UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILIS TOGA. 1948
Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo

Departamento de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: *Procedimiento para la toma de decisiones en la logística inversa del Grupo Gerencial UEN "Sistemas Tecnológicos Ingenieros" de Copextel en la división Villa Clara.*

Autor: *Leonardo Ramos-Moreno*
Tutor (es): *Dr. C. José Knudsen-González*
Ing. Alina Hiribarne-Guedes

Curso 2011-2012

Pensamiento

Hay hombres que luchan un día y son buenos
Hay otros que luchan un año y son mejores
Hay quienes luchan muchos años y son muy buenos.
Pero están los que luchan toda la vida:
Esos son los imprescindibles.

Bertolt Brecht

Dedicatoria

Dedicatoria

La realización de este trabajo ha sido fruto del más grande empeño que hasta ahora he afrontado en mi carrera como profesional, empeño que gratifica la confianza depositada en mí por las personas que de una forma u otra han permitido que llegue hasta donde estoy. A mi modo de ver, la forma más justa de retribuir toda esa confianza, apoyo y comprensión es dedicándoles mi trabajo a ellos.

- Primero que nada a mi mamá y mi papá por ser lo más grande y querido que tengo en mi vida.
- A mis hermanos, madrasta, hermanastra y familia en general porque siempre han estado ahí para ayudarme en lo que necesite.
- A mi novia por su apoyo incondicional ante cada dificultad que afrontamos juntos.
- A mis compañeros de la beca por estos 5 años que hemos compartido juntos

En general a todos los que de una forma u otra siempre me apoyaron va dedicado el presente Trabajo de diploma.

Agradecimientos

Largo y colmado de esfuerzos ha sido el camino transitado para llegar a la materialización de este añorado sueño, en el trayecto muchos han sido los inconvenientes pero verdaderamente aún más numerosas han sido las personas que han brindado su aporte de una forma u otra en toda esta carrera.

A todos ellos mi más **Sincero Agradecimiento**.

Con la realización de este trabajo culmino esta decisiva etapa en mi vida, su materialización no habría sido posible sin la ayuda incondicional y oportuna de un grupo de personas que no quiero dejar de mencionar, en especial a:

- Mis padres y familiares cercanos, que con firmeza y amor trazaron para mí, un camino de sacrificios desde las edades más tempranas que culmina su primera etapa hoy, con este logro.
- A mi novia que siempre ha estado a mi lado en cada momento difícil ofreciéndome su apoyo y dándome ese aliento que en su momento representó la luz en medio de la oscuridad.
- Al Dr. C. José Knudsen González que a pesar de no ser mi tutor desde un inicio, asumió la responsabilidad y se brindó de forma incondicional para ayudarme y guiarme durante el desarrollo de esta tesis.
- A las personas que me atendieron en la gerencia de Copextel Villa Clara por permitirme desarrollar mi investigación en su entidad, y por todo el tiempo que me dedicaron.
- A mis compañeros de estudio por formar parte de mi vida en los 5 años de la carrera, por su constancia, entrega y ayuda incondicional.
- A la Revolución, por permitir que una persona como yo, salidas del seno de una familia humilde pueda alcanzar el sueño de convertirse en profesional.

A todos muchas gracias.

Resumen

Resumen

El presente trabajo se realizó en el Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de la división Villa Clara con el objetivo de fortalecer su política de recuperación y reciclaje, como cumplimiento a la necesidad de proteger el medio ambiente, según las exigencias de los nuevos lineamientos de la política económica y social del país. En tal sentido una de las fuentes por explotar y de mayor impacto es el aprovechamiento y la adecuada gestión de las partes, piezas y componentes que estando en buen estado, se retiran por determinadas causas en equipos, que presentan desperfectos, o culminan su vida útil. Para lograr esto, en la presente investigación, se propone un procedimiento para la toma de decisiones de la logística inversa. Como principales resultados del estudio cabe destacar la identificación de los procesos que componen el flujo inverso para estos recursos, la planificación de su distribución, así como una tabla de ayuda para la selección de alternativas de logística inversa en equipos de clima y refrigeración. En la investigación se utilizan técnicas y herramientas como las entrevistas no estructuradas, la consulta de documentos y las técnicas estadísticas para la validación de la información procesada.

Summary

Summary

This work was done in the UEN Group Management "Technological Systems Engineers" division Villa Clara, immersed in a process of strengthening its policy of recovery and recycling, as fulfilling the need to protect the environment through the wise use products, as required by the new guidelines of the economic and social policy of the country. In this regard one of the sources to be exploited and the greatest impact on operational costs and lower import levels by concepts of unnecessary purchases abroad, is the proper use and management of parts and components that remain in good condition, are removed by specific causes in teams, which have defects, or finish their useful life. Depending on the weaknesses identified as part of the investigation and given the importance it attaches to the proper management of these resources, this research proposes a procedure for the design and management of reverse logistics for these products by entering different routes to the system. The main results of the study include the identification of processes that comprise the reverse flow to these resources, distribution planning, as to the route to be followed each by a table of support for the selection of alternative reverse logistics in climate and refrigeration equipment and the integration of the processes identified as a result of maintenance, repair or replacement of defective equipment to direct logistics system, by including reusable material resources to the company's operating system. In research using techniques and tools such as unstructured interviews, and different procedures studied in the course of the race for the justification and validation of information processing.

Índice

Introducción 1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO- REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN 5
1.1 Introducción 5
1.2 Cadena de suministros 6
1.2.1 Modelos de gestión de la cadena de suministros 8
1.3 Logística inversa como proceso en la gestión de la cadena de suministros 10
1.3.1 Modelos de gestión para la logística inversa 16
Actividades de la logística inversa 17
Indicadores de logística inversa 20
1.4 La logística inversa en empresas que prestan servicios técnicos a equipos eléctricos y/o electrónicos. 22
1.5 Modelos de gestión de logística inversa en empresas cubanas 24
1.6 Logística inversa en Copextel 25
1.7 Conclusiones parciales 26
CAPÍTULO 2. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE DE LA CADENA DE SUMINISTRO INVERSA EN EL GRUPO GERENCIAL UEN "SISTEMAS TECNOLÓGICOS INGENIEROS" DE COPEXTEL EN LA DIVISIÓN VILLA CLARA 28
2.1 Introducción 28
2.2 Fundamentación del procedimiento general 28
2.3 Descripción del procedimiento propuesto para la toma de decisiones de la logística inversa en el Grupo Gerencial UEN "Sistemas Tecnológicos Ingenieros" de Copextel en la división Villa Clara. 30
Etapa 1: Diagnóstico 30
Etapa 2: Identificación del proceso donde se genera el producto 31
Etapa 3: Clasificación de los productos dado su estado técnico y selección de la alternativa a seguir 31
Etapa 4: Determinación del tratamiento a aplicar 32
Etapa 5: Determinación del destino final 32
2.4 Validación del procedimiento propuesto 33
2.5 Conclusiones parciales 33
CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE DE LA CADENA DE SUMINISTRO INVERSA

EN EL GRUPO GERENCIAL UEN "SISTEMAS TECNOLÓGICOS INGENIEROS" DE COPEXTEL EN LA DIVISIÓN VILLA CLARA 34
3.1 Introducción 34
3.2 Aplicación del procedimiento propuesto para la toma de decisiones de la logística inversa en el Grupo Gerencial UEN "Sistemas Tecnológicos Ingenieros" de Copextel en la división Villa Clara 34
Etapa 1: Diagnóstico 34
Etapa 2: Identificación del proceso donde se genera el producto 40
Etapa 3: Clasificación de los productos dado su estado técnico y selección de la alternativa a seguir 41
Etapa 4: Determinación del tratamiento a aplicar 41
Etapa 5: Determinación del destino final 43
3.3 Validación del procedimiento propuesto 45
3.4 Conclusiones parciales 47
Conclusiones Generales 48
Recomendaciones 49
Bibliografía 50
Anexos

Introducción

Introducción

Desde hace ya algunas décadas se ha empezado a observar la importancia que tiene desde el punto de vista ambiental y desde el punto de vista económico, la gestión responsable y adecuada de los residuos industriales. Las empresas, inducidas principalmente por una legislación cada vez más restrictiva en términos de generación de residuos empiezan a considerar la utilización de procesos productivos más limpios en los que se reduzca la cantidad de materias primas empleadas, se generan menos residuos y se racionalice el uso de fuentes de energía. Obteniéndose así mayores costos de bienestar medioambiental. Indudablemente aún no se han conseguido avances significativos en términos absolutos existiendo cuestiones en las que resulta cada vez más complicado obtener compromisos firmes por parte de ciertos colectivos y entidades. Quizás una de las principales razones por las que aún no se han logrado resultados exitosos en este sentido es que la gestión de los residuos representan unos costos económicos para las empresas que, en muchas ocasiones, prefieren pagar por contaminar y de esta forma evitar las encarecidas y trabajosas actividades para la adecuada gestión de los residuos que generan.

La industria es uno de los actores principales de la generación de residuos. Es por esto, que numerosos autores (Schmidheny, 1992; Hawken, 1993; Klassen, 1993) señalan que el papel de las empresas en la lenta degradación del planeta es particularmente relevante. Esto independientemente de que se asume la existencia de una responsabilidad compartida entre, al menos, las empresas, los gobiernos y los consumidores.

Por tanto, resulta necesario establecer modelos de desarrollo que tengan como base la sustentabilidad ambiental, lo que significa que la problemática medioambiental debe convertirse en un objeto tanto para el gobierno de un país, como para todos los agentes económicos del mundo.

Actualmente se realizan grandes esfuerzos a nivel global por evitar o corregir (en los casos que ya se produjo) el deterioro ambiental tanto a nivel micro como macroeconómico. En este sentido, la empresa constituye uno de los agentes económicos fundamentales, ya que juega un papel protagónico en la solución o prevención de estos problemas. Por otra parte, la gestión de los productos que finalizan su vida útil es un problema que cada vez acapara mayor atención por parte de investigadores, empresas, consumidores y administraciones públicas.

Según Klassen, [1993] la tendencia mundial actual de considerar a los fabricantes como responsables últimos de los residuos generados por el consumo de sus productos, requiere la puesta en práctica de mecanismos capaces de recuperar y gestionar adecuadamente estos productos fuera de uso con el objetivo de contribuir a

una adecuada “eliminación” de los mismos. Esto, que en un primer momento puede parecer un costo añadido para la empresa en el ejercicio de su actividad y por lo tanto, una merma en su capacidad competitiva, puede gestionarse de tal forma que no solo no deteriore su imagen, sino que incluso la potencie ventajas competitivas a través del desarrollo de procedimientos eficientes para la recuperación y reutilización de los productos desechados por los consumidores o productos fuera de uso. Cuba no está ajena a esta necesidad atendiendo al tratamiento óptimo de los residuos, así como su inserción en las etapas de los procesos logísticos, de esta forma, comienza la necesidad de reducir, reutilizar y reciclar como actividades claves en el proceso logístico empresarial cubano.

En tal sentido las empresas vinculadas al Ministerio de Informática y las Comunicaciones (MIC) asumen una gran responsabilidad al ser grandes generadoras de residuos que afectan el medio ambiente, pues en el mundo actual la tecnología varía constantemente y con ello la obsolescencia de muchos equipos y sistemas ante la carencia de piezas de repuesto. Específicamente dentro de la corporación Copextel S.A este problema se refleja en las cantidades de partes, piezas y componentes que tienen almacenados como resultado de reposiciones, mantenimientos y reparaciones que realizan, donde en la mayoría de las veces el proceso termina con la recolección de los productos y almacenamiento, con los costos asociados que conllevan estos niveles de inventario, pues no existen estrategias definidas en función de la reutilización de estos recursos y por ende las afectaciones que trae consigo en la adecuada gestión de los productos almacenados, escenario que constituye la **situación problemática** de la investigación.

De la situación problemática expuesta anteriormente se deriva el **problema científico** siguiente: carencia de una herramienta metodológica para la toma de decisiones de la logística inversa de los residuos generados por la prestación de servicios en el Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel en la división Villa Clara, que permita la gestión eficiente de estos recursos y su integración al sistema logístico directo.

A partir el problema científico se formula la **hipótesis de la investigación** siguiente: Mediante el diseño y aplicación de un procedimiento para la toma de decisiones de la logística inversa de los residuos generados por la prestación de servicios en el Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel en la división Villa Clara, se contribuye a la determinación del posible tratamiento y el destino de cada residuo con vistas a su incorporación al sistema logístico directo.

La hipótesis de investigación quedará validada si:

- Se comprueba la factibilidad de aplicación del procedimiento propuesto que permita tomar decisiones de la logística inversa; caracterizándose por su pertinencia, consistencia lógica y su flexibilidad.
- La aplicación del procedimiento permite un mayor aprovechamiento de los recursos reutilizables, así como la reinserción al sistema logístico directo.

Para corroborar la hipótesis se plantea el sistema de objetivos siguientes:

Objetivos generales

Determinar mediante la aplicación de un procedimiento los posibles tratamientos a realizar y el destino final de cada residuo para una adecuada gestión de la logística inversa dentro del Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel en la división Villa Clara.

Objetivos específicos

- Confeccionar el marco teórico referencial de modo que se establezcan las bases que permitan la solución del problema científico planteado a partir de la literatura nacional e internacional más actualizada.
- Diseñar un procedimiento para la toma de decisiones de la logística inversa en el Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel en la división Villa Clara.
- Aplicar el procedimiento propuesto en la UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel Villa Clara.

Se puede decir que para lograr los objetivos planteados, la investigación se encuentra estructurada de la forma siguiente:

Capítulo I. Marco Teórico-Referencial de la investigación, donde se realiza una minuciosa revisión bibliográfica acerca de la logística, la logística inversa, las diferentes actividades, procesos y necesidad de la logística inversa, así como los principales procedimientos para el diseño y gestión de la misma.

Capítulo II. Fundamentación del procedimiento general para la toma de decisiones de la logística inversa en el Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel en la división Villa Clara a través de las diferentes fases y etapas que lo componen.

Capítulo III. Aplicación del procedimiento general para la toma de decisiones de la logística inversa en el Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel en la división Villa Clara.

Por último se realizan las conclusiones y las recomendaciones de la investigación teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

Para realizar esta investigación se hace necesario utilizar diferentes técnicas y herramientas que sustenten los resultados a obtener con la misma entre las que se encuentran: revisiones bibliográficas, entrevistas, observaciones directas, consulta de documentos y las técnicas estadísticas que serán indispensables para la elaboración de la investigación.

La investigación que se proyecta posee un valor teórico, metodológico y práctico.

Teórico: Ya que aporta un procedimiento para la toma de decisiones de la logística inversa en el Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel en la división Villa Clara. Esto, independientemente del resumen obtenido a partir del Marco Teórico – Referencial derivado de la consulta de la literatura nacional e internacional más actualizada.

Metodológico: Ya que brinda la posibilidad de la integración de conceptos, técnicas y herramientas para perfeccionar la logística inversa en la Dirección Territorial Copextel Villa Clara.

Práctico: Validez y factibilidad de poder aplicar el procedimiento propuesto de logística inversa en cualquier Dirección Territorial de Copextel.

El principal resultado de la investigación está dado por:

Lograr un procedimiento que permita tomar las decisiones logísticas pertinentes, que contribuyan a la gestión adecuada de la actividad logística inversa en la Dirección Territorial de Copextel en Villa Clara.

Es necesario destacar que a los efectos de esta investigación todos los materiales, partes, piezas o componentes que se generan a partir de la prestación de un servicio mediante cualquier actividad vinculada a la recuperación o reciclaje, será nombrada de forma general como residuo.

Capítulo 1

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO- REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

En este capítulo se tratan los aspectos necesarios para sentar las bases teóricas o de referencia de la investigación. Para la revisión bibliográfica se realizó un estudio de los elementos necesarios para dicha investigación, consultándose tanto la literatura nacional e internacional actualizada con el objetivo de lograr un mayor conocimiento acerca de los temas relacionados y abordados en el desarrollo de dicha investigación. En la figura 1.1 se muestra el hilo conductor donde aparece la sucesión de pasos para la construcción del marco teórico referencial de la investigación.

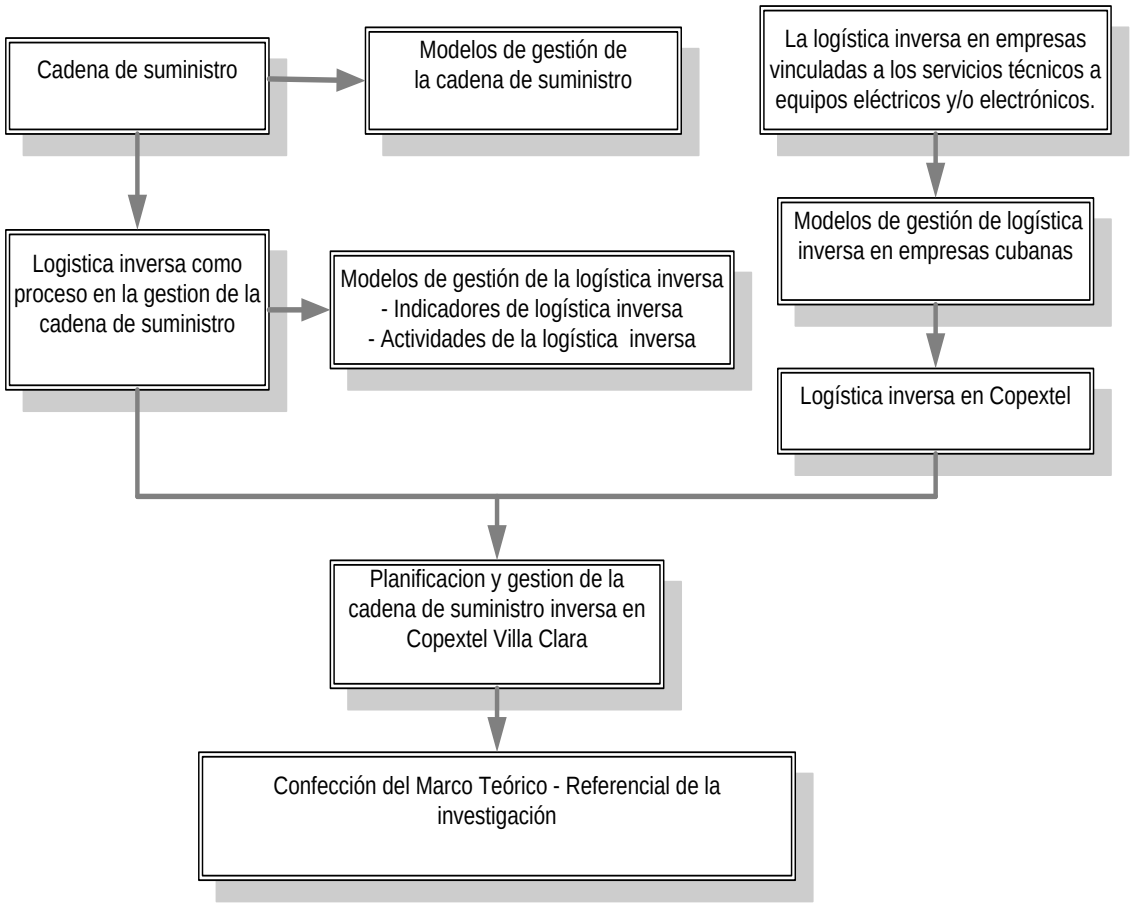


Figura 1.1. Hilo conductor del marco teórico referencial de la investigación.

1.2 Cadena de suministros

Resulta evidente la necesidad de examinar el fenómeno de la logística y la cadena de suministros con más detenimiento, para definir claramente sus términos y conceptos e identificar aquellos factores que contribuyen a una efectiva gestión. Antes de hablar de cadena de suministro resulta necesario referirse a la logística, sus definiciones y evolución para lograr una mejor comprensión del enfoque de cadena de suministro.

Han sido varias las definiciones de logística que aparecen en la literatura en los últimos años. Logística es un término que frecuentemente se asocia con la distribución y transporte de productos terminados; sin embargo, ésa es una apreciación parcial, ya que la misma, se define como la administración del flujo de bienes y servicios, desde la adquisición de las materias primas e insumos en su punto de origen, hasta la entrega del producto terminado en el punto de consumo. [Magee, 1968] definió la logística como: El movimiento de los materiales desde una fuente u origen hasta un destino o usuario.

La logística empresarial o administración de la cadena de suministros, es un campo relativamente nuevo dentro de la dirección empresarial si se compara con otros como finanzas, ventas o producción. Sin embargo, desde hace muchos años se vienen realizando actividades logísticas (distribución, transporte, almacenaje). La novedad de este campo se centra en el tratamiento coordinado de estas actividades ya que en la práctica están estrechamente relacionadas [Ballou, 1991].

Posteriormente [Gómez Acosta & Acevedo Suárez, 2001], tienen en cuenta en su definición los elementos señalados anteriormente e incluyen un nuevo y retador elemento para el proceso logístico y las empresas en general: la preservación del medio ambiente. Para otros autores como Cespón Castro & Auxiliadora Amador [2002], las actividades logísticas deben coordinarse entre sí para lograr mayor eficiencia en todo el sistema productivo. Por dicha razón, la logística no debe verse como una función aislada, sino como un proceso global de generación de valor para el cliente, en el que se integre el flujo de materiales, el de información y el financiero con todos los eslabones de una red logística que vaya desde el proveedor hasta el mismo cliente dando lugar a un sistema con la estructura de una cadena de suministros. Por otro lado Torres Gemeil [2003], considera a la “logística como una actividad que no forma parte de ninguna en específico y que se sirve de elementos y herramientas de diferentes ciencias para su gestión”.

Otra importante definición afirma que la gestión de la cadena de suministro es la planificación, organización y control de las actividades de la cadena de suministro. En estas actividades está implicada la gestión de flujos monetarios, de productos o servicios de información, a través de toda la cadena de suministro, con el fin de maximizar, el valor del producto/servicio entregado al consumidor final a la vez que disminuimos los costes de la organización [Pilot, 2004].

Por último, una definición que reúne todos los elementos anteriormente mencionados es la de Knudsen González [2005], "Logística es aquella parte de la gestión de la cadena de suministros que planifica, implementa y controla el flujo y almacenamiento eficiente de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo para añadir valor al cliente con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente"

Uno de los parámetros básicos que permite la gestión eficiente de una cadena de suministro es el conocimiento del grado de complejidad de la cadena. En la Tabla 1.1 se aprecian los tres tipos de cadena de suministro, en función de su complejidad, extensión o alcance.

Tabla 1.1. Tabla de ayuda a la identificación del tipo de cadena de suministro en función de su complejidad. Fuente: Mentzer et al. [2001].

Tipo de cadena	**Descripción**
Directa	Es la que incluye una organización, un proveedor y un cliente.
Extendida	Cuando existen, además de lo anterior un proveedor de proveedores y un cliente de clientes.
Compleja	Es cuando a una cadena de suministro extendida se le incluyen otras organizaciones involucradas como terceras partes[1].

Independientemente del tipo de cadena de suministro, en la literatura científica consultada se encontraron varias definiciones, algunas de las cuales aparecen en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Algunas definiciones de cadena de suministro

Autor o institución	Definición
Christopher [1999]	Es la red de organizaciones que están implicadas en el enlace desde arriba y hasta abajo, en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos o servicios en las manos del cliente final.
Clarkston [2000]	Es una serie de eslabones y los procesos compartidos que existen entre los proveedores y los clientes. Estos eslabones y procesos involucran todas las actividades desde la adquisición de la materia prima hasta la entrega de un producto terminado al consumidor.
Donovan [2000]	Consiste en todas las actividades requeridas para entregar productos a los consumidores desde el diseño del producto hasta el recibo de demandas, servicio al cliente, la recepción de pagos, etc.
Supply Chain Council [2001]	Incluye todos los esfuerzos involucrados para la producción y entrega de un producto final desde el proveedor del proveedor hasta el cliente del cliente. Estos esfuerzos se definen en cuatro procesos básicos: plan, fuente, fabricación y entrega.
Mentzer et al. [2001]	Una serie de tres o más entidades (organizadas o individuales) directamente involucradas en los flujos hacia arriba y hacia debajo de productos, servicios, finanzas e información desde una fuente hasta un cliente.
Acevedo Suárez et al. [2001]	Es una red global usada para suministrar productos y servicios desde la materia prima hasta el cliente final a través de un flujo diseñado de información, distribución física y efectivo.

Como se puede apreciar en el mismo, de una u otra forma todos los autores coinciden en caracterizar la cadena de suministro como una secuencia de procesos o actividades desde un proveedor hasta un cliente; llegando a mencionar, en algunos casos, los procesos que se incluyen. Es de destacar, que en ninguna definición, se hace mención a la integración de dichos procesos para su gestión como un todo único, pues con este fin es que se han desarrollado varios modelos para la gestión eficiente de las cadenas de suministro.

1.2.1 Modelos de gestión de la cadena de suministros

Algunos de los modelos de gestión de cadenas de suministro y sus respectivos contenidos se encuentran resumidos en el **anexo 1**. Existen varios modelos de gestión

de cadenas de suministro, pero a pesar de que estos modelos responden a las tendencias modernas de la filosofía gestión de la cadena de suministro, entre las que se destaca la integración de la misma, existe un modelo de gestión que se caracteriza por proporcionar un balance horizontal (a través de procesos) y vertical (jerárquico), además de permitir representar diferentes configuraciones de un mismo proceso y utilizar una serie de modelos de procesos jerárquicos. Este modelo es el SCOR (Supply Chain Operations Reference) Versión 7.0 cuyo objetivo radica en tomar el estado actual de un proceso (as-is) y derivar su estado en el futuro (to-be). Este modelo de gestión se utiliza internacionalmente y se puede observar en la figura 1.2.

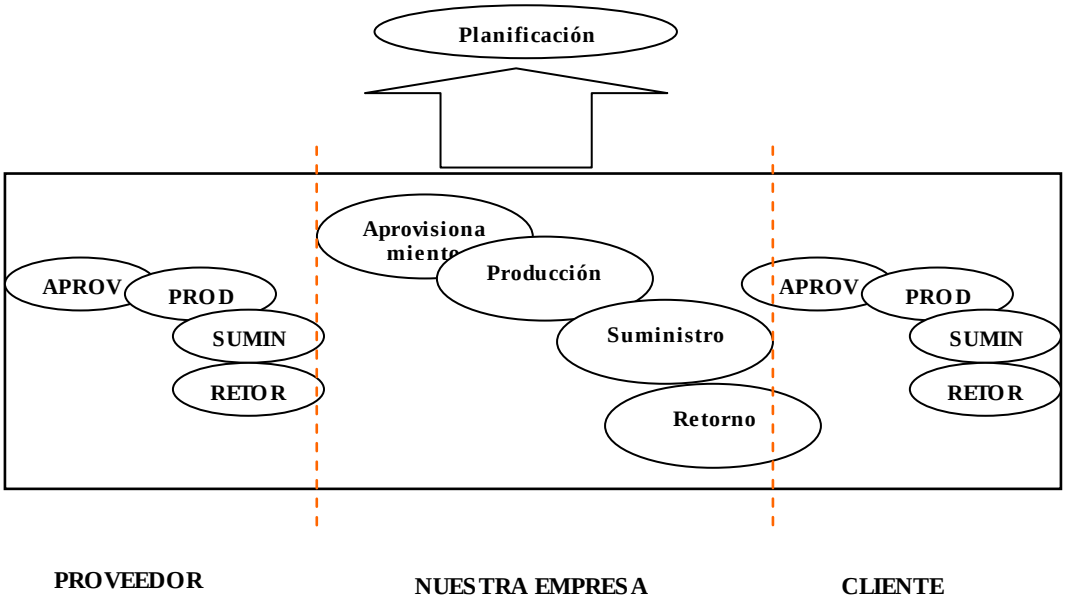


Figura 1.2: Modelo de gestión de la cadena de suministro SCOR (Supply Chain Operations Reference). Fuente. Supply Chain Operations Reference Model SCOR, Versión 6.1, SCC Inc. [May 2004]

El modelo SCOR permite representar, analizar y configurar cadenas de suministro. Fundamentalmente el modelo SCOR se encarga de analizar, medir, establecer objetivos de rendimiento, determinar oportunidades de mejoras, identificar las mejores prácticas y siste más, y priorizar proyectos. El modelo SCOR integra conceptos bien conocidos relacionados con la reingeniería de procesos, el benchmarking y la identificación de mejores prácticas. No tiene descripción matemática ni métodos

heurísticos, estandariza la terminología de una cadena de suministro permitiendo modelar, comparar y analizar diferentes alternativas y estrategias de las entidades y de toda la cadena de suministro.

Este modelo está organizado alrededor de cinco procesos principales de gestión Planificación (Plan), Suministro (Source), Producción (Make), Distribución (Deliver) y Devolución (Return). La cadena de suministro contemplada dentro del modelo incluye desde los proveedores de los proveedores, hasta los clientes de los clientes, es decir, considera la cadena de suministro entendida en sentido amplio. [Supply Chain Council, 2001].

La logística y la cadena de suministro como se ha podido apreciar tiene muchos enfoques. Sin embargo, aparece un nuevo concepto, la logística inversa, del cual se trata a continuación.

1.3 Logística inversa como proceso en la gestión de la cadena de suministros

Las definiciones de logística han evolucionado destacando su carácter integrador y sistémico a lo largo de más de 50 años lo cual no ha pasado con el término de logística inversa puesto que se ha estado profundizando en ello hace poco más de 10 años. Existen varias o diferentes definiciones de logística inversa, que tiene varios nombres como retrologística, gestión de devoluciones, recuperación y el reciclaje, o logística verde. Desde el punto de vista ambiental, podría definirse como: «el conjunto de actividades logísticas de recogida, desmontaje y procesado de productos usados, partes de productos o materiales con vistas a maximizar el aprovechamiento de su valor y, en general, su uso sostenible». [Angulo, 2003]

Según Pérez [2003] la logística inversa es el conjunto de procesos, gestión y control eficientes y efectivos de la recogida de productos, materiales o desechos desde un punto de venta (comercio) o de consumo (industria, servicio o población) hasta un productor, centro logístico, reciclador o comercio, con el fin de recuperar valor o asegurar su correcta eliminación. Una definición emitida por el grupo REVLOG [2003] entiende que la logística inversa comprende todas las operaciones relacionadas con la reutilización de productos y materiales (...) se refiere a todas las actividades logísticas de recolección, desensamblaje, productos usados, y/o sus partes, para asegurar una recuperación ecológica sostenida. Este último elemento diferencia la logística reversa

de la directa, pues la conservación del medio ambiente se convierte en un aspecto importante a gestionar como paso estratégico para lograr una buena imagen.

Así pues Rubio Lacoba [2003], propone una definición de Logística en la que se integren claramente ambas funciones, por lo que apoyándose en la definición de Rogers y Tibben-Lembke [1999], se puede definir la Logística como el proceso de planificación, desarrollo y control eficiente del flujo de materiales, productos e información desde el lugar de origen hasta el de consumo de manera que se satisfagan las necesidades del consumidor, recuperando el residuo obtenido y gestionándolo de tal manera que sea posible su reintroducción en la cadena de suministro denominándose esta recuperación logística inversa, obteniendo un valor añadido y/o consiguiendo una adecuada eliminación del mismo. En esta definición se tiene presente los dos flujos existentes en la función logística de las empresas ya sea directa o inversa:

- Flujo directo o hacia adelante, que engloba el conjunto de actividades relacionadas con el flujo total de materiales, productos e información desde el productor hasta el consumidor, desde el aprovisionamiento de materias primas hasta la entrega del producto al cliente.

- Flujo inverso o hacia atrás, que hace referencia tanto a la recuperación como a la devolución de los productos, subproductos y materiales susceptibles de ser reintroducidos en el proceso productivo de la empresa o en otros procesos diferentes, a las actividades necesarias para ello y al flujo de información que se establece desde el consumidor hasta el recuperador.

En la figura 1.3 se muestra el flujo de la logística ya sea directa o inversa especificando la logística de la recuperación y la logística de la devolución.

Se entiende por tal el proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventariar en el proceso los productos determinados y facilitar la información relacionada desde el punto de consumo hasta el punto de origen de una forma eficiente y lo más económica posible con el propósito de recuperar su valor. La logística inversa gestiona el retorno de las mercancías en la cadena de suministro. Entre otros, la logística inversa se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos; y se adelanta al fin de vida del producto, con objeto de darle salida en mercados con mayor rotación.

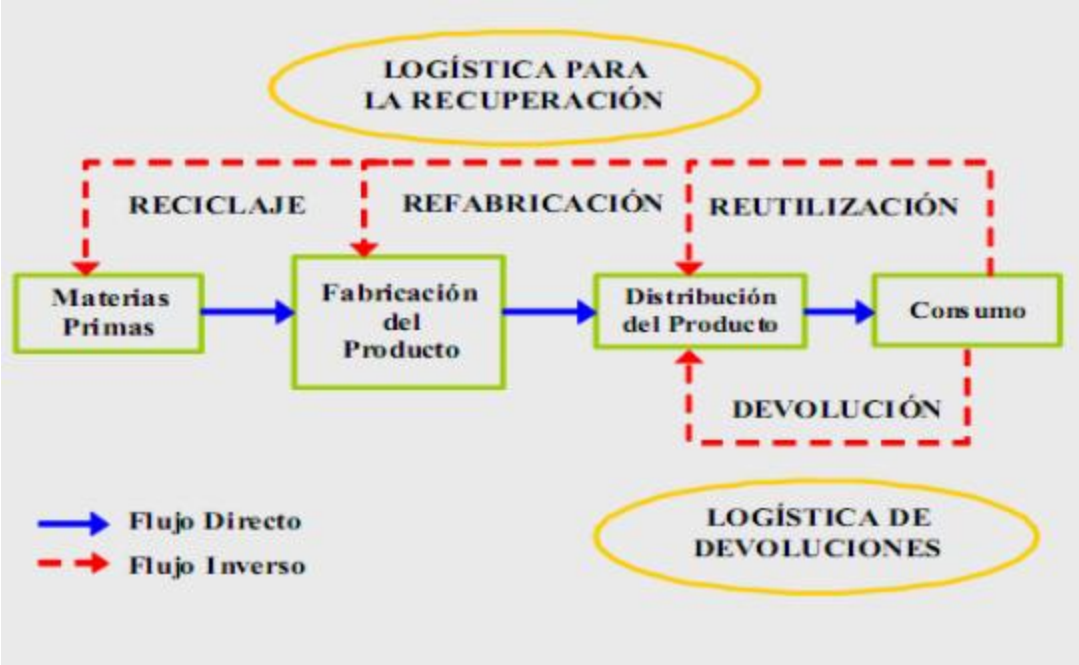


Figura 1.3: Logística para la Recuperación y Logística de Devoluciones [Fuente. Rubio Lacoba 2003]

En esencia, tal y como se muestra en la tabla 1.3 a criterio del autor del presente trabajo e investigación, todas las definiciones de los diferentes autores consultados coinciden en que la logística inversa considera el retorno al origen de los productos una vez que estos han sido utilizados, con vista a su reutilización para disminuir costos, y por ende, prevenir la contaminación y el deterioro del medio ambiente

Tabla 1.3 Definiciones de logística inversa por algunos autores [Fuente: elaborado a partir de Knudsen González, 2005; Angulo, 2003]

Fuente bibliográfica	Definición de logística inversa
Stock [1998], [2001]; Poist [2000]	Es el papel de la logística en el retorno de los productos, en la reducción de las fuentes, en el reciclaje, en la sustitución y reutilización de materiales, en la distribución de los residuos y en el reproceso
Rogers & Tibben-Lembke [1998]; Lacerda [2002]	Son los procesos de una eficiente planificación, implementación y control del flujo efectivo de los costos de materias primas, inventarios en proceso, productos terminados y la información relacionada desde el punto de consumo hasta el punto de origen con el propósito de crear valor o una distribución apropiada
REVLOG [2002]	Comprende todas las operaciones relacionadas con la reutilización de productos y materiales. [...] se refiere a todas las actividades logísticas de recolección, desensamblaje y reciclaje de materiales, productos usados, y/o sus partes, para asegurar una recuperación ecológica sostenida
PILoT [2003]	Es la gestión del retorno de las mercancías en la cadena de suministro, de la forma más efectiva y económica posible y a la vez se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos; [...] los procesos de retorno, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales, incluyendo el adelanto al fin de la vida útil de un producto, con el objetivo de darle salida en mercados con mayor rotación

RLEC [2003]	Es el proceso de trasladar productos desde su destino final típico hasta otro punto, con el propósito de por una parte, retomar el valor agotado del mismo y por otra, disponer apropiadamente de los productos
Torres Gemeil et al. [2003]	Es una actividad con un enorme potencial de crecimiento, conocida como "la última frontera para la reducción de los costos en la empresa" que se ha convertido en una novedosa fuente de oportunidades
Angulo [2003]	El conjunto de actividades logísticas de recogida, desmontaje y procesado de productos usados, partes de productos o materiales con vistas a maximizar el aprovechamiento de su valor y, en general, su uso sostenible
CSCMP [2005]	Es el segmento especializado de la logística enfocado al movimiento y gestión de productos y recursos, después de ser vendidos y entregados al cliente, incluyendo el retorno de productos para su restauración

Las definiciones anteriores llevan implícitas una serie de estrategias que están relacionadas fundamentalmente con las acciones de reciclaje, recuperación o reutilización, refabricación y reducción en cada uno de los eslabones de la cadena de suministro inversa. En estos aspectos la empresa tiene una incidencia directa o indirecta en los beneficios económicos, aún cuando estos no sean inmediatos. El trazar estrategias de logística inversa puede ser un paso estratégico si se desea lograr una buena imagen (ambiental) o vínculos con el cliente, debido a que existe un incremento creciente de la conciencia ambiental de la sociedad y para elevar los niveles de desempeño en la cadena logística [Hevia Lanier & Urquiaga Rodríguez, 2007]

Dentro de las estrategias más importantes de la logística reversa se encuentran:

- Estrategia para reutilización: es la forma que menor impacto produce en el entorno.

- Estrategia para reducir o eliminar el residuo: reparación, restauración, remanufactura y canibalización: las tres primeras opciones implican un reacondicionamiento y mejora de la calidad del producto y la canibalización

se basa en la recuperación de determinados componentes o partes para ser incorporados a otros productos.

- Estrategia para reciclaje: reaprovechamiento de materiales.

- Estrategia para la recuperación de energía: esta alternativa consiste en extraer, por combustión, el contenido energético de determinadas partes de los productos.

- Estrategia de Vertido: aunque realmente no sería una alternativa válida de recuperación, éste sería el último recurso en la eliminación de los productos al final de su vida útil.

Según Rogers y Tibben-Lembke [1998], al desarrollarse una estrategia logística inversa es muy importante tener bien definidas las razones que llevan a necesitarla, dentro de las cuales destacan: las razones competitivas, eliminación del inventario de los clientes, protección del margen de ganancia, problemas legales y medioambientales, así como la recuperación del valor del producto.

Existen tres elementos imprescindibles para el impulso de la logística inversa dentro de cada entidad ya sea de producción o de servicios. Estos elementos son:

- Consideraciones de costo beneficio: productos mejores con costo de producción más bajo, recuperación del valor de envases, empaques, embalajes y unidades de manejo reciclables

- Requerimientos legales: derivados de la protección a la salud y del ambiente, de consideraciones por costos de procesamiento de residuos, etc.

- 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.

Es evidente que existen causas que generan la necesidad desarrollar la gestión de la logística inversa dentro de cualquier entidad, estas suelen ser:

- Mercancía en estado defectuoso

- Retorno de exceso de inventario

- Devoluciones de clientes

- Productos obsoletos

- Inventarios estacionales

Por todo lo anterior expuesto, nace la importancia de atribuirle a la logística inversa un papel fundamental en las empresas, pues en los próximos años va a suponer una importante revolución en el mundo empresarial y, muy probablemente, se convertirá en uno de los negocios con mayor crecimiento en el inicio de este milenio. En la bibliografía consultada se encontraron una serie de modelos y procedimientos para gestionar la logística inversa

1.3.1 Modelos de gestión para la logística inversa

Para reducir la contaminación generada en las empresas y para determinar los impactos derivados de sus productos y servicios es necesario poner a disposición de las mismas, herramientas eficaces como sistemas de gestión de logística inversa de fácil y rápida implantación de forma que no encarezcan sus costos de producción.

Después de consultar algunos autores como Dale S. Rogers y Ronald S. Tibben-Lembke, [1998], Knudsen González [2005], Hevia Lanier y Urquiaga Rodríguez [2007], entre otros se pueden resumir como principales modelos para la gestión de la logística inversa los encontrados en la bibliografía consultada que se resumen en la tabla 1.4.

Tabla 1.4: Etapas para un modelo general de logística inversa [Fuente: Hevia Lanier; Urquiaga Rodríguez 2007]

AUTOR	1	2	3	4	5	6	7
Matos (7)	Recopilación de datos base	Análisis de la situación actual	Auditoria y diagnóstico	Estudio de alternativas	Selección de alternativas	Implantación y puesta en marcha	Seguimiento y control
Roger y Ronald Tibben–Lembke (9)	Filtro de entrada	Tiempo de Decisión	Sistema de Información de Logística reversa	Política cero (CRC)	Remanufacturación, restauración, reciclaje	Negociación y financiamiento	Externalización
Arnulfo García (4)	Evaluación	Reducción de Materiales	Reducción de retornos	Colecta	Clasificación	Colocación	Medición y Control
Kepner y Tregoc Inc	Identificar problemas	Identificar causas	Tomar las acciones	Planificación	Establecimiento		
José (6) Alberto Knudsen	Diseño preliminar	Diseño detallado	Planificación	Funcionamiento	Evaluación	Control	
Francis Hevia Lanier Ana Julia Urquiaga Rodríguez	Diagnóstico	Fuentes de generación	Clasificación de los residuos	Identificación de la estrategia a seguir	Determinación del tratamiento o destino	Transporte y almacenamiento	Medición y control

Actividades de la logística inversa

La logística inversa contiene una serie de actividades como se muestran en la figura 1.4, algunas de estas son de connotación puramente ecológica, como la recuperación y el reciclaje de los productos, evitando así un deterioro del medio ambiente. Otras, buscan de alguna manera, mejoras y mayores beneficios en los procesos productivos y de abastecimiento de los mercados. Así, procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos, inventarios ociosos, etc., y actividades de retirada, clasificación, reacondicionamiento y reenvío al punto de venta o a otros mercados secundarios son algunas de las operaciones que pueden enmarcarse dentro de la logística inversa.

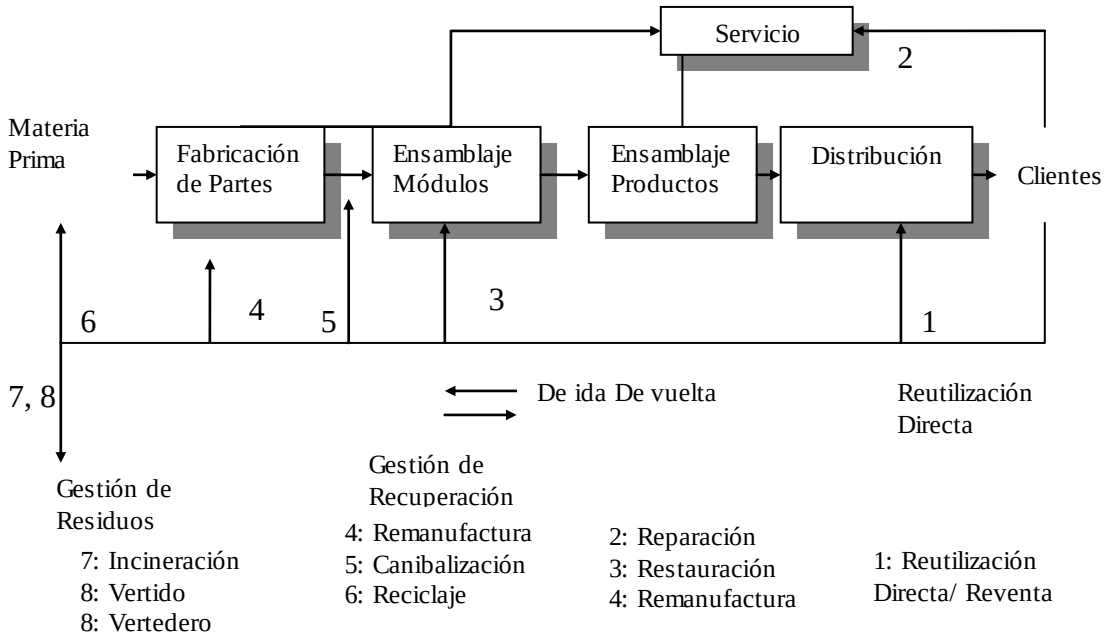


Figura 1.4: Actividades de la logística inversa a partir del flujo directo. [Fuente. Tibben-Lembke; Rogers, 2002]

a) Reutilización

Consiste en recuperar el producto en sí para darle un nuevo uso. Por ejemplo, la reutilización de material informático de oficina, obsoleto en cuanto a prestaciones, para trabajos de docencia. En general, la reutilización es la forma que menor impacto produce en el entorno (excepto cuando se utilizan tecnologías consumidoras de mucha energía o que sean muy contaminantes). Por otro lado, la reutilización está limitada a determinados tipos de productos. Es difícil su aplicación de forma generalizada, en gran parte a causa de la rápida obsolescencia de los productos en una época de fuerte cambio tecnológico.

b) Reparación, restauración, remanufactura y canibalización

Las tres primeras opciones implican un reacondicionamiento y mejora de la calidad del producto. Estas opciones se diferencian por la complejidad del tratamiento, de manera que la reparación supone un menor esfuerzo que la restauración, y ésta, a la vez, menor que la remanufactura. La canibalización se basa en la recuperación de determinados componentes o partes para ser incorporados a otros productos.

c) Reciclaje

Comúnmente se entiende por reciclaje el reaprovechamiento de materiales, es decir, la recuperación de materiales para ser de nuevo utilizados como materia prima en otro proceso de fabricación. El reciclaje de materiales, en general, produce una cierta pérdida a causa de la mezcla de materiales o a la degradación de las propiedades de éstos. Existe cierto consenso en que el reciclaje es una de las opciones más prometedoras en un futuro para resolver el problema de los productos al final de su vida útil.

d) Recuperación de energía

Esta alternativa consiste en extraer, por combustión, el contenido energético de determinadas partes de los productos. Esta opción no es muy recomendable ya que, en realidad, no se está aprovechando al máximo la fuente de materias primas que suponen los residuos. Además, la combustión de éstos provoca una nueva fuente de emisiones contaminantes que ha de ser estrictamente controlada.

e) Vertido

Aunque realmente no sería una alternativa válida de recuperación, éste sería el último recurso en la eliminación de los productos al final de su vida útil. Y no sólo porque se ha de intentar no desestimar materiales que pueden ser susceptibles de reutilización o reciclaje, sino también por los crecientes requerimientos, dificultades y costos que suponen los vertederos. Esta operación puede ser de dos formas:

- Vertido sin control

Consiste en la acumulación de residuos sin ningún tipo de tratamiento a cielo abierto. Aunque es la forma más antigua y más económica de deshacerse de los residuos, no es aceptable desde el punto de vista ambiental y de salud humana. En estos vertederos proliferan animales y microorganismos y se generan productos de descomposición que contaminan el suelo, el aire e incluso aguas superficiales. Otros problemas son los malos olores, el impacto paisajístico y los posibles incendios, que liberarían humos tóxicos.

- Vertido controlado o relleno sanitario

Consiste en el almacenamiento de residuos en terrenos amplios que se excavan y se rellenan con capas alternativas de basura y de tierra compactadas. Es fundamental elegir un terreno ubicado en una zona geológica y topográficamente adecuada para evitar la contaminación en la superficie o las aguas subterráneas. Las paredes se impermeabilizan con polietileno para evitar la filtración hacia capas inferiores. Además el vertedero se cubre con una capa de arcilla que impermeabiliza el suelo para evitar la fuga de olores y la filtración de lluvias, y varias capas de arena y humus que permiten el crecimiento de la vegetación. Estos terrenos se pueden convertir en áreas recreativas o zonas industriales.

Indicadores de logística inversa

A continuación se muestran algunas métricas seleccionadas por Stock y Mulki [1998] que pueden ser utilizadas por las empresas para manejar y avaluar la logística inversa con mayor eficiencia y eficacia. Estas métricas pueden ser importantes para las empresas que buscan medir y evaluar varios aspectos de los procesos de Logística Inversa. No todas las métricas servirán para cualquier tipo de empresa, pero pueden dar un buen punto de partida.

1. Métricas de productividad

- Número de empleados por mes
- Unidades procesadas por hora, día, mes o semana (total, recibidas, clasificadas, renovadas, destruidas, etc.)
- Costo por unidad devuelta por labor
- Número de unidades procesadas por hora (total y por empleado) por cada uno de los procesos de Logística Inversa
- Costo de la labor por unidad recibidaPorcentaje del total de unidades con código de barras
- Unidades recibidas sobre unidades recuperadas (diaria, semanal o anualmente)

- Número de paletas recibidas versus número de paletas procesadas
- Total de productos escaneados al inicio del procesamiento por hora, día o semana
- Número de piezas devueltas que no han sido procesadas después de 48 horas (el tiempo varía dependiendo de los estándares de cada empresa)
- Porcentaje de ítems autorizados de devolución pero aún no recibidos
- Porcentaje de ítems recibidos y autorizados
- Condición del empaque de las devoluciones recibidas

2. Métricas de utilización

- Espacio del almacén temporal utilizado al final del día, semana o mes
- Empleados usados en el procesamiento de las devoluciones versus empleados disponibles
- Número de contenedores usados versus número de contenedores disponibles
- Unidades recibidas por cada transporte entrante (total, diario, mensual, anual)

3. Métricas de performance

- Precisión de la clasificación de los productos devueltos (total de unidades en inventario que no han sido clasificadas correctamente comparado con el total de ubicaciones verificadas)
- Total de ítems inventariados comparados con el total de ítems transportados

- Porcentaje de recuperados por cada clase de producto
- Horas requeridas para completar cada proceso de Logística Inversa y total de horas
- Unidades procesadas por hora, día, semana y año
- Valor de salvamento por unidad
- Nivel de precisión por cada empleado en términos de número de ítems manipulados, número de errores y porcentaje de decisiones correctas
- Cantidad de daños (en unidades o en porcentaje del total) por tipo de daño

Es válido destacar que a consideración del autor, pese a la gran variedad de aspectos a controlar que se mostraron anteriormente; cada empresa tiene sus propias características, que deben constituir el primer eslabón a analizar ante cualquier idea de implementación en lo referido a actividades de logística inversa, pues del estudio de esas particularidades surgirán los más importantes indicadores para una gestión eficiente de la cadena de suministros inversa de la entidad en cuestión.

1.4 La logística inversa en empresas que prestan servicios técnicos a equipos eléctricos y/o electrónicos.

El aumento constante del empleo de aparatos eléctricos y electrónicos para cada vez más numerosas aplicaciones, ha llevado a una situación en la que es necesario encontrar soluciones, tanto para evitar que las materias primas usadas vayan disminuyendo, como para preservar el medio ambiente ante la eliminación de desechos, que en muchos de los casos, son procesos muy contaminantes.

La basura eléctrica y electrónica, constituye un 4% de la basura municipal en Europa, con un incremento de 16-28% cada 5 años. Algunas áreas de este mercado están claramente creciendo como los equipos electrónicos y de telecomunicación, electrónica de coches, juguetes y demás. Europa produce 6.5 millones de toneladas al

año y actualmente el 90% no se reutiliza, sino que se entierra o incinera. La basura electrónica crece 3 veces más rápido que la basura municipal y se espera que estos números se incrementen a 12 millones de toneladas en 2015.

Los procesos de recogida y manejo de la basura, así como las tareas de desensamblado y separación de los materiales que la constituyen son procesos costosos y muy laboriosos, que en muchos casos no se llevan a cabo. Además, algunos de los procesos existentes son altamente contaminantes y por consiguiente, perjudiciales para el medio ambiente. Es, por tanto, necesario proporcionar métodos innovadores que permitan reciclar la mayor cantidad posible de elementos de manera sostenible.

Además de la gestión de los desechos, la separación correcta de los materiales es importante para disponer de nuevo de recursos naturales, que, de otra manera, no son aprovechados. Se estima que, de los 6 millones de toneladas de basura eléctrica y electrónica proveniente de hogares individuales en Europa, la pérdida potencial de recursos naturales es aproximadamente de:

- 2.4 millones de toneladas de metales férricos

- 1,2 millones de toneladas de plásticos

- 652.000 toneladas de cobre

- 336.000 toneladas de aluminio

- 336.000 toneladas de cristal

En el caso de cables eléctricos y chatarra electrónica, hasta ahora se han empleado muchas técnicas que se fundamentan en los diferentes comportamientos físicos de los materiales. Algunas de estas técnicas son fuerzas magnéticas inducidas por corrientes eléctricas, métodos mecánicos, o separación manual. Si la mezcla a separar – reciclar contiene materiales que puedan ser separados por alguna de estas características, el problema está solucionado. Pero, cuando las características del material o de la mezcla hacen inviables dichos métodos, prácticamente no hay forma de separarlos, aunque en ocasiones pueden ser empleados otros procesos químicos en las refinerías, pero éstos generan gran cantidad de contaminación que debe ser evitada. La búsqueda de métodos de reciclado eficaces supone una importante línea estratégica de las empresas de este sector, ya que la obtención de materiales de

mayor pureza procedentes de las mezclas iniciales, implica su venta a un mayor precio. La basura electrónica contiene muchos materiales diferentes que no pueden ser separados con la tecnología actual. Desmontar los equipos electrónicos requiere tarea manual, lo que hace el proceso muy caro. Por ejemplo, en los televisores solamente los tubos de rayos catódicos son desmontados mientras que el resto es triturado. En otros equipos, sólo las partes más grandes de aluminio, cobre o hierro son separadas, mientras que el resto puede pasar a diferentes usos.

A modo de resumen y a criterio del autor se puede concluir que en algunos países desarrollados se incurre a la separación de materiales básicos como el cobre, aluminio, hierro, etc. que vuelven a ser procesados en otros productos, pero se utiliza para ello una re-ingeniería sumamente cara. Razones suficientes para que las entidades de nuestro país que se relacionan a estos temas y como parte de su accionar tienen desechos como cables, alambres, recortería electrónica y demás tengan la necesidad de buscar mediante estrategias de logística inversa, soluciones más económicas y adaptables a nuestras condiciones que permitan un desarrollo sostenido entre tecnología-sociedad y medio ambiente.

1.5 Modelos de gestión de logística inversa en empresas cubanas

Se puede decir que en el afán de lograr la vinculación práctica entre los conocimientos de la academia y las entidades destinadas a la producción o la prestación de servicios, se han hecho varios intentos en aras de lograr mejoras en el desempeño, control de los recursos, optimización de las funciones, y en los últimos tiempos se aprecia un amplio empuje hacia la gestión de los residuos, orientado fundamentalmente a la reutilización y reciclaje de materiales generados a partir de los procesos productivos, o los que se derivan del propio consumo social. En el ámbito nacional destacan algunos autores con trabajos desarrollados en tal sentido, tal es el caso de Knudsen González [2005] vinculado a la industria azucarera con un procedimiento para el diseño de las cadenas de suministros inversas, enfocado hacia el aprovechamiento de los residuos agrícolas cañeros para la producción de alcohol, tableros de bagazo y energía; Fuentes Alcover [2008], implementa estrategias de retorno para el aprovechamiento de los residuos derivados de la reparación ferroviaria, determinando que, en este caso, lo más racional es vender el acero y el hierro fundido a la Empresa de Recuperación de Materias Primas; Matamoros Hernández [2008], presenta un estudio de estrategias de retorno en la industria poligráfica, donde la mayor parte de los residuos podían ser

utilizados para elaborar útiles escolares y artículos para cumpleaños, cumpliendo al mismo tiempo una misión social; Fabelo Lago [2009] se centra en la propio sector tabacalero obteniendo un empleo casi total de los residuales, fundamentalmente como fertilizantes naturales y en la elaboración de otros productos y Manso Alonso [2010], vinculado a la industria pesquera, con la utilización de sus principales desechos para su aprovechamiento dentro de la misma, esencialmente para la alimentación de peces en los criaderos. Es de destacar que de forma general todos los autores basan sus estudios en la reutilización de los residuos buscando un equilibrio entre los factores económico, social y medioambiental, que garantizan la sostenibilidad de los procedimientos y alternativas planteadas.

1.6 Logística inversa en Copextel

La Corporación Copextel S.A es una sociedad mercantil de capital totalmente cubano adscripta al Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), encargada de brindar, dentro y fuera del territorio nacional, los servicios de comercialización, mantenimiento y la reparación de equipos informáticos, de clima, refrigeración, gastronomía, energía, electrodomésticos, elevadores, redes, automática, señaléticas y comunicación, a fin de mantener o restablecer el adecuado funcionamiento de los mismos. La amplia gama de actividades que comprende su objeto social le hacen corresponder una enorme responsabilidad por la cantidad y variedad de productos a gestionar y la consiguiente generación de desechos que esto trae consigo, generalmente del perfil eléctrico y electrónico, con todas las particularidades que eso implica debido a la composición de muchas de sus partes.

En la división territorial de Copextel Villa Clara, los aspectos relacionados a la logística inversa, se ven de una manera muy insipiente, de forma que la principal preocupante está marcada por las limitaciones vigentes en el país en cuanto a la gestión adecuada de los desechos, y no es vista desde una perspectiva de posibles ingresos generados por la reutilización y recuperación de partes piezas y componentes, con el ahorro sustancial de divisas que trae consigo la disminución de compras en el mercado internacional.

A raíz de los nuevos lineamientos de la política económica y social del país, la entidad se ha enfocado más hacia la implementación de estas alternativas de “reciclaje”, pero solo desde un punto de vista muy superficial, pues las decisiones en este sentido se

toman de forma empírica, donde el criterio del especialista que en ese momento recepciona o labora en el equipo será el que determine el tratamiento que se realizará, existiendo notables diferencias entre equipos de similares condiciones, respecto a los tratamientos recibidos. Estas decisiones están muy asociadas a la experiencia, el conocimiento y también al espíritu de racionalidad del especialista que labora. Generalmente estas diferencias surgen por la carencia de una secuencia práctica de acciones a realizar a modo de un procedimiento de trabajo que sirva de guía a la hora de acometer cualquier intervención técnica, enfocada a la "reutilización y el reciclaje" de las partes, piezas y componentes, que por sus características técnicas lo permita. En la entidad existen determinadas regulaciones, cartas circulares e intenciones de procedimientos, pero la mayoría no contienen la visión integradora que debe existir para una gestión eficiente de la logística inversa en toda su extensión, de aquí la necesidad de realizar investigaciones que sean pertinentes y que con un carácter metodológico puedan ayudar a la organización a obtener mayores niveles de gestión de este importante proceso.

1.7 Conclusiones parciales

Una vez concluido el marco teórico referencial de esta investigación se plantean las siguientes conclusiones parciales:

1. La bibliografía nacional e internacional reconoce la importancia de la logística inversa en el marco empresarial actual, no solo por el retorno del producto, sino que también se refiere a la reducción en origen, el reciclado, la reutilización y sustitución de materiales, así como la necesidad de establecer estrategias para lograr la recuperación de los residuos y la eliminación de los desperdicios encaminados a la protección del medio ambiente.

2. En la literatura científica consultada existen precedentes de investigaciones relacionadas con el diseño y gestión de la logística inversa, pero de su implementación para el caso de la reutilización y reciclaje de partes, piezas y componentes en Copextel no se tienen referencias.

3. El análisis de la situación actual en el país reafirma la necesidad de una herramienta que posibilite la toma de decisiones de la logística inversa en una

organización con vistas a su mejora, para garantizar una correcta gestión de los residuos en empresas nacionales como Copextel.

Capítulo 2

CAPÍTULO 2. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LA LOGÍSTICA INVERSA EN EL GRUPO GERENCIAL UEN "SISTEMAS TECNOLÓGICOS INGENIEROS" DE COPEXTEL EN LA DIVISIÓN VILLA CLARA

2.1 Introducción

Al realizar el estudio de la teoría relacionada al tema de esta investigación se evidencia la necesidad de aportar soluciones al problema científico que la originó. Para efectos de esta investigación se hace necesario mencionar el procedimiento realizado por las autoras Hevia Lanier y Urquiaga Rodríguez [1996], además del modelo y procedimiento propuesto por Knudsen González [2005], en el cual el autor propone el diseño y gestión de la cadena de suministro de los residuos agroindustriales de la caña de azúcar. De ambos procedimientos se utilizó la filosofía de las etapas abordadas para la elaboración de uno que permita planificar la logística inversa de los residuos que por diferentes vías son tratados en la División de Sistemas Tecnológicos Ingenieros de Copextel Villa Clara, y de esta forma dar cumplimiento a los objetivos de la investigación. En este capítulo se expone el procedimiento; así como la descripción de cada una de las etapas y pasos en que está dividido.

2.2 Fundamentación del procedimiento general

Tomando como punto de partida el modelo propuesto por las autoras Hevia Lanier y Urquiaga Rodríguez [2007], (**anexo 2**) por ser el de mayor similitud y por la relativa facilidad que ofrecía para su adaptación a las condiciones del objeto de estudio, se elaboró un procedimiento que básicamente realiza las mismas operaciones de una forma más específica, orientada a las características y particularidades de la empresa. El procedimiento propuesto tiene como objetivo contribuir a la toma de decisiones de la logística inversa en una organización. Para ello se ha modificado de manera que solo cuenta con cinco etapas, cada una de las cuales incluye diferentes aspectos tal y como se **muestra en la figura 2.1.**

El procedimiento se inicia con la fase de diagnóstico, que incluye la caracterización general de la organización, el análisis de la proyección estratégica y la conformación del equipo de trabajo. La segunda etapa incluye la identificación del proceso donde se genera el producto, que en este caso estará restringido al área de Clima y Refrigeración por ser esta una de las que más ingresos aporta a la entidad, dado a su elevada demanda de servicios en los últimos tiempos, además de la importancia que

se le atribuye al correcto manejo de las sustancias que se relacionan a estas actividades. La tercera estará enfocada a la clasificación del producto dado a su estado técnico y la selección de alternativas (recuperar o desechar). En la cuarta etapa ya finalmente se determina el tratamiento que se le aplicará, asociado a las actividades de la logística inversa (reutilización, reparación, canibalización y vertido). La quinta y última etapa es para determinar el destino final de cada producto, con el propósito de enviarlo al lugar que le corresponde, como respuesta y solución del objetivo trazado inicialmente para la aplicación de este procedimiento de gestión. La descripción detallada de las etapas y los aspectos a tener en cuenta en cada una de ellas se muestra a continuación.

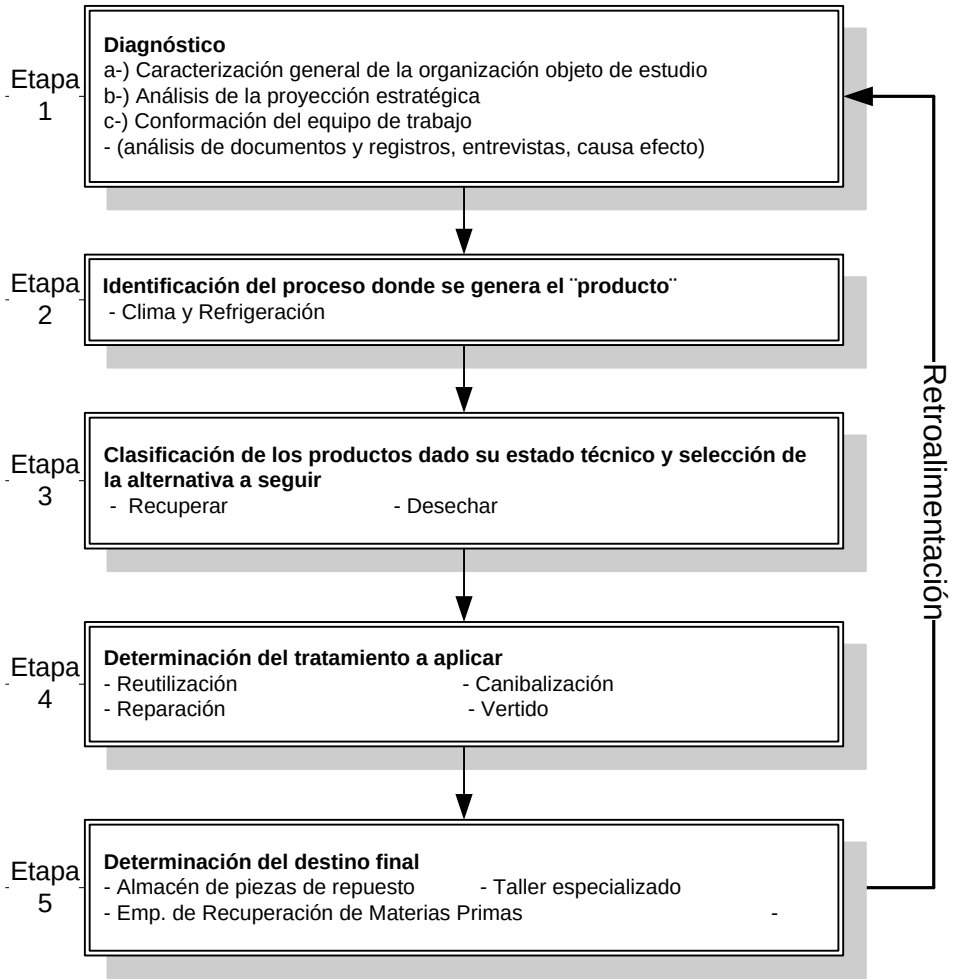


Figura 2.1: Procedimiento propuesto para la toma de decisiones de la logística inversa

2.3 Descripción del procedimiento propuesto para la toma de decisiones de la logística inversa en el Grupo Gerencial UEN "Sistemas Tecnológicos Ingenieros" de Copextel en la división Villa Clara.

Etapa 1: Diagnóstico

a) Caracterización general del objeto de estudio

El objetivo fundamental que se persigue en esta primera etapa consiste en realizar una caracterización general de la entidad objeto de estudio. Para ello es necesario obtener información sobre los elementos más importantes que la identifican, ya que debe ser descrita por sus datos generales (nombre de la empresa, fecha de creación, objeto social, estructura organizativa, principales clientes, etc.). Este paso es muy importante cuando la aplicación del procedimiento es realizada por personal externo a la organización, ya que permite tener una idea de forma general sobre el objeto de estudio.

b) Análisis de la proyección estratégica

Varios autores como Lowenthal [2008]; Martínez [2008]; Jiménez [2002] coinciden en que un proceso de negocio está dado por un conjunto de tareas relacionadas lógicamente que son realizadas para lograr un resultado de negocio definido. Los procesos de negocio de una organización deben definirse en función de sus objetivos de negocio.

La revisión de los diferentes elementos estratégicos de la organización (misión, visión, objetivos estratégicos, áreas de resultados claves, factores claves de éxito, valores compartidos, etc.) permitirá identificar los objetivos y procesos de negocio. Además de la importancia que se le atribuye a la entrevista con los directivos para el análisis de la proyección medioambiental, asi como la comprobación de la pertinencia y actualidad de los elementos revisados.

c) Conformación del equipo de trabajo

Esta etapa comprende la formación de un equipo de trabajo interdisciplinario que serán los encargados de recopilar o dar toda la información necesaria, así como de identificar, organizar, tabular, evaluar, decidir, conformar, procesar la información,

realizar los análisis necesarios; en fin, de aplicar el procedimiento que se propone a través de las fases, etapas y pasos que conforman el mismo. Debe estar compuesto por directivos tanto del nivel superior de la organización como del área implicada, y su composición no debe cambiar durante el proyecto. El éxito del estudio depende de la participación continuada y comprometida de estos durante el desarrollo de todo el proyecto. Los miembros del equipo deben poseer conocimientos sobre herramientas estratégicas, comprender y conocer el concepto del logística inversa, su filosofía y métodos; enfoque de procesos, sistemas y herramientas para la toma de decisiones en logística inversa; técnicas de trabajo en grupo, etc. De ser necesario además, se debe contar con la presencia de algún experto externo que brinde ayuda con la información más actualizada de estos temas y con la capacitación del personal interno involucrado. Este persona deberá explicar detalladamente cada uno de los pasos contenidos en el procedimiento y se le revela la importancia de la adecuada ejecución del mismo con vistas a establecer compromisos para mejorar el estado actual de la logística inversa y con ello la protección del medio ambiente.

Etapa 2: Identificación del proceso donde se genera el producto

En esta etapa se registran las fuentes de logística inversa por las que pueden ingresar estos productos al sistema, estas fuentes generalmente se relacionan con los recursos que se retiran de la tecnología instalada a raíz de nuevas inversiones, así como los que son recogidos por algunas operaciones de mantenimiento que son ejecutadas por la entidad. Se realiza un análisis de los volúmenes que genera la principal fuente de emisión y cuáles son todas las alternativas a analizar para pasar a la etapa siguiente, es un tiempo de recopilación de información a través de registros fundamentalmente y evaluar qué impacto genera dicha fuente al medio ambiente para definir la alternativa a seguir, aplicarle el tratamiento que requiera, y finalmente determinar el destino final de dicho producto.

Etapa 3: Clasificación de los productos dado su estado técnico y selección de la alternativa a seguir

Se determina cuál es la estrategia a seguir en cuanto al valor de uso que pudiera tener ese producto o componente dentro del campo de acción de la entidad, es decir, con un

grupo de especialistas y consultando todas las normativas existentes que rigen en el país y a nivel internacional, y haciendo un análisis de los costos que genera dicha decisión, se analiza si todavía puede ser utilizado o no con fines de recuperar algunas de sus partes o componentes, en dependencia del estado técnico que presente el producto, ya sea utilizando la propia entidad o con servicios de terceros, de manera que la decisión tomada sea la más racional para la prolongación de su vida útil.

Etapa 4: Determinación del tratamiento a aplicar

Una vez identificada la estrategia a seguir se pasa a determinar que tratamiento se le debe aplicar a cada residuo, que dependerá en gran medida de la propia naturaleza, y las características técnicas de cada componente. Estas actividades para el tratamiento de cada componente estarán asociadas a las que se utilizan en la logística inversa, solo que deberán estar condicionadas por las propias particularidades de cada entidad, y de los materiales con que se trabaja, pues de ahí depende la aplicabilidad del procedimiento.

Para determinar el orden de prioridad entre las actividades se pueden utilizar varios métodos, como el método AHP de Saaty, el de ponderación mediante expertos con su respectivo análisis de concordancia, entre otros; con el fin de establecer un orden lógico que permita decidir cuál será la primera actividad a realizar, cuál será la segunda, y así sucesivamente en dependencia del componente que se esté procesando.

Etapa 5: Determinación del destino final

En dependencia de la alternativa de utilización que se le trace a cada producto o componente y del tratamiento que se le aplique, será el destino final que se le de a cada uno de estos, que generalmente se pueden agrupar en tres vias fundamentales:

- Los que se disponen en algún lugar para ser utilizados tal y como están.
- Los que se depositan para darles algún tratamiento antes de volver a utilizarlo.
- Los que no tienen utilidad alguna para ser utilizados por la entidad.

Para cada una de estas posibles vías deberá establecerse la documentación requerida para el control del residuo en cada una de las etapas por las que transite, así como los responsables de cada procedimiento a realizar, el ejecutor de cada uno de estos y el lugar que se destinará para la ubicación, resultante de las decisiones tomadas a partir de la secuencia lógica que brinda la aplicación del procedimiento, así como la forma y las condiciones mínimas necesarias de almacenamiento en el caso que lo requiera, con vistas a lograr una correcta conservación del producto que garantice la preservación de las características técnicas con que fue recibido.

2.4 Validación del procedimiento propuesto

Con el objetivo de comprobar si realmente el procedimiento empleado para el mejoramiento de la logística inversa en la entidad objeto de estudio se corresponde con las necesidades del mismo, a la vez, que los resultados devenidos de la investigación realizada constituyan una ayuda para la selección de alternativas de logística inversa en el procesamiento de equipos, partes, piezas y componentes, se debe pasar a la validación del procedimiento a través del criterio del grupo de expertos para comprobar el grado de aceptación y la factibilidad de aplicación del mismo.

2.5 Conclusiones parciales

Una vez terminado este capítulo se deben destacar las conclusiones siguientes:

1. El procedimiento propuesto se elaboró tomando como referencia el modelo de las autoras Hevia Lanier y Urquiaga Rodríguez [2007]. El mismo constituye una herramienta práctica que se dirige hacia la toma de decisiones de la logística inversa, con vistas a precisar cuál será el tratamiento y el destino final del residuo que se analice. Contempla la aplicación de las principales concepciones de la logística inversa vigentes en el país y que aparecen en la literatura científica.
2. La identificación del proceso donde se genera el residuo constituye una etapa vital del procedimiento propuesto ya que sirve de punto de partida para el resto de las etapas del procedimiento.

Capítulo 3

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LA LOGÍSTICA INVERSA EN EL GRUPO GERENCIAL UEN "SISTEMAS TECNOLÓGICOS INGENIEROS" DE COPEXTEL EN LA DIVISIÓN VILLA CLARA

3.1 Introducción

En el presente capítulo se aplican las etapas y pasos del procedimiento general propuesto en el capítulo anterior. La misma se hace en la División de Sistemas Tecnológicos Ingenieros de Copextel Villa Clara. Con ello se demostró la viabilidad y validez de los instrumentos metodológicos desarrollados para evaluar la toma de decisiones en la logística inversa, revelando los principales problemas que presentan como parte de una investigación inicial, que sirve de base a futuros proyectos investigativos encaminados al perfeccionamiento de los sistemas para el logro de los objetivos empresariales de la organización.

3.2 Aplicación del procedimiento propuesto para la toma de decisiones de la logística inversa en el Grupo Gerencial UEN "Sistemas Tecnológicos Ingenieros" de Copextel en la división Villa Clara

Etapa 1: Diagnóstico

a) Caracterización general del objeto de estudio

La Corporación COPEXTEL S.A, como Sociedad Mercantil perteneciente al Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), encargada de brindar, dentro y fuera del territorio nacional, los servicios y demás actividades comerciales aprobadas en su objeto social, conforme se recoge expresamente en sus estatutos sociales. Copextel, SA es una empresa comercializadora cubana, líder en la introducción de tecnologías de avanzada en el mercado nacional, que debe su prestigio ganado a la profesionalidad, nivel técnico, espíritu constante de innovación, diversidad e integridad de los productos y servicios que oferta, y los beneficios y garantías que brinda a sus clientes.

La división Villa Clara se crea el 30 de agosto de 1994 según consta en la Escritura Notarial No. 2309 del propio año y la sede se encuentra ubicada en Prolongación de Marta Abreu No. 2 y Plaza de la Revolución en Santa Clara.

Ostenta la Condición de Vanguardia Nacional en los años 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2006 y 2007. Obtuvo además la Bandera de Proeza Laboral y el Premio de

Calidad de la Corporación COPEXTEL S.A. en el año 2005, manteniendo un papel de vanguardia en el Programa Audiovisual y los demás Programas Priorizados de la Revolución. La División cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad, que permite ofrecer a los clientes un servicio conforme con lo establecido en la Norma ISO 9001:2008 y que es aplicable a todas las actividades que desarrolla la organización

La actividad comercial de Copextel se realiza mediante divisiones comerciales, que se agrupan por líneas de negocio. Estas divisiones tienen la autoridad suficiente para establecer relaciones mercantiles con clientes y proveedores. Además, actualmente tiene una eficiente red de divisiones territoriales, que llevan los productos y servicios a todos los mercados del país, destacándose entre los de mayor demanda la prestación de servicios técnicos asociados y de garantía, asistencia técnica, consultoría, importación y exportación de los artículos necesarios para dichos servicios y de todo género de equipos electrónicos, electrotécnicos y electrodomésticos.

La división, como unidad organizativa, se encuentra extendida en 6 Unidades Estratégicas de Negocios (**anexo 3**), las que se denominan UEN I (Sistemas Tecnológicos Ingenieros), UEN II (Ofimática), UEN V (Informática y Comunicaciones), UEN VI (ECOSOL), STI (Servicios Técnicos Integrales, que tiene los Centros de Servicios Técnicos Integrales o los Puntos de Presencia Técnica en cada municipio de la provincia) y Logística Integral (que asume los servicios de almacenes, servicios internos y transporte de toda la división). Como aspecto común de estas unidades es que todas tienen a su cargo áreas económicas, comerciales, y de servicios técnicos de su propio grupo gerencial.

Para la realización de este trabajo, las investigaciones se centraron principalmente en el Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de la división Villa Clara, pues en esta UEN es donde se acometen con más frecuencia las labores vinculadas a la logística inversa, ya que se encarga generalmente de la comercialización mayorista de sistemas y equipos de refrigeración, climatización, higienización, limpieza especializada; lavanderías, gastronomía hotelera, hotelería, elevación, audio y luces profesionales, mobiliario, falso techo, ferretería de máquinas herramientas manuales, incluyendo el diseño de la instalación, elaboración y montaje e instrumentación de proyectos en esos temas, sus elementos, accesorios, partes, componentes e insumos, incluso en forma de paquetes o en la modalidad de “llave en mano” en divisas que le otorgan considerables responsabilidades dentro de la empresa, por las reiteradas solicitudes de clientes que demandan de sus servicios como consecuencia de la

variedad de estos. Para llevar a cabo esta gama de servicios la UEN se estructura por brigadas que se especializan en un área determinada (**anexo 4**).

Ante la amplia gama de acción de la UEN, solo será tomado como objeto de estudio lo concerniente al perfil de clima y refrigeración, por ser estos los de mayor peso producto a su alta frecuencia en la demanda de este servicio por los clientes y por la limitante de tiempo en la investigación.

b) Análisis de la proyección estratégica

El Grupo Gerencial UEN "Sistemas Tecnológicos Ingenieros" de la división Villa Clara tiene como **objeto social** la comercialización, el mantenimiento y la reparación de equipos informáticos, de clima, refrigeración, gastronomía, energía, electrodomésticos, elevadores, redes, automática, señaléticas y comunicación, a fin de mantener o restablecer el adecuado funcionamiento de estos equipos, su **misión** está orientada a brindar soluciones integrales en Cuba y en el exterior a partir del suministro mayorista y servicios de instalación, puesta en marcha y post-venta de productos y sistemas tecnológicos ingenieros, ofimática, redes y sistemas automatizados, electrónica doméstica, telecomunicaciones, energía, electricidad, hidráulica y electrónica, con el objetivo de satisfacer las necesidades de los clientes y contribuir al desarrollo sostenido de la sociedad cubana.
Su **visión** aspira a una entidad fortalecida en cuanto a organización y preparación del capital humano, con una cultura orientada al cliente y a la sociedad, así como un alto nivel de integración en los servicios; que garantizan calidad y eficiencia en nuestro desempeño dando respuesta acorde al desarrollo tecnológico mundial con un alto grado de profesionalidad y compromiso de los trabajadores, caracterizados por sus elevados valores éticos, morales y revolucionarios.

Se identifican como valores compartidos:

- Dignidad: Es el respeto a sí mismo, a la patria y a la humanidad.

- Patriotismo: Es la lealtad a la historia, la patria y la Revolución socialista, y la disposición plena de defender sus principios para Cuba y para el mundo.

- Humanismo: Es el amor hacia los seres humanos y la preocupación por el desarrollo pleno de todos sobre la base de la justicia.

- Solidaridad: Es comprometerse en idea y acción con el bienestar de los otros en la familia, la escuela, los colectivos laborales, la nación y hacia otros países. Es estar siempre atento a toda la masa humana que lo rodea.

- Responsabilidad: Es el cumplimiento del compromiso contraído ante sí mismo, la familia, el colectivo y la sociedad.

- Laboriosidad: Se expresa en el máximo aprovechamiento de las actividades laborales y sociales que se realizan a partir de la conciencia de que el trabajo es la única fuente de riqueza, un deber social y la vía para la realización de los objetivos sociales y personales.

- Honradez: Se expresa en la rectitud e integridad en todos los ámbitos de la vida y en la acción de vivir de su propio trabajo y esfuerzo.

- Honestidad: Se expresa al actuar de manera sincera, sencilla y veraz. Permite expresar un juicio crítico y ser capaz de reconocer sus errores en tiempo, lugar y forma adecuada, para contribuir al bien propio, colectivo y de la sociedad. Es lograr armonía entre el pensamiento, el discurso y la acción.

- Justicia: Es el respeto a la igualdad social que se expresa en que los seres humanos sean acreedores de los mismos derechos y oportunidades, sin discriminación por diferencias de origen, edad, sexo, ocupación social, desarrollo físico, mental, cultural, color de la piel, credo y de cualquier otra índole.

Los lineamientos estratégicos que rigen la definición de los objetivos son:

1. Emplear como herramienta fundamental de dirección el plan empresarial aprobado, dándole seguimiento oportuno, logrando alcanzar la eficiencia organizativa como resultado del proceso de redimensionamiento empresarial.
2. Garantizar con calidad el sistema de información corporativo, de modo que sea verdaderamente útil para tomar decisiones.
3. Potenciar las exportaciones a través del seguimiento a los convenios intergubernamentales y proyectos; así como el desarrollo de estrategias de penetración y permanencia en otros mercados.
4. Prestar especial atención a los sectores priorizados como Defensa, Turismo, Salud, Educación y otros programas de la Revolución, priorizando el desarrollo de las inversiones, la venta de bienes, la instalación y montaje de equipos y la prestación de servicios de reparación y mantenimiento.
5. Fortalecer el seguimiento a las nuevas inversiones en el país, fundamentalmente en los sectores que generan un alto valor agregado.
6. Potenciar las relaciones con la Industria Nacional, logrando un incremento de estos productos en la red de comercialización y servicios técnicos, así como la

utilización de su base tecnológica en trabajos de recuperación y reparación del equipamiento.

7. Elevar el nivel de calificación, motivación y compromiso de nuestro personal con la Corporación, a partir de una capacitación personalizada y coherente con la estrategia, en beneficio de la calidad de los servicios brindados y la preservación del medio ambiente.

Luego de analizar los elementos que definen la proyección estratégica de la empresa, se puede apreciar que el tema relacionado con el tratamiento, control y gestión de los residuos que ellos mismos generan como parte de su accionar, y la relación de este con la logística inversa, se encuentra bien enmarcado dentro de su estrategia empresarial, como la necesidad y obligación que representa hoy en día para las empresas cubanas la lucha contra la contaminación del medio ambiente, en aras de lograr un mundo donde se logre un desarrollo sostenido entre tecnología-sociedad y medio ambiente, como se indica en los nuevos lineamientos de la política económica y social del país, específicamente los enmarcados en:

Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente

- Diseñar una política integral de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente que tome en consideración la aceleración de sus procesos de cambio y creciente interrelación a fin de responder a las necesidades del desarrollo de la economía y la sociedad a corto, mediano y largo plazo; orientada a elevar la eficiencia económica, ampliar las exportaciones de alto valor agregado, sustituir importaciones, satisfacer las necesidades de la población e incentivar su participación en la construcción socialista, protegiendo el entorno, el patrimonio y la cultura nacionales. (Lineamiento 129)

Política industrial y energética

- Priorizar la reactivación del mantenimiento industrial, incluyendo la producción y recuperación de partes, piezas de repuesto y herramentales. (Lineamiento 220)

- Promover la intensificación del reciclaje y el aumento del valor agregado de los productos recuperados, priorizando actividades de mayor impacto económico con menos recursos y su recapitalización, según las posibilidades de la economía. (Lineamiento 235)

c) Conformación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo con el que se llevará a cabo la recogida y procesamiento de la información, que permitirá la aplicación del procedimiento de diagnostico debe de estar conformado por un grupo de personas preferentemente vinculadas a la entidad y con cierta experiencia dentro de la misma (expertos), que para la determinación de la cantidad necesaria se utilizará la expresión 1 de Calero [1979]

$$M = \frac{P(1-P)K}{i^{2^*}} \qquad (1)$$

Donde:

M: # de expertos a participar.

i: nivel de precisión deseado.

p: proporción estimada de errores de los expertos

α: nivel de significación

1 – α: nivel de confianza.

K: constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido.

Los valores de K se ofrecen en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Valores de K según el nivel de confianza (Fuente: elaboración propia a partir de la referencia de Matamoros, 2011).

Fiabilidad (%)	K
99	6.6564
95	3.8416
90	2.6896

Tomando una proporción estimada de error de los expertos de 0.01, un nivel de precisión de 0.1 y un valor de la constante K de 6.6564 para un 99% de nivel de confianza, al aplicar la expresión (1) se obtiene que:

$$M = \frac{0.01 * (1 - 0.01) * 6.6564}{(0.1)^2}$$

M =6.58 expertos

Lo que implica que se necesitarían 7 expertos, los cuales serán seleccionados representando cada uno las áreas más importantes de la instalación objeto de estudio. Realizando un análisis exhaustivo del personal de la instalación se seleccionaron como expertos el personal que se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Lista de expertos seleccionados en la instalación (Fuente: Elaboración propia).

No	Nombre y Apellidos	Cargo	Área
1	Jorge R. García Hernández	Esp. Asistencia Técnica	Dirección
2	Odalys Moreno Mata	Esp. Asistencia Técnica	Dirección
3	Mailin Aguilera Rivas	Esp. Gest. Rec. Humanos	RRHH
4	Silvia Vázquez Muñoz	Esp. Ges Económica	Economía
5	Juan de la C. García Pacheco	Esp. Ges de la Calidad	Comercial
6	Miguel Ángel Ginoris Chávez	Enc. Alm. piezas repuesto	Servicios técnicos
7	Gilberto Ávalos Díaz	Jefe de Taller especializado	Servicios técnicos

Etapa 2: Identificación del proceso donde se genera el producto

En el Grupo Gerencial UEN "Sistemas Tecnológicos Ingenieros" de Copextel en la división Villa Clara existen varias fuentes generadoras de logística inversa a partir de las diferentes actividades que se realizan en el territorio, en tal sentido las más importantes son las relacionadas con los recursos que se retiran de la tecnología instalada a raíz de nuevas inversiones, así como los que son recogidos por algunas operaciones de mantenimiento que son ejecutadas por la entidad, que se pueden agrupar en tres líneas fundamentales:

- **Reparación o mantenimiento:** se refiere a aquellas donde el equipo fue intervenido por leves reparaciones o producto del mantenimiento preventivo planificado (MPP) conveniado con el cliente, donde las causas más frecuentes que se relacionan con la demanda del servicio están vinculadas a problemas del control térmico, capacitores de arranque y marcha, limpieza de filtros, veletas, capilares, lubricación de rodamientos entre otros.

- **Reparación por averías:** ya en este caso, el equipo presenta roturas que impiden su funcionamiento, y son de mayor complejidad, pues generalmente se relacionan con los componentes de mayores períodos de durabilidad (compresor, evaporador-condensador, ventiladores, entre otros)

- **Desmontaje por fin de vida útil:** los componentes que se clasifican de esta manera generalmente provienen de una sustitución del equipo como tal, o los que se sustituyen por presentar un grado de deterioro considerable, donde casi siempre ya

se habían cambiado otros componentes en ocasiones anteriores; los más frecuentes son: compresores, evaporador-condensador y capilares de expansión.

Etapa 3: Clasificación de los productos dado su estado técnico y selección de la alternativa a seguir

Luego de una evaluación de las condiciones técnicas del producto, que se realiza por los técnicos que laboran en el taller, se le traza la estrategia a seguir, que básicamente se divide en dos grupos, en dependencia de sus condiciones técnicas:

- Los que son recuperables: aquí se encuentran aquellos productos que por sus propias características, todavía presentan algún tipo de utilidad que puede ser empleada en otro equipo, o los que deben ser recuperados como cumplimiento de las restricciones vigentes desde el punto de vista medioambiental, pues presentan gases y sustancias que no deben liberarse directamente al entorno, principalmente los que están en contacto directo con la sustancia refrigerante (compresor, evaporador-condensador, capilares de expansión)

- Los que no son recuperables y se destinan al desecho: generalmente lo integran los que presentaron un estado técnico bien desfavorable, donde su nivel de deterioro, y las exigencias de la política de calidad de la empresa, impiden su utilización pues es más económico desecharlo, que tratar de recuperarlo.

Etapa 4: Determinación del tratamiento a aplicar

De acuerdo a las actividades de logística inversa que más se aplican en la entidad, por las características específicas de la misma, y de los materiales con que se trabaja, solo se identificaron claramente cuatro de ellas (reparación, canibalización, reutilización y vertido), ya que las restantes o no se realizan, o sencillamente no se corresponden con las labores que se ejecutan. Para la determinación del tratamiento a aplicar se procede a la utilización del método de expertos, que brindará un orden de preferencia para la selección de la actividad más idónea a desarrollar en cada caso, que servirá también como herramienta para verificar el grado de acuerdo que exista entre el grupo de trabajo.

Las fórmulas a utilizar se muestran a continuación

$$\tau = \frac{1}{2} \bullet M \bullet (K+1) \qquad (1)$$

$$\Delta = \sum_{j=1}^{M} U_{i,j} - \tau \qquad (2)$$

$$W = \frac{12 \bullet \sum_{j-1}^{M} \Delta^2}{M^2 \bullet (K^3 - K)} \qquad (3)$$

$$\chi^2 = M \bullet W \bullet (K-1) \qquad (4)$$

Donde:

M: Cantidad de expertos.

Uij: Rango dado al problema i por el experto j

t: Puntuación promedio de los problemas o rango medio.

Δ : Desviación respecto a t.

K: Cantidad total de problemas o categorías.

W: Coeficiente de concordancia.

Para determinar el orden de las actividades a realizar, se construye la tabla 3.3 con las puntuaciones según la preferencia que los mismos dan a los tratamientos, donde 1 significa primera prioridad, y 4 el último como alternativa a realizar.

Tabla 3.3. Puntuaciones de los expertos para determinar las prioridades entre los tratamientos

TRATAMIENTO	**PUNTUACIÓN DE LOS EXPERTOS**								
	E.1	**E.2**	**E.3**	**E.4**	**E.5**	**E.6**	**E.7**	**∑ Uij**	**Δ**
Reparación	2	2	3	2	1	3	2	15	-2.5
Canibalización	3	4	2	4	3	2	3	21	3.5
Reutilización	1	1	1	1	2	1	1	8	-9.5
Vertido	4	3	4	3	4	4	4	26	8.5

A partir de la evaluación de los expertos y con el uso de las fórmulas anteriores se obtuvo:

$T = \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot (4+1) = 17.5$ $\qquad W = \frac{2172}{2940} = 0.7388$ $\qquad \Sigma \Delta^2 = 181$

No siendo suficiente para la validación, y con la ayuda de la tabla 3.4 será indispensable determinar su nivel de concordancia mediante la prueba de hipótesis siguiente:

Ho: no hay concordancia en el juicio de los expertos

H1: hay concordancia en el juicio de los expertos

Tabla 3.4 Condiciones para el análisis de la región crítica (Fuente: Elaboración propia a partir de la referencia Siegel, 1970)

CONDICIÓN	REGIÓN CRÍTICA
Si k >7	$X2 > X2\alpha, c-1$ $X2\alpha, c-1$ (tabla Chi-Cuadrado)
Si k ≤ 7	$S = \Sigma \Delta 2$ S ≥ S tabulada (Tabla de Friedman)

En el caso la cantidad de características o aspectos a analizar son solo 4, y el número de expertos previamente calculados (7), se obtuvo como resultado de la Tabla de Friedman **(anexo 5)** que:

k = 4; n=7; S = 118.45 (interpolando) trabajando con un nivel de confianza del 99%, y α = 0.01. Luego:

S calculada (181) > S tabulada (118.45); y se cumple la región crítica

Por lo que se rechaza Ho, lo que significa que el juicio de los expertos es consistente y el orden de los tratamientos estará expresado de manera tal que el menor valor de la columna Δ, se corresponde con la máxima prioridad de la actividad a realizar, y así sucesivamente, quedando de la manera siguiente:

1ro. Reutilización 3ro. Canibalización

2do. Reparación 4to. Vertido

Etapa 5: Determinación del destino final

Luego de que los especialistas a través del análisis técnico que incluye la revisión, chequeo y evaluación para cada parte, pieza, o componente por separado definen que tratamiento se le debe aplicar a cada uno, se llega a la etapa donde él mismo determinará el destino que debe tomar dicho producto, en consecuencia al tratamiento que recibirá, dicho destino estará referido a las tres vías antes mencionadas en el capítulo 2, que ya vistas dentro de la misma UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros”, se refiere específicamente a:

a) Almacén de piezas de repuesto: para los productos que por su buen estado técnico no necesitan tratamiento alguno y están listos para ser usados nuevamente. Generalmente son los productos devenidos de procesos de canibalización, reutilización, o los que provienen del taller especializado como fruto de una reparación.

b) Talleres especializados: para este se destinan los productos que en la evaluación durante el análisis técnico fueron destinados para reparar, o los provenientes del almacén de piezas de repuesto, en caso de que se necesite para ser utilizado en la rehabilitación de otro equipo.

c) Área de materias primas, destinada para los productos que no tienen utilidad alguna para la entidad, y son agrupados por categorías para la comercialización directa con la Empresa de Recuperación de Materias Primas.

Con toda la información brindada anteriormente, se construyó una tabla que recoge las principales situaciones que se pueden dar durante la prestación de cualquier servicio en el área de clima y refrigeración (**anexo 6**). Dicha tabla se elaboró con el objetivo de construir una herramienta de ayuda a la toma de decisiones vinculada a las actividades de la logística inversa, pues la tabla ofrece la posibilidad de ir evaluando el producto, a la vez que brinda las posibles acciones a realizar, hasta la determinación del destino final para la pieza en cuestión.
Es importante destacar que en cada uno de estos locales se debe llevar un control minucioso de las características del producto, por ejemplo:

a) En el caso del almacén de piezas de repuesto se deben agrupar en estantes por grupos de familia, donde se lleve un inventario de existencia de cada grupo de productos que especifique algunos de los parámetros que se mencionan en la tabla 3.5

Tabla 3.5 Parámetros para el control más eficiente de los productos en el almacén de piezas de repuesto

Nombre	Código	Procedencia	Tratamiento realizado	Calidad	Fecha recepción	Firma entrega	Firma recibe

b) En el caso de los talleres sería conveniente que se ubicaran por áreas de afinidad, de esta manera los que necesitaran soldaduras estarían en un área determinada, los de reparaciones eléctricas en otra, los de lubricación, limpieza y mantenimiento de las partes mecánicas en otra, ya que de esta forma se lograría mejor distribución del espacio, a la vez que cada técnico que labora en un área determinada llevaría un control de cada pieza, reflejando algunos parámetros que le permitan conocer las características más importantes, como las mostradas en la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Parámetros para el control más eficiente de cada producto en los talleres

Nombre	Código	Procedencia	Tratamiento a realizar	Fecha recepción	Firma entrega	Firma recibe

c) En el área de materias primas se debe velar por una correcta separación de los diferentes materiales que ingresan, con fin de lograr una comercialización más eficiente mediante la debida contratación con la Empresa de Recuparacion de Materias Primas, donde se pudieran controlar datos de interés para la empresa como los que se reflejan en la tabla 3.7.

Tabla 3.7 Datos de interés para la contratación de las materias primas

Categoría	Cantidad (t)	Precio venta ($/t)	Ingreso total ($)	Fecha recogida	Firma vende	Firma compra

3.3 Validación del procedimiento propuesto

Con el objetivo de verificar la validez del procedimiento propuesto para la toma de decisiones de la logística inversa en equipos de clima y refrigeración, del Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel en la división Villa Clara, se debe poner a criterio de los expertos seleccionados en la entidad las características propuestas a continuación, de modo que ellos califiquen cada una de estas por separado (Tabla 3.8), permitiendo así mediante un análisis del coeficiente de concordancia de Kendall, comprobar el nivel de aceptación que se logra en la

opinión general de los especialistas, y saber de esta forma si realmente el procedimiento tiene utilidad de aplicación para la entidad objeto de estudio. Luego de ofrecerle a los expertos una información detallada del procedimiento seguido y los resultados alcanzados. Las características propuestas a considerar en la valoración del procedimiento son:

1. Representabilidad: El modelo propuesto representa el proceso real de la UEN.
2. Adaptabilidad: Posee capacidad para asimilar los cambios.
3. Claridad: Cada una de las etapas tiene un objetivo bien marcado y definido.
4. Consistencia lógica: Las actividades propuestas poseen un orden lógico en función de la ejecución de sus pasos en la secuencia planteada y la correspondencia con la lógica del proceso en la UEN.
5. Utilidad: La aplicación del procedimiento permite el mejoramiento de la gestión de la logística inversa en la UEN.
6. Pertinencia: relacionada con la propuesta de un procedimiento para la gestión logística inversa que se adecua a las condiciones existentes y a las necesidades de las empresas cubanas.
7. Generalidad: posibilidad de su extensión como instrumento metodológico para el mejoramiento de la gestión de la logística inversa en otras organizaciones.

Tabla 3.8 Puntuaciones de los expertos para la validación del procedimiento

No	Características	E.1	E.2	E.3	E.4	E.5	E.6	E.7	∑Uij	Δ	Δ²
1	Representabilidad	7	6	7	6	7	7	7	47	19	361
2	Adaptabilidad	6	5	7	5	5	6	6	40	12	144
3	Claridad	7	5	7	7	6	7	7	46	18	324
4	Consistencia lógica	5	7	6	5	6	5	7	41	13	169
5	Utilidad	7	6	7	6	7	7	6	46	18	324
6	Pertinencia	7	7	7	7	7	7	7	49	21	441
7	Generalidad	6	7	5	5	6	5	6	40	12	144
											1907

W
W = 1.38994169

Como se observa, el coeficiente de concordancia de Kendall (W ≈ 1.4) resultó mayor de 0.6, lo que significa que el juicio de los expertos si es consistente, demostrado además por el alto grado de acuerdo que se evidencia en las puntuaciones individuales de estos, quedando demostrado que el modelo propuesto representa el proceso real de la

UEN, que posee capacidad para asimilar los cambios, que tiene un objetivo bien marcado y definido en cada una de las etapas, que las actividades propuestas poseen un orden lógico en correspondencia con la lógica del proceso en la UEN, que permite el mejoramiento de la gestión de la logística inversa para la entidad, que se adecua a las condiciones existentes y a las necesidades de las empresas cubanas, además de la posibilidad de su extensión como instrumento metodológico para el mejoramiento de la gestión de la logística inversa en otras organizaciones.

3.4 Conclusiones parciales

1 En diferentes etapas durante la aplicación del procedimiento general se emplearon herramientas para la validación estadística, que garantizan la confiabilidad del procedimiento.

2 Las tablas que se proponen tanto para la utilización en el control de los productos, como la de ayuda para la selección de alternativas de logística inversa en equipos de clima y refrigeración, constituyen un aporte de carácter práctico de la investigación para el Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel en la división Villa Clara.

3 Con la aplicación del procedimiento se facilita la toma decisiones en la logística inversa de los residuos que se generan por la prestación de servicios que oferta la empresa, contribuyendo a un mayor aprovechamiento de los recursos reutilizables.

Conclusiones

Conclusiones Generales

Una vez terminado dicho trabajo se pueden llegar a las conclusiones siguientes:

1 La bibliografía nacional e internacional reconoce la importancia de la logística inversa en el marco empresarial actual, no solo por el retorno del producto, sino que también se refiere a la reducción en origen, el reciclado, la reutilización y sustitución de materiales, así como la necesidad de establecer estrategias para lograr la recuperación de los residuos y la eliminación de los desperdicios encaminados a la protección del medio ambiente.

2 El procedimiento propuesto e implementado en el Grupo Gerencial UEN "Sistemas Tecnológicos Ingenieros" de Copextel en la división Villa Clara es una novedad práctica que permite la toma de decisiones en su logística inversa.

3 Los resultados obtenidos con esta investigación le permiten a la empresa organizar y planificar de una forma eficiente que hacer con los residuos que se generan en los mantenimientos y las reparaciones de los equipos de refrigeración y clima. Esto contribuye a mejorar el servicio ofertado al cliente y reduce los gastos en compra de piezas de repuesto.

Recomendaciones

Recomendaciones

1 Continuar la divulgación de los resultados de esta investigación a través de eventos científicos, cursos de postgrado y mediante la presentación de artículos científicos, como una vía de contribuir a la generalización de los resultados obtenidos y a la vez convertirla en un material de consulta.

2 Extender la aplicación del procedimiento propuesto a otros elementos o fuentes de logística inversa con el objetivo de contribuir con la estrategia de sustitución de importaciones en entidades vinculadas al MIC en los próximos años.

3 Darle continuidad al procedimiento para el desarrollo, a nivel operativo, de las etapas de medición y control, donde se puedan tomar decisiones más rápidas ante cualquier anormalidad en el desempeño del proceso objeto de estudio.

Bibliografía

Bibliografía

1. Acero Eslava, M (2006). Canales de distribución y administración logística. http://www.gestiopolis.com/dirgp/mar/canales.htm
2. Anaya Tejero, J. J. (2000). Logística Integral. La gestión operativa de la empresa. Editorial ESIC, Madrid.
3. Amozarrain Ramos, M (1999). La gestión por procesos. http://www.personales.jet.es/amozarrain/organizacion.htm.
4. Angulo Rivera, J. C (2003). Actividades de la Logística Inversa. Ciudad de La Habana: Editorial Orbe.
5. Angulo Rivera J. C (2004). Logística. http://www.monografías.com.
6. Ballou, R. H. (1991). Logística Empresarial Control y Planificacion. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, s.a.
7. Calderón Lama, Cruz Lario (2005). Análisis del Modelo SCOR para la Gestión de la Cadena de Suministro. http://www.monografías.com.
8. Cespón Castro, R. & Auxiliadora, María. (2003). Administración de la cadena de suministros. Manual para estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica Centroamericana de Honduras. UNITEC. Tegucigalpa.
9. Conde Hernández, L. Serrano Mansfarroll, A. Santos Norton, M. (2007). La Logística Inversa y el Medio Ambiente. http:// biblioteca.reduc.edu.cu/biblioteca.virtual/cgi
10. Díaz Casañas, R., Knudsen González, J. (2004). Procedimiento para seleccionar proveedores en una cadena de suministro. Aplicación en una empresa azucarera para el suministro de residuos agrícolas cañeros. Evento IV Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales. Santa Clara.
11. Fabelo Lago, O. (2009). Estrategias empresariales de logística inversa para la producción y comercialización del tabaco cubano. Tesis de maestría Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Cuba
12. Fuentes Alcover, V. (2008). Procedimiento para la definición y alineación de estrategias de logística inversa en los talleres ferroviarios de Sagua la Grande. Tesis de maestría Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Cuba
13. Gómez Acosta, M. I. & Acevedo Suárez, J. A. (2001 |a|). Logística moderna y la competitividad empresarial. Ed. Centro de Estudio Tecnología de Avanzada (CETA) y Laboratorio de Logística y Gestión de la Producción (LOGESPRO). Ciudad de la Habana.

14. Hevia Lanier, F. Urquiaga Rodríguez, A.J. (1996). Etapas de la logística reversa para la gestión de los residuos a través de una cadena de suministro. http://www.monografías.com.
15. Knudsen González, J. (1997). Procedimiento de mejora al sistema de gestión logístico del transporte de residuos agrícolas cañeros (RAC) en el CAI Luis Arcos Bernes. Universidad Camilo Cienfuegos de Matanzas. Tesis presentada en opción al grado académico de Master en gestión de producción.
16. Knudsen González, J., Cespón Castro, R. & Ibarra Mirón, S. (1999 |b|). Un modelo de planificación eficiente. Revista Manutención y Almacenaje No 339, pp. 18-22. Barcelona. ISSN: 0025-2646.
17. Knudsen González, J. (2005). Diseño y gestión de la cadena de suministro de los residuos agroindustriales de la caña de azúcar. Aplicación a los residuos agroindustriales cañeros, el bagazo y las mieles (Tesis de doctorado, Marta Abreu de las Villas).
18. Kokkinaki, A. I., Dekker, R., Lee, R. and Pappis, C. (1999), "An Exploratory Study on Electronic Commerce for Reverse Logistics", Econometric Institute Report Series, EI−9951/A, Erasmus University Rótterdam.
19. Krikke, H. R. (2002). “Recovery strategies and reserve logistic network design”. Institute for Business Engineering and Technology Application (BETA).
20. Logística Inversa (2009) © Revista Logistec - Las Hualtatas 7625. http://www.revistalogistec.com/index.php?option=com_content&view=article&id=550:logistica-inversa&catid=61:rrhh&Itemid=79.
21. Manso Alonso, B. M. (2010). Procedimiento para el mejoramiento de la logística inversa de los residuos en la Unidad Básica Induvilla de Villa Clara. Tesis de maestría Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Cuba
22. Marrero Delgado, F. (2001). Procedimiento para la toma de decisiones logísticas con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y tiro de la caña de azúcar. Aplicaciones en la provincia de Villa Clara. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
23. REVLOG (2003) The European Working Group on Reverse Logistics (REVLOG). http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/Introduction.htm
24. Rogers, D. S. y Tibben-Lembke, R. S. (1999). Going Backwards: Reverse Logistics: Trends and Practices. Reverse Logistics Executive Council.
25. Rogers & Tibben, L. (2003): What is Reverse Logistics? Reverse Logistics Executive Council. http://www.rlec.org/ReverseLogisticsExecutiveCouncil.htm.

26. Rubio Lacoba, S (2003). El sistema de logística inversa en la empresa: Análisis y aplicaciones (Tesis de Doctorado, Universidad de Extremadura).
27. Schmidheiny, S. (1992). “Changing Course: A global Business perspective on development and the environment”. MIT Press, Cambridge.
28. Stock, J. R. (1992). Reverse logistics. Council of Logistics Management. Oak Brook, Illinois.
29. Stock, J. R. (1998). Development and implementation of reverse logistics programs. Council of Logistics Management. Oak Brooks. Illinois.
30. Thierry, M. C. (1997). “An analysis of the impact of product recovery management on manufacturing companies”. Ph.D. Thesis. Erasmus University Rotterdam. The Netherlands.
31. Torres Gmeil, M. et al. (2003). Logística. Temas seleccionados. Tomo 1.Primera Edición. Editorial Feijo .Ciudad de la Habana.
32. Torres Gemeil, M., Daduna, J. R., & Mederos Cabrera, B. (2008). Logistica: Temas Seleccionados. 2da Edición. Ciudad de la Habana: Feijóo
33. Trischler, W. E. (1998). Mejora del valor añadido en los procesos. Barcelona, España.: Ediciones Gestión 2000, S.A.
34. Velásquez Albiol, P. L. (2005). Logística del proceso de almacenamiento. Editorial LOGICUBA. La Habana

Anexos

Anexos

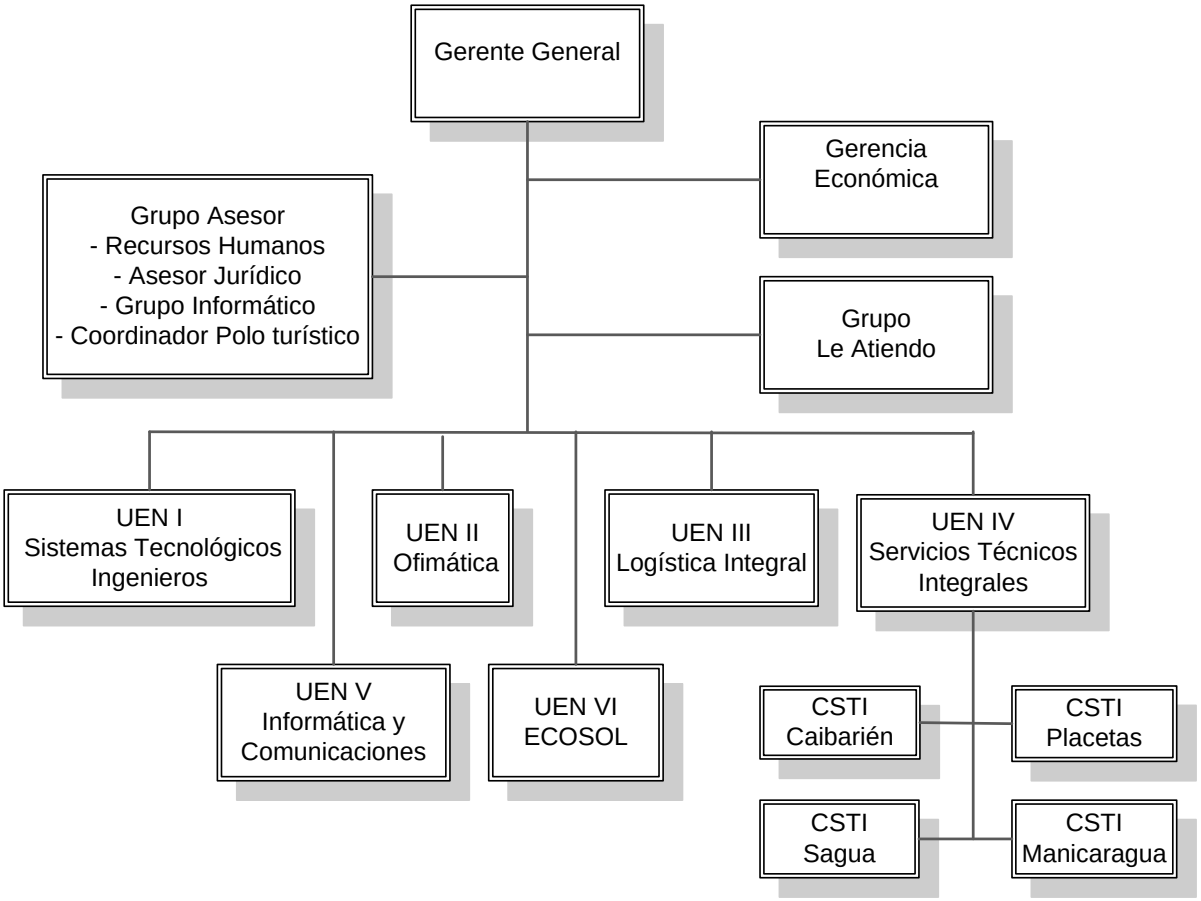
Anexo 1. Componentes básicos de los modelos de gestión de la cadena de suministro. [Fuente: Knudsen González, J. [2005]]

Modelos	Componentes básicos
a). Modelo de tres estados [Scout & Westbrook, 1998]	➢ Un mapa de estado o marca para analizar el tiempo de espera y niveles de inventario. ➢ Un estado de posición para identificar oportunidades de colaboración entre los miembros de la cadena. ➢ Una selección del estado de acción para aumentar la competitividad de la cadena.
b). Modelo de referencia operacional para una cadena de suministro tradicional [Martin & Roth, 2000|b|]	Plan de fuente. Plan de fabricación. Plan de entrega.
c). Modelo Conceptual para la gestión de la cadena de suministro [Mentzer et al., 2001]	La coordinación entre socios. El flujo direccional. Proveer satisfacción y valor al cliente. Estructura de la cadena. Proveedores terciarios. Relaciones de gestión.
d). Modelo de referencia del proceso [Supply Chain Council, 2001]	➢ Definiciones comunes de los procesos. ➢ Datos de desempeño de Benchmarking asociados a estos procesos. ➢ Descripción de las mejores prácticas de la cadena de suministro. ➢ Información sobre la elección de los productos software de la cadena de suministro.
e). Modelo organizativo [Acevedo Suárez et al., 2001]	Formación y organización de la cadena. Funcionamiento de la cadena. Control de gestión.

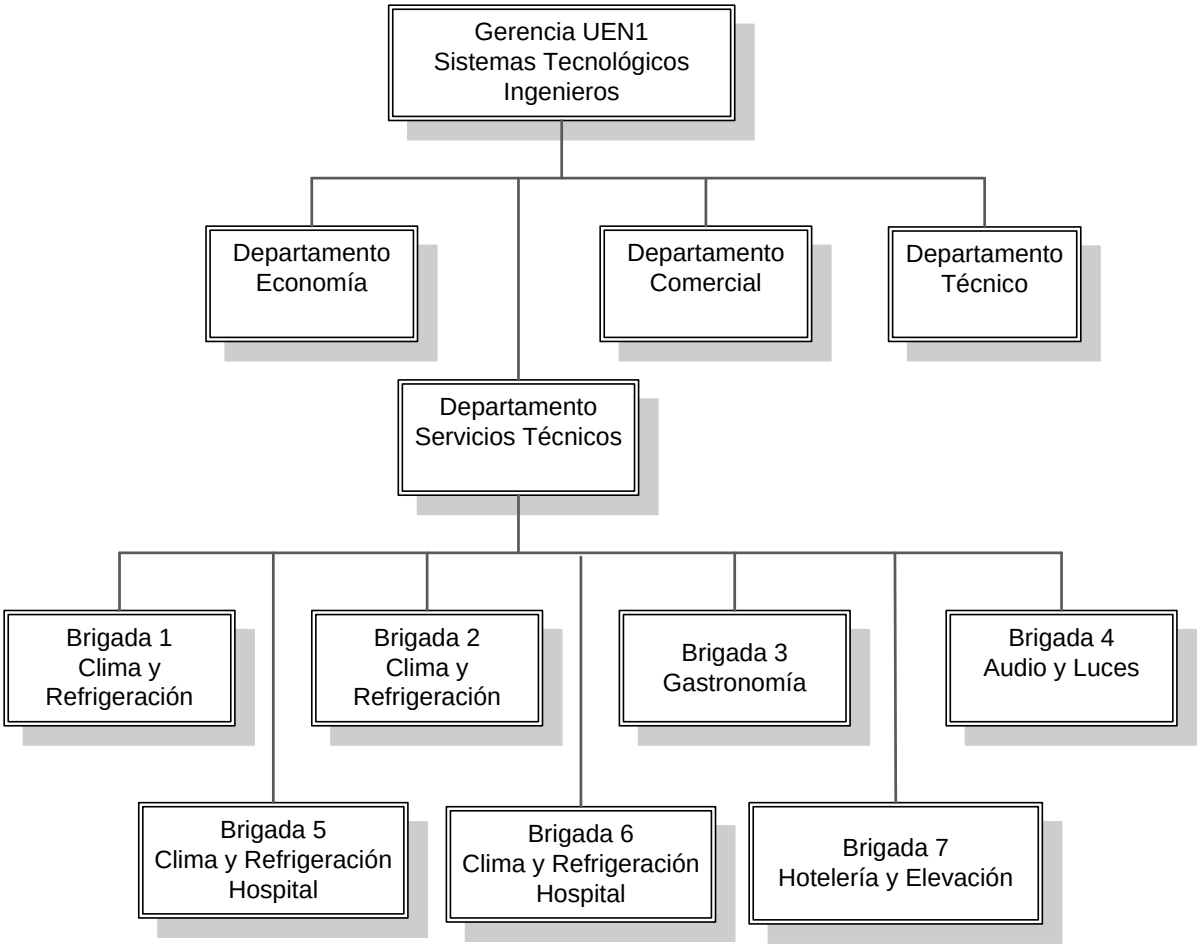
Anexo 2. Etapas fundamentales de los procedimientos para la gestión de la logística inversa [Fuente: Hevia Lanier y Urquiaga Rodríguez, [2007]]

1. DIAGNOSTICO	2. FUENTES DE GENERACIÓN	3. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS	4. ALTERNATIVAS DE ESTRATEGIAS A SEGUIR	5. DETERMINACIÓN DEL TRATAMIENTO O DESTINO	6. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	7. MEDICIÓN Y CONTROL
1. Diagnóstico medioambiental de la situación actual. 2. Inspección física (residuos, desechos, perdidas) 3. Herramienta: • Lista de chequeo	1. Análisis de fuentes de emisión 2. Registros 3. Evaluación de impacto 4. Determinación de forma de almacenamiento y recepción	1. Criterios de clasificación del residuo o desecho: • Estado • Grado de peligrosidad • Destino • Grado de control • Caracterización • Almacenamiento temporal • Tipo de tratamiento	1. Tratamiento a seguir, según normatividad vigente: • G "R" ○ Reciclar ○ Reutilizar ○ Remanufacturar ○ Restaurar ○ Reparar ○ Rediseñar 2. Aporte de las propias compañías o servicios tercerizados.	1. Determinación del destino final: 1.1 Vertido sin control ○ Acumulación sin tratamiento a cielo abierto 1.2 Vertido controlado o relleno sanitario ○ Excavación y relleno ○ Posibilidad de crecimiento de vegetación 1.3 Incineración: ○ Combustión controlada a altas temperaturas ○ Se reduce peso y volumen de basuras, desechos y desperdicios 1.4 Reciclado: ○ Aprovechamiento de materiales ○ Aprovechamiento de papel, cartón, plástico, vidrio y metales.	1. Recogida y transporte 2. Frecuencia, horarios, equipos y personal de recolección, transporte y almacenamiento	1. Creación y desarrollo de indicadores: • Cantidad de perdidas y residuos • Costos de perdidas y residuos • Frecuencia de generación • Composición de residuos • Costos de transporte y almacenamiento • Costos de frecuencia de recolección • Costos de personal y equipo • Grado de aprovechamiento de residuos

Anexo 3. Organigrama de COPEXTEL División Villa Clara



Anexo 4. Organigrama del Grupo Gerencial UEN “Sistemas Tecnológicos Ingenieros” de Copextel en la división Villa Clara



Anexo 5. Valores de la tabla de Friedman [Siegel, 1970]

TABLA R. Tabla de valores críticos de s en el coeficiente de concordancia de Kendall*

k	N					Valores adicionales para $N = 3$	
	3†	4	5	6	7	k	s
			Valores al nivel de significación 0.05				
3			64.4	103.9	157.3	9	54.0
4		49.5	88.4	143.3	217.0	12	71.9
5		62.6	112.3	182.4	276.2	14	83.8
6		75.7	136.1	221.4	335.2	16	95.8
8	48.1	101.7	183.7	299.0	453.1	18	107.7
10	60.0	127.8	231.2	376.7	571.0		
15	89.8	192.9	349.8	570.5	864.9		
20	119.7	258.0	468.5	764.4	1,158.7		
			Valores al nivel de significación 0.01				
3			75.6	122.8	185.6	9	75.9
4		61.4	109.3	176.2	265.0	12	103.5
5		80.5	142.8	229.4	343.8	14	121.9
6		99.5	176.1	282.4	422.6	16	140.2
8	66.8	137.4	242.7	388.3	579.9	18	158.6
10	85.1	175.3	309.1	494.0	737.0		
15	131.0	269.8	475.2	758.2	1,129.5		
20	177.0	364.2	641.2	1,022.2	1,521.9		

* Tomada de Friedman, M. 1940. Una comparación de pruebas de significación alternas para el problema de m rangos. *Ann. Math. Statist.*, **11**, 86-92, con el amable permiso del autor y editor.

Nótese que los valores críticos adicionales de s para $N = 3$ se dan en la columna derecha de esta tabla.

Anexo 6. Tabla de ayuda para la selección de alternativas de logística inversa en equipos de clima y refrigeración

PRODUCTO	PROCESO QUE LO ORIGINA	ESTADO TÉCNICO DEL PRODUCTO (BUENO/ MALO)	ALTERNATIVA A SEGUIR			TRATAMIENTO A APLICAR				DESTINO FINAL		
			Recuperar		Desechar	Reutilizar	Reparar	Canibaliar	Vertido	Alm. Piezas Rpto.	Taller especializado	M.P
			Otro equipo	M.A.								
Compresor	Reparación por avería	B	X	X		X	X	X		X	X	
		M		X	X			X	X		X	X
	Desmontaje (fin vida útil)	M		X	X				X			X
Evaporador y condensador	Reparación por avería	B	X	X		X	X			X	X	
		M		X	X				X			X
	Desmontaje (fin vida útil)	M		X	X				X			X
Capacitor de arranque y marcha	Reparación o Mtto.	B	X			X				X	X	
		M			X				X			X

FILTROS SECADORES DE HUMEDAD	REPARACIÓN O MTTO.	B	X			X	X			X	X	
		M			X				X			X
Capilares de expanción	Reparación o Mtto.	B	X	X		X	X	X		X	X	
		M		X	X				X			X
	Desmontaje (fin vida útil)	M		X	X				X			X
Electro-ventilador (fan)	Reparación o Mtto.	B	X			X		X		X	X	
		M			X				X			X
Veletas	Reparación o Mtto.	B	X			X		X		X	X	
		M			X				X			X

Donde:
X: representa la posible acción que se debe realizar con el producto o componente.