

## GUÍA TEÓRICO-METODOLÓGICA PARA LA ADOPCIÓN DE LA LOGÍSTICA SUSTENTABLE EN LA INDUSTRIA

Verónica Cordero-Balind, Vianey Torres-Argüelles, Andrés Hernández-Gómez y Salvador  
Noriega Morales

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Correo: Verónica\_corderob@hotmail.com

---

**Resumen:** El objetivo de este trabajo de investigación fue diseñar y desarrollar una guía teórico metodológico a través de la identificación de factores, características e indicadores de un proceso sustentable para facilitar la implementación de un sistema logístico sustentable en las empresas. Para lo anterior se realizó una amplia revisión de literatura, a través de la cual se identificaron las características que debe cubrir una industria para ser considerada como verde. El segundo paso fue desarrollar una herramienta que consiste en una encuesta descriptiva que cubre las tres dimensiones de la sustentabilidad: economía, sociedad y ambiente; la cual se aplicó a empresas manufactureras con el fin de evaluar la sustentabilidad en los procesos de la industria en Ciudad Juárez. De acuerdo con los resultados de las encuestas, la metodología propuesta está dirigida especialmente a las medianas empresas, donde se considera que la implementación exitosa de un sistema logístico sustentable deberá contemplar en primer término la Misión, Visión y Objetivos y en segundo término las Estrategias y Acciones. El éxito de la implementación de la logística sustentable depende del esfuerzo colectivo, la inversión inicial, el compromiso, la capacitación, planeación, y los cambios operacionales y estructurales, así como la forma de pensar de todos los involucrados.

*Palabras Clave:* Sustentabilidad, Logística sustentable, Cadena de suministro.

### INTRODUCCION

Es bien sabido que el reto de la sustentabilidad se ha convertido cada vez más en un elemento-clave en la agenda de las empresas manufactureras, ya que debido al uso excesivo de los recursos no renovables, se ha generado un impacto negativo en el ambiente, lo que ha

motivado que ya no solo los gobiernos si no que ahora las empresas requieren de un sistema de producción que cumpla con las características para alcanzar la sustentabilidad en los procesos de producción, para que además de cubrir nuestras necesidades sea posible preservar los recursos para cubrir las necesidades de las generaciones futuras. Por lo que la protección del medio ambiente deberá constituir una parte fundamental del proceso de desarrollo y la eliminación de este riesgo constituye la tarea prioritaria e ineludible (Bermejo, 2014). En esencia, la sustentabilidad en las empresas significa la creación de valor a largo plazo mediante la adopción de un enfoque que es igualmente consciente de las implicaciones económicas, sociales y medioambientales (Caprar & Neville, 2012).

Entre el gran número de procesos que componen la industria, uno de los procesos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente es la logística. Este proceso se define como el movimiento o traslado organizado de productos, servicios y algunas veces personas, donde la comunicación es una parte importante del proceso (Wood, Barone, Murphy, & Wardlow, 1995). Sin embargo, este concepto solo considera el movimiento de recursos en la etapa de generación de los productos o servicios; es decir, desde la extracción del material para la producción hasta el fin de la vida útil del producto. Lo que conlleva a un alto desperdicio de materiales, los cuales pueden ser reciclados y reutilizados.

Dada la necesidad de la protección del ambiente se propone la adopción del proceso de logística verde o sustentable, la cual se define como la producción y distribución de bienes de una manera sostenible, teniendo en cuenta los factores ambientales y sociales (Sbihi & Eglese, 2007). La logística verde o sustentable en general se considera como un ciclo cerrado o proceso continuo, donde las industrias se responsabilizan no solo de la generación y distribución de nuevos productos, sino también del manejo de los productos al finalizar su vida útil; es decir, la recolección, reutilización y disposición final; lo cual ofrece una ventaja competitiva ambiental en el ciclo de producción. Sin embargo, el cambio de un proceso tradicional a uno sustentable requiere de una metodología que asegure el control del flujo y uso de materiales, para una adecuada reutilización; no solo considerando la recuperación de materiales al término de la vida útil de un producto, sino también los materiales considerados *scrap*; los cuales en ambos casos, pueden ser materia prima de un nuevo producto. Sin embargo, para plantear una metodología para la implantación de un sistema logístico sustentable, es necesario identificar sus factores y características.

## REVISION DE LITERATURA

En las últimas décadas se ha incrementado el interés hacia la administración de la cadena de suministro debido a la globalización en general y la industria en particular, así como debido a la rivalidad entre las cadenas de suministro; esto ha sido motivado por la crisis económica mundial combinado con la hiper competitividad por los recursos; asimismo, la combinación de la disminución de las ganancias de las empresas con el incremento de los costos han provocado la necesidad de desarrollar nuevos modelos o configuraciones que maximice el desarrollo económico a través de las decisiones estratégicas de abastecimiento, distribución y ventas, así como las decisiones tácticas en la planeación del flujo de los bienes con el fin de ser más competitivos (Chaabane, Ramudhin, & Paquet, 2012; Samuel, Goury, Gunasekaran, & Spalanzani, 2011; Westkamper et al., 2008).

La cadena de suministro se basa en la relación y colaboración entre cliente proveedor, así como el flujo de información sin barreras entre los mismos, creándose una integración y compromiso a largo plazo la cual es el corazón de la eficiencia en la cadena de suministro (Evrard, Goury, Gunasekaran, & Spalanzani, 2011). Con el tiempo, se ha observado que el movimiento sostenible es un negocio con resultados a largo plazo, es decir, las mejoras en el rendimiento ambiental, las reducciones en los costos, la ventaja competitiva, el cumplimiento con los requisitos gubernamentales así como la conservación de los recursos naturales se verán reflejadas a largo plazo (Despeisse, Ball, Evans, & Levers, 2012). Hoy en día debido a la disponibilidad de los recursos no renovables, las empresas se han visto obligadas a replantear sus estrategias con el fin de asegurar las sustentabilidad de sus operaciones considerando procesos como la evaluación del ciclo de vida (LCA), análisis del circuito cerrado (Closed loop), la logística inversa, reducción de emisiones de carbono, entre otros, asimismo, requieren del uso de herramientas que se manejan en áreas de la ecología industrial, producción limpia, prevención de contaminación y la manufactura sustentable (Chaabane et al., 2012; Despeisse et al., 2012).

Al considerar la cadena de suministro verde como la integración de prácticas ambientales incluyendo la logística inversa entre las organizaciones de la cadena de suministro se tiene como objetivo reducir el impacto ambiental del producto a lo largo de todo su ciclo de vida para la cual incluye actividades como son el diseño verde, el ahorro de recursos, la reducción del uso de

materiales nocivos, y el reciclaje o reutilización del producto (Eltayeb et al., 2011; Sarkis, Zhu, & Lai, 2011).

Debido a esto, la implementación del desarrollo sostenible en las empresas se enfrenta a varios problemas como son el cambio de hábitos o costumbres en las actividades, la falta de cooperación y confianza de todos los involucrados (cliente, proveedor, productor, etc.), la falta de visión estratégica en las actividades operacionales, pero la mayor de las barreras es la determinación del costo beneficio de la implementación de la logística verde (Lambert, 2002), es por esto que se han creado teorías organizacionales sobre la aplicación de la cadena de suministro verde como son: la teoría de la complejidad, la modernización ecológica, teoría de la información, teoría institucional, teoría de la dependencia de recursos, teoría de la red social, teoría de los participantes, entre otros (Sarkis et al., 2011); asimismo, se han realizado diversos estudios enfocados al beneficio del uso de la logística sustentable y las diversas formas de medirlas e implementarlas, algunas de ella se describen en la Tabla 1.

Investigador	Estudios realizados
(Venus, 2011)	Detalla cinco pasos para implementar una logística sustentable: 1. Ofrecer un compromiso de administración con responsabilidad ambiental, 2. Evaluación de las operaciones comerciales y establecer las metas, 3. Crear una estructura de gestión y vinculación con los socios comerciales para obtener los objetivos ambientales, 4. Monitorear y realizar acciones correctivas para el mejoramiento continuo, 5. Establecer un examen de gestión que proporcione una evaluación crítica.
(Diabat & Govindan, 2011)	Los principales conductores de la cadena de suministro verde son certificación y colaboración ambiental de los proveedores, colaboración entre los diseñadores del producto y los proveedores, regulaciones y legislaciones gubernamentales, diseño verde, certificación del ISO14000, integración del manejo ambiental a la planeación y operación del proceso, reducción de consumo de energía, reutilización y reciclado de los materiales, colaboración ambiental con los clientes y logística inversa.
(Lai & Wong, 2012)	Medición de la sustentabilidad de las empresas a través de cuatro atributos: prácticas basadas en los procedimientos, basadas en la evaluación, basadas en el compañerismo y las prácticas generales de gestión ambiental.
(Ubeda, Arcelus, & Faulin, 2011)	Realizaron un estudio que demostró la importancia de la optimización del proceso de logístico; al mejorar la eficiencia de embarques (reducción en distancia recorrida y número de rutas) se reducen costos y al mismo tiempo se reducen las cantidades de emisiones de CO2.
(Eltayeb, Zailani, & Ramayah, 2011)	Las iniciativas de la cadena de suministro verde se pueden clasificar en Eco diseño, compras verdes, proveedor de colaboración ambiental, cliente de colaboración ambiental y logística inversa; dichas iniciativas están asociadas con un mejor desempeño ambiental, los resultados económicos, rendimiento operativo, así como las ganancias intangibles (satisfacción y reconocimiento del cliente).

Tabla 1. Estudios enfocados al uso de la logística sustentable

## MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de identificar los factores y características de la logística sustentable se realizó una revisión de literatura, a partir de la cual se identificaron los conceptos básicos de la sustentabilidad en los procesos de producción, entre los que destacan: cadena de suministro sustentable, logística sustentable, indicadores, eco eficiencia, empresa verde y desarrollo sustentable. Asimismo, se definieron las características, que debe cubrir una industria para ser considerada como verde (Tabla 2). Dichas características son claves para el enfoque que la empresa debe dar al sector económico, ambiental, social, a los grupos de interés, al apoyo voluntario, a la resiliencia y al enfoque a un largo plazo (Ahi & Searcy, 2013).

Características	Actividades
Sostenibilidad	Reducción de consumo de energía, agua, emisiones de carbono, reducción en el consumo de combustible, reducción del uso del papel, reducción de desperdicios sólidos, reducción de accidentes ambientales.
Logística Inversa	Ahorro de recursos, reducción de uso de materiales nocivos, reciclaje, reutilización, garantías, fin de uso, exceso de inventario.
Actitud de los involucrados internos	Cambio de hábitos, participación, cooperación y confianza entre los departamentos de la empresa, visión estratégica en operaciones ambientales limpias, percepción de riesgo.
Actitud de los involucrados externos	Colaboración y participación de proveedores, clientes, diseñadores del producto, regulaciones y legislaciones ambientales.
Planeación ambiental	Estructura de gestión, procedimientos establecidos de actividades de logística sustentable, metas ambientales en el proceso y sus distribuciones logísticas, planeación de embarques, planeación de recolección de productos.
Empaque y Transporte	Tipo de transporte, optimización del procesos logístico (distancia recorrida y número de rutas), diseño y utilización de empaque retornable, almacenamiento.
Diseño verde	Tipo de componentes, empaque, energía, desensamblaje, reutilización, Remanufactura y reciclado hasta llegar al fin de vida del producto, eco etiqueta.
Compras verde	Administración de proveedores sustentables, y empuja al uso de actividades como reciclar, reusar y sustituir materiales.
Manufactura Verde	Uso de tecnología y procesos amigables al medio ambiente, menos uso de energía y material.
Mercadotecnia verde	Concientizar a los consumidores, facilidad de adquisición, tamaño de lote, tiempo de entrega.
Resultados Económicos	Costo beneficio de la implementación, rendimiento, rentabilidad, eficiencia; costos competitivos, evaluación de retorno, entre otros.
Eco eficiencia	Reducir, cambiar o prevenir emisiones.
Certificaciones	ISO14000, PROFEPA, economía circular.
Herramientas	Benchmarking, costo de ciclo de vida.
Beneficios por el uso de logística ambiental	Productos de calidad, disminución de tiempos de entrega, disminución de desperdicios de producción (SCRAP), mejor desempeño ambiental.
Métricos	Evaluación de la situación actual y mejora continua en favor al medio ambiente, satisfacción del cliente, evaluación del ciclo de vida del producto, evaluación de retorno, utilización de agua y energía, cantidad de desperdicio de sólidos, entre otros.

Tabla 2. Características de una empresa verde

Basada en la información que se presenta en la Tabla 3.1, se diseñó la herramienta para medir el nivel de aplicación de logística inversa, enfocada a las industrias de distintos tamaños y giros de Ciudad Juárez.

Se determinó el uso de la metodología de encuestas, debido a que es un instrumento de investigación de mercados que permite obtener información mediante la formulación de preguntas específicas, con la cual es posible sacar conclusiones a partir de los resultados obtenidos (González, Padrino, Encuesta, Estudio, & Descriptivo, 2009; Hernández, n.d.). El objetivo de la encuesta en el presente estudio es evaluar la sustentabilidad en los procesos de las industrias de Ciudad Juárez, la cual ayudará a tomar decisiones y/o realizar acciones en el proceso logístico para tener una industria sustentable (Ness, Urbel-Piirsalu, Anderberg, & Olsson, 2007).

La encuesta es de tipo postal o por internet (Gonzalez & Padilla, 1999), descriptiva con preguntas estructuradas y está dividida de acuerdo con las tres dimensiones de la sustentabilidad: ambiental, social y económico.

Con base en esta información, la encuesta diseñada se divide en la secciones de información de la empresa con el fin de determinar qué tipo, giro y tamaño de industria tiene mayor enfoque a la sustentabilidad. La segunda sección son los indicadores ambientales, la cual busca determinar el porcentaje de empresas que utiliza recursos no renovables en su producto o proceso, el mayor tipo de desechos generados por las empresas y su disposición, determinar el porcentaje de empresas que busca recuperar y/o reciclar su desperdicio, producto, materia prima, así como el control de uso de energía, agua, empaque retornable, entre otros. La tercera sección son los indicadores sociales, la cual mide el grado de entrenamiento de la empresa a los empleados para ser más sustentable, el grado de disponibilidad por parte de la gerencia y cliente para ser una empresa más sustentable. Y por último se encuentran los indicadores económicos donde se busca medir el tipo de control económico generado por la logística sustentable.

## **RESULTADOS**

Como resultado final, podemos observar que la implementación de la logística sustentable requiere de un esfuerzo colectivo, inversión, compromiso, capacitación, planeación, cambios operacionales y estructurales, así como la forma de pensar de todos los involucrados; sin embargo, no siempre se cuenta con el conocimiento e información necesaria, por lo que su

adopción no es fácil. Por lo tanto, es necesario contar con una guía metodológica que permita controlar cada uno de los aspectos; motivo por el cual se propone la presente guía teórico metodológica, diseñada en este proyecto de investigación y cuya implementación estará basada en primer término en la Misión, Visión y los Objetivo y en segundo término en las Estrategias y Acciones. Cada uno de estos puntos están descritos en la Tabla 3.

<b>Misión</b>	- Dirigir las actividades logísticas de la empresa a una logística sustentable.
<b>Visión</b>	- Contar con una metodología novedosa y eficiente para administrar la logística sustentable en la empresa.
<b>Objetivo</b>	- Crear un compromiso ambiental de la administración gerencial.
<b>Estrategias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis del diseño del producto y evaluación de su ciclo de vida.</li> <li>- Análisis del uso de empaque retornable, su almacenamiento y transporte.</li> <li>- Compras verdes, selección y certificación de proveedores verdes.</li> <li>- Prácticas de colaboración ambiental entre clientes – empresa – proveedor.</li> <li>- Prácticas de manufactura esbelta.</li> <li>- Eco eficiencia.</li> <li>- Obtener la certificación ambiental Nacional e Internacional (ISO 14000, PROFEPA).</li> </ul>
<b>Acciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación de un equipo de trabajo auto dirigido con un enfoque de logística sustentable.</li> <li>- Delimitación de prácticas ambientales basadas en procedimientos de cada uno de los involucrados.</li> <li>- Entrenamiento, capacitación y organización de cada uno de los involucrados para las actividades sustentables.</li> <li>- Concientización y aceptación del compromiso de la cadena de suministro (cliente – proveedor – empresa).</li> <li>- Medición de la situación actual ambiental de la empresa.</li> <li>- Realizar acciones para ser una empresa verde (5's, selección y certificación de proveedores verdes, uso de empaque retornable, reutilización, reciclaje, desecho, entre otros).</li> <li>- Mecanismos de recolección de productos que terminaron su vida útil.</li> <li>- Monitorear y auditar las actividades ambientales.</li> </ul>

Tabla 3. Plan de implementación de la logística inversa en una empresa

Uno de los puntos clave de la metodología, es el compromiso de la administración gerencial hacia la implementación de la logística sustentable y esto es debido al costo, actividades extras y cambios que deberán realizarse en la empresa antes de poder obtener los resultados positivos tanto para la empresa como para el medio ambiente.

Asimismo, es importante mencionar que la misión y visión sustentable, deben estar diseñadas de forma específica para cada empresa basada en sus objetivos, características, producto, forma de trabajar de cada empresa.

Una vez que se tiene el compromiso gerencial y con ello la misión y visión ambiental, es necesario crear un equipo auto-dirigido que esté formado por un responsable de los departamentos de compras, diseño del producto, mantenimiento de las instalaciones, negocios,

mercadotecnia, ingeniería, calidad, recursos humanos, y planeación; donde cada encargado tendrá el compromiso de dirigir, realizar e implementar las actividades sustentables dentro de su departamento, según se requiera.

En las Tablas 4 a la 6 se detallan las actividades sustentables de los distintos departamentos, así como la interconexión entre ellos.

Departamento	Actividades	Descripción de actividades
<b>Departamento de Diseño o Producto</b>	Diseño del producto	Identificar los componentes y sustancias tóxicas que pueden ser intercambiados por aquellos de menor impacto negativo al ambiente o de ser posible eliminarlos por completo. Asimismo, búsqueda constante de innovaciones en los procesos, componentes y sustancias sustentables. Una vez identificado el cambio de los componentes, es necesario coordinarse con el departamento de compras y calidad para la selección y validación del proveedor verde, e identificar el momento del cambio.
	Ciclo de vida del producto	Esta actividad interactúa en gran medida con el diseño del producto y con la actividad de <i>Sustainable Value Stream Mapping</i> , con el fin de detectar, modificar o reciclar aquellos componentes o procesos que generan residuos tóxicos, utilizan un alto grado de material y energía; asimismo, tiene la tarea de analizar la durabilidad del producto y buscar la extensión de la vida del producto a través de la recuperación del producto, re-manufactura y reciclado, entre otros.
	Diseño de Empaque	Analizar y establecer las características de un empaque retornable del producto. Una vez aprobado dicho empaque, es necesario coordinarse con el cliente o proveedor para determinar la logística de control para el empaque.
<b>Departamento de Proceso:</b>	Sustainable Value Stream Mapping (Faulkner & Badurdeen, 2014)	Esta herramienta es con el fin de determinar el tiempo ideal y real de las actividades logísticas de la cadena de suministro, así como el consumo de los recursos no renovables de la empresa. Esto busca hacer una comparación entre los datos obtenidos y determinar las acciones a realizar para reducir el impacto ambiental.
	5's	Las 5's están estructuradas por cinco pasos; separar, ordenar, limpiar estandarizar y mejorar. Estos pasos se enfocaran en la materia prima que ya fue utilizada; es decir, se separarán los componentes obtenidos por los desechos de las máquinas, procesos manuales, producto retrabajado o producto segregado en partes; dichos componentes se clasificarán de acuerdo a sus características, funcionalidad y tipo de tratamiento que requerido por el componente para reutilizarse, o en su caso desechar correctamente el componente. Una vez que se separen los componentes en distintos contenedores, se aplicarán las operaciones requeridas para que el componente funcione de forma correcta; al finalizar esta actividad, el departamento de calidad inspeccionará y liberará los componentes, los cuales se verán reflejados en el sistema de control de componentes del departamento de compras y podrán ser utilizados en producción.
	Mantenimiento preventivo	Cada conductor debe de ser responsable de su vehículo y mantenerlo en las condiciones óptimas con el fin de evitar la contaminación ambiental, es decir que el vehículo este limpio, con combustible, los neumáticos con aire, cambio de aceite, así como estar al pendiente de los mantenimientos preventivos correspondientes; estas actividades se deben llevar a cabo con la finalidad de evitar las emisiones de dióxido de carbono, retrasos o costos extras.

Tabla 4. Actividades sustentables de los departamentos de diseño y procesos

<b>Departamento</b>	<b>Actividades</b>	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Departamento de Compras Verdes</b>	Selección y desarrollo de proveedores	Está enfocado a la búsqueda de la materia prima proveniente de proveedores que cuenten con la certificación ambiental (ISO14000) o que estén en el proceso de certificarse; así como también deben de cumplir con las especificaciones requeridas por el diseño del producto, precio y tiempo de entrega.
	Control de la materia Prima	Tiene la responsabilidad de tener la materia prima adecuada, con las especificaciones requeridas, en la cantidad requerida, en el momento adecuado a un menor precio; asimismo, tiene la responsabilidad de controlar los componentes reciclados, remanufacturados que pueden ser reutilizados una vez que han sido aprobados por el departamento de calidad.
<i>Departamento de Planeación</i>	Producción	El enfoque sustentable se basa en la planeación del uso del equipo; es decir utilizar o encender el mínimo de maquinarias por día, de forma que se reduzca el consumo de recursos tales como energía, agua, gas, etcétera.
	Embarques	La planeación y programación de rutas de embarques, cantidad de productos a enviar, así como el uso de empaque retornable son actividades que disminuirán en gran medida la emisión del dióxido de carbono, así como el consumo de cartón y plástico lo que conllevaría a una reducción en el uso de materiales.
<i>Estructura vinculada al cliente y proveedores</i>	Mercadotecnia Verde	Este departamento tendrá la tarea de establecer estrategias de comunicación de información ambiental del producto con el cliente, con el fin de concientizar el uso del producto, mejorar la imagen, las ventas, al mismo tiempo que genera una diferencia con la competencia, teniendo como resultado una permanencia en el mercado. Asimismo, esta estrategia impulsará a los proveedores y diseñadores a generar productos verdes.
	Negocios / Cliente	La comunicación entre la empresa y cliente es de gran importancia; aquí es donde se establecen los procedimientos, responsabilidades y acuerdos, asimismo, el cliente debe de estar de acuerdo en los cambios que se realicen a los procesos o materiales que le afecten a su producto y que en ocasiones provoquen cambios en los costos. La implementación de la logística sustentable es de gran ayuda para incrementar el mercado, facilitar la inversión externa e incrementar la oportunidad de diversificación así como la adquisición de nuevas empresas.
	Proveedores	Se encargará de establecer acuerdos por escrito entre proveedor y empresa, donde se describan las características del contrato, procesos estandarizados para proveedores, políticas, objetivos, requerimientos de calidad y acciones a seguir en caso de incumplimiento. Asimismo, es importante llegar a acuerdos para la reutilización, reciclado del cartón o material de empaque.
<b>Departamento Mantenimiento de Instalaciones</b>	Agua	Instalar sistemas ahorradores de agua en los baños, uso de agua tratada para patios, jardines y procesos de manufactura, sistema de agua tratada, sistemas de riego de bajo consumo, entre otros.
	Energía	Uso del sistema dirigido por paneles solares, uso de leds para focos, programación automática de encendido y apagado de lámparas de acuerdo a los horarios laborables, propiciar una planeación eficiente del uso del equipo de manufactura para disminuir el encendido constante de equipo, uso de materiales térmicos en los edificios (ventanas dobles, poliuretano en techos y paredes, etc.), equipos de uso de bajo voltaje, entre otros.
	Gas y Emisiones Tóxicas	Mantenimiento a los equipos de transporte de la empresa (camiones, carros, montacargas, etc.)
	Papel y cartón	Reciclado del papel utilizado en oficinas, reciclar el empaque de cartón.

Tabla 5. Actividades sustentables de los departamentos de compras, planeación, mantenimiento de instalaciones y la vinculación entre cliente-empresa-proveedor.

<b>Departamento</b>	<b>Actividades</b>	<b>Descripción de actividades</b>
<b>Departamento de Recursos humanos</b>	Concientización	Generar campañas de concientización entre los empleados y la empresa. Ya sea de apagar la luz, computadora, cuidado del consumo del agua, la reutilización de papel, cartón, así como cumplir con las actividades de logística verde que les corresponda (selección de componentes, segregación de material de empaque, selección de proveedores, diseño del producto, etc.)
	Entrenamiento	Con el fin de que las actividades se realicen de forma correcta, es necesario que todo el personal reciba entrenamiento adecuado de las actividades que va a realizar, especialmente aquellas actividades que afectan directamente a la calidad del producto o del proceso de producción.
<i>Departamento de Calidad</i>	Control de documentos	Una vez que se establecieron los procedimientos de cada una de las actividades a seguir, éstos deben de estar descritos en documentos controlados con el fin de evitar malos entendidos de tal forma que las actividades se realicen adecuadamente según los procedimientos que se establecieron previamente; asimismo, en caso de que se modifique la forma de realizar las actividades es necesario hacer una nueva revisión del documento.
	Certificación ambiental	La certificación ambiental son de los objetivos más importantes de la logística sustentable, es por esta razón que al mismo tiempo de estar implementando las actividades de logística sustentable, el departamento de calidad esté empujando para la realización de las actividades adicionales que son requeridas para cumplir con la certificación.
	Liberación de componentes	Después de segregar los componentes según sus características o los procesos requeridos; este departamento debe de inspeccionarlos y liberarlos para su uso.

Tabla 6. Actividades sustentables de los departamentos de recursos humanos y calidad

Como puede observarse, la logística sustentable no son actividades que pueden ser aplicadas en un periodo determinado o realizadas por un departamento en particular; son actividades que se deben de realizar en la práctica diaria de todos los departamentos, de tal forma que se obtengan beneficios para la empresas de toda la cadena de suministro, al mismo tiempo que se disminuyen los impactos negativos al medio ambiente. Asimismo, la metodología para una logística sustentable muestra la interacción entre los distintos departamentos o actividades; de no existir esta comunicación es imposible que se implemente de forma eficiente y no se podrán percibir todos los beneficios que ofrece implementar la sustentabilidad en la empresa; asimismo, en la Fig. 1 se muestra la conexión entre los distintos departamentos y actividades.

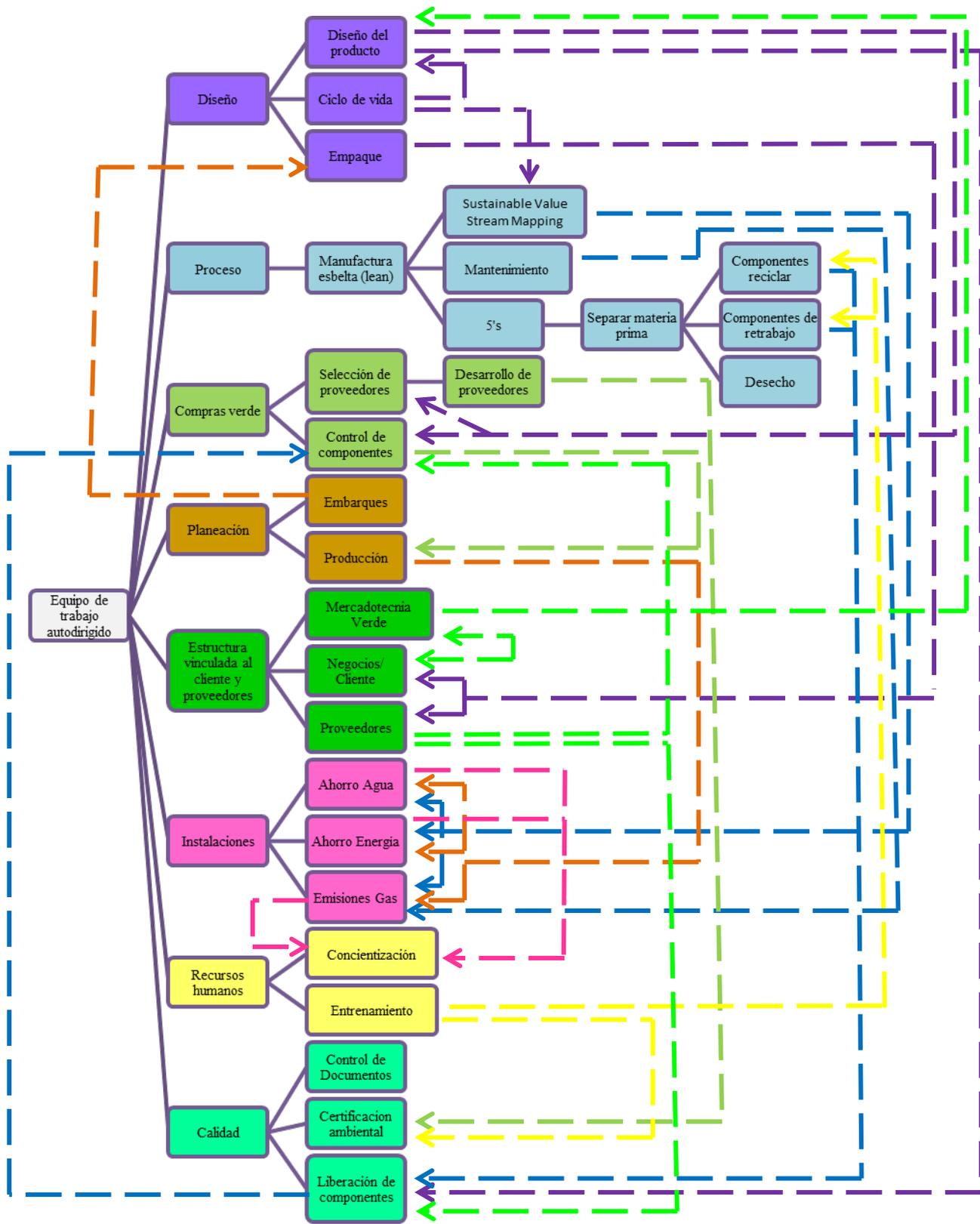


Fig. 1 Conexión Sustentable entre departamentos y actividades.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La logística sustentable es una actividad que requiere compromiso, apoyo y disponibilidad de cada uno de los involucrados así como su implementación requiere de inversión económica, tiempo y aprendizaje.

Hay mucho que hacer y mejorar en las empresas de Ciudad Juárez, pero de acuerdo al análisis de la información obtenida, se concluye que las grandes empresas estudiadas son las que tienen un mayor empuje y disponibilidad a la sustentabilidad, es decir, las grandes empresas observadas recuperan hasta un 60% del desperdicio de materiales generados, cuentan con una planeación de embarques más eficiente para reducir la cantidad de envíos, distancias, emisiones de dióxido de carbono; Asimismo, dichas empresas cuentan con mejores instalaciones para el control de uso de energía, agua, y emisiones auditivas; además que tienen un mejor diseño del producto para ser desensamblado; todo esto está respaldado por el buen entrenamiento y compromiso hacia la sustentabilidad por parte de los directivos de las grandes empresas. Sin embargo, como se mencionó, aún hay mucho que implementar en las empresas de Ciudad Juárez.

Con base en lo anterior y en la revisión de literatura, la metodología que se propone está dirigida especialmente a las medianas empresas; la cual considera que la implementación estará basada en primer término en la Misión, Visión y los objetivos y en segundo término en las Estrategias y Acciones. Donde la Misión, Visión y Objetivos deben de ser específicos para cada empresa, con un enfoque en la disminución de los efectos negativos al medio ambiente. Una vez que se tiene el amplio compromiso y soporte de la administración gerencial hacia la implementación de la logística sustentable se propone avanzar a la etapa de la implementación de estrategias y acciones; la cual inicia con la creación de un equipo auto dirigido formado por un responsable de los departamentos de diseño, ingeniería de procesos, compras, planeación, embarques, mantenimiento de las instalaciones, negocios, mercadotecnia, calidad, recursos humanos, entre otros, donde cada uno tendrá la responsabilidad de dirigir, realizar e implementar las actividades sustentables que le correspondan. Dichas actividades parten de la identificación de los componentes y sustancias tóxicas que se pueden modificar, identificación y certificación de proveedores verdes, análisis del ciclo de vida del producto, diseño y utilización de empaque retornable, selección y clasificación de componentes que se pueden reutilizar o reciclar, planeación de rutas y consolidación de envíos, mantenimiento de los camiones de transporte;

concientización del cliente, proveedor, y trabajadores de la empresa, así como el entrenamiento adecuado de las actividades a realizar; delimitación de prácticas basadas en procedimientos; obtención de las certificaciones ambientales, entre otras.

Cabe señalar que hay secciones de la metodología que aún no han sido consideradas por las grandes empresas estudiadas y que es recomendable que se utilicen; como son el empaque retornable debido a que el empaque es uno de las mayores causas de contaminación ambiental; y la segunda sección a considerar por ambos tamaños de empresas son el diseño del producto en el que permita la utilización de partes recicladas.

Es recomendable considerar en la implementación de las actividades de la metodología, las características y especificaciones del producto o de la empresa, es decir, si es producto médico, automotriz o algún otro tipo de producto el cual por su naturaleza pueda poner en riesgo la vida del usuario por una falla técnica, donde pueda ser ocasionada por el uso de materiales reciclados o re manufacturados dentro de los productos, en estos casos deberán omitirse o adecuarse algunas actividades.

Es cierto que la implementación de la logística sustentable requiere de una alta inversión inicial, pero los beneficios obtenidos en lo económico, social y ambiental generan un beneficio a largo plazo, lo que implica una ventaja competitiva para la empresa y en beneficio para la sociedad y el medio ambiente. Es por esta razón que en países como China se han creado fondos de financiamiento para el desarrollo sustentable en las empresas, el cual está respaldado por el gobierno (Geng, Xinbei, Qinghua, & Hengxin, 2010); valdría la pena que el gobierno mexicano analizara estas acciones en beneficio al medio ambiente.

Asimismo, se recomienda estar en la búsqueda constante de procesos, técnicas o productos que disminuyan el impacto negativo del medio ambiente y con ellos el costo de inversión, y esto es debido al creciente interés de los investigadores, diseñadores, productores, y clientes hacia lo sostenible.

Por otro lado, una vez implementado los procesos de la logística sustentable, lograr el cambio de costumbres, la concientización del personal y adquirir como hábitos cada una de las actividades mencionadas en la metodología propuesta, los costos requeridos para el mantenimiento en relación a las ganancias y beneficios que se obtendrán serán mínimos.

## REFERENCIAS

- Ahi, P., & Searcy, C. (2013). A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management, *52*.
- Bermejo, R. (2014). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis* Roberto Bermejo Gómez de Segura. Bilbao, HeGoa.
- Caprar, D. V., & Neville, B. A. (2012). “ Norming ” and “ Conforming ”: Integrating Cultural and Institutional Explanations for Sustainability Adoption in Business. *Springer Science and Business*, 231–245. doi:10.1007/s10551-012-1424-1
- Chaabane, A., Ramudhin, A., & Paquet, M. (2012). Int . J . Production Economics Design of sustainable supply chains under the emission trading scheme. *Intern. Journal of Production Economics*, *135*(1), 37–49. doi:10.1016/j.ijpe.2010.10.025
- Despeisse, M., Ball, P. D., Evans, S., & Levers, A. (2012). Industrial ecology at factory level e a conceptual model. *Journal of Cleaner Production*, *31*, 30–39. doi:10.1016/j.jclepro.2012.02.027
- Diabat, A., & Govindan, K. (2011). Resources , Conservation and Recycling An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management, *55*, 659–667. doi:10.1016/j.resconrec.2010.12.002
- Eltayeb, T. K., Zailani, S., & Ramayah, T. (2011). Resources , Conservation and Recycling Green supply chain initiatives among certified companies in Malaysia and environmental sustainability : Investigating the outcomes. “*Resources, Conservation & Recycling*,” *55*(5), 495–506. doi:10.1016/j.resconrec.2010.09.003
- Evrard, K., Goury, M., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2011). Journal of Strategic Information Systems Knowledge management in supply chain : An empirical study from France. *Journal of Strategic Information Systems*, *20*(3), 283–306. doi:10.1016/j.jsis.2010.11.001
- Faulkner, W., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): Methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, *85*, 8–18. doi:10.1016/j.jclepro.2014.05.042
- Geng, Y., Xinbei, W., Qinghua, Z., & Hengxin, Z. (2010). Regional initiatives on promoting cleaner production in China: A case of Liaoning. *Journal of Cleaner Production*, *18*(15), 1500–1506. doi:10.1016/j.jclepro.2010.06.028
- Gonzalez, A., & Padilla, J. (1999). Un esquema conceptual para analizar la validez en las investigaciones mediante encuesta, *1*, 85–98.
- González, A., Padrino, P., Encuesta, E. D. E., Estudio, U. N., & Descriptivo, D. E. T. (2009). Los estudios de encuesta, 1–7.
- Hernández, M. A. (n.d.). Estudio De Encuestas.

- Lai, K., & Wong, C. W. Y. (2012). Green logistics management and performance : Some empirical evidence from Chinese manufacturing exporters. *Omega*, 40(3), 267–282.  
doi:10.1016/j.omega.2011.07.002
- Lambert, A. J. D. (2002). Eco-industrial parks : stimulating sustainable development in mixed industrial parks, 22, 471–484.
- Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., & Olsson, L. (2007). Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics*, 60(3), 498–508. doi:10.1016/j.ecolecon.2006.07.023
- Samuel, K. E., Goury, M.-L., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2011). Knowledge management in supply chain: An empirical study from France. *The Journal of Strategic Information Systems*, 20(3), 283–306. doi:10.1016/j.jsis.2010.11.001
- Sarkis, J., Zhu, Q., & Lai, K. (2011). Int . J . Production Economics An organizational theoretic review of green supply chain management literature. *Intern. Journal of Production Economics*, 130(1), 1–15.  
doi:10.1016/j.ijpe.2010.11.010
- Sbihi, A., & Eglese, R. W. (2007). Combinatorial optimization and Green Logistics, 99–116.  
doi:10.1007/s10288-007-0047-3
- Ubeda, S., Arcelus, F. J., & Faulin, J. (2011). Int . J . Production Economics Green logistics at Eroski : A case study. *Intern. Journal of Production Economics*, 131(1), 44–51. doi:10.1016/j.ijpe.2010.04.041
- Venus, L. Y. H. (2011). Resources , Conservation and Recycling Green management practices and firm performance : A case of container terminal operations. “*Resources, Conservation & Recycling*,” 55(6), 559–566. doi:10.1016/j.resconrec.2010.12.001
- Westkamper, E., Williams, D., Jovane, F., Yoshikawa, H., Alting, L., Boe, C. R., ... Paci, A. M. (2008). CIRP Annals - Manufacturing Technology The incoming global technological and industrial revolution towards competitive sustainable manufacturing. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 57, 641–659. doi:10.1016/j.cirp.2008.09.010
- Wood, D., Barone, A., Murphy, P., & Wardlow, D. (1995). *International Logistics*. Kentucky, Chapman and Hall Book.