido bruto (VAB) respecto a la cantidad física de recursos naturales utilizados o cantidad de contaminantes emitidos o presión ambiental (Labandeira, Vasquez, & León, 2007).

$$\text{Ecoeficiencia} = \frac{\text{producción}}{\text{presión ambiental}} = \frac{\text{VAB}}{\text{recurso, emisiones}}$$

El VAB se suele calcular a coste de factores y a precios constantes (Comisión Europea, 1999), y se define como la renta bruta obtenida de la actividad una vez ajustada por subvenciones e impuestos indirectos. Se valora a precios contantes para obtener un indicador de volumen evitando el efecto de los precios.

La ecoeficiencia es, por lo tanto, un concepto clave porque proporciona información sobre crecimiento económico y deterioro ambiental. Así, un aumento de la razón representa una mejora en el desempeño ambiental de la empresa.

En el caso de emisiones,

$$\text{Emisiones} = \frac{\text{producción}}{\text{ecoefficiencia}}$$

En el largo plazo, el crecimiento del *output* es siempre positivo. Si este crecimiento de la producción es igual o inferior al crecimiento de la ecoeficiencia, se dice que existe una disociación absoluta entre presión ambiental y crecimiento económico.

En tal caso, las presiones ambientales se estabilizaran o eventualmente disminuirán a pesar de la expansión continua del *output*. Si, en cambio, el crecimiento del *output* es mayor que la mejora continua en ecoeficiencia, la presión ambiental en términos absolutos aumentará, aunque en menor medida que el crecimiento de la producción, y se dice que existe disociación relativa.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVOS

MARCO METODOLÓGICO

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Aspectos generales de la maquila

1.1.1. Historia

1.1.2. Misión

1.1.3. Visión

1.1.4. Estructura organizacional

1.2. Situación actual de la empresa

1.2.1. Descripción de los procesos logísticos

1.3. Análisis Foda

1.3.1. Fortalezas

1.3.2. Oportunidades

1.3.3. Debilidades

1.3.4. Amenazas

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Maquila en Guatemala

- 2.1.1. Legislación ambiental
 - 2.2. Logística
 - 2.2.1. Proceso de retorno
 - 2.2.2. Suministro y logística
 - 2.3. Logística verde
 - 2.3.1. Objetivo de logística verde
 - 2.4. Cadena de suministro
 - 2.4.1. Objetivo de la cadena de suministro
 - 2.4.2. Transporte en la cadena de suministro
 - 2.5. Gestión en la cadena de suministro
 - 2.5.1. Modelo integrado de logística verde
 - 2.6. Huella de carbono
 - 2.7. Huella ecológica
 - 2.7.1. Mochila ecológica
 - 2.8. La empresa respetuosa al medio ambiente
 - 2.9. El medio ambiente y la economía
 - 2.10. Análisis del ciclo de vida
 - 2.11. Mejora continua
 - 2.12. Indicadores de ecoeficiencia
3. PROPUESTA LOGÍSTICA VERDE
- 3.1. Estrategias de mejoras en los procesos logísticos
 - 3.2. Propuesta de la cadena de suministro verde
 - 3.3. Establecer indicadores de ecoeficiencia
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Variables e indicadores

Para la realización del estudio se identificaron variables para así determinar indicadores.

Tabla III. **Variables dependientes e independientes**

Variable dependiente	Variables independiente
Diagnóstico de logística tradicional	Procesos ineficientes de la cadena de suministro.
Indicadores de ecoeficiencia	Mejoras en los procesos logísticos
Alternativas de logística verde	Disminuir los desperdicios y las emisiones generadas.
Aplicación de logística verde	Resultados a través de indicadores

Fuente: elaboración propia.

9.2. Tipo de estudio y diseño de investigación

La investigación será descriptiva, lo cual permitirá detallar los recursos utilizados desde la materia prima hasta el producto final, e ir evaluando las emisiones contaminantes que afectan al medio ambiente.

Además, será prospectiva debido a que se analizará el funcionamiento actual de la empresa.

9.3. Procedimientos y técnicas

La implementación de la metodología se basará en 4 fases:

- Fase I: para cumplir el primer objetivo específico se utilizará la observación para identificar las acciones de control o disminución de desperdicios utilizados en la cadena de suministro. Se emplearán encuestas y entrevistas para obtener información para la elaboración del análisis Foda que se determina la situación actual de los procesos logísticos.
 - Resultados esperados
 - Información general de la empresa.
 - Se determinan los aspectos e impactos ambientales generados por las diferentes procesos logísticos.
 - Conocer los procesos ineficientes en la cadena de suministros.
 - Foda

- Fase II: para cumplir el segundo objetivo específico se establecerán los puntos estratégicos en la cadena de suministro, lo cual permitirá desarrollar indicadores de ecoeficiencia y detectar mejoras.
 - Resultados esperados
 - Indicadores de ecoeficiencia
 - Establecer mejoras

- Fase III: para el tercer objetivo específico se analizarán alternativas de logística verde con base en el Foda que se realizó a la empresa, y así determinar medidas correctivas y disminuir el desperdicio, con el fin de generar un mejor desempeño ambiental.
 - Resultados esperados
 - Alternativas de logística verde
 - Estrategias para disminuir los desperdicios

- Fase IV: para el cuarto objetivo específico se determinan los resultados y la factibilidad de las alternativas de logística verde, estimando costos y reducciones de emisiones generadas en los procesos logísticos y el impacto que tiene para el medio ambiente.
 - Resultados esperados
 - Resultados a través de los indicadores de ecoeficiencia.
 - Estimaciones de reducciones de costos y contaminantes.
 - Resultados favorables generados con la aplicación de la logística verde.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

10.1. Medidas de tendencia central

Se utilizará la media aritmética simple para cuantificar el promedio de las preguntas de las encuestas realizadas a los trabajadores.

10.2. Indicadores

Los indicadores permiten aportar información comparativa en relación de la situación actual de la empresa y luego realizar los indicadores cuando ya se realizaron los cambios, los cuales fueron tomados durante cierto tiempo en las operaciones de los procesos logísticos.

10.3. Análisis de datos obtenidos

Luego de recopilar los datos, se procede a realizar un análisis comparativo y verificar qué tanto beneficio se pudo obtener con base en los cambios realizados en la cadena de suministro.

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación se presentan las actividades a realizar y el periodo estimado en el cual se desarrollará el proyecto.

Tabla IV. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project 2010.

12. RECURSOS

A continuación se presentan los recursos humanos, material y equipo que serán indispensables para realizar el proyecto.

Tabla V. **Recursos humanos**

Área	Descripción	Cantidad
Cadena de suministro	Diferentes puestos	25
Investigación	Asesor de trabajo de graduación	1
Investigación	Investigador	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Recursos materiales y financieros**

RUBRO	COSTO POR UNIDAD (quetzales)	TOTAL (quetzales)
SERVICIOS PERSONALES		
Asesor	2 500	2 500
Maestrando	10 000	10 000
SUBTOTAL		12 500
SERVICIOS NO PERSONALES		
Energía eléctrica	850	850
Teléfono	400	400
Hojas e impresión	900	950
SUBTOTAL		2 200
EQUIPO Y SUMINISTROS		
Equipo de cómputo	9 000	9 000
Impresora	600	600
SUBTOTAL		9 600
TOTAL		24 300

Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

1. (2012). Suministro y Logística. En J. L. Fynn, *Administración de compras y abastecimiento* (pág. 4). México : McGraw-Hill.
2. Ballou, R. H. (2004). *Logística administración de la cadena de suministro*. México: Editorial Pearson Educacion.
3. Bernando, P. M. (1996). *Logística de aprovisionamiento*. McGraw-Hill.
4. Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros*. México: McGraw-Hill.
5. Campos. (5 de octubre de 2012). *Green logistics, ¿moda, tendencia o negocio?* Recuperado el 10 de septiembre de 2014, de <http://es.scribd.com>.
6. Cespón Castro, R., & Auxiliadora , M. (2003). *Administración de la cadena de suministro. Manual para estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial*. Universidad Tecnológica Centroamerica de Honduras. UNITEC.
7. Christopher, M. (1999). *Logística aspectos estratégicos*. México: Limusa S.A de C.V.
8. Christopher, M. (1999). *Logística aspectos estratégicos*. México: Limusa S.A de C.V.

9. Comision Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). (1999). Recuperado el 12 de Febrero de 2015, de Guía para el control y prevencion de la contaminación industrial: industria gráfica.: http://www.produccionlimpia.cl/medios/Guia_Industria_Grafica.pdf.
10. Congreso de la República de Guatemala. (s.f.). *Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila*, págs. Decreto número 29-89.
11. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila*, Decreto Número 29-89.
12. E.J.Muller. (1991). *The greening of logistics*. Pág.32.
13. Falatoonitoosi, E., Leman, Z., & Sorooshian, S. (2013). *Modeling for green supply chain evaluation*. En *Mathematical Problems in Engineering* . Volumen 2013.
14. Ferreria, A. C. (2003). *Contabilidad ambiental: una información para el desenvolvimiento sustentable*. Sao Pao: Atlas.
15. Field, M. (2003). *Economía ambiental*. New York: McGraw-Hill.
16. Flores , A. (2007). *Medición de la efectividad de la cadena de suministros*. México: Panorama S.A.
17. Frazelle, E. (2002). *The logistics of supply chain mangement*. New York: McGraw-Hill.

18. Ginter, P. M., & Starling, J. M. (1978). *Reverse distribution channels for recycling*. California Mangement Review, 73-82.
19. Greg, B. (2003). *Seis Sigma Para Directivos*. Madrid: McGraw-Hill.
20. Real Academia Española- Diccionario de la Lengua Española. (2014). España: 23.
21. Secretaría General del Consejo de Planificación Económica, SEGEPLAN. (1992). *Estudio para la elaboración del plan para el desarrollo de la maquila en Guatemala, definiendo cirterios de selección ubicación en el territorio nacional y formas para su adecuación explotación*.

