



**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y  
EMPRESARIALES  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

Título: Propuesta de mejoras con enfoque logístico al proceso de gestión de compras de la Empresa Constructora de Obras de Ingeniería No. 12 de Cienfuegos.

Autor: Fermín Cruz Herrera

Tutor: MSc. Alexander Brito Brito

Cienfuegos 2014

## AVAL DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA DE OBRAS DE INGENIERÍA NO. 12

La investigación titulada Propuesta de mejoras con enfoque logístico al proceso de gestión de compras de la Empresa Constructora de Obras de Ingeniería No. 12 se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre junio de 2014 y enero de 2015 en la mencionada Empresa y da como resultado una propuesta de mejoras con enfoque logístico al proceso de gestión de compras de piezas de repuesto de la misma. Las diferentes herramientas que conforman la propuesta constituyen una necesidad de la Empresa en vistas a disminuir los tiempos de espera de los equipos en los talleres y con esto aumentar la productividad y cumplir con los compromisos contraídos con los clientes.

La Dirección de la Empresa asume que el trabajo propuesto contribuirá significativamente a su competitividad, siempre que las propuestas se implementen teniendo en cuenta las especificaciones técnicas necesarias, y en razón a ello aprueba la investigación.

La misma está técnicamente ajustada a las normas y procedimientos de la Empresa y para que así conste firman la presente

---

Tomás Rodríguez

Director de la Base Logística

---

Félix Suárez Alegría

Director General

### Declaración de autoridad

Hago constar que la presente investigación fue realizada por la Universidad de Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Ingeniería Industrial, autorizando que la misma sea utilizada para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentada en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

Firma del Autor:

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según el acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico – Técnica

Computación

---

---

Tutor

Oponente

## **Agradecimientos**

A mi madre por su infinito amor, apoyo y por haber estado a mi disposición en los buenos y malos momentos de mi vida.

A mi padre, hermanos, sobrinos y mi familia en general.

A mi esposa Silvia Zamora por su apoyo incondicional y sus diferencias de criterio (independientemente de sus métodos)

A mi suegros y mi cuñado por su ayuda técnica y espiritual.

A mi tutor Alexander Brito por haberme guiado en esta investigación, haberme dedicado el tiempo de que no disponía, y sobre todo, por haber tenido la bondad de abandonar su tema de investigación para acompañarme en esta.

A los profesores de la carrera por habernos transmitido sus conocimientos, en especial al Departamento de Ingeniería Industrial.

A mis amigos y compañeros del aula.

A mis compañeros de trabajo por su comprensión y ayuda, por haberme facilitado la información, el tiempo, y los conocimientos necesarios.

A todas las personas que quiero y que se han preocupado por mí.

## **Resumen**

La investigación titulada Propuesta de mejoras con enfoque logístico al proceso de gestión de compras de la Empresa Constructora de Obras de Ingeniería No. 12 de Cienfuegos adscripta al Ministerio de la Construcción, está dirigida a proponer la implementación de un procedimiento de mejoras con un enfoque logístico en el proceso de compras de piezas de repuesto de la ECOING 12 de Cienfuegos.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron diversas herramientas y técnicas como: revisión de documentos, evaluación y selección de proveedores, método de expertos, diagrama de flujo de procesos, diagrama Causa-Efecto, Modelo General de Organización, metodología del Proceso Esbelto, Serie de Tiempos Descriptivos, y paquetes de programas como Excel, Visio, y STATGRAPHICS Centurión XV.

Como resultados se obtiene la fundamentación teórica de la logística, los sistemas y subsistemas logísticos, profundizando en el subsistema de aprovisionamiento y en el proceso de compras. Además, se ofrecen algunas definiciones acerca de la actividad de mantenimiento, como una de las causas de la entrada de los equipos a los talleres.

Se aporta además la caracterización de la ECOING 12, y del proceso de movimiento de tierra. Para afianzar la posición competitiva de la empresa mediante el incremento de servicios al cliente se propone un procedimiento de mejora con un enfoque logístico aplicable a cualquier empresa, del cual se describen de manera general las etapas que lo componen y algunas de las herramientas que se pueden utilizar en su implementación.

Por último, se implementa el procedimiento logístico en el proceso de gestión de compras de la Empresa, con el objetivo de elevar los niveles de disponibilidad técnica y de reducir los tiempos de las actividades de mantenimiento y reparación del equipamiento existente. De ello se obtiene la medición del nivel de servicio al cliente, la disminución del ciclo logístico y un pronóstico de las necesidades de piezas.

# ÍNDICE

- INTRODUCCIÓN .....8**
  
- CAPÍTULO 1: Logística, sus sistemas y subsistemas. Aprovisionamiento y compras. Fundamentos teóricos. La actividad de mantenimiento. .... 13**
  
- 1. Definición de logística. .... 13**
  - 1.1- La Logística como factor de competitividad..... 14
  - 1.2- Los sistemas logísticos, definiciones y funciones ..... 16**
  - 1.3- Elementos esenciales de la actividad de compras en la empresa .....20**
    - 1.3.1- Algunos aspectos a tener en cuenta en el proceso de compra ..... 23
  - 1.4- Búsqueda y selección de proveedores .....24**
  - 1.5- Mantenimiento técnico a los vehículos .....25**
  - 1.6.- Conclusiones parciales Capítulo 1. ....28**
  
- 2.1- Caracterización de la ECOING 12 .....29**
  - 2.1.1- Situación económica actual de la ECOING 12..... 32
- 2.2- Caracterización general del proceso de movimiento de tierra .....35**
- 2.3- Diseño de un procedimiento de mejora con enfoque logístico .....38**
  - 2.3.1- Estudio o preparación del Sistema Logístico..... 40
  - 2.3.2- Diagnóstico del Sistema Logístico..... 43
  - 2.3.3- Propuesta de herramientas logísticas de Mejora. .... 53
  - 2.3.4.- Evaluación y seguimiento del desempeño del Sistema Logístico..... 55
- 2.4 Conclusiones parciales del capítulo 2. ....57**
  
- Capítulo 3: Implementación del procedimiento de mejora con enfoque logístico en el proceso de gestión de compras de la ECOING 12..... 59**
  
- 3.1.- Estudio del Subsistema de Aprovisionamiento de la ECOING 12.....59**
- 3.2.- Diagnóstico del Subsistema Logístico de aprovisionamiento de la ECOING 12..... 62**
  - 3.2.1.- Análisis del nivel de servicio del proceso de compras de la ECOING 12 ..... 62
  - 3.2.2.- Análisis la duración del ciclo del proceso de compras de la ECOING 12 ..... 64
  - 3.2.3.- Análisis de los costos logísticos del proceso ..... 66
- 3.3.- Implementación de las herramientas de mejora con enfoque logístico..... 66**
  - 3.3.1.- Aplicación de la Técnica del Proceso Esbelto en el proceso de compras ..... 66

3.3.2.- Selección y evaluación de los proveedores del proceso de compras .....	69
3.3.3.- Pronóstico de las salidas de piezas de repuesto del almacén .....	73
3.3.3.2.- Aplicación de métodos de pronósticos en las salidas de piezas .....	76
<b>3.4.- Evaluación y seguimiento del desempeño del Sistema Logístico. ....</b>	<b>79</b>
<b>3.5.- Conclusiones Parciales del Capítulo 3 .....</b>	<b>79</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>84</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>87</b>

## INTRODUCCIÓN

La economía mundial actual está marcada por un fuerte proceso de globalización, caracterizado por ofertas mayores que las demandas, clientes cada vez más exigentes, corto ciclo de vida de los productos y servicios, así como una revolución en las tecnologías de la información y la comunicación, factor éste, decisivo e imperante en cualquier sociedad. Estas premisas hacen de la búsqueda de herramientas que generen ventajas competitivas, una necesidad constante. Dentro de estas herramientas se encuentran las diferentes filosofías de gestión, donde la logística tiene una posición respetada en el mundo empresarial que lidera la economía mundial. (Martínez Curbelo & Noemí, 2009)

Ante esta situación las empresas están obligadas a desarrollar su logística con el objetivo de garantizar y mantener niveles superiores de competitividad mediante la satisfacción de sus clientes con rapidez, calidad, y costos mínimos. Para el caso de Cuba las empresas para ser competitivas necesitan trazar estrategias que propicien alcanzar altos niveles de servicio al cliente y bajos costos para acercarse a los líderes mundiales con los cuales deben competir. De ahí que “la logística (...) constituye hoy un enorme reto para la empresa cubana, ya que se ha tomado en un decisivo factor de diferenciación competitiva” (Gómez Acosta & Acevedo Suárez, 2001)

En Cuba se ha desarrollado la logística mediante la adopción de un enfoque en sistema. Un sistema es un conjunto de elementos, al menos dos, conectados de una forma organizada. Estos elementos y sus conexiones han sido identificados por el hombre como un conjunto de especial interés para cumplir una misión. (Gemeil, 2004)

Dada la necesidad de integración que impone la logística, la teoría de sistemas se convierte en una valiosa concepción de trabajo, ya que no es posible hablar de la logística como un elemento de trabajo sino como un sistema de actividades.

Los autores consultados<sup>1</sup> consideran a la logística con tres subsistemas fundamentales: aprovisionamiento, producción y distribución. Estos son elementos del sistema logístico que se considera como un todo por lo que gestionarlo requiere la coordinación de los subsistemas garantizando su correcta interrelación con sus actividades o procesos internos.

A los efectos de la presente investigación interesa el subsistema de aprovisionamiento puesto que se relaciona directamente con el proceso de compras que es objeto de estudio de la

---

<sup>1</sup>Entiéndanse Torres Gemeil y Acevedo y Gómez.

presenta investigación. El aprovisionamiento se define como el conjunto de acciones que realiza una empresa para adquirir mercancías de calidad, en las mejores condiciones y al menor precio posible. De ello depende en gran medida la satisfacción de los clientes y el nivel de competitividad de la organización.

Según Torres Gemeil, esto sólo se logra poniendo énfasis en hacer eficiente y eficazmente las compras a partir de una adecuada determinación de la demanda, de una buena negociación y de una profunda y cuidadosa selección y evaluación sistemática de proveedores, lo cual permite explotar las mayores reservas económicas dado el efecto multiplicador que tiene a través de los pasos sucesivos de transporte, almacenamiento y distribución, hasta el cliente final. (Torres, 2004)

Para cualquier tipo de empresa, la gestión de aprovisionamiento y particularmente las compras como tal influyen en el éxito de las mismas. En Cuba, dadas las condiciones socio-económicas y geo-políticas que la caracterizan, hacen que esta función se vea agravada por el peso y la significación de las importaciones y las distancias de las principales fuentes de suministro. (Torres, 2004)

Una empresa debe disponer de los artículos o materiales en cantidades y con la calidad adecuadas de modo tal que satisfaga los requerimientos del proceso productivo. En la función de compras en la empresa se agrupan todas aquellas actividades que se enfocan a adquirir bienes y servicios en los proveedores(...)Si se ve la compra como un proceso se analizaría como un mismo sistema a la secuencia de actividades que van desde la planificación de necesidades, la contratación con los proveedores, la transportación, almacenaje, financiamiento de la compra, el control de la calidad y su entrega al área consumidora de la empresa. (Acevedo Suárez, Urquiaga Rodríguez, Gómez Acosta, & Hernández Torres, 2001)

Cuba, por la posición geográfica que presenta y su condición de país bloqueado, la compra de bienes y servicios exige de una mayor gestión para lograr los niveles de producción planificados, la satisfacción a los clientes y las utilidades de la empresa. Sin embargo la realidad ha demostrado que es difícil encontrar disponibles en el mercado dichos artículos en la cantidad, calidad y momento en que se necesiten.

Las empresas de la construcción particularmente tienen un gran reto, dado que el desarrollo económico del país depende en gran medida del desarrollo tecnológico y la disponibilidad técnica del equipamiento con que trabajan. O sea, por las características de sus equipos y medios, las empresas necesitan de un eficiente sistema de compras para mantener el equipamiento funcionando y asimilar los volúmenes productivos definidos, con calidad y eficiencia.

La Empresa Constructora de Obras Ingenieras No. 12 (ECOING 12) de Cienfuegos, se dedica fundamentalmente a las actividades de movimiento de tierra y la producción y aplicación del asfalto en las carreteras. Para desarrollar dichas actividades cuenta con un equipamiento con un alto nivel de explotación, así como de vida útil.

Actualmente la ECOING 12 no es capaz de satisfacer las necesidades de piezas del equipamiento para el movimiento de tierra, lo cual prolonga los tiempos de espera de los equipos en los talleres, esto se expresa en que el coeficiente de disponibilidad técnica promedio es del 68% lo cual se considera bajo. Ello se debe a la carencia de piezas y agregados para efectuar las reparaciones y el mantenimiento.

De ahí que se plantee como **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN:**

¿Cómo contribuir a satisfacer las necesidades de piezas del equipamiento en la ECOING 12 de Cienfuegos?

Como solución a dicha problemática se plantea la **HIPÓTESIS** siguiente:

Mediante la implementación de un procedimiento de mejoras con un enfoque logístico en el proceso de compras de piezas de repuesto de la ECOING 12 se contribuye a satisfacer las necesidades de piezas de su equipamiento.

Para lograr estos resultados se determina el siguiente **OBJETIVO GENERAL:**

Proponer la implementación de un procedimiento de mejoras con un enfoque logístico en el proceso de compras de piezas de repuesto de la ECOING 12 de Cienfuegos.

Para alcanzar este objetivo, se ha desagregado en los siguientes **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Fundamentar teóricamente la logística, sus sistemas y subsistemas, el subsistema de aprovisionamiento, el proceso de compras de piezas de repuesto y el mantenimiento técnico.
2. Proponer el diseño de un procedimiento de mejora con enfoque logístico.
3. Implementar el procedimiento de mejora con enfoque logístico en el proceso de gestión de compras de la ECOING 12 de Cienfuegos.

Para la obtención de los resultados se emplean los métodos y técnicas siguientes:

La revisión de documentos se emplea para analizar las órdenes de trabajo que se elaboran cuando los equipos entran al taller. En la misma se refleja el tiempo que el equipo permaneció en el taller, las piezas que se emplearon para repararlo, así como el costo de la reparación.

De lo anterior se determina el Coeficiente de Disponibilidad Técnica, que posteriormente permite medir el nivel de servicio al cliente. Además, el diagrama Causa-Efecto permite diagnosticar el estado actual del proceso de compras en la Empresa.

La técnica del Modelo General de Organización se utiliza para comenzar la aplicación del procedimiento con enfoque logístico y posteriormente para determinar la duración del ciclo logístico que luego se disminuye mediante la metodología del Proceso Esbelto. Para la aplicación de dicho procedimiento se usa el diagrama de flujo de procesos.

La selección de proveedores se obtiene mediante el método de expertos y un procedimiento matricial.

El pronóstico de las necesidades de piezas de repuesto se realiza con el método de Serie de Tiempos Descriptivos.

Para cumplir con los objetivos trazados se propone la siguiente estructura de la investigación:

### **CAPÍTULO 1: Logística. Sus sistemas y subsistemas. Aprovisionamiento y Compras. Fundamentos teóricos. La actividad de mantenimiento**

En este capítulo se fundamenta la logística como ciencia, enfoque, sistema y herramienta para elevar la competitividad de las empresas, los sistemas y subsistemas logísticos, profundizando en el subsistema de aprovisionamiento como el que marca el inicio de las cadenas de suministros. Dentro de este subsistema se analiza el proceso de gestión de compras y sus funciones principales, su trascendencia para la empresa, entre otras características del mismo. Además, se ofrecen algunas definiciones acerca de la actividad de mantenimiento, que junto a las roturas, causan la entrada de los equipos a los talleres.

### **CAPÍTULO 2: Diseño de un procedimiento de mejora con enfoque logístico**

En este capítulo se realiza la caracterización de la ECOING 12, y de sus procesos productivos fundamentales poniendo énfasis en el de movimiento de tierra para identificar las principales causas que lo afectan. Para afianzar la posición competitiva de la empresa mediante el incremento de servicios al cliente se propone un procedimiento de mejora con un enfoque logístico aplicable a cualquier empresa, del cual se describen de manera general las etapas que lo componen y algunas de las herramientas que se pueden utilizar en su implementación.

### **CAPÍTULO 3: Implementación del procedimiento de mejora con enfoque logístico en el proceso de gestión de compras de la ECOING 12**

En este capítulo se implementa el procedimiento logístico en el proceso de gestión de compras de la Empresa Constructora de Obras Ingenieras No. 12 de Cienfuegos, con el

objetivo de elevar los niveles de disponibilidad técnica y de reducir los tiempos de las actividades de mantenimiento y reparación del equipamiento existente. De ello se obtiene la medición del nivel de servicio al cliente, la disminución del ciclo logístico y un pronóstico de las necesidades de piezas, que son los aportes fundamentales de la investigación.

Como resultados de la investigación se esperan: los fundamentos teóricos de la logística, los sistemas y subsistemas logísticos, el subsistema de aprovisionamiento y el proceso de compras. Además, se analiza el proceso de gestión de compras de la ECOING 12 y se diseña un procedimiento de mejora con un enfoque logístico para solucionar sus problemas en el proceso de compras.

Se propone la implementación de un procedimiento de mejora con un enfoque logístico en el Proceso de Gestión de Compras de la Empresa, un estudio de selección y evaluación de proveedores, así como las piezas que más se necesitan en el proceso productivo.

# **CAPÍTULO 1: Logística, sus sistemas y subsistemas. Aprovechamiento y compras. Fundamentos teóricos. La actividad de mantenimiento.**

## **1. Definición de logística.**

La logística es definida "como un amplio conjunto de actividades relacionadas con el movimiento de materiales, incluyendo la información y los sistemas de control, la logística constituye el hilo que pasa por todas las funciones y responsabilidades tradicionales, desde la obtención de materias primas hasta la entrega del producto." (Christopher, 2002)

Cespón y Amador, citando a Magee, expresan que "la logística 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." (Cespón & Amador)

Torres Gemeil citando a Conejero González expresa que la logística es "el sistema que garantiza el flujo eficiente de los materiales con su información y finanzas asociadas, desde el origen hasta el destino final, satisfaciendo las expectativas del cliente" (Torres, 2004)

En la esfera económica, la definición de la logística se da como el de un sistema o engranaje que garantiza el movimiento eficiente del producto desde su fuente de origen hasta la entrega final al cliente. Su objetivo fundamental es "entregar los surtidos requeridos, con la calidad deseada, en las cantidades necesarias, en el momento preciso, en el lugar adecuado y con el menor costo posible". (Torres M. , Logística. Temas seleccionados. Tomo I, 2004)

Ronald Ballou en su libro Logística. Administración de la cadena de suministros (Ballou, 2004), para definir a la Logística, se adhiere al concepto dado por el Consejo de Dirección Logística en 1962 que expresa: "...es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de mercancías y servicios, así como la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes"

En el propio texto el autor reconoce que la Logística es un proceso que "incluye todas las actividades que tienen un impacto en hacer que los bienes y servicios estén disponibles para los clientes cuando y donde deseen adquirirlos". De esta característica el autor infiere la estrecha relación que existe entre la disciplina en cuestión y la cadena de suministros; al punto de reconocer que en la práctica es difícil separarlas pues "en muchos aspectos

promueven la misma misión: llevar los bienes y servicios adecuados al lugar adecuado, en el momento adecuado y en las condiciones deseadas, a la vez que se consigue la mayor contribución a la empresa.”

Ballou determina denominar indistintamente logística y cadena de suministros y las define de la siguiente forma: “es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventario, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado.” (Ballou, 2004)

Un concepto más moderno de logística ofrecen Acevedo Suárez y Gómez Acosta al describirla como: “...la acción del colectivo laboral dirigida a garantizar las actividades de diseño y dirección de los flujos material informativo y financiero, desde sus fuentes de origen hasta sus destinos finales, que deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer al cliente los productos y servicios con la cantidad, calidad, costos, plazos, lugar y con la información demandados, con elevada competitividad y garantizando la preservación del medio ambiente.” (Gómez Acevedo, 2010)

Como puede apreciarse hay elementos que son comunes para las distintas definiciones ofrecidas, tales como: flujo; productos, materiales, e información; tiempo, cantidad y calidad; y satisfacción de los clientes. El autor de la investigación se afilia al concepto de logística ofrecido por Acevedo Suárez y Gómez Acosta, ya que introducen elementos novedosos a los conceptos ofrecidos por otros autores; tales como: la acción del colectivo laboral en el logro de los fines empresariales, la competitividad, y la preservación del medio ambiente.

### **1.1- La Logística como factor de competitividad.**

Gemeil citando a Kottler/Armstrong plantea que la competitividad “es la capacidad de una empresa para buscar, mantener y ampliar sus posiciones en el mercado”, y continúa: “ello se logra con la búsqueda, el sostenimiento, fortalecimiento y ampliación de las ventajas competitivas.” (Torres, 2004)

En el mercado actual en que se desarrolla aceleradamente la globalización bajo el influjo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, la logística está imponiéndose como el nuevo factor de diferenciación competitiva. Para la empresas se hace imprescindible llegar rápido a sus clientes con la satisfacción exacta de la demanda de estos frente a una

competencia ascendente. Ante esta situación las empresas están obligadas a desarrollar su logística con el objetivo de garantizar y mantener niveles superiores de competitividad.

Lo anterior es expresado por Acevedo y Gómez en su texto La logística moderna en la empresa, al formular una hipótesis sobre el impacto del enfoque logístico en la filosofía gerencial: “Si bien es cierto que el enfoque logístico está constituyendo una exigencia del entorno actual y está conformando un nuevo factor de diferenciación competitiva, se necesita desarrollarlo observando la debida integración y proporcionalidad con los demás enfoques gerenciales y de acuerdo con las necesidades de la empresa en cada momento.” (Acevedo Suárez J. G., 2010)

La logística contribuye a la competitividad empresarial con la reducción de los costos(...) y en el incremento del nivel de servicio al cliente (...), es decir, se pueden lograr importantes ventajas competitivas a partir de un adecuado diseño y aplicación de la logística en la empresa. (Torres, 2004) Una concepción semejante ofrecen Acevedo y Gómez: La competitividad de la empresa está estrechamente ligada al grado en que la misma cumple las exigencias del cliente a la vista de los competidores y que se traduce en brindar un alto nivel de servicio y un bajo costo. (Acevedo & Gómez, Logística del aprovisionamiento, 2005)

Además de Torres Gemeil, autores como Acevedo y Gómez incluyen la competitividad en el concepto de logística: “conjunto de actividades de diseño y dirección de los flujos material, informativo y financiero, que deben ejecutarse de forma racional y coordinada con el objetivo de proveer al cliente los productos y servicios en la cantidad, calidad, precio, plazo y lugar demandados, con elevada competitividad.” (Acevedo & Gómez, Logística del aprovisionamiento, 2005)

La logística es uno de los enfoques de dirección estratégica encaminado a elevar la competitividad de la empresa, incrementando el nivel de servicio al cliente y disminuyendo los costos. (Torres M. , Logística. Temas seleccionados. Tomo I, 2004)

Conforme el campo de batalla industrial se hace más peligroso para las empresas, los gerentes ejecutivos han vuelto a ver los sistemas logísticos como una fuente de ventajas competitivas -y no como una necesaria aunque desalentadora colección de políticas y procedimientos. Esta nueva manera de ver las cosas ha hecho evidente (...) el enorme potencial que representa un sistema bien diseñado para avanzar en el cumplimiento de las metas estratégicas de una empresa (...). (Christopher, 2002) La anterior definición, además de sintetizar la importancia de la logística como factor de competitividad, refuerza la necesaria concepción sistémica que debe caracterizarla.

## **1.2- Los sistemas logísticos, definiciones y funciones.**

Un sistema es un conjunto de medios interconectados utilizados en algún proceso dinámico puestos en función de alcanzar determinados objetivos. Un subsistema es un elemento de un sistema mayor que puede considerarse como un todo, cada subsistema o sistema puede considerarse como parte de un sistema. (Torres, 2004)

Al decir de Javier Carrasco “Una contribución fundamental de la logística a la mejora de la gestión del área productiva de la empresa ha sido la creación y difusión del concepto de sistema logístico. Mediante este concepto, se trata de considerar como un todo el conjunto de actividades que tienen lugar entre el aprovisionamiento de materias primas y la entrega de productos terminados a los clientes” (Carrasco, 2000)

El sistema logístico articula un conjunto de medios para conseguir unas finalidades de satisfacción de los clientes y de resultados para la empresa. Este se entiende que está formado “por una red de unidades autónomas y coordinadas que permite garantizar la satisfacción de los clientes finales en el tiempo, la calidad, cantidad y costos demandados” y cuyo funcionamiento está basado en una efectiva integración y armonización de toda la cadena logística. (Gómez Acosta, Acevedo Suárez, & Urquiaga Rodríguez, Gestión de la cadena de suministro, 2001)

El sistema logístico de la empresa se caracteriza por mantener un carácter abierto, o sea, mantiene una adecuada utilización de las relaciones con unidades del entorno que le garantiza (...) obtener servicios y productos con alta eficiencia. El sistema logístico se caracteriza por un satisfactorio balance dinámico que le permite mantener una coordinación permanente de todos los elementos a partir de mantener la subordinación del funcionamiento y organización de cada uno a determinados parámetros generales del sistema. (Acevedo Suárez J. G., 2010)

Dada la necesidad de integración que impone la logística, la teoría de sistemas se convierte en una valiosa concepción de trabajo, ya que no es posible hablar de la logística como un elemento de trabajo sino como un sistema de actividades. El sistema logístico tiene la misión de llegar al cliente en el momento demandado con el producto necesitado y a un costo ventajoso para el mismo. (Gómez Acosta & Acevedo Suárez, 2001) Los aspectos que han de tenerse en cuenta para su desarrollo son sintetizados por los citados autores en el propio texto (Acevedo Suárez, 2010)

En la actualidad una de las tendencias comerciales más significativas considera la logística como un concepto integrador referido a un sistema interempresarial que abarca toda la

cadena de producción desde las materias primas hasta el punto de consumo. Con esta concepción, la logística ha de gestionarse como un sistema que trasciende las fronteras tradicionales de la empresa y que abarca los flujos de materiales, servicios e información, desde las fuentes hasta los clientes. (Hernández, Amilcar, & Ruano, 2003)

La función del sistema logístico en estas nuevas condiciones es el establecimiento de políticas, procedimientos y planes que permitan:

1. La planificación de los recursos que deben almacenarse y por tanto adquirirse (planificación de las compras) para cumplir los programas de producción, servicios, distribución o ventas.
2. La selección de los proveedores y la definición de las relaciones a establecerse con ellos.
3. La adquisición de dichos materiales (compras) en las mejores condiciones económicas, de entrega y calidad.
4. El almacenamiento de los productos, así como su custodia en las mejores condiciones técnicas y económicas que permitan su rápido suministro a los clientes internos y externos y su mejor distribución en consonancia con las necesidades de la organización.
5. El control de los inventarios tanto en el almacén como en tránsito, base de la planificación futura de los materiales y de la contabilidad de los inventarios y sus movimientos.
6. La distribución y comercialización tanto de los productos que llegan del proveedor a la organización como de ésta a los clientes externos. (Hernández, Amilcar, & Ruano, 2003)

Los sistemas logísticos se organizan a distintos niveles, según su tendencia a localizarse, ya sea territorial o empresarial. Existe una gran interdependencia entre los distintos sistemas logísticos y cuando se diseña uno de ellos no puede estructurarse de espaldas al nivel de desarrollo de los otros sistemas con que se interrelaciona o integra.

Los recursos básicos que conforman un sistema logístico son el hombre, los medios de trabajo y los objetos de trabajo; asociados a las actividades que deben ejecutarse, a saber: las actividades asociadas al flujo material, las asociadas al flujo informativo, las asociadas al flujo financiero y las actividades de apoyo. (Gómez Acevedo, 2010)

La gestión de los sistemas logísticos desde el punto de vista de los recursos consiste en determinar, monitorear y ajustar las variables de los mismos que garanticen eficientemente atender el mercado-objetivo con el nivel de servicio fijado. Lo que debe definirse respecto a las actividades al diseñar los sistemas logísticos lo ofrecen los mismos autores en el propio texto. El diseño de los sistemas logísticos tiene como tarea conformar un sistema integrado de recursos y actividades que garantice el menor costo total posible para atender el

mercado-objetivo con el máximo nivel de servicio al cliente. (Gómez Acosta & Acevedo Suárez, 2001)

### **1.2.1- Los subsistemas logísticos.**

En cuanto a los subsistemas Torres Gemeil afirma que “la mayoría de los autores consideran a la logística(...) con tres subsistemas fundamentales: aprovisionamiento, producción y distribución, concebidos de forma integral y enfocados hacia la satisfacción del cliente” (Torres, 2004)

El propio autor explica que el subsistema de producción es el responsable de transformar los materiales adquiridos mediante el aprovisionamiento en productos para su posterior distribución, que es el subsistema mediante el cual el cliente recibe los productos. En las definiciones ofrecidas al respecto por Acevedo y Gómez, estos autores coinciden plenamente con las elaboradas por Torres Gemeil.

Por su parte el subsistema de distribución logra llevar hasta los consumidores, los productos terminados que les fueron entregados por el subsistema anterior, o sea, el cliente recibe los productos que se han obtenido de la producción.

Acevedo y Gómez (Acevedo Suárez, 2010), además de los tres subsistemas expuestos por Torres Gemeil, reconoce un cuarto subsistema que denominan reutilización y definen que es el que “se encarga de establecer la nueva utilización que se le dará a los productos finales, una vez concluido su ciclo de vida, comprendiendo además todo lo relativo al retorno, cuando esto sea necesario.” La existencia de la reutilización corrobora lo planteado por Ballou en cuanto a la repetición de las actividades de logística, pero lo supera en el sentido de que aún después de que un producto llegue a su lugar de mercado, se repiten las actividades de logística que describen Acevedo y Suárez.

De acuerdo con sus subsistemas, la logística es un sistema y a la vez un enfoque que permite gestionar la empresa a partir de los flujos material e informativo, que va desde los proveedores hasta los clientes. El flujo material se desarrolla a partir de la gestión de aprovisionamiento, de producción, de distribución y de reutilización.

#### **1.2.1.1- El subsistema de aprovisionamiento. Definición, características y objetivos.**

El aprovisionamiento es el conjunto de acciones que realiza una organización para proveerse de los recursos materiales que necesita para cumplir con su misión. El proceso de aprovisionamiento forma parte de la definición estratégica de la organización, comienza a operar con la proyección de las demandas y termina cuando el producto o servicio gestionado es empleado adecuadamente en los procesos subsiguientes. (Torres, 2004)

Acevedo y Gómez establecen la logística del aprovisionamiento como subsistema del sistema logístico: "La logística del aprovisionamiento se puede conceptualizar como la planificación y ejecución de las medidas necesarias para la formación y funcionamiento óptimos de los flujos de materiales, de información y de valores que garantizan el aprovisionamiento, desde el mercado de suministro, del sistema logístico contribuyendo a que éste logre un elevado nivel de servicio al cliente y bajos costos." (Acevedo & Gómez, Logística del aprovisionamiento, 2005)

El subsistema de aprovisionamiento "comprende todas aquellas actividades que permiten que se muevan desde los puntos proveedores hasta la empresa, aquellas materias primas, materiales, piezas y componentes que se requieren. Este subsistema se encarga también del movimiento de dichos materiales desde el almacén de materias primas hasta los talleres de producción. Comprende por lo tanto, actividades de transporte, manipulación, almacenaje, manejo de inventarios, control de calidad, entre otras." (Gómez Acevedo, 2010)

El subsistema de aprovisionamiento abarca la gestión de adquisición de los materiales (compra, colocación, carga y traslado); el almacenamiento, el control de los inventarios y la formación de los pedidos solicitados por el proceso de producción; las personas, los medios, los equipos, las instalaciones y los documentos utilizados en los procesos de manipulación, transporte y almacenaje de los materiales; y la reparación y mantenimiento de los equipos y los medios. (Torres, 2004)

El proceso de aprovisionamiento es el conjunto de operaciones que pone a disposición de la empresa, en las mejores condiciones posibles de cantidad, calidad, precio y tiempo, todos los materiales y productos del exterior necesarios para el funcionamiento de la misma y de acuerdo con los objetivos que la dirección de la empresa ha definido. (Escobar Refusta, 2001)

Este subsistema consta de las funciones de planificación, que enfatiza en la gestión de las unidades físicas; y las compras, que tienen un marcado acento económico e incluyen las operaciones siguientes: búsqueda y selección de proveedores; solicitud, recepción y análisis de ofertas de proveedores; negociación y realización de las compras; control y administración de las compras; y evaluación de proveedores. (Torres, 2004)

Los objetivos que persigue el subsistema de aprovisionamiento pueden sintetizarse en:

- Abastecer al cliente de la cantidad que precisa en el momento oportuno.
- Minimizar el costo de adquisición para obtener el máximo beneficio.

- Minimizar el costo integral de aprovisionamiento para obtener la máxima rentabilidad. (Torres, 2004)

Para conseguir que el flujo logístico de productos y/o servicios llegue a los clientes cuándo, cuánto, dónde y cómo quieren, al menor costo integral, se tiene y debe arrancar desde los proveedores. Por lo tanto, el flujo logístico integral parte del proceso de aprovisionamiento, pasa por el proceso de producción y termina en el proceso de reutilización de los desechos que se producen en la cadena de suministros. Por lo tanto puede afirmarse que el aprovisionamiento es el primer escalón de la logística. (Escobar Refusta, 2001)

Como el objetivo de la función de aprovisionamiento no es más que contribuir a los objetivos comunes de la empresa mediante la adquisición de mercancías de calidad, en las mejores condiciones y al menor precio posible, la misma se ha convertido en tema central de mejoramiento en múltiples empresas, ya que de ello depende la satisfacción de las necesidades, los gustos y las preferencias de los clientes, que los hacen fidelizarse. (Torres, 2004)

Un concepto muy similar respecto al objetivo del aprovisionamiento ofrece Villegas cuando expresa: "Se puede identificar como objetivo general del área de aprovisionamiento el conseguir que el producto o servicio esté disponible cuando se necesite, con la calidad adecuada, la cantidad necesaria y en el plazo oportuno, al menor coste posible." (Villegas, 2006)

Estrechamente ligada al aprovisionamiento está la actividad de compras, cuya esencia es garantizar el abastecimiento de la empresa, lo más económicamente posible. La compra es la "función del proceso de aprovisionamiento a través del cual se establecen las relaciones con los proveedores. Contribuye a minimizar el costo integral de aprovisionamiento de los materiales y productos que precisa adquirir la organización." (Torres, 2004)

### **1.3- Elementos esenciales de la actividad de compras en la empresa.**

A pesar de los conceptos que incluye el aprovisionamiento, cotidianamente se suele confundir este con las compras, siendo que se entiende por compras el conjunto de actividades relacionadas con la acción de comprar, y por aprovisionamiento se entiende la actividad de comprar más la gestión, planificación y control de materiales. (Villegas, 2006)

La actividad de compras como función presenta un carácter más restringido y tiene por objeto adquirir los bienes y servicios que la empresa necesita, garantizando el abastecimiento de las cantidades requeridas en términos de tiempo, cantidad y precio. (Felipe Valdés & Rodríguez Aynat)

“Las estrategias de compra y aprovisionamiento deben estar basadas en la evaluación de los requerimientos y en las condiciones del mercado. Dependerán de los niveles de costo de los compradores y de los riesgos de aprovisionamiento involucrados. También es necesario considerar temas como la cantidad y clase de proveedores a emplear, el tipo de relación a establecer con éstos y los contratos a suscribir; así como la gerencia de cada socio estratégico y cada contrato.” (Correa Perea, 2005)

Pérez Castellanos citando a la Asociación Americana de la Calidad plantea que "un proceso no es más que: un grupo o serie de actividades y tareas relacionadas lógicamente, envolviendo personas, procedimientos máquinas, equipos y documentos necesitados para intercambiar materiales y/ o información dentro de las especificaciones de salida de un producto, servicio o información." (Pérez Castellanos, 2013)

La función de compras debe entenderse entonces como un proceso puesto que “se inicia cuando un bien o un servicio deben ser buscados en el exterior de la empresa y finaliza al cesar todos los derechos y obligaciones mutuamente establecidos con el proveedor.” (Felipe Valdés & Rodríguez Aynat) Para las organizaciones, al igual que para los consumidores individuales, sus compras son la conclusión de un proceso cuyo objetivo principal es la satisfacción de una necesidad o la resolución de un problema a través de la selección, adquisición y utilización de productos o servicio. (Agueda, 1997)

La compra es aquella operación que involucra todo el proceso de ubicación de proveedor o fuentes de abastecimiento, adquisición de materiales a través de negociaciones de precio y condiciones de pago con el proveedor elegido y la recepción de las mercaderías correspondientes para controlar y garantizar el suministro de la adquisición. (Caamaño Abello)

Resulta incuestionable la influencia que tienen las compras en la satisfacción del cliente, por lo que todo lo que se instrumente y fomente a fin de mejorar los procedimientos de trabajo y la organización de dicho proceso, debe estar contenido en el sistema de aseguramiento de la calidad de la empresa y ha de regirse por las normas más recientes ISO 9000, que regulan esta esfera de trabajo. (Torres, 2004)

Toda empresa, por sencillo que sea su funcionamiento, necesita adquirir ciertos recursos para la realización de sus operaciones. La gestión de compras es el conjunto de actividades a realizar para satisfacer esa necesidad del mejor modo, es decir, al mínimo costo, con la calidad adecuada y en el momento oportuno. (Nariño, León, Rivera, León, Villanueva, & Pentón, 2010) Sin embargo es difícil que el mercado pueda ofrecer dichos artículos en cantidades y calidades adecuadas, esto puede deberse a variaciones en la demanda de productos, inestabilidad en los suministros, el precio, entre otros.

Según la Norma Cubana 9001:2008, una organización debe asegurarse de que el producto adquirido cumple los requisitos de compra especificados. "El tipo y el grado del control aplicado al proveedor y al producto adquirido deben depender del impacto del producto adquirido en la posterior realización del producto o sobre el producto final." (Correa Perea, 2005)

De acuerdo con Felipe Valdés y Rodríguez Aynat "para lograr poner a disposición de la empresa todos los productos, bienes y servicios del exterior que son necesarios para su funcionamiento es necesario realizar las siguientes actividades:

- Prever las necesidades de la empresa;
- planificarlas en el tiempo;
- expresarlas en términos adecuados desde el punto de vista descriptivo en forma cuantitativa y cualitativa;
- buscar en el mercado los productos que las satisfacen;
- adquirir los productos;
- asegurarse que son recibidos en las condiciones demandadas; y
- pagar los productos adquiridos." (Felipe Valdés & Rodríguez Aynat)

Los anteriores pasos son de carácter general, no hay un patrón o fórmula para la ejecución del proceso de compras, sino que este es particular de cada empresa en dependencia de sus características, tamaño, localización geográfica, objeto social, entre otros.

La gestión de compras tiene un enfoque netamente estratégico con un impacto claro, directo y fácilmente medible en la cuenta de resultados que permite aumentar el poder de compra y conseguir ventajas competitivas. (Torres, 2004)

Por otra parte el área de compras debe ocuparse de un conjunto de actividades que resultan básicas y que abarcan las siguientes:

- Búsqueda y evaluación de los proveedores.
- Mantenimiento de un registro actualizado de productos de información referida a: características técnicas, códigos de identificación, suministradores, precio y condiciones de entrega y pago.
- Previsión de las compras y sus aspectos técnicos financieros.
- Planificación de pedidos por artículos y proveedor, determinando los volúmenes de pedidos y fechas de lanzamientos previstos.

- Preparación de las órdenes de compra, lanzamiento de pedidos y seguimiento de los mismos hasta su recepción control de calidad.
- Solventar discrepancias en la recepción del producto.
- Analizar las variaciones de precio, plazo de entrega y calidad. (Felipe Valdés & Rodríguez Aynat)

Es fundamental que dentro de cualquier empresa se valoren las compras no como la vía para un simple aprovisionamiento, sino que se desarrolle una estrategia de compras (...) En ocasiones se ve la compra como apoyo a otras actividades sin valorar que este proceso es mucho más que pedir y recibir de los proveedores. Existen múltiples actividades por las cuales las empresas deben implementar una gestión adecuada de compras:

- La calidad de los productos depende en gran parte de las compras.
- Las compras suman un porcentaje considerable de los costos totales.
- La función de compras tiene un efecto multiplicador en los resultados.
- Las compras absorben una buena parte del capital de trabajo. (Torres, 2004)

Aun y cuando para el proceso de compras no hay una fórmula, indudablemente, constituye una actividad básica de toda empresa ya que de ella depende en gran medida la competitividad de la empresa.

### **1.3.1- Algunos aspectos a tener en cuenta en el proceso de compra.**

De acuerdo a Felipe y Rodríguez (Felipe Valdés & Rodríguez Aynat) en relación con la decisión de compras existen 4 indicadores que resultan básicos, estos son: precio, calidad, condiciones de pago y plazos de entrega.

Con respecto al precio cabe decir que éste debe estar claramente definido, ser unitario e incluir toda clase de conceptos como transporte, manipulación, etc. Acevedo y Gómez lo sintetizan expresando que el precio de compra constituye un elemento básico del costo de producción. (Acevedo & Gómez, Logística del aprovisionamiento, 2005) El precio de las compras constituye también un elemento del costo logístico.

En función de la posición de la empresa en el mercado la negociación será de una u otra forma. Se pueden lograr descuentos por cantidad dependiendo de los tipos de contrato establecidos. La forma de pago puede afectar seriamente el precio, ya que un pago aplazado es como si el proveedor estuviese financiando al comprador. (Felipe Valdés & Rodríguez Aynat). Según Acevedo y Gómez la forma de pago, además, determina en gran medida el comportamiento del flujo de caja de la empresa. (Acevedo & Gómez, Logística del aprovisionamiento, 2005)

El plazo de entrega es otro factor importante a considerar para no entrar en ruptura del inventario, o en la paralización del proceso productivo o de servicios. Resulta de interés que el plazo de entrega sea lo más pequeño posible para trabajar con una menor cartera de pedidos y tener una menor financiación comprometida. Se requiere también que el plazo sea fiable. Si no lo fuera, la empresa se vería obligada a mantener un mayor nivel de inventario de seguridad, lo que se traduce en mayores costos de conservación y mayor capacidad para el almacén. (Felipe Valdés & Rodríguez Aynat)

La calidad expresa las exigencias de los clientes. La baja calidad, por supuesto, lleva a la insatisfacción de los mismos pero, por el contrario, una calidad excesiva de los productos puede ser innecesaria y hace incrementar los precios sin aportar valor añadido al consumidor. (Felipe Valdés & Rodríguez Aynat)

En muchas ocasiones el nivel de satisfacción del cliente final se compromete desde el mismo momento en que se realizan las compras de los objetos de aprovisionamiento, es por ello que el comprador debe tener bien delimitado, para todos los objetos de aprovisionamiento, los límites de tolerancia en cuanto a la calidad y atenerse a dichos límites. (Acevedo & Gómez, Logística del aprovisionamiento, 2005)

Desde luego, el objetivo no es comprar lo más barato posible, ni ofrecer excesiva calidad como ya se dijo, sino balancear de conjunto los indicadores de precio, calidad y servicio (que abarca condiciones de pago y plazo de entregas).

El proceso de decisión de compra del consumidor, en general, está formado por una serie de fases o etapas secuenciales cuya importancia, intensidad, y duración dependen del tipo de compra que se efectúe. (Manzuoli, 2009) Una de estas fases, reconocida de con una u otra denominación, es la búsqueda y selección de proveedores. Al respecto Caamaño Abello opina: "saber a quién, cómo y cuándo comprar, puede traer consigo mayores economía y ganancias para la Empresa." (Caamaño Abello)

#### **1.4- Búsqueda y selección de proveedores.**

Para poder desempeñar su proceso productivo, las empresas necesitan adquirir materias primas, materiales, máquinas, equipos, servicios, y una gran cantidad de insumos; lo cual reciben de personas o empresas que se los suministran y que se denominan proveedores. Lo anterior es expresado por Acevedo y Gómez cuando plantean: "Un objetivo central de la gestión de la cadena de suministro es la eliminación de las ineficiencias a lo largo de toda la cadena y la creación de un servicio de alto valor agregado al cliente final." (Acevedo & Gómez, Logística del aprovisionamiento, 2005)

Como ya se expresa antes, el área de compras "debe ocuparse de un conjunto de actividades que resultan básicas" y que abarca la búsqueda y evaluación de los proveedores. (Felipe Valdés & Rodríguez Aynat) Además en la Norma Cubana 9001:2008 se plantea que "una organización debe evaluar y seleccionar los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización." (ISO, 2008)

La búsqueda de proveedores consiste en investigar y estudiar los posibles proveedores de los productos requeridos. La misma se convierte en una actividad imprescindible, no solo para adquirir los bienes y servicios necesarios, sino para hacerlo con la calidad requerida y garantizando ahorro para la empresa. Posterior a la búsqueda y evaluación de los proveedores, ha de seleccionarse el/los más adecuados a las necesidades de la empresa.

Posteriormente, una fase común a los diferentes autores es la evaluación de alternativas. (...) En caso de que el proveedor obtenga una evaluación positiva, el consumidor tendrá liberada la intención de comprar aquella opción más conveniente. El paso del acto de compra es el momento mismo de la decisión no sólo sobre qué producto comprar, sino también sobre cómo, dónde, cuándo y a quién. (Manzuoli, 2009)

La selección de proveedores consiste en comparar las propuestas o cotizaciones recibidas de los proveedores y elegir cuál es el que mejor atiende las conveniencias de la empresa. De acuerdo a lo anterior podemos concluir que la investigación permite una comparación de los diversos proveedores calificados, mientras que la selección es una decisión sobre cuál será el escogido para proveer el material requerido. (Caamaño Abello)

El estilo actualmente es tener pocas fuentes de proveedores seleccionados, incluso hay tendencia al proveedor único, previa evaluación; con la garantía de que el producto o servicio se entregue en tiempo y con todas los detalles de calidad y cantidad requeridas por el solicitante. Aunque hay tendencias que apuntan a contar con varios proveedores para fomentar entre ellos competitividad que trae beneficios en definitiva para los clientes. .

### **1.5- Mantenimiento técnico a los vehículos.**

El mantenimiento técnico de un vehículo es la conservación y restauración de su aspecto exterior, de la capacidad de trabajo y fiabilidad en su utilización por medio de la aplicación de los materiales de explotación (combustible, grasa, aceites, líquidos para los sistemas hidráulicos y otros) y de los trabajos de limpieza, control y regulación, de apriete y otros. Estos trabajos realizados oportunamente, permiten evitar la aparición o aumento de los fallos, aumentar la fiabilidad y durabilidad de los vehículos, disminuir el desgaste de las piezas, mantenimiento a los vehículos durante largo periodo en estado técnico óptimo y constantemente listo para el trabajo. (Chepurny, 1974)

Mantenimiento Técnico (MT): Conjunto de operaciones tecnológicas que permiten reparar, mantener, prevenir, predecir, mejorar, el estado técnico de los vehículos e instalaciones utilizadas por el hombre. (Norma Ramal de Mantenimiento Técnico, 2004)

Mantenimiento Tipo: Conjunto de tipos de mantenimientos técnicos que se realizan a cada determinada cantidad de kilómetros recorridos y que conforman el ciclo de MT, esto en la generalidad de los casos lo establece el fabricante del vehículo en sus manuales. (Norma Ramal de Mantenimiento Técnico, 2004)

Ciclo de Mantenimiento: Periodo que transcurre en kilómetros desde que el vehículo comienza a trabajar y se le realiza el primer mantenimiento tipo, hasta llegar a un mantenimiento tipo, a partir del cual vuelven a repetirse en el mismo orden, esto en la generalidad de los casos lo establece el fabricante del vehículo en sus manuales. (Norma Ramal de Mantenimiento Técnico, 2004)

El buen estado técnico de los vehículos de carretera depende en gran medida, de la ejecución correcta de los Mantenimientos Técnicos (en lo adelante MT) y que dichos mantenimientos contemplen los requisitos técnicos establecidos en la norma ramal 94 de 2004. La constancia de la ejecución de los trabajos de MT, tanto para los talleres como para el que utiliza el vehículo será la Orden de Trabajo (**Ver Anexo 6**), donde se reflejará de forma general lo que se le hizo al vehículo de acuerdo con la propia norma.

El procedimiento tecnológico de cada mantenimiento tipo será confeccionado de acuerdo al ordenamiento y contenido de los trabajos que comprenden el MT de cualquier vehículo, y que se define a continuación:

- 1) Limpieza y fregado: La ejecución de los mantenimientos tipo comenzará con los trabajos de fregado del motor y fregado inferior y al finalizar los trabajos comprendidos en el procedimiento tecnológico del mantenimiento técnico, se hará el fregado exterior y la limpieza interior del vehículo.
- 2) Lubricación: Los trabajos de lubricación en el MT comprenden: cambiar o revisar niveles de aceite, reempacar rodamientos, engrase manual y engrase de copillas según el contenido y periodicidad de los mantenimientos tipos, en el ciclo del mantenimiento técnico.
- 3) Apriete: Las operaciones de apriete que corresponden al pretensado y/o revisión de los torques de las uniones roscadas, se procederán a realizar según las cartas tecnológicas específicas para cada vehículo, así como la sustitución de las fijaciones defectuosas.
- 4) Regulación y ajustes: Los trabajos que habiéndose detectado por el diagnóstico en el momento o previa fijación de su periodicidad así lo requieran, tales como: regulación de los

frenos, de los elementos de la transmisión, dirección de los elementos de sistemas de alimentación tradicionales y otros; de manera que se lleven a los parámetros normales de trabajo según especificaciones para el modelo de vehículo dado.

5) Comprobación de estados y niveles de los materiales de explotación: La comprobación de los niveles de líquido de freno, agua del radiador, depósitos auxiliares, aceite, líquidos hidráulicos, electrolito de las baterías y cualquier otro líquido, estarán contempladas en la revisión mecánica y en todos los tipos de mantenimiento.

6) Electrotécnicos: Los trabajos electrotécnicos comprenden la revisión, el diagnóstico, el ajuste y corrección del funcionamiento del sistema de alumbrado y de los componentes y agregados eléctricos y electrónicos de los vehículos de carretera.

7) Neumáticos: El trabajo de esta etapa contempla la verificación de las cubiertas, válvulas, las bandas de rodaduras; la verificación de las presiones de inflado en frío; la rotación y balanceo de los neumáticos según la norma aprobada para el tipo de neumático y vehículo dado; la reparación de las cubiertas y cámaras (la cual puede incluir el regrabado o redibujado de las primeras).

8) Chapistería, tapicería, cristalería y pintura: Las operaciones de MT que comprenden estas actividades son: la revisión de las chapas del vehículo (carrocería) para dictaminar en aquellas que sea necesaria la realización de reparaciones menores y medias de carrocerías y su mantenimiento; revisión del estado de los asientos y sus mecanismos, pasamanos, estado de los pisos, estribos y otros; revisión de la tapicería de asientos, puertas y techos para en caso de que sea necesario sustituir o reparar; revisión de cristales delanteros y traseros de ventanillas y sus mecanismos; tratamientos (anticorrosivos, de restauración, de aparejos u otros) que sea preciso ejecutar para preservar o preparar los vehículos, con el posterior tratamiento de pinturas exteriores, según la norma o sistema conveniente para cada marca de vehículo en particular; pintura parcial o general de las partes del vehículo que así lo requieran.

9) Completamiento: puede incluir la sustitución de agregados o partes al comprobarse su mal funcionamiento durante las revisiones, mantenimientos o reparaciones. Las sustituciones pueden estar también programadas por el sistema de mantenimiento que lo especifique, acordes a la tecnología.

En conjunto, todas estas operaciones deben posibilitar finalmente restablecer la capacidad de trabajo de los conjuntos y sistemas del vehículo, garantizando la seguridad de movimiento, las cualidades dinámicas, fiabilidad, disponibilidad y eficiencia.

## 1.6.- Conclusiones parciales Capítulo 1.

Del análisis bibliográfico realizado para la investigación se han arribado a las conclusiones parciales siguientes:

- ✓ Al considerar el conjunto de actividades de que se ocupa la logística como sistema se considera que las mismas se agrupan en tres subsistemas que denominan logística del aprovisionamiento, logística de la producción, logística de la distribución y la logística de reutilización (inversa).
- ✓ La logística del aprovisionamiento se ocupa del proceso de adquisición y almacenamiento de productos que pueden ser materias primas, materiales, partes, piezas, etc, desde los proveedores hasta el comienzo del proceso productivo en empresas productivas. El aprovisionamiento, abarca: compras, almacenamiento y gestión de inventarios. Pero existe coincidencia que su actividad fundamental es compras partiendo de que si se realiza una adecuada determinación de la demanda, una buena negociación y una profunda y cuidadosa selección y evaluación sistemática de proveedores, permitirá a la empresa explotar mejor sus reservas económicas.
- ✓ El Proceso de compras tiene una gran incidencia sobre la operatividad de la empresa pues logra articular las necesidades de producción de la empresa al proveerla de los materiales que necesita para cumplir su tarea. Además es desde donde sale el dinero de la empresa, para lo cual se debe garantizar adquirir los materiales a la mejor calidad y al menor costo posible.
- ✓ Para obtener un incremento de la productividad y de la competitividad de un sistema logístico debe producirse una alta integración entre los elementos de la Cadena de Suministro desde el propio proceso de compras hasta la venta y distribución a los clientes de los productos o servicios.

## **CAPÍTULO 2: Diseño de un procedimiento de mejora con enfoque logístico.**

En este capítulo se realiza la caracterización general de la ECOING 12, y de sus procesos productivos más importantes. Además se realiza un estudio económico y tecnológico del proceso de movimiento de tierra y se identifican las principales causas que limitan su desempeño. Para elevar el desempeño logístico de la empresa se propone un procedimiento de mejora con un enfoque logístico, del cual se describen de manera general las etapas que lo componen y algunas de las herramientas que se pueden utilizar en su implementación, y es aplicable a cualquier empresa.

### **2.1- Caracterización de la ECOING 12.**

La Resolución Ministerial No.172/2002, expedida por el Ministro de la Construcción, en su apartado primero crea la Empresa Constructora de Obras de Ingeniería perteneciente al Grupo Empresarial de la Construcción de Cienfuegos (GECC) adscripto al Ministerio de la Construcción (MICONS). La Dirección de la Empresa se encuentra ubicada en calle 63, km 2½ Cuatro Caminos, municipio y provincia Cienfuegos. La misma fue creada el 13 de marzo del 2002 como resultado de la separación de la antigua Empresa Constructora de Obras Industriales (ECOIND#12).

La Misión definida para esta Empresa consiste en liderar el mercado de la construcción de obras de todo tipo, con un Sistema de Gestión de la Calidad certificado que abarque todos los servicios que prestamos y garantizando la satisfacción plena del cliente.

Mientras que su Visión se define como: Contribuir al desarrollo constructivo del país ejecutando las obras que le son asignadas y brindar otros servicios que dispone la empresa en su carpeta de productos en los plazos acordados, al menor costo, con la calidad y eficacia requerida para lograr la satisfacción plena de nuestros clientes.

La Resolución Ministerial No.661 de fecha 12 de noviembre del 2013, expedida por el Ministro de Economía y Planificación, en su Resuelvo SEXTO modificó el objeto social de la ECOING #12, el cual consiste en:

- Brindar servicios de construcción civil y montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones; de demolición, desmontaje, remodelación, restauración, reconstrucción y rehabilitación de edificaciones, instalaciones y otros objetivos existentes y de reparación y mantenimiento constructivo.
- Producir y comercializar hormigones asfálticos.

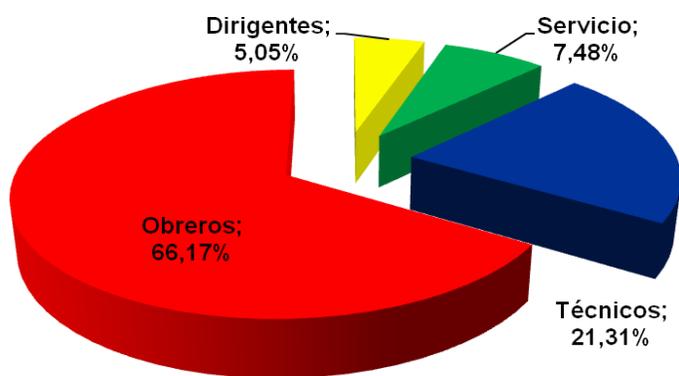
Para cumplir con este compromiso con la sociedad y el Estado la Empresa cuenta con una estructura organizativa formada por una Dirección General, a la cual se subordinan las Direcciones siguientes: Dirección Técnica, Dirección de Operaciones, Base de Logística, Dirección de Recursos Humanos, Dirección de Contabilidad y Finanzas.

Además cuenta con cuatro brigadas de trabajo, las cuales se dedican a las actividades de Pavimentación y Movimiento de Tierra y se localizan en varias zonas de la provincia:

- Brigada 7 Pavimentación, ubicada en Pepito Tey.
- Brigada 10 Movimiento de Tierra, ubicada en el municipio Abreus.
- Brigada 11 Movimiento de Tierra, ubicada en el municipio Cienfuegos.
- Brigada 13 Pavimentación, ubicada en Cartagena, municipio Rodas.

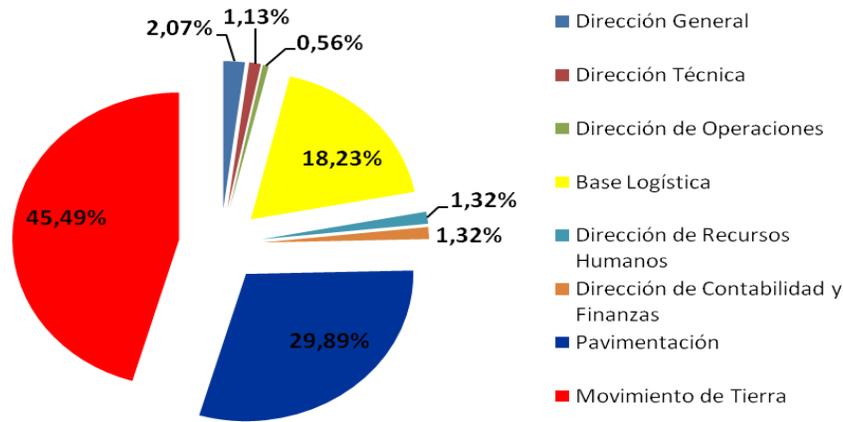
Existen otros departamentos subordinados a la Dirección General dedicados a Cuadros, Auditoría, Jurídico, Seguridad y Protección y otros servicios internos de la Empresa. **(Ver Anexo 1)** Dicha estructura presenta un diseño funcional orientado a que a la dirección general se le subordinan todos los departamentos de la Empresa, aspecto negativo que influye en el poder de gestión y autonomía de cada proceso o área de la misma.

La ECOING 12 cuenta con una Plantilla de 535 trabajadores, de ellos 467 son hombres y 68 son mujeres. Del total de la plantilla el 65% son obreros, quienes en su mayoría se encargan de operar los equipos disponibles para sus principales actividades productivas, y son dirigidos por un 5%, como se muestra en la **figura 1**.



**Figura 1:** Composición de la plantilla por categoría ocupacional.

El mayor número de trabajadores se encuentra localizado fundamentalmente en las dos actividades claves de la Empresa: movimiento de tierra y pavimentación, con un 45,49% y 29,89%, respectivamente, aunque en las actividades que se realizan en la Base de Logística se localiza cerca de un 20%, como se muestra en la **figura 2**.

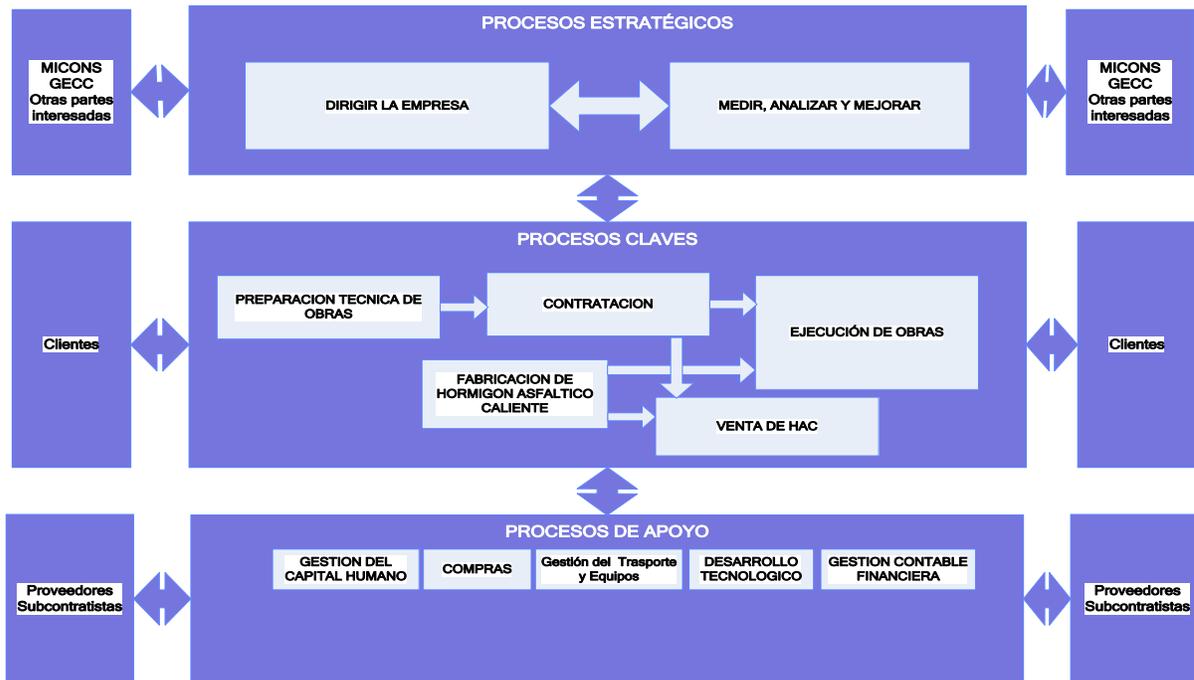


**Figura 2:** Distribución de la fuerza de trabajo por áreas principales.

Como se puede observar la actividad de mayor peso para los recursos humanos es la que realizan las Brigadas de Movimiento de Tierra (Brigadas 10 y 11).

La empresa tiene como sus principales clientes a la Empresa de Vialidad y Tránsito, Comunales Provincial y la Asamblea Provincial del Poder Popular. La gama de proveedores es más amplia entre ellos se encuentran: la Empresa de Servicios Ingenieros, Comercializadora Escambray, Materiales de la Construcción de Cienfuegos, Cupet, Cimex, Comercializadora Andrés González Lines, Comercializadora Camilo Cienfuegos, Comercializadora Construimport, Comercializadora Soluciones Mecánicas, Comercializadora Camilo cienfuegos, Comercializadora DIVEP, SASA, Unecamoto, Olehidráulica, MCV, Unevol, entre otros. La ECOING 12 se encuentra en Perfeccionamiento Empresarial profundizando en estadios superiores de las formas de dirección estratégica con excelentes resultados en las obras priorizadas del país como son las obras de la Batalla de Ideas, la construcción y el movimiento de tierra para los asentamientos de viviendas de médicos que se encuentran cumpliendo misiones, así como el plan de recuperación de viviendas aisladas perteneciente a las direcciones municipales de inversión de la vivienda en el territorio. La Empresa ha obtenido diversos reconocimientos por haberse destacado en labores de alto impacto para la provincia, tales como: la rehabilitación de la Autopista Nacional; la recuperación de viales Plan Turquino en la Provincia; las obras de expansión de la refinería de petróleo, la terminación del Grupo Electrógeno de Yaguaramas, entre otros.

Para desarrollar estas actividades la empresa se ha orientado a procesos, los cuales han sido clasificados en procesos Estratégicos, Claves y de Apoyo, como se muestra en la **figura 3**.



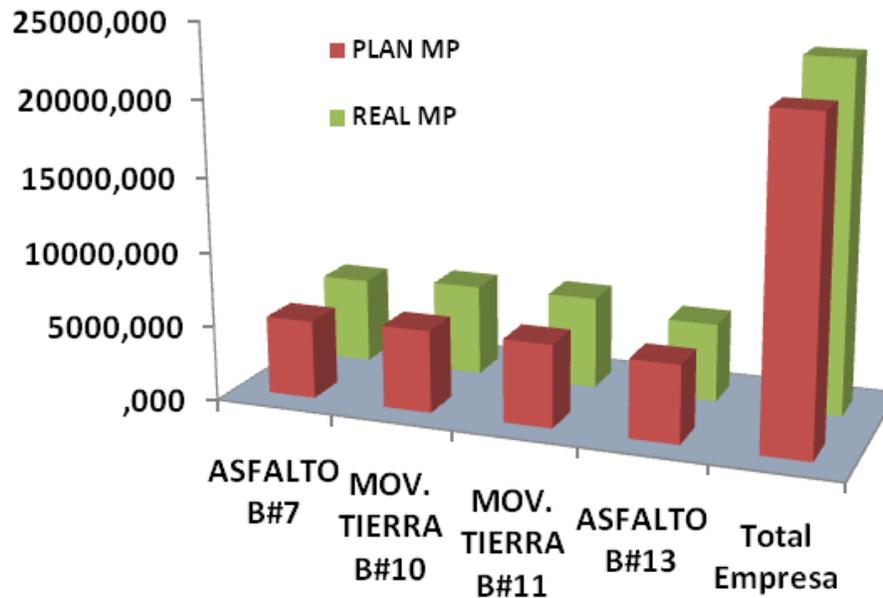
**Figura 3:** Mapa de procesos de la Empresa ECOING 12.

En el macroproceso de ejecución de obras se encuentran los procesos productivos de movimiento de tierra y pavimentación.

Además en el mapa se puede observar el proceso de compras dentro de los procesos de apoyo de la empresa, el mismo es de vital importancia para los procesos claves, ya que sin un aseguramiento de piezas de repuesto el parque de equipos no puede alcanzar la disponibilidad técnica necesaria para cumplir con la ejecución de sus obras.

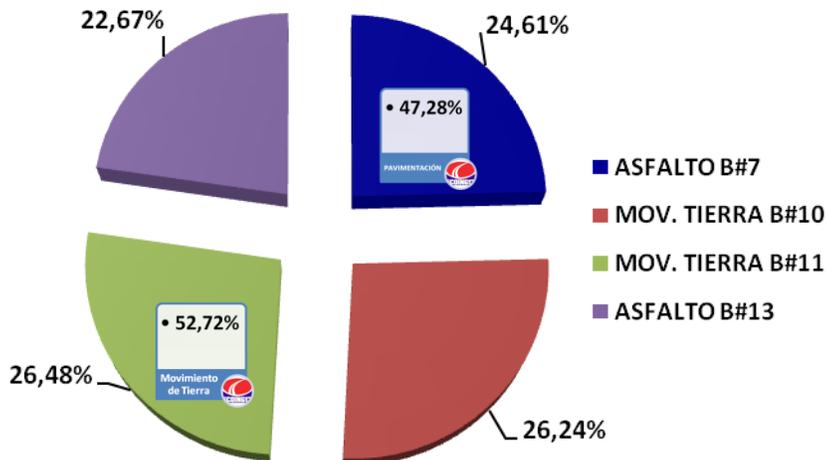
### 2.1.1- Situación económica actual de la ECOING 12.

Como ya se dijo, en la Empresa existen dos procesos fundamentales: la producción y aplicación de asfalto (pavimentación) y el movimiento de tierra. En el año 2013 el primero de estos tenía concebido un plan de producción de 10 441.8 millones de pesos entre las brigadas 7 y 13. El real de producción fue de 10 979.4 millones de pesos, para un acumulado de 105.27% de sobrecumplimiento del plan, lo que representa el 47.3% del total de la producción, como se muestra en la **figura 4. (Ver Anexo 2)**



**Figura 4:** Plan y real de producción de la ECOING 12, en el año 2013.

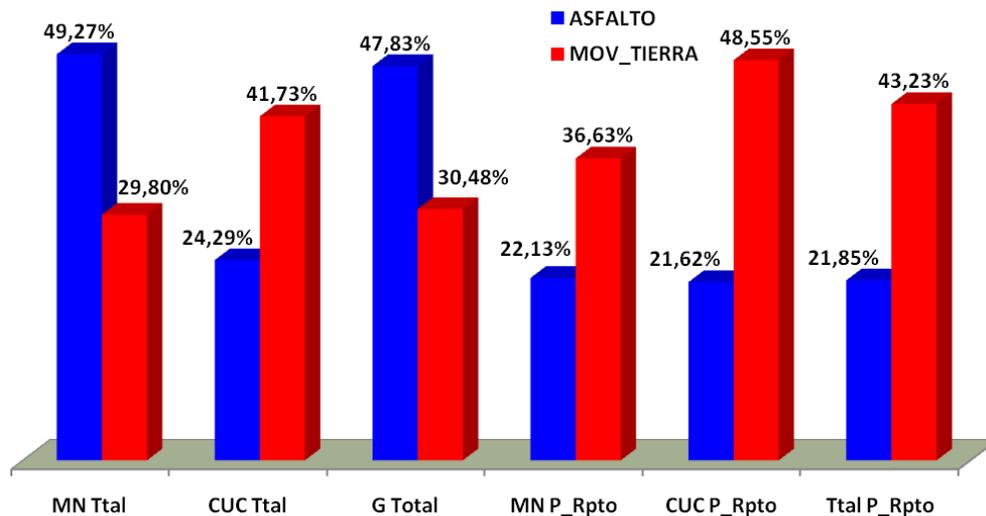
Respecto al proceso de movimiento de tierra, tenía planificada una producción de 11 058.2 millones de pesos entre las brigadas 10 y 11. El real de producción ascendió a 12 244.7 millones de pesos, para un acumulado de 110.73% de sobrecumplimiento del plan, lo que representa el 52.72% del total de la producción de la empresa.



**Figura 5:** Producción de cada brigada de la ECOING 12 en el año 2013.

Como puede observarse en las **figuras 9 y 10** ambos procesos productivos cumplen con creces los planes establecidos para el año en cuestión, pero el de mayor impacto en los resultados de la empresa fue el proceso de movimiento de tierra.

En cuanto a los gastos totales de la Empresa en el año 2013 ascendieron a 16 653 041,31 millones de pesos, del cual el proceso de pavimentación consumió un 47,83% del mismo, mientras el proceso de movimiento de tierra, solamente un 30,48%, como se muestra en la **figura 6. (Ver Anexo 3)**

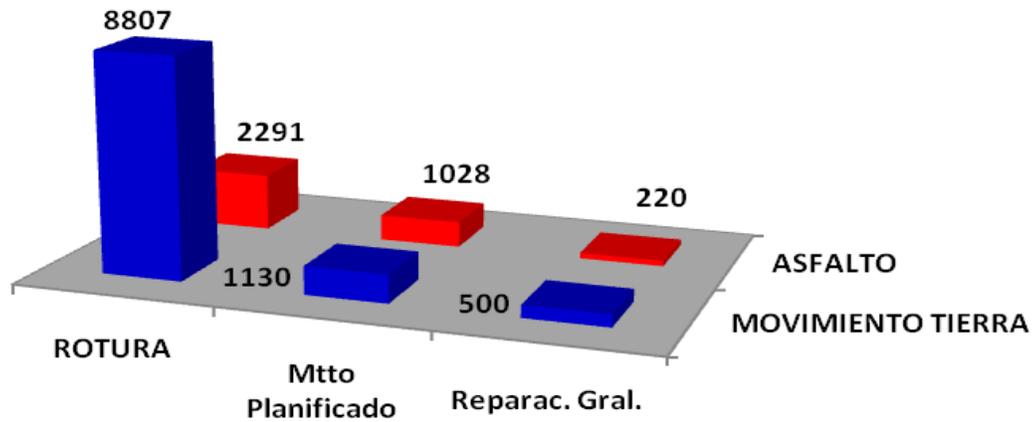


**Figura 6:** Gastos totales y de piezas de repuesto de ambos procesos productivos.

También se realizó un análisis de los gastos en ambas monedas (MN y CUC), y los resultados son adversos, el proceso que más gasta en moneda nacional es pavimentación con un 49,27%, lo que representa 7 734 181,70 de pesos, mientras que quien más consume divisa es movimiento de tierra, con un 41,73% lo que representa 398 129,33 CUC. Esta situación es motivada porque las compras de materias primas en su mayoría se adquieren en moneda nacional mientras que las piezas de repuesto se compran en divisas o CUC, dado ello el proceso que mayor cantidad de materias primas necesita es pavimentación mientras que por la edad de la tecnología el que más piezas de repuesto consume es el movimiento de tierra.

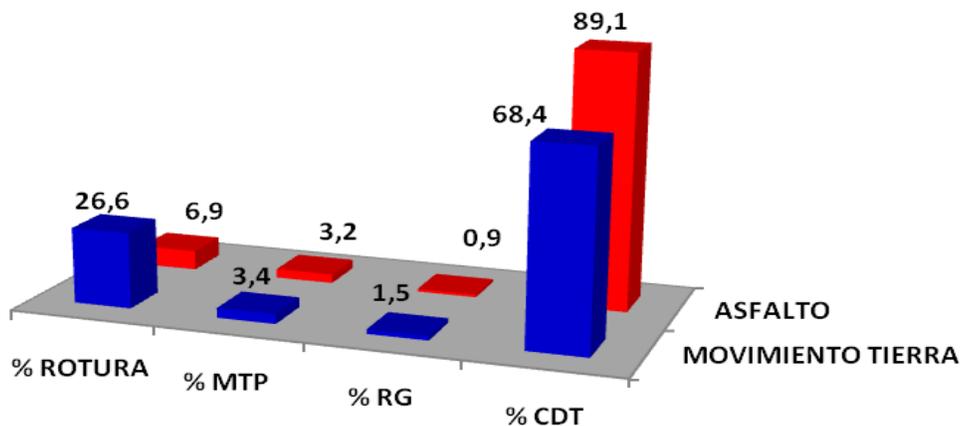
Si se observa la propia **figura 6** en relación a los gastos en piezas de repuesto la empresa incurrió en un gasto total de \$723 957,78, de los cuales el 21,85% fue ejecutado por este concepto en el proceso de pavimentación. Mientras que el restante 43,23% fue ejecutado por el proceso de movimiento de tierra. En este aspecto como se mencionó anteriormente el proceso de movimiento de tierra presenta una tecnología con mayor nivel de uso en comparación con el de pavimentación, por lo que consume una mayor cantidad de piezas de repuesto.

A pesar de cumplir los planes productivos en cada proceso, durante el 2013 la Empresa tuvo grandes pérdidas de tiempo del fondo productivo disponible por concepto de roturas, de mantenimiento y de reparaciones generales. En el caso del proceso de movimiento de tierra fue el que más tiempo productivo perdió, con más de 8800 horas de roturas entre todos sus equipos disponibles, mientras que en pavimentación se perdió un total de 2291 horas, como se muestra en la **figura 7. (Ver Anexo 4)**



**Figura 7:** Distribución de horas productivas perdidas por conceptos y por procesos.

Si además de esto se analizan los principales indicadores de explotación de los equipos que se miden en la Empresa se observa que, como promedio, las horas perdidas por roturas en el proceso de movimiento de tierra representan el 26,6% del total del fondo de horas disponibles por equipo, lo que implica con ello una disponibilidad técnica media de sus equipos de un 68,4%, como se muestra en la **figura 8**.



**Figura 8:** Indicadores de explotación técnica por procesos productivos.

Si se comparan estos indicadores con los del proceso de pavimentación, que alcanzó un 89,1% de disponibilidad técnica media de sus equipos, es de considerar la realización de un estudio que permita mejorar el comportamiento de estos indicadores en el proceso de movimiento de tierra, sin hacer grandes transformaciones o cambios de tecnología.

## 2.2- Caracterización general del proceso de movimiento de tierra.

Como se presentó en los epígrafes anteriores el proceso más productivo y que necesita de la realización de un estudio, es el de movimiento de tierra. La misión de este proceso consiste en brindar los servicios de movimiento de tierra necesarios para el desarrollo de obras de construcción civil, edificaciones e instalaciones; de demolición, desmontaje, remodelación,

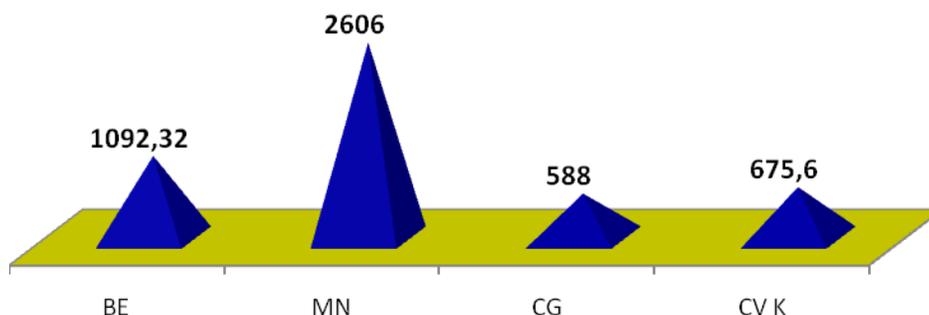
restauración, reconstrucción y rehabilitación de edificaciones, instalaciones y otros objetivos existentes y de reparación y mantenimiento constructivo.

Las brigadas que ejecutan este proceso las componen 242 trabajadores, divididos en 119 en la 10 y 123 la 11, los que representan 45,5% de los trabajadores de la ECOING 12. Ambas cuentan con un equipamiento antiguo (más de 35 años promedio de explotación), lo que trae como consecuencia que se eleven las horas de rotura, y se disminuya el coeficiente de disponibilidad técnica de los equipos.

Del análisis al equipamiento de las brigadas de movimiento de tierra a través de la revisión de documentos y teniendo en cuenta la opinión de los especialistas, se ha podido comprobar que entre todos los equipos que intervienen en el proceso, existe un coeficiente de disponibilidad técnica promedio del 68%; lo cual se encuentra por debajo de las expectativas de la Empresa de acuerdo al plan de producción que tiene que cumplir.

Durante el estudio realizado se tomó una muestra de los principales equipos que intervienen en el proceso de movimiento de tierra de la Brigada 11, y son los siguientes: Buldócer de estera (BE), Motoniveladora (MN), Cargador de gomas (CG), Camión volteo KAMAZ (CVK).

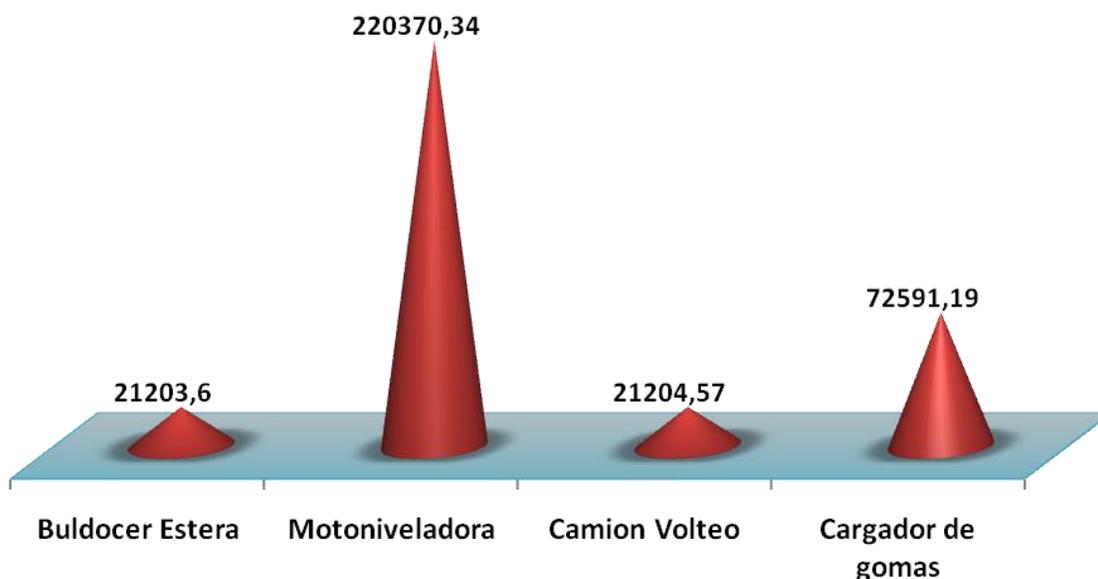
En esta brigada el equipo que más horas estuvo roto fue la Motoniveladora, esto se debió mayoritariamente a que permaneció en el taller 2606 horas, de las cuales 1875 fueron en la espera de piezas para reparar la caja de velocidad, lo cual disminuyó sensiblemente su coeficiente de disponibilidad técnica, como se muestra en la **figura 9. (Ver Anexo 4)**



**Figura 9:** Horas de rotura por equipos en el año 2013.

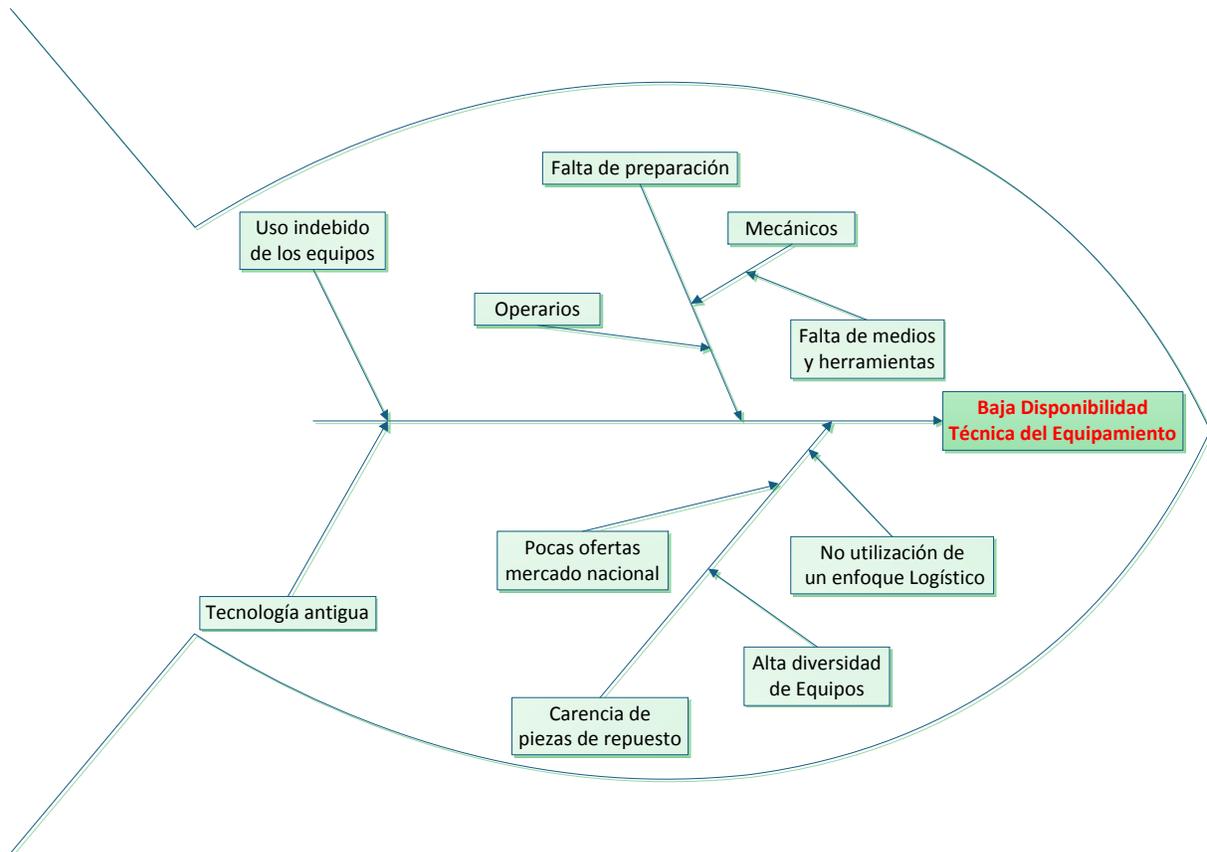
De la misma manera en el resto de los equipos el mayor porcentaje de las horas permanecidas en el taller se corresponden en gran medida a la falta de piezas de repuesto, las cuales debe garantizar el proceso de compras de la Empresa. Esta cantidad de horas perdidas por roturas, además de afectar la disponibilidad técnica de los equipos de la brigada, impide que la Empresa ingrese lo que el equipo produce mientras está disponible.

En la **figura 10** se muestran los costos de reparación (incluidas piezas, materiales y mano de obra), más la cantidad de dinero que el equipo dejó de producir por hora mientras estuvo en el taller en espera de piezas. Esto último es lo que aumenta notablemente su costo. (**Ver Anexo 5**)



**Figura 10:** Costo medio de roturas por equipos en el año 2013.

Este comportamiento se debe fundamentalmente a la edad o tiempo de explotación de los equipos que sobrepasa en varios casos los 35 años de vida y además existe carencia de piezas de repuesto para dar solución a las roturas, así como una falta de organización del proceso de compras en la Empresa, como se muestra **figura 11**.



**Figura 11:** Principales causas identificadas en el proceso de movimiento de tierra.

En cuanto al primer aspecto no es posible para la Empresa realizar una sustitución masiva del equipamiento necesario, pues esto representaría una inversión de gran magnitud, para lo cual no se cuenta con el capital financiero disponible. Entonces el análisis debe dirigirse hacia la mejora del funcionamiento del proceso de compras de las piezas de repuesto utilizando un procedimiento con enfoque logístico, con el objetivo de incrementar la disponibilidad técnica de los equipos de movimiento de tierra como el proceso que más aporta a los resultados de la empresa.

### 2.3- Diseño de un procedimiento de mejora con enfoque logístico.

En toda empresa, independientemente del sector en que desarrolle su actividad, existen tres grandes flujos, que corresponden a otras tantas magnitudes, como son: el dinero, los materiales y la información. Estas tres grandes corrientes fluyen a través de toda la estructura organizativa de la empresa, es decir, por todos y cada uno de los departamentos de la misma. En algún momento de su actividad, estos departamentos precisan de alguna de las magnitudes citadas. Dentro de estos flujos el de materiales es el que da entidad a la actividad logística y es el flujo que más controla la logística, planificándolo, supervisándolo y controlándolo, unido a la información necesaria para tal efecto.

Ya en el capítulo 1 se presentaron varias definiciones que caracterizan a la logística como una disciplina de la empresa e incluso como uno de los factores de competitividad, ya que engloba la gestión del flujo de materiales y productos en la misma, desde sus proveedores hasta sus clientes internos y finales, de manera que consiga llegar a éstos en el momento adecuado y con el menor costo posible. Es decir, la logística planifica, organiza, coordina, controla y dirige todo el proceso de los materiales que fluyen a través de los diferentes departamentos o secciones de cualquier empresa.

Además se comentó en el capítulo 1 los subsistemas que integran todo sistema logístico, los cuales están ligados directamente al desarrollo cronológico del flujo de materiales a través de la empresa con un enfoque de cadena de suministros o sistema logístico. Por lo que se hace necesario establecer un procedimiento de mejora con un enfoque logístico que permita concebir la empresa como un sistema formado por varios subsistemas o una cadena de suministro.

Para ello se propone un procedimiento que contenga además un enfoque de mejora continua, para lo cual se presentan las etapas siguientes:

- I. Estudio del Sistema Logístico: Describir los flujos existentes entre los subsistemas.
- II. Diagnóstico del Sistema Logístico: Decidir sobre los resultados de los objetivos estratégicos.
- III. Implementación de herramientas logísticas: Acomodar los recursos para lograr los objetivos estratégicos.
- IV. Evaluación y seguimiento del desempeño del Sistema Logístico: Medir y controlar objetivos y tomar acciones correctivas.

Este procedimiento pretende estudiar, analizar y mejorar cualquier sistema o subsistema logístico, partiendo de la idea de que cualquier empresa tiene un enfoque de cadena, y que está compuesto por un subsistema de aprovisionamiento, de producción o servicio y de distribución.

En este procedimiento además se propone un conjunto de herramientas que pueden ser utilizadas para cumplimentar cada una de sus etapas y que se adaptan a cualquier empresa, e incluso permite involucrarle otras técnicas e instrumentos logísticos, como se muestra en la **figura 12**.



**Figura 12:** Procedimiento de mejora con un enfoque logístico. **Fuente:** Elaboración propia.

Para una mejor comprensión del procedimiento propuesto, este se describe en los próximos epígrafes, se realiza una descripción general de las etapas que lo componen y de las principales herramientas y técnicas a utilizar.

### 2.3.1- Estudio o preparación del Sistema Logístico.

La primera etapa del procedimiento consiste en identificar los principales elementos, flujos y subsistemas, así como una descripción general del funcionamiento de la empresa como una cadena de suministros, ya sea de productos o servicios.

Para el logro de los objetivos de esta etapa es necesario iniciar por la identificación de los límites de la cadena de suministros o el segmento de la cadena que se desea analizar. Empezando para ello con la identificación de los principales proveedores y clientes de la cadena, lo cual permite señalar el comienzo y final de la misma. Además se deben describir sus actividades fundamentales auxiliándose para ello de los diferentes diagramas de flujo u otras técnicas que permitan el estudio y comprensión de la situación actual del sistema.

La organización de cualquier sistema logístico requiere coordinarse de forma tal que cada elemento actúe bajo la atención a los parámetros claves que caracterizan el funcionamiento de todo el sistema en forma competitiva. Es por eso que cada empresa o cadena de suministro debe adoptar su propio modelo de organización al cual se le exige que responda en forma balanceada a los requerimientos de los clientes, lo cual es lo que le garantiza una alta

competitividad. (Acevedo, Urquiaga, & Gómez, 2001) Esta herramienta es denominada Modelo General de la Organización (MGO).

### **Desarrollo del MGO**

El MGO es la representación de la actuación general del sistema logístico y a cuyos parámetros los procesos individuales subordinan su funcionamiento autónomo para garantizar la acción sincronizada de todo el sistema en función del cliente. La conformación del MGO de la empresa debe considerarse como una actividad dinámica. Necesita ser actualizado sistemáticamente y requiere que constantemente se verifique la correspondencia de las actuaciones con sus formulaciones.

El sistema logístico está conformado por tres tipos de procesos: material, financiero monetario y de dirección; los que deben funcionar en la práctica como un proceso único. Asociados a cada tipo de proceso se identifican los flujos: material, financiero monetario e informativo. Los tres flujos interactúan entre sí y se desarrollan en determinada dirección como se muestra en la **figura 13**. El MGO refleja la coordinación racional y armónica de estos tres flujos como un flujo único.

(Acevedo, Urquiaga, & Gómez, 2001)

Estos procesos consisten en:

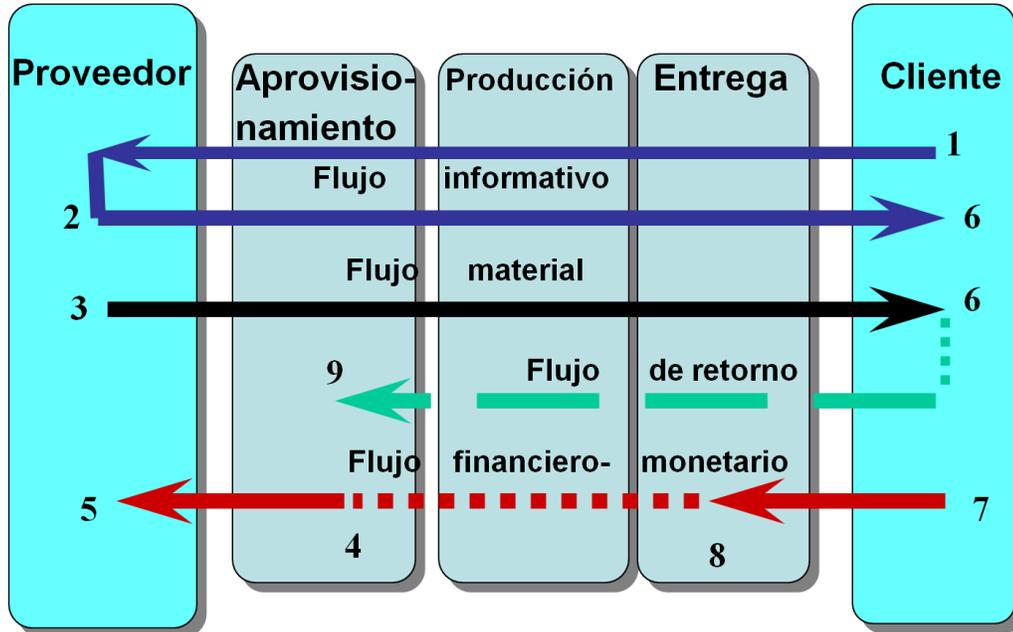
- **Proceso material.** Abarca la ejecución de todas las actividades materiales desde el abastecimiento hasta la entrega del producto y su servicio. En esencia estos procesos modifican la forma, contenido, estructura, posición relativa, ubicación y magnitud de los objetos de trabajo a través de la acción de la fuerza de trabajo que opera y se vale de determinados medios de trabajo en determinado lugar del sistema logístico. El flujo asociado a este proceso transcurre desde la entrada de la materia prima hasta la entrega del producto al cliente pasando por todos los procesos de transformación del mismo. Además debe verse un flujo de retorno que abarca no sólo los desechos y pérdidas que ocurren a lo largo del sistema logístico, sino también del retorno de los medios unitarizadores de carga, y del producto luego de vencido su uso por el cliente.
- **Proceso financiero monetario.** Abarca la ejecución de todas aquellas actividades de transferencia monetaria que se derivan del carácter mercantil de las relaciones con otras entidades y de la forma de interconexión con el proceso de reproducción de toda la economía nacional. El flujo que corresponde a este proceso refleja los ingresos a la empresa, los anticipos que recibe en forma de créditos, asignaciones del presupuesto, etc. y los egresos, como resultado de la entrada de determinados recursos, así como la remuneración de la fuerza de trabajo.

- **Proceso de dirección.** Abarca la ejecución de todas aquellas actividades dirigidas a tomar decisiones que garanticen la coordinación de todos los eslabones en un proceso único como reflejo de la división del trabajo. El flujo asociado a este proceso se denomina informativo, surge por la interacción de los procesos de dirección y está compuesto por las decisiones asociadas a la dirección del sistema logístico y los portadores principales de la información.

El MGO en su contenido abarca los elementos siguientes:

1. La definición de los flujos material, financiero monetario e informativo y su racional conjugación.
2. La definición del sistema de métodos de gestión del flujo material de un proceso a otro.
3. La definición del sistema de reservas del flujo material.
4. Los ciclos de cada tipo de proceso y su coordinación e integración.
5. El balance dinámico de los parámetros del sistema logístico.

En la siguiente figura se observa la contradicción en el flujo de caja de la empresa: debe desembolsarse dinero (momento 4) para pagar el flujo material que se desencadena desde el proveedor (momento 3) antes de recibir el pago del cliente (momento 8) a partir de la entrega del producto demandado por éste (momento 6).



**Figura 13:** Los flujos del sistema logístico. **Fuente:** (Acevedo, Urquiaga, & Gómez, 2001)

Esta contradicción debe resolverse por dos vías: reducir el ciclo logístico para hacerlo más cercano en el tiempo a los momentos 4 y 8 y generar en todo el ciclo logístico la menor demanda de recursos a través de eliminar el despilfarro, lo cual requerirá menor desembolso de

dinero en el momento 4, de tal forma que permita garantizar la máxima diferencia de este desembolso en el momento de recibir los ingresos. (Acevedo, Urquiaga, & Gómez, 2001)

Debido a que los procesos materiales constituyen el aspecto primario en el desarrollo del proceso de producción es que al confeccionar el MGO debe comenzarse por ellos y a partir de ahí el resto de los procesos.

La confección de los flujos antes mencionados se apoya en la elaboración de un diagrama de flujo enmarcado por una matriz que se estructura en elementos *versus* subsistemas. Los elementos son los componentes y recursos materiales requeridos hasta la obtención del producto final (flujo material), los distintos conceptos de ingresos y egresos (flujo financiero monetario) y las decisiones y distintos portadores de la información (flujo informativo). Los subsistemas son los que en cada empresa se conformen, con independencia de la estructura organizativa y los sistemas funcionales. Para confeccionar el flujo material, su método y reserva debe partirse desde la recepción del producto o servicio por los clientes y de ahí en forma regresiva hasta el paso de los suministros de los proveedores al proceso de producción. (Acevedo, Urquiaga, & Gómez, 2001)

Además de esta herramienta pueden utilizarse los diferentes diagramas de procesos o flujos con los cuales se alcancen los objetivos trazados para esta etapa del procedimiento propuesto.

### **2.3.2- Diagnóstico del Sistema Logístico.**

Según Acevedo y Gómez (2001), los tres objetivos estratégicos del desarrollo de los sistemas logísticos tienen como ingredientes básicos:

- a) Mejoramiento del Servicio al Cliente, para lo cual antes debe medirse.
- b) Disminución del Ciclo Logístico.
- c) Disminución del Costo Logístico.

El diagnóstico del sistema logístico entonces, consiste en medir el cumplimiento de dichos objetivos estratégicos e identificar las principales causas que afectan su desempeño.

#### **Medición del Servicio al Cliente.**

El cliente lo que en realidad demanda es un servicio y no un producto o mercancía en sí. El servicio engloba o se sustenta en un producto y es más abarcador que este. Un producto divorciado de un servicio no representa mucho para el cliente y conduce a la enajenación de este. (Hernández, 1998) Entender correctamente las necesidades y preferencias de los clientes se vuelve una cuestión clave para trazar la estrategia competitiva del sistema logístico. (Gómez & Acevedo, 2001)

La prestación de un servicio de elevada calidad está estrechamente vinculada con los aspectos de utilidades, ahorro de costos y participación de mercado (...) En el ambiente actual, cada vez más competitivo, el servicio de calidad es decisivo para el éxito de cualquier empresa. (Parra, Negrín, & Gómez, 2009)

El concepto de servicio al cliente según Martin Christopher es la provisión consistente de utilidad, de momento y de lugar (Christopher, 2002). La alusión a las magnitudes de espacio y el tiempo en la definición, deja clara una estrecha correspondencia entre el servicio al cliente y la logística, de acuerdo a las definiciones ofrecidas en el Capítulo anterior.

Según Acevedo y Gómez, un servicio es el acto o el conjunto de actos mediante los cuales se logra que un producto o grupo de productos satisfaga las necesidades y deseos del cliente. Estos mismos autores plantean que el objetivo básico de la logística es proporcionar al cliente el servicio deseado con el menor costo posible para la empresa. (Gómez & Acevedo, 2001)

La empresa debe concientizar que en el mundo competitivo actual uno de sus principales sostenes para el éxito es el servicio al cliente, ello debe caracterizar todas las actividades, políticas y estrategias con el fin de eliminar los conflictos que puedan surgir al momento de recibir el cliente sus productos o servicios. Martin Christopher lo expresa al decir: "la logística de la prestación del servicio de manera consistente es la fuente crucial de ventajas diferenciales." (Christopher, 2002)

El servicio logístico al cliente es el resultado tangible de la ejecución de todas las actividades logísticas. Aunque no existe un acuerdo general sobre cuál es la definición más apropiada para dicho servicio, los estudios parecen indicar que el tiempo del ciclo del pedido y los elementos que componen dicho ciclo, son los factores más críticos del servicio. Incluso afirma que para el servicio general al cliente los componentes logísticos del servicio parecen tener una función dominante. (Ballou, 2004)

Al abordar el servicio al cliente hay que conceptualizar adecuadamente tres aspectos interrelacionados del mismo:

1. Demanda de servicio: Son las características deseadas por el cliente para el servicio que demanda y la disposición y posibilidad del mismo para pagarlo con tales características.
2. Meta de servicio: Son los valores y características relevantes fijadas como objetivo para el conjunto de parámetros que caracterizan el servicio que el proveedor oferta a sus clientes. Esta meta puede ser fijada como única para todos los clientes, diferenciada por tipo de cliente o acordada cliente a cliente.
3. Nivel de servicio: Grado en que se cumple la meta de servicio.

El nivel de servicio constituye uno de los elementos fundamentales de vínculo entre el proveedor y el cliente, dado que expresa la forma en que la organización proveedora se comporta con su cliente y es la forma de ejercer la función de control que permitirá el mejoramiento de la actividad de servicio al cliente. (Gómez & Acevedo, 2001)

Como se ha podido apreciar a lo largo de los dos capítulos, la medición de la satisfacción del cliente, es decir, determinar el nivel de servicio al cliente no resulta un asunto fácil de resolver por diferentes razones. En logística según varios autores las formas de medir el nivel de servicio al cliente pueden realizarse mediante la conformación de indicadores con los componentes siguientes: respecto al producto: calidad, variedad, características y fiabilidad; además, servicio de posventa, costo, disponibilidad, tiempo de respuesta, tiempo de entrega y actitud.

Pueden diseñarse cuantos indicadores se considere necesarios, pero se debe aplicar e interpretar correctamente los seleccionados; entiéndase que debe especificarse en cada indicador lo que significa y cómo se mide, es decir, las magnitudes que se utilizan para medir el comportamiento de cada uno. Esto debe realizarse para cada uno de los componentes seleccionados.

Cada empresa debe seleccionar cuáles son los medidores del nivel de servicio que se utilizarán de acuerdo a las demandas de servicio de los clientes, establecer metas de servicio en cada uno, controlar el comportamiento real de los mismos e instrumentar acciones para eliminar las desviaciones detectadas o pronosticadas. El nivel de servicio general de la empresa viene dado por la integración multiplicativa de los medidores particulares seleccionados. (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010)

### **Medición del Ciclo Logístico**

Al analizar el flujo logístico se ve que el mismo evoluciona en 3 dimensiones: espacio (s), grado de transformación (f) y tiempo (t). El flujo que se origina desde el proveedor al cliente transcurre por diversos procesos que en general se pueden clasificar en tres grupos:

- a) Proceso de Transportación: El grado de transformación permanece constante y hay una variación del producto en el espacio y en el tiempo.
- b) Proceso de Transformación: El producto, en términos generales, no varía su posición en el espacio, pero se transforman sus características cualitativas y cuantitativas con el transcurso del tiempo.
- c) Proceso de Almacenaje: El producto no varía su grado de transformación y mantiene su posición espacial mientras transcurre el tiempo.

Lo anterior significa que la operación del sistema logístico está asociada a una variable vinculada al tiempo: el ciclo logístico, el que desempeña el papel integrador de los tres flujos y

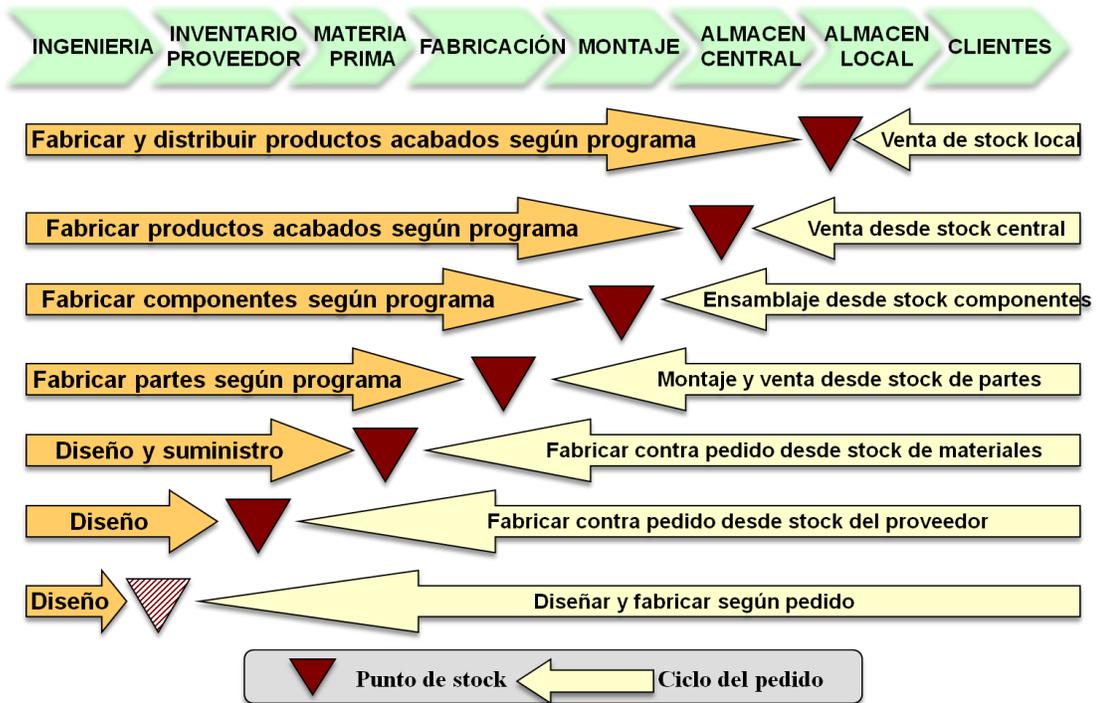
los distintos procesos que se ejecutan en los mismos. Por tal motivo, la gestión centrada en el ciclo logístico juega un papel de gestión integrada en función del cliente. (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010)

No resulta frecuente en la literatura, encontrar la definición del ciclo logístico en toda su extensión, aunque sí ha sido bien estudiada la mayoría de los procesos que conforman el ciclo logístico; se pueden encontrar estudios sobre los ciclos de aprovisionamiento, distribución, almacenamiento, producción y otros. Por otra parte, de acuerdo a Acevedo y Gómez "hay autores que analizan el ciclo logístico sólo desde el punto de vista del cliente, ya que se centran en el ciclo del pedido, es decir en el tiempo que media entre la emisión de un pedido por parte de un cliente hasta la recepción del pedido por el cliente. En realidad, el ciclo del pedido del cliente es un subconjunto del ciclo logístico, cuyo nivel de solape con el ciclo logístico del productor, depende del punto de penetración del pedido en la cadena logística, lo cual está en dependencia del método de gestión del flujo material que se adopte" (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010), como se muestra en la **figura 14**.

En el caso de que se adopte un método de gestión del flujo material contra existencias para entregar al cliente su pedido, resulta mínima la penetración del pedido del cliente en el ciclo logístico del productor. Sin embargo, si el método que se adopta es contra pedido, la penetración de este en el ciclo logístico estará en dependencia de los métodos de ejecución del flujo que se adopten a todo lo largo de la cadena, pudiendo llegar al extremo de que ambos ciclos coincidan. (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010)

Lo anterior indica la necesidad de definir el ciclo logístico desde el punto de vista del productor y el cliente a la vez. Partiendo de la definición de sistema logístico estudiada en capítulo 1 puede conceptualizarse el ciclo logístico como: La duración de la secuencia de actividades que se desarrolla en el marco del sistema logístico desde el o los proveedores hasta el cliente final del sistema. (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010)

## PUNTO DE PENETRACION DEL PEDIDO



**Figura 14:** Punto de penetración del ciclo del pedido del cliente. **Fuente:** (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010)

Según Acevedo y Gómez, "la duración del ciclo logístico no es la simple suma de la duración de los ciclos de todas las actividades de la red logística, ya que hay que tener en cuenta los paralelismos que se materializan en el funcionamiento de los procesos." (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010)

El cálculo de la duración del ciclo de un proceso tradicionalmente se ha realizado a través del cálculo de la duración promedio del mismo, sin embargo en la actualidad se le concede una importancia a la variabilidad y estabilidad con que funciona el proceso por cuanto estas características pueden influir decisivamente en el nivel de servicio que se ofrece. Así, el cálculo de la duración del ciclo, teniendo en cuenta su carácter estocástico y un nivel de servicio (NS) dado, se puede hacer a partir de los valores medios. Considerando la distribución estadística normal, la expresión matemática para dicho cálculo será:

$$C_{NS} = \bar{X} + Z * \sigma$$

Donde:

**C<sub>NS</sub>** Duración del ciclo del proceso para el nivel de servicio.

**NS** Nivel de servicio para el que se diseña el proceso.

$\bar{X}$  Duración promedio del ciclo del proceso. Puede ser

calculada por registros u observaciones o mediante estimación

**Z** Estadígrafo de la distribución normal unilateral para el nivel de servicio (NS) del proceso.

$\sigma$  Desviación típica de las duraciones del ciclo del proceso. (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010)

El cálculo de la duración promedio del ciclo puede realizarse por dos métodos fundamentales los cuales se muestran a continuación:

**Por registros u observaciones**

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$
$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

**Por estimaciones**

$$\bar{X} = \frac{(a + 4b + c)}{6}$$
$$\sigma = \frac{(c - a)}{6}$$

Donde:

**Xi:** duración del proceso i

**n:** cantidad de observaciones

{Estabilidad de un proceso =  $1 - (\sigma/Xm)$ }

**a:** Tiempo optimista

**b:** Tiempo más probable

**c:** Tiempo pesimista

La tarea con este objetivo consiste en identificar las causas o mejoras que pueden disminuir la duración de los ciclos y debe convertirse en una prioridad de primer orden para la empresa por las razones siguientes:

- a) La disminución del ciclo del cliente es condición para lograr el mejoramiento de la competitividad y aumentar la capacidad de reacción de la empresa.
- b) La disminución del ciclo logístico es la base para la reducción de los inventarios.
- c) A medida que el entorno es más turbulento la reacción racional a sus demandas depende de ciclos logísticos cada vez más cortos, racionalidad que es determinante para lograr competitividad. (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010)

Cuando se está en presencia de una cadena de procesos, el ciclo logístico (**CL**) se determina utilizando las expresiones siguientes:

$$\sigma_L = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2} \quad CL_{NS} = \sum_{i=1}^n \overline{X}_i + Z * \sigma_L$$

Donde: **i** Proceso que conforma la cadena logística

$\sigma_L$  Desviación típica de la duración del ciclo de la cadena logística.

En ocasiones, el análisis del ciclo logístico se centra en los procesos materiales, obviando los flujos financiero e informativo, este último en muchos casos se constituye en la ruta crítica. Otro aspecto importante que debe tenerse en cuenta al analizar el ciclo del proceso es que una disminución del mismo no necesariamente implica un aumento del rendimiento. Ambos parámetros, el ciclo y el rendimiento tienen en común el tiempo unitario de procesamiento, pero el rendimiento depende de otros factores más. (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010)

### **Determinación del Costo Logístico**

La operación del sistema logístico genera diversos gastos que es objetivo disminuir todo lo posible para garantizar determinado nivel de servicio y competitividad en el mercado actual internacional. (Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010)

Actualmente la contabilidad tradicional suele "asignar" los costos mediante una distribución de los costos indirectos basada en algún factor relacionado con el volumen como pueden ser horas-hombre, horas-máquina, entre otros. Este sistema contable asume que hay una relación directa entre los costos indirectos y estos factores relacionados con el volumen. La realidad de una empresa de fines logísticos es que el aumento en las ventas no significa necesariamente un aumento en las utilidades, que en su portafolio de productos hay ganadores y perdedores y que a veces no hay mucha claridad sobre dónde se obtienen las ganancias o por dónde se están produciendo las pérdidas. (Torres, Daduna, & Mederos, 2004)

Hoy más que nunca las empresas necesitan establecer con mayor precisión sus costos, requieren descubrir oportunidades para mejorarlos, perfeccionar su toma de decisiones y preparar y actualizar sus planes de negocios. Actualmente las empresas, especialmente las que tienen muchos productos, grandes costos indirectos y una competencia grande, están adoptando el costo basado en actividades (ABC) y en vez de "asignar" costos, "rastrean" cada categoría de gastos relacionada con un objeto de costo. (Torres, Daduna, & Mederos, 2004)

El gasto es un proceso relacionado con la legislación contable, ya que ésta debe permitir que un concepto esté incluido como gasto. Además, la mayoría de los gastos suelen ser obligaciones de pago a terceros. Una excepción a esta última característica es el pago por amortización. También se puede decir que los gastos se refieren a los activos que se han usado o consumido en el negocio para obtener los ingresos. Ejemplo: electricidad, agua, salarios, etc. (Torres, Daduna, & Mederos, 2004)

Los costos y los gastos pueden clasificarse de acuerdo a diferentes criterios, entre otros, se pueden mencionar: por su función, por su identificación, por el período en que se lleva al Estado de Resultados, por el grado de variabilidad, por el momento en que se determinan. Un aspecto necesario a conocer es la estructura de los costos logísticos y los elementos que conforman las partidas de costos. (Torres, Daduna, & Mederos, 2004)

Torres, Daduna y Mederos, citando a Comas Pullés, plantean que un sistema logístico comercial puede verse como una cadena de almacenes, transportes y tiendas que va agregando el valor de tiempo y lugar a un producto pero con determinado costo. Cuando el producto se vende, este valor agregado se hace efectivo y es entonces cuando la cadena logística ha actuado según lo previsto y el sistema ha cumplido su misión. Recuérdese, que la misión de un sistema logístico es asegurar la cantidad necesaria del material específico en el lugar debido y en el momento oportuno con costos mínimos o al menos aceptables. (Torres, Daduna, & Mederos, 2004)

Una característica única de los sistemas logísticos es la particularidad de extenderse más allá de los límites clásicos de cualquier actividad profesional o área de responsabilidad, al servir de nexo entre los fabricantes, los suministradores, los transportistas, los vendedores y los clientes. Cada uno de ellos puede tener sus propios problemas y los mismos afectan la cadena logística originando ansiedades y conflictos. Los que se encargan de dirigir la cadena logística son las personas más sometidas a stress, para garantizarle al cliente un nivel de servicio. (Torres, Daduna, & Mederos, 2004)

En la cadena logística cualquier error, demora, extravío o interferencia en el flujo material o en el flujo de información, ocasiona un aumento de los costos y no agrega valor al producto. (Torres, Daduna, & Mederos, 2004) Partiendo de este enfoque en cadena, los autores presentan una clasificación sustentada en el eslabonamiento de las operaciones de un sistema logístico, expresado en la secuencia de Aprovisionamiento– Almacenamiento, y Distribución, como se muestra en la **figura 15**.



**Figura 15:** Distribución de los Costos Logísticos en la Cadena de Suministros. Fuente: Torres, Daduna, & Mederos, 2004.

Posteriormente se procede al esclarecimiento de cada uno de los elementos que conforman el costo logístico, tomando como punto de partida la clasificación que se muestra en la **figura 14**, siempre partiendo del principio que ésta u otra clasificación es un acuerdo, donde lo fundamental es no contabilizar dos veces un mismo gasto, ni tampoco dejar ninguno sin tener en cuenta.

Los elementos del costo logístico según Acevedo y Gómez son: gasto de personal, costos de locales y de medios de trabajo, amortización, intereses sobre existencias, impuestos y seguros e impuestos sobre instalaciones. (Acevedo Suárez J. G., 2010) Estos elementos se encuentran presentes en cada una de las actividades y centros de costos que ejecutan el sistema logístico, por lo que de forma general los costos logísticos pueden agruparse en los procesos básicos inherentes a cualquier sistema logístico.

GRUPO DE COSTO	VARIABLES RELACIONADAS
<b>TRANSPORTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipo y cantidad de objetos transportados</li> <li>▪ Método de transporte</li> <li>▪ Distancias</li> </ul>
<b>ALMACENAJE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mano de Obra</li> <li>▪ Costo de espacio, alquiler, amortización, refrigeración, mantenimiento</li> <li>▪ Costo de equipos</li> <li>▪ Seguros</li> </ul>

<b>INVENTARIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Existencias</li> <li>▪ Valor de la mercancía</li> <li>▪ Intereses</li> <li>▪ Obsolescencia, robo, deterioro</li> </ul>
<b>ADMINISTRATIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gastos de comunicaciones</li> <li>▪ Tratamiento de la información</li> <li>▪ Personal</li> <li>▪ Medios Técnicos</li> </ul>
<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nivel de Servicio</li> <li>▪ Volumen de demanda</li> <li>▪ Margen de distribución del producto</li> </ul>
<b>VARIACIONES DE PRECIOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Descuentos por cantidad</li> <li>▪ Descuentos por tiempo</li> </ul>

Fuente: Acevedo & Gómez, La logística moderna en la empresa, 2010.

Cualquier grupo de costo puede estar presente en varias actividades del sistema logístico. Por ejemplo: el costo de inventario se encuentra tanto en la compra como en el subsistema de producción y en distribución. (Acevedo Suárez J. G., 2010)

Torres, Daduna y Mederos citan a Santos Norton con una secuencia elaborada para el estudio de los costos logísticos que se muestra a continuación:

1. Estructura preliminar de los costos.
2. Elementos de gastos.
3. Período de tiempo a considerar.
4. Fuentes de información primaria.
5. Indicadores a obtener (por períodos de tiempo, por actividades, por recursos gestionados, etc.)
6. Nivel de los indicadores.
7. Estructura definitiva de los costos. (Torres, Daduna, & Mederos, 2004)

Mediante esta secuencia se obtiene una estructura preliminar de los costos, según el conocimiento que se posea de la entidad objeto de análisis de los costos logísticos. De conocerse a cabalidad la entidad, la estructura preliminar de los costos logísticos podría ser la definitiva. Seguidamente se clasifican los elementos de los gastos logísticos, después se determina el período de tiempo a considerar de acuerdo a las características de la entidad,

valorándose cada una de las fuentes de información primaria y antes de finalizar se determinan los indicadores a obtener, para concluir con el nivel de cada uno de los indicadores. (Torres, Daduna, & Mederos, 2004)

La clave de este análisis es comprender la relación existente entre los parámetros de funcionamiento del proceso y el costo del mismo para lograr altos niveles de eficiencia y eficacia, ya que esto permite determinar con precisión sobre cuáles parámetros de organización del proceso debe actuarse para lograr un adecuado comportamiento del costo.

En las empresas se acostumbra a calcular un indicador para caracterizar el nivel del costo logístico, en el cual se relaciona el valor total de los costos logísticos con el valor total de las ventas o ingresos obtenidos. El cálculo del costo de un proceso, constituye la base para el cálculo del costo de toda la cadena de suministros que conforman el sistema logístico, por lo que se deberá tener en cuenta el costo que se recibe de otros procesos, el costo que se agrega en el proceso y el efecto en el costo de los procesos subsiguientes, como se muestra en la **figura 16**.



**Figura 16:** El Costo de un proceso con un enfoque logístico. Fuente: Clase 3. Logística, 2014.

Una de las finalidades más importantes de los costos, es la selección de alternativas para la toma de decisiones. Para el diseño o análisis de un sistema logístico es indispensable el análisis de los factores de costo que inciden y la determinación o cálculo del costo total, para buscar la variante más eficiente y eficaz.

### **2.3.3- Propuesta de herramientas logísticas de Mejora.**

En esta etapa del procedimiento se proponen herramientas para la mejora de los resultados de los objetivos de cualquier sistema logístico.

En dependencia de las características de la entidad objeto de estudio y de los problemas identificados serán las herramientas a utilizar en esta etapa del procedimiento. Dada la diversidad de técnicas que surgen y evolucionan día a día en la logística, esta etapa necesita de una constante revisión. Las herramientas se muestran en la siguiente tabla:

<b>Subsistema</b>	<b>Actividades principales</b>	<b>Herramientas Logísticas</b>
<b>Aprovisionamiento</b>	Compras Almacenamiento Transporte	Previsión de Necesidades Selección y evaluación de proveedores Gestión de Sistemas de Inventarios Diseño de Almacenes
<b>Producción</b>		Clasificación de Productos Modelos de Optimización del Transporte Análisis de Mercados, riesgos y Precios Ingeniería del Valor Técnicas para optimizar el tiempo
<b>Distribución</b>	Transporte Almacenamiento Envase y Embalaje Gestión de inventarios Proceso de pedidos Servicio al consumidor	Procesamiento de Pedidos Análisis de Inversiones Ciclo de Vida del Producto Pronósticos de demanda Investigaciones de mercado Segmentación de clientes Localización de almacén o fábrica Diseño de Almacenes Gestión de Sistemas de Inventarios Estudio de Clientes Procesamiento de Pedidos Programación y Diseño de rutas Análisis de Mercados, riesgos y Precios Diseño de Productos o Servicios Técnicas de Negociación Balances de Carga y Capacidad KANBAN, MRP I, II y III, DRP, ERP, JIT Respuesta Rápida al Consumidor (ECR) Inventarios dirigidos por el Vendedor (VMI)
<b>Reutilización</b>	Reciclaje de envases y embalajes Recuperación de materiales Procesamiento de residuos Procesos de retorno Tratamiento a las mermas Devoluciones de clientes Tratamiento a obsoletos Redistribución a otros mercados	

		Plan de Fechas Principales Evaluación del Impacto Ambiental Técnicas de Participación y Equipos Técnicas de Causa-Efecto Técnicas de Calidad de Servicio Tecnología de Código de barras Benchmarking empresarial.
--	--	---

Con la implementación de muchas de estas técnicas y herramientas se puede alcanzar grandes transformaciones en los sistemas y subsistemas logísticos, las cuales deben reflejarse en el desempeño de los mismos.

#### **2.3.4.- Evaluación y seguimiento del desempeño del Sistema Logístico.**

En esta parte del procedimiento se propone el establecimiento de un sistema de Control de la Gestión Logística, a través de un sistema de indicadores que permitan caracterizar el desempeño de la cadena completa o subsistema objeto de análisis.

Según Acevedo, J.y Gómez, M (2004) muchas empresas logísticas líderes en el mercado internacional se caracterizan por tener un sistema de control de gestión que permita la medición del nivel de su logística. Para ello se debe tener presente los aspectos siguientes:

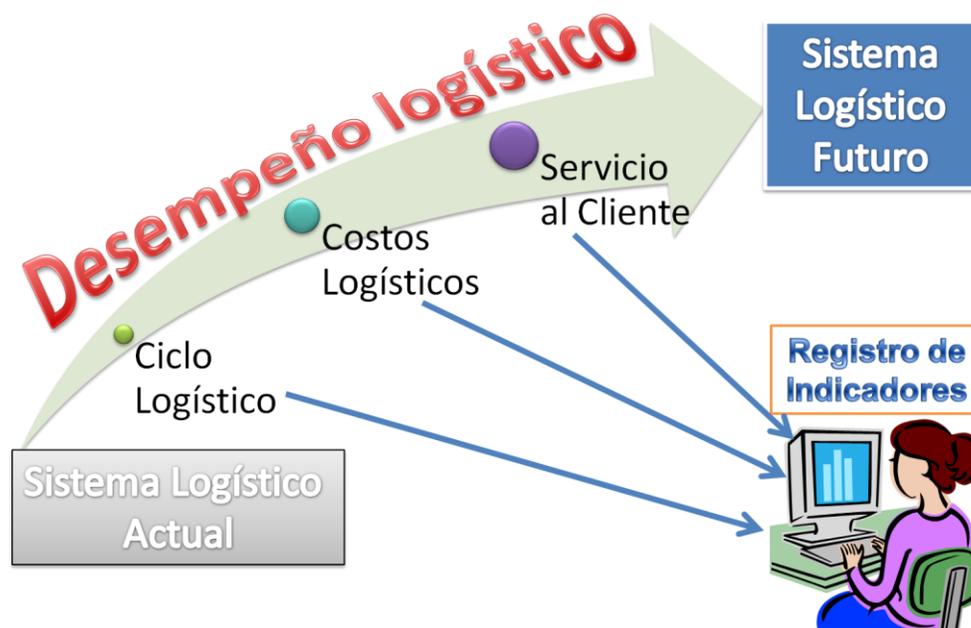
- Sistema integrado de indicadores.
- Amplia divulgación.
- Medición permanente.
- Fijación de estándares.
- Innovación para alcanzar los estándares.
- Gestión dirigida a alcanzar los estándares.
- Movimiento de los estándares.

Según Acevedo y Gómez los principales indicadores que caracterizan la competitividad del sistema logístico y los niveles que en ellos muestran las empresas competitivas en países desarrollados como Alemania son:

1. Inventario promedio/Ventas 20%
2. Costo logístico/Ventas 5,1%

3. Oportunidad en los aprovisionamientos 90%
4. Oportunidad en los suministros a los clientes contra pedidos 90%
5. Oportunidad en los suministros a los clientes contra almacén 88%
6. Suministros perfectos de los proveedores 89,5%
7. Suministros de pedidos perfectos a los clientes 95%
8. Utilización de las capacidades de producción 80%
9. Utilización de las capacidades de almacenaje 90%
10. Cobertura del inventario de productos terminados 21 días
11. Cobertura del inventario de materia prima y materiales 43,5 días (Acevedo Suárez J. G., 2010)

Las empresas deben tener definido un sistema de indicadores para caracterizar y evaluar la gestión logística en general y en cada una de las actividades y subsistemas que conforman el sistema logístico, y realizar sistemáticamente Benchmarking con aquellas empresas que exhiben resultados de avanzada en las distintas actividades o subsistemas logísticos. (Acevedo Suárez J. G., 2010)



**Figura 17:** Transformación del Desempeño Logístico de una Empresa. **Fuente:** Elaboración propia.

Además se propone que debe existir organizado un registro sistemático de dichos indicadores que caractericen el nivel de la logística en la empresa. Especialmente debe existir un sistema de registro del nivel de servicio a los clientes, sus reclamaciones y sugerencias. Dicho registro debe servir como base activa de gestión de mejora del servicio al cliente con el objetivo de lograr una adecuada diferenciación de los clientes, como se muestra en la **figura 17**. (Acevedo Suárez J. G., 2010)

Según Acevedo y Gómez la eficiencia y eficacia de la gestión del sistema logístico en última instancia tiene como fin elevar sistemáticamente la competitividad de la empresa. En tal caso la empresa además puede exhibir el impacto de su gestión logística en un crecimiento sostenido de su competitividad, a través de la satisfacción sistemática de los siguientes indicadores:

- Ritmo de crecimiento de los ingresos anuales.
- Un ritmo de crecimiento de la ganancia superior al ritmo de crecimiento de los ingresos.
- Crecimiento del mercado objetivo, incluyendo el aumento de las exportaciones.
- Aumento de la cuota de mercado.
- Crecimiento de la productividad y del salario medio.

#### **2.4 Conclusiones parciales del Capítulo 2.**

De la caracterización de la Empresa Constructora de Obras Ingenieras No. 12 y de los resultados obtenidos durante el desarrollo de este capítulo se concluye que el proceso de movimiento de tierra será objeto de mejora en la investigación dados los aspectos siguientes:

- I. Presenta el 45,49% de los recursos humanos de la Empresa;
  - II. Sus ingresos representan el 52.72% del total de la producción;
  - III. A pesar de consumir solamente el 30,48% de los gastos totales de la Empresa, presentó un alto consumo de piezas de repuesto con un 43,23% del total;
  - IV. Estas brigadas cuentan con un equipamiento antiguo (más de 35 años promedio de explotación);
  - V. Tuvo grandes pérdidas de tiempo del fondo productivo con más de 8800 horas de roturas entre todos sus equipos disponibles;
  - VI. Representa el 26,6% del total del fondo de horas disponibles por equipo;
  - VII. Presentó una disponibilidad técnica media de sus equipos de un 68,4%;
- Dentro del análisis realizado en el proceso de movimiento de tierra, se identificó un conjunto de causas que provocan la baja disponibilidad técnica de los equipos, entre las cuales se

destacan los 35 años de vida de estos, la escasez de piezas de repuesto, así como una débil gestión logística del proceso de compras.

- Como la Empresa no tiene posibilidad de sustituir su equipamiento, el análisis se puede dirigir hacia la mejora del funcionamiento del proceso de compras de las piezas de repuesto utilizando un procedimiento con enfoque logístico con el objetivo de incrementar la disponibilidad técnica de los equipos de movimiento de tierra como el proceso que más aporta a los resultados de la empresa.
- Se propone diseñar un procedimiento para estudiar, analizar y mejorar cualquier sistema o subsistema logístico, partiendo de la idea de que cualquier empresa tiene un enfoque de cadena, y que está compuesto por un subsistema de aprovisionamiento, de producción, y de distribución.
- En el procedimiento diseñado se propone un conjunto de herramientas que pueden ser utilizadas para cumplimentar cada una de sus etapas y que se adaptan a cualquier empresa, e incluso permite adicionarle otras técnicas e instrumentos logísticos de mejora.

## **Capítulo 3: Implementación del procedimiento de mejora con enfoque logístico en el proceso de gestión de compras de la ECOING 12.**

El presente capítulo contiene la implementación de un procedimiento de mejora con enfoque logístico en el proceso de compras de piezas de repuesto, como uno de los procesos más importantes en el subsistema de aprovisionamiento de la Empresa Constructora de Obras Ingenieras No. 12.

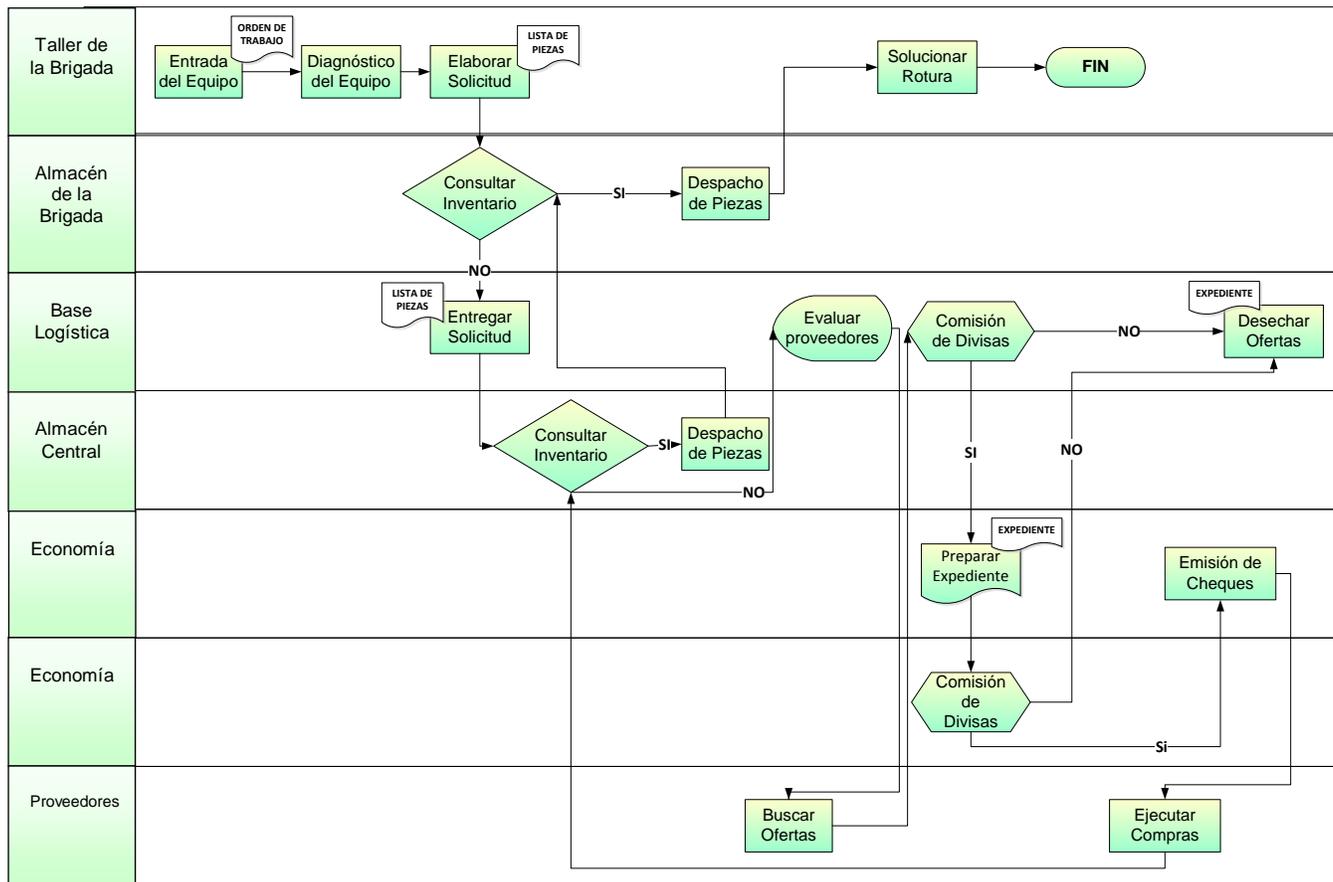
A través de ese procedimiento se persigue realizar un estudio y diagnóstico del subsistema de aprovisionamiento de la empresa utilizando algunas de las herramientas de mejora con enfoque logístico con el objetivo de elevar el desempeño general de la Empresa como sistema logístico.

### **3.1.- Estudio del Subsistema de Aprovisionamiento de la ECOING 12.**

Como se concluyó en el capítulo anterior el proceso de compras de piezas de repuesto es uno de los que más incide en los resultados finales de la Empresa por sus características y las necesidades del equipamiento que se utiliza en los mismos. Por tal razón, el estudio estará dirigido al subsistema de aprovisionamiento, donde el proceso más importante es el de compras de piezas de repuesto, que a pesar de ser un procesos de apoyo, por las características de sus actividades productivas exigen de una alta coordinación e integración para lograr los más altos niveles de explotación de los equipos disponibles.

El estudio consiste en la descripción general del proceso de compras de piezas de repuesto, el cual tiene como objetivo principal garantizar una estabilidad en la disposición técnica de los equipos de los procesos productivos, manteniendo un flujo coordinado según las necesidades tecnológicas experimentadas por los mismos.

Este proceso consta de 23 operaciones que van desde la entrada del equipo al taller hasta su puesta en marcha nuevamente para realizar sus actividades productivas, como se observa en la **figura 18**.



**Figura 18:** Flujograma del proceso de compras de piezas de repuesto ECOING12. Fuente: Elaboración propia.

El proceso se inicia con la entrada del equipo al taller de la brigada llevado por el operador o chofer, lo cual puede estar motivado por dos causas: le ha llegado la fecha de mantenimiento asignada en el sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP) o el equipo ha sufrido algún tipo de avería que le impide continuar su desempeño.

Este equipo es recibido por el técnico del taller de la brigada, quien emite una orden de trabajo (**Ver Anexo 6**) donde se reflejan las características generales del desperfecto que muestra el equipo. Con esta orden el equipo debe ser llevado hacia el interior del taller donde es analizado por un mecánico.

Seguidamente se realiza el diagnóstico del equipo, a través del cual el mecánico teniendo en cuenta las características generales del desperfecto que muestra el mismo descritas en la orden de trabajo, evalúa la magnitud de la rotura y le informa al jefe de taller los recursos que se necesitan para su puesta en marcha. Lo anterior es reflejado en la orden de trabajo, que es el documento que ampara legalmente la permanencia del equipo en el taller.

Después se elabora una solicitud de materiales (**Ver Anexo 7**) para el almacén de la brigada en el cual se verifica si hay disponibilidad de las mismas en el inventario, en el caso de que exista

se realiza el despacho y se soluciona el problema para poner al equipo disponible. En caso de que no exista alguna pieza en el almacén de la brigada se presenta dicha solicitud a la Base Logística para revisar en sus inventarios. En caso de existir disponibilidad se realiza el despacho o transferencia para el almacén de la brigada y se soluciona la rotura.

Pero cuando no exista disponibilidad en el almacén de la Base Logística se realiza una evaluación de las piezas necesarias y de los posibles proveedores para buscar las ofertas (**Ver Anexo 8**) de los productos solicitados por vía telefónica, correo electrónico o personalmente.

Cuando se obtengan las ofertas serán presentadas a la comisión de divisa de la Empresa por el director de la Base Logística para su aprobación, actividad que sucede todos los martes.

Si alguna oferta no es aprobada por algún motivo (precios, requisitos técnicos, entre otros) se buscan otras opciones (reparación de la pieza vieja, mejores precios y/o requisitos técnicos). En caso de ser aprobadas las ofertas la persona encargada en el departamento económico prepara el expediente para entregar al Grupo Empresarial de la Construcción Cienfuegos (GECC), especificando de manera muy detallada para qué equipos y de qué brigada son las piezas.

Todos los jueves la financista del GECC se reúne con la Comisión de Divisa del mismo para analizar y aprobar las mismas ofertas que ya fueron aprobadas en la Comisión de Divisa de la Empresa. Una vez aprobadas las ofertas en la comisión de divisa del GECC, la financista de la Empresa se encarga de buscar el expediente y traerlo de vuelta a la Empresa.

Cuando el expediente se encuentra en la Empresa hay que esperar a que la financista del GECC transfiera el dinero de las ofertas que fueron aprobadas a la cuenta de la Empresa para emitir los cheques en pesos convertibles (CUC) y moneda nacional (MN) (**Ver Anexo 9 y 10**), según las ofertas.

Una vez que están hechos los cheques de MN y CUC el balancista ejecuta la compra mediante la facturación (**Ver Anexo 11**) de las ofertas ya hechas.

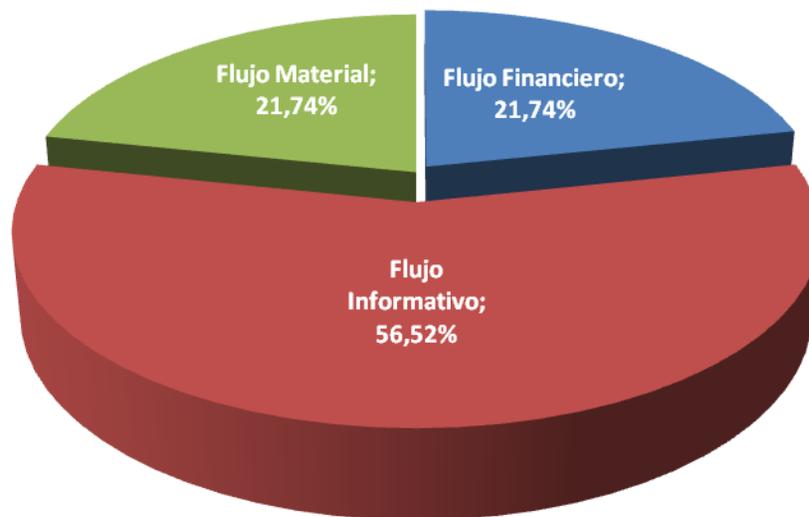
Seguidamente los productos comprados son trasladados al almacén, donde se hace la recepción de los productos comprados por el balancista según la factura.

Inmediatamente son informados los responsables para realizar los despachos correspondientes y poner en disposición los equipos que se encuentran en el taller.

Si los productos ofertados a la hora de hacer la compra ya no existen porque hayan sido vendidos a otra persona, se procederá a la cancelación de los cheques. Esta operación la realizarán las mismas personas que lo emitieron.

Para describir el proceso se utilizó el MGO, como una de las herramientas que permiten visualizar el intercambio de flujos entre los subsistemas logísticos de una cadena de suministro.

Cuando se analizan los flujos existentes en el MGO del proceso de compras de piezas de repuesto se identificaron 13 actividades que se corresponden al flujo de información (56,52%), 5 actividades en el flujo materiales (21,74%), y el resto (21,74%) para el flujo financiero, como se muestra en la **figura 19. (Ver Anexo 12)**



**Figura 19:** Distribución de actividades en el MGO del proceso de compras. **Fuente:** Elaboración propia.

Esto indica que la mayor cantidad de operaciones del proceso son de carácter informativo, aspecto que debe ser evaluado posteriormente en el cálculo de la duración del ciclo como uno de los objetivos estratégicos de los sistemas logísticos.

### **3.2.- Diagnóstico del Subsistema Logístico de aprovisionamiento de la ECOING 12.**

a) El diagnóstico del subsistema de aprovisionamiento será enfocado hacia el proceso de compras de piezas de repuesto. El diagnóstico se dirige a evaluar el estado de los objetivos estratégicos de los sistemas logísticos que fueron definidos en el capítulo anterior. Aunque en esta investigación solamente se analizarán los dos primeros (Mejoramiento del Servicio al Cliente y Disminución del Ciclo Logístico) por la falta de datos correspondientes para desarrollar un análisis de los mismos.

#### **3.2.1.- Análisis del nivel de servicio del proceso de compras de la ECOING 12**

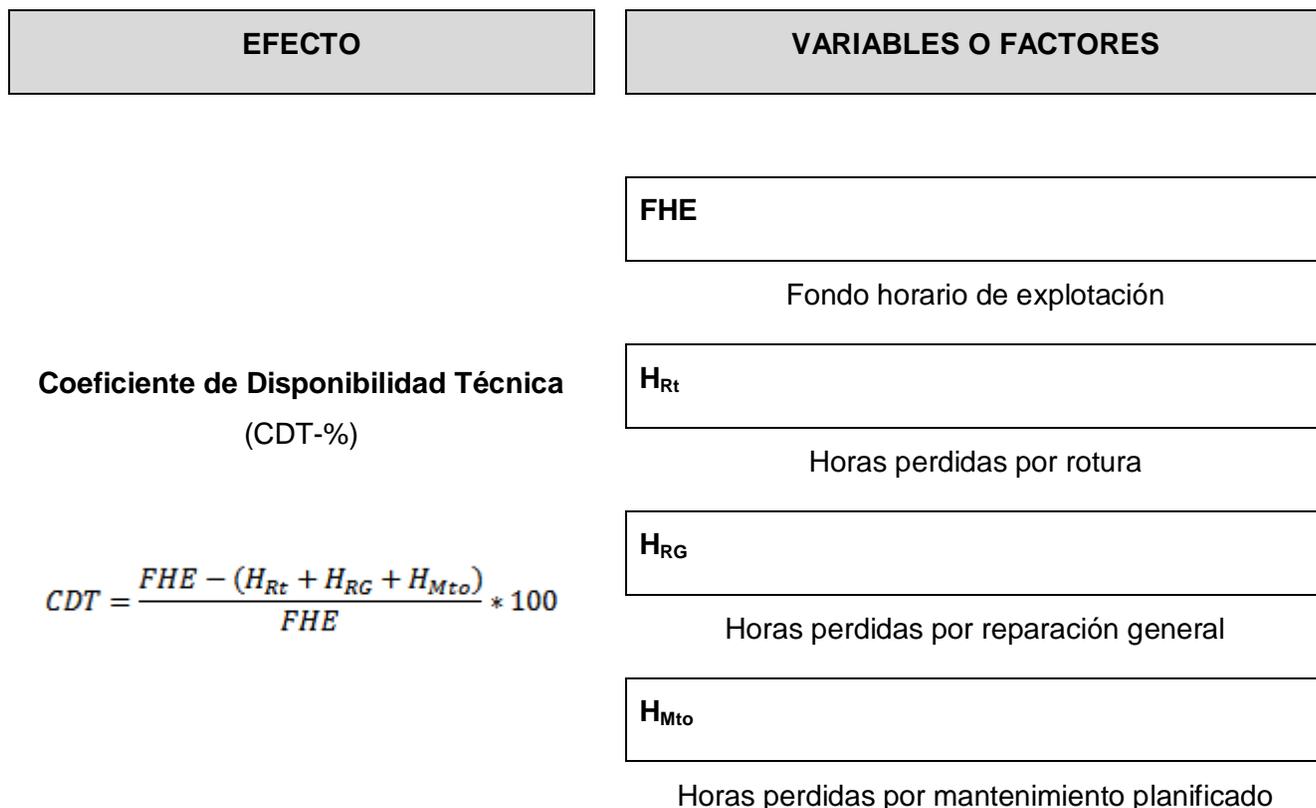
La medición del servicio es una herramienta que ayuda notablemente a mejorar el proceso, ya que da una medida del nivel de respuesta que existe hoy en el mismo. En el capítulo anterior se presentó una serie de indicadores para medir el servicio con un enfoque logístico, de los cuales

solamente se utilizará la disponibilidad del producto o piezas de repuesto como elemento sensor del servicio que presta a los procesos productivos de la Empresa.

Como ya se dijo, de los procesos productivos se utilizará solamente el de movimiento de tierra dadas sus características y necesidades de mejora para lograr impactos de mayor magnitud en los resultados de la Empresa.

En el capítulo 2 se analizó el valor del Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT) de los equipos de los procesos productivos de la empresa, donde el proceso seleccionado para el estudio muestra un 68,4%; valor que expresa el nivel de utilización del fondo de horas de explotación establecido por la empresa para el equipamiento del proceso de movimiento de tierra.

Si se analiza la expresión matemática para determinar el CDT, se puede observar las distintas variables o factores que influyen en los resultados obtenidos, los cuales se muestran en la **figura 20**.



**Figura 20:** Expresión de cálculo del Coeficiente de Disponibilidad Técnica. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, los cambios o modificaciones que se desean en el CDT deben producirse antes en las variables que lo determinan. Por tanto, si se analizan los valores de las

horas perdidas por las diferentes causas que inciden en su valor, la causa raíz que provoca este comportamiento es la falta de piezas de repuesto para solucionar en el menor tiempo posible las roturas, reparaciones o mantenimiento de los equipos del proceso, como se muestra en la **figura 21**.



**Figura 21:** Distribución de las horas perdidas por falta de piezas. **Fuente:** Elaboración propia.

En el proceso de movimiento de tierra se pierde por concepto de roturas el 26,6% del fondo horario de explotación que tienen planificado para realizar sus actividades productivas, lo cual está motivado en gran medida por la falta de piezas de repuesto. Es decir, que puede asumirse que la disponibilidad de piezas de repuesto que ofrece el proceso de compras actual es del 68,4%, o lo que es lo mismo para este caso, el nivel de servicio que ofrece el proceso de compras de piezas de repuesto es de un 68,4%.

Para mejorar el CDT se deben buscar las herramientas que permitan disminuir las horas perdidas por los equipos por los conceptos de roturas, reparación y mantenimiento.

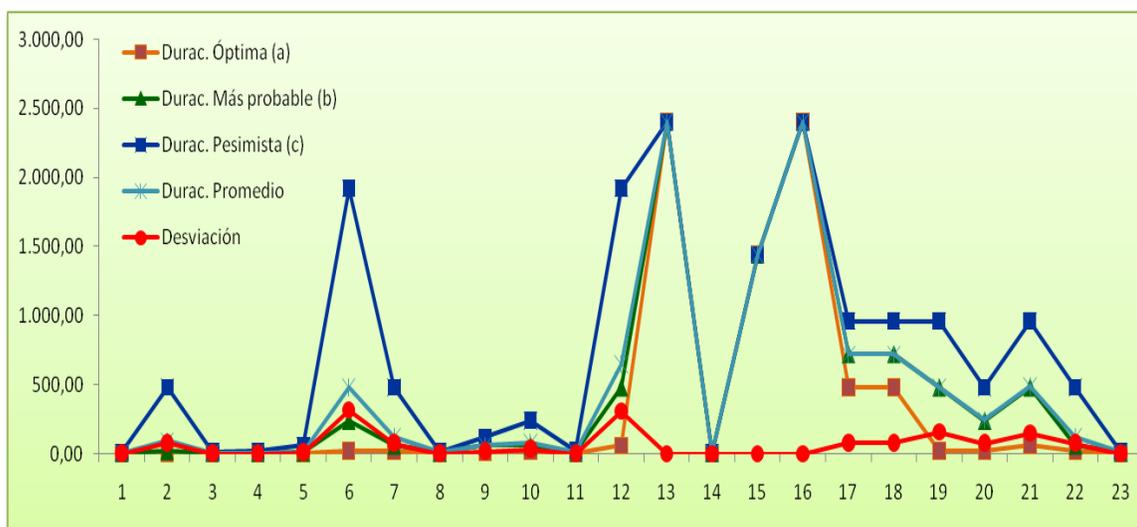
### **3.2.2.- Análisis la duración del ciclo del proceso de compras de la ECOING 12.**

Partiendo de la definición de ciclo logístico dado en el capítulo 1, los aspectos analizados en el procedimiento del capítulo 2 y la descripción del proceso en el epígrafe 3.1, en esta investigación el ciclo comienza desde que en el proceso de movimiento de tierra se realiza la solicitud de piezas de repuesto hasta que el equipo sale del taller con la disponibilidad técnica necesaria para desempeñar su actividad productiva.

El objetivo de este paso del procedimiento consiste en determinar la duración de este ciclo con el fin de identificar las causas que influyen en dicha magnitud y las mejoras que pueden disminuirla para lograr la elevación de la competitividad y de la capacidad de producción e ingresos de la empresa, así como la reducción de sus inventarios de piezas.

En este caso el cálculo de la duración del ciclo como es de un proceso tradicional se realiza a través del cálculo de la duración promedio del mismo por estimaciones de tiempo, método que se explicó en el capítulo 2 (**Ver Anexo 13**).

Para este caso en cada actividad del proceso se estimaron los tiempos pesimistas, optimistas o más probables, para determinar la duración promedio y la desviación típica. Como se muestra en la **figura 22**, las actividades que promedian una mayor duración son la 13 y la 16, las cuales representan el tiempo que demoran las comisiones de la empresa y el grupo del MICONS donde deciden las compras a realizar. Aunque existen otras actividades del proceso que pueden, dadas las condiciones y complejidades de la rotura, incrementar su duración.



**Figura 22:** Valores estimados de las duraciones de las actividades del proceso de compras.

De este análisis se obtuvo una duración promedio del proceso fue de 22 días con una desviación típica estimada de 3 días. Asumiendo que siguen una distribución normal y para un nivel de confianza del 95%, la duración estimada del ciclo del proceso es de 27 días.

Además, del análisis se obtiene que la estabilidad que muestra el proceso fuera de un 86% dadas las condiciones y valores estimados.

Por tales resultados se debe enfocar las mejoras al proceso identificando y analizando aquellas actividades cuya duración influya directamente en la duración total del ciclo y que sus resultados no le aportan valor a las salidas del mismo.

### **3.2.3.- Análisis de los costos logísticos del proceso.**

En este caso para la Empresa en que se realiza la investigación no se desarrolló este paso del procedimiento por falta de información y de los elementos que describen los costos en las actividades del proceso de compra de piezas de repuesto.

### **3.3.- Implementación de las herramientas de mejora con enfoque logístico.**

En esta etapa del procedimiento se implementan algunas de las herramientas identificadas para la mejora de los resultados de los objetivos del sistema logístico dadas las causas o problemas identificados en las etapas anteriores. La selección o uso de estas herramientas depende de las condiciones y la información de que se disponga sobre el proceso y el subsistema logístico.

El grupo de causas identificadas en el proceso de compras de piezas de repuesto y a través del cálculo de los objetivos estratégicos de los sistemas logísticos, se enfocan fundamentalmente hacia la búsqueda de herramientas que permitan disminuir la duración del ciclo logístico analizado y mejorar la gestión de alguna de las operaciones de dicho proceso.

Por tal razón se propone implementar como herramientas de mejora las siguientes:

- *Técnica del Proceso Esbelto*, para identificar actividades del proceso que no agregan valor a las salidas;
- *Selección y Evaluación de Proveedores*, para conocer los posibles proveedores que pueden suministrar los productos que necesita la empresa para el equipamiento que utiliza el proceso de movimiento de tierra.
- *Categorización de los equipos principales del proceso*, para identificar la prioridad de cada equipo dentro de los resultados del proceso de movimiento de tierra;
- *Pronósticos de las salidas de piezas del almacén*, para estimar las necesidades de piezas de repuesto para el proceso de movimiento de tierra en los próximos periodos productivos.

Para analizar los resultados de cada herramienta implementada se hace una descripción en los próximos epígrafes de la investigación.

#### **3.3.1.- Aplicación de la Técnica del Proceso Esbelto en el proceso de compras**

Para identificar, seleccionar y programar las acciones de mejora relacionadas con las demoras de los equipos en el taller en espera de la gestión de las piezas de repuesto, se utiliza la metodología de “*proceso esbelto*” (Delgado Álvarez, 2013). La misma, establece qué análisis se debe realizar con cada actividad del proceso con el objetivo clasificar su impacto sobre el valor agregado de sus resultados:

- *Especificar el valor:* La Base Logística de la Empresa debe apoyar al proceso de movimiento de tierra para que le lleguen las piezas solicitadas en el menor tiempo posible y con los requerimientos señalados.
- *Identificar el flujo de valor:* A partir de las actividades del proceso descritas en epígrafes anteriores, se toman las actividades que dan valor en su flujo y aquellas que son de mudas (o sea, que no agregan valor).

Se tiene en cuenta que las mudas de tipo 1 son las que no agregan valor, pero son realmente necesarias para el desarrollo del proceso y las mudas de tipo 2 son las que no agregan valor de acuerdo con el proceso de movimiento de tierra y pueden y deben ser eliminadas.

En la tabla siguiente se representa el análisis realizado, donde se clasifican las actividades que son mudas y que pudieran eliminarse. Además, en esta tabla se muestra el porcentaje de la duración de cada actividad en el valor total del proceso, a partir de los tiempos promedios estimados que fueron obtenidos en epígrafes anteriores.

No.	Descripción de Actividades	Tipo muda	% Tiempo
1	Entrada del equipo al taller de la brigada	1	0,066%
2	Diagnóstico del equipo	Agrega valor	0,889%
3	Elaborar solicitud de materiales para el almacén	1	0,079%
4	Consultar inventario del almacén de la brigada	1	0,087%
5	Despachar pedido de piezas	1	0,165%
6	Solucionar rotura	Agrega valor	4,562%
7	Hacer solicitud de piezas a la Base Logística	1	1,164%
8	Consultar inventario del almacén central	2	0,094%
9	Despacho del pedido	1	0,582%
10	Recepción del pedido en la brigada	1	0,787%
11	Evaluar afectación y proveedores	Agrega valor	0,110%
12	Buscar ofertas de productos	Agrega valor	6,135%
13	Comisión de Divisa de la Empresa	1	22,653%
14	Justificar la negación de la compra	2	0,047%
15	Preparación del Expediente	2	13,592%

16	Comisión de Divisa GECC	2	22,653%
17	Buscar y/o esperar por la respuesta	2	6,796%
18	Esperar por transferencia bancaria	2	6,796%
19	Emisión del Cheque en CUC	1	4,562%
20	Emisión del Cheque en MN	1	2,297%
21	Ejecutar compra	Agrega valor	4,625%
22	Recepción de pedidos	1	1,164%
23	Cancelación de Cheques	1	0,094%
<b>Duración total del Ciclo del proceso</b>		<b>27 días</b>	

Los resultados muestran que las dos actividades que más impactan sobre la duración total del ciclo logístico son las 13, 15 y 16, aunque solamente la 15 y 16 son de muda tipo 2. Con solamente eliminar estas dos actividades la duración total del ciclo del proceso se disminuye en un 30%, lo que significa que el proceso puede realizarse en 19 días como máximo.

Además en el mismo existen otras actividades que no tienen un alto impacto en la duración del mismo pero que han sido también clasificadas como mudas de tipo 2, como son las actividades siguientes:

- 8 - Consultar inventario del almacén central
- 14 - Justificar la negación de la compra
- 17 - Buscar y/o esperar por la respuesta
- 18 - Esperar por transferencia bancaria

Si se eliminan todas las actividades señaladas como muda de tipo 2, la duración del ciclo logístico del proceso de compras de piezas de repuesto se disminuye hasta 16 días, lo que representa una disminución del 41% de la duración total inicial calculada.

Existen otras actividades del proceso (las mudas de tipo 1) que no agregan valor pero son necesarias y que pudieran ser eliminadas si se automatizan y se conectan en una red todos los actores del proceso para poder gestionar desde cualquier lugar el inventario disponible de la empresa, e incluso de algunos proveedores.

### **3.3.2.- Selección y evaluación de los proveedores del proceso de compras.**

Como se describe en el capítulo 1, una de las principales actividades del proceso de compras es la selección y evaluación de proveedores, la cual se convierte en una actividad imprescindible para adquirir las piezas necesarias con la calidad requerida y garantizando ahorro en varios aspectos para la empresa, como por ejemplo la duración del ciclo y los costos logísticos en que se incurre.

Como no puede abordarse a la vez el estudio de todos los artículos o materiales que se requieren, estos se agrupan en familias de productos y se traza una investigación empezando por las más importantes. A veces este trabajo excede el tiempo disponible del comprador, por lo que puede ser recomendable su realización por especialistas en investigación de mercados.

Para la empresa ECOING 12, según los comportamientos históricos y las características del equipamiento de sus procesos productivos los principales proveedores son los siguientes:

1. Comercializadora Camilo Cienfuegos.
2. Comercializadora Construimport.
3. Soluciones Mecánicas.
4. Comercializadora Divep.
5. Comercializadora SASA.
6. Comercializadora Unecamoto.
7. Comercializadora Unevol.
8. Empresa Oleohidráulica de Cienfuegos.
9. Comercializadora Mercedes Benz.

Aunque existe un sinnúmero de factores para la selección de proveedores, según su área de influencia se pueden agrupar en: posicionamiento, surtido, aprovisionamiento, precio y márgenes, merchandising, comunicación y servicios.

En esta Empresa se parte del hecho que estos proveedores son los fundamentales en el mercado nacional, dadas las especificaciones y características del equipamiento disponible.

Una vez seleccionados los proveedores se debe realizar una evaluación de los mismos, la cual supone una comparación entre estos y suele resultar difícil y delicada, máxime si se tiene en cuenta que se trata de cotejar variables no cuantitativas mediante un proceso cuantitativo. Una de las técnicas cuantitativas más utilizada para apoyar este tipo de decisión es el uso de un

promedio ponderado (**Ver Anexo 14**) que tiene en cuenta diferentes criterios que resultan de interés para el decidor. El procedimiento a emplear consta de tres pasos:

1. Elección de los criterios que van a ser utilizados para evaluar los proveedores.
2. Ponderación de cada criterio según la importancia que le asigne el decidor.
3. Cálculo de la puntuación correspondiente a cada proveedor, lo cual nos permite obtener una valoración de cada uno de los proveedores. Lógicamente el o los proveedores seleccionados serán los que obtengan la más alta puntuación.

En términos generales, los sistemas de evaluación más comúnmente empleados, en particular en aquellas empresas dedicadas a la distribución comercial se limitan a tomar en cuenta como criterios tres indicadores que son: calidad, servicio y precio. Además de éstos existen otros factores que pueden servir para evaluar los proveedores y para tomar decisiones respecto a los mismos. Entre ellos se pueden considerar los siguientes: descuentos, flexibilidad, transporte, embalajes, faltantes en la entrega, capacidad de supervisión, localización, experiencia anterior, validez de la oferta, y calidad de la gestión.

Sin embargo, para la evaluación de los proveedores puede ser utilizado otro tipo de procedimiento multicriterio, basado en un procedimiento matricial que permite determinar por otra vía un ordenamiento de los criterios en función de la importancia que cada uno de éstos reviste para el decidor. Este ordenamiento es utilizado posteriormente para la evaluación de los proveedores. De este modo, en lugar de asignar directamente una ponderación a cada criterio, que indudablemente lleva implícito un ordenamiento relativo de la importancia de cada uno de ellos, sobre la base de realizar una consideración general y de conjunto, se aplica otro procedimiento en el que se toma en cuenta la importancia relativa de cada criterio cuando se compara con el resto.

Esto significa que el procedimiento matricial que se presenta es un procedimiento mediante el cual se compara cada criterio individualmente con cada uno de los criterios considerados, a partir de su significado e importancia, escribiendo en el escaque correspondiente de la matriz el que se considere más importante como resultado de la comparación. A partir de ahí se determina para cada criterio la frecuencia, la cual sirve de base para determinar el ordenamiento de los criterios en función de la importancia que le concede el decidor.

Por sus beneficios en esta investigación se utilizará el procedimiento matricial, a través del cual se propone la evaluación de los proveedores de la empresa antes mencionados. Para aplicar

este procedimiento se utilizó un grupo de 7 expertos de la ECOING 12 y de la propia actividad de compras los cuales se mencionan a continuación:

- Director General de la Empresa;
- Director de Base Logística;
- Director Económico de la Empresa;
- Comprador o Balancista;
- Director de Operaciones;
- Jefe de Brigada de Movimiento de Tierra;

**Mecánico Principal. (Ver Anexo 15)**

En la primera ronda de los expertos se les presentó un primer grupo de criterios, el cual contenía 17 aspectos para evaluar los proveedores de la empresa, pero se dejaron espacios vacíos para que los expertos pudieran agregar algún otro en caso necesario. De esta primera vuelta se obtuvo un listado de 7 criterios, los cuales estaban orientados a la objetividad de evaluación, dadas los recursos disponibles de la Empresa y las necesidades de sus equipos productivos. Estos criterios seleccionados por los expertos son: calidad del producto, precio del producto, distancia cliente proveedor, fecha de entrega a tiempo, variedad de productos, condiciones de pago, y servicio.

Seguidamente, tomando en cuenta estos 7 criterios, se procede a plantear una matriz de ponderación de los mismos utilizando una tercera ronda con los expertos donde le colocaron una valoración entre 1 y 100 puntos, obteniéndose el orden de importancia de los criterios establecidos. Con los resultados de cada experto se elaboró una matriz de comparación de criterios y se determinó la frecuencia de ocurrencia de cada criterio, de la cual se obtuvo el porcentaje de incidencia y con esto el orden de importancia, que se muestra en la tabla siguiente:

<b>Criterios</b>	<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Orden</b>
<b>K1</b>	Calidad del producto	5	18,52	2
<b>K2</b>	Precio del producto	4	14,81	3
<b>K3</b>	Distancia cliente proveedor	1	3,70	6
<b>K4</b>	Fecha de entrega a tiempo	7	26,0	1
<b>K5</b>	Variedad de productos	3	11.11	4

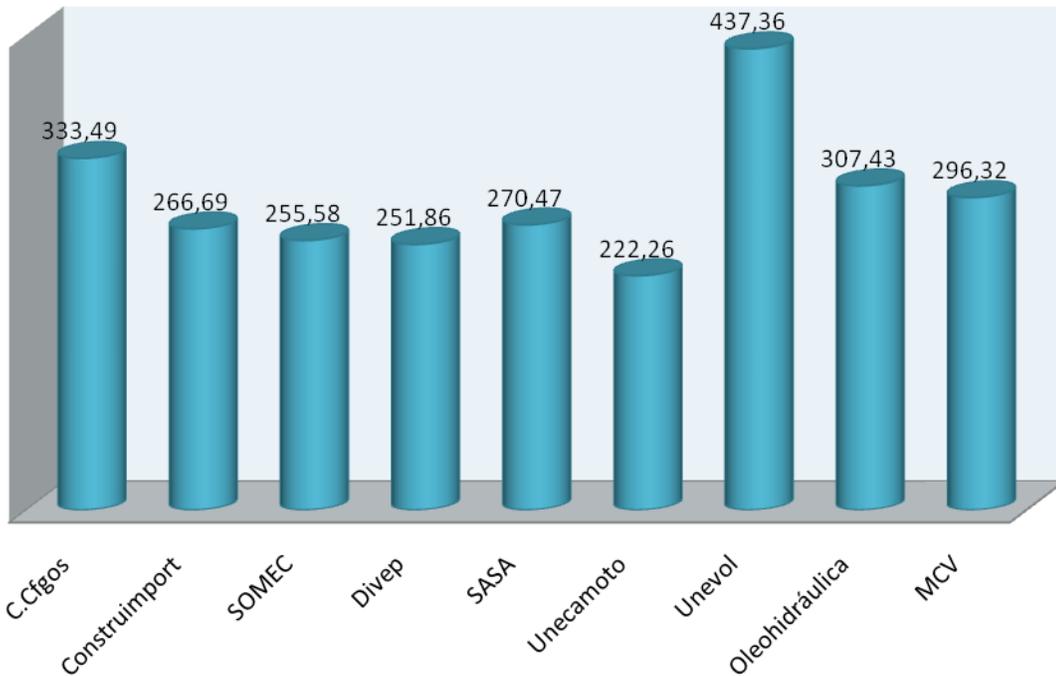
<b>K6</b>	Condiciones de pago	5	18,52	2
<b>K7</b>	Servicio	2	7,40	5
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100.00</b>	

Según esta valoración los criterios quedan ordenados como sigue:

<b>Orden</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Criterios</b>	K4	K1	K2	K5	K7	K3
		K6				

Nótese que en este caso se tiene más de un criterio con el mismo nivel de importancia.

Una vez dados estos criterios los expertos fueron evaluando cada proveedor en una cuarta ronda, de la cual se obtuvo la matriz de evaluación. Para ello se utiliza una escala de 0-5 puntos en cada uno de los criterios seleccionados. Se utilizó además la ponderación para diferenciar los criterios en orden de importancia de acuerdo el porcentaje de frecuencias obtenido para potenciar las evaluaciones de los proveedores, y se totalizaron los resultados por cada uno, como se muestra en la **figura 23**.



**Figura 23:** Evaluación de los proveedores del proceso de compras de piezas de repuesto.

Como se puede observar, el proveedor mejor evaluado para el proceso de compras de piezas de repuesto es la Comercializadora Unevol, con una evaluación de 437,36 puntos. Este proveedor a pesar de vender solo productos para los equipos Volvo es importante porque los

mismos poseen una excelente calidad, además son serios con las fechas de entrega, tienen un alto porcentaje en variedad, dan facilidad de pago de 30 días y aunque sus precios son elevados se considera que están acordes con la calidad, lo que los hace brindar un servicio de excelencia. A la empresa le es de gran importancia ya que una gran parte de sus equipos de construcción son de esta marca, tienen una capacidad constructiva extraordinaria, sus índices de roturas son muy bajos y por consiguiente su disponibilidad técnica es elevada.

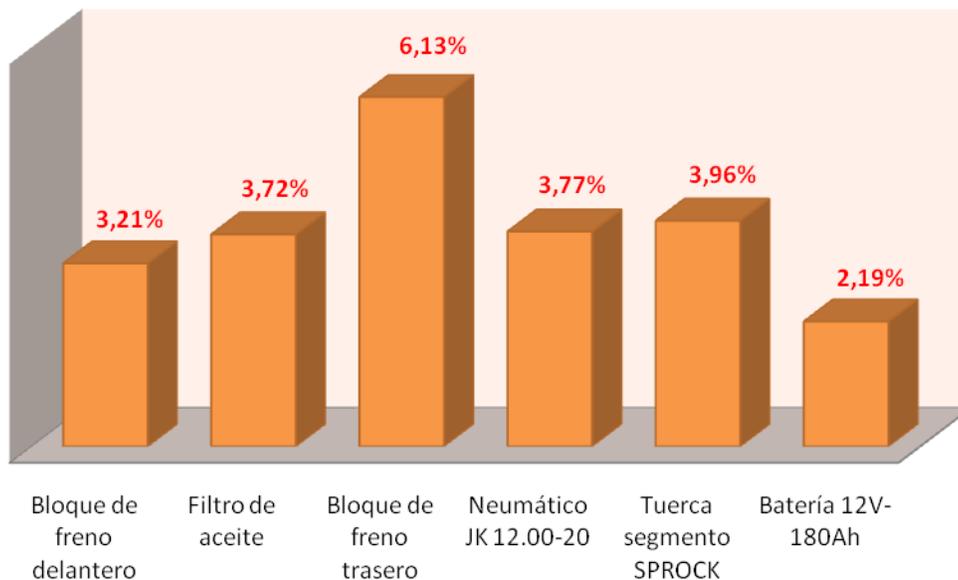
Como se puede observar además en la **figura 23**, otro proveedor que le ha seguido muy de cerca es la Comercializadora Camilo Cienfuegos, con una evaluación de 333,49 puntos. Esta empresa pertenece al Ministerio de la Construcción, y está diseñada para abastecer de piezas y otros productos a las empresas de este ministerio y aunque presenta debilidades con la variedad de productos, las fechas de entrega, así como en ocasiones sus productos no cumplen con los estándares de calidad, posee variedad de productos, excelentes condiciones de pago y buenos precios.

### **3.3.3.- Pronóstico de las salidas de piezas de repuesto del almacén.**

Después de analizar el proceso compras de piezas de repuesto de la ECOING 12 y realizado un análisis de las posibles actividades que pudieran ser eliminadas del ciclo para disminuir las pérdidas de tiempo por roturas, se procede entonces a la realización de una proyección de las posibles salidas de piezas de repuesto para próximos periodos, sobre la base de los datos recopilados en el almacén de años anteriores con el objetivo de encontrar las tendencias en las roturas de los equipos y elaborar los pronósticos de compras de piezas de repuesto previendo posibles roturas y disminuyendo la duración del ciclo logístico.

Para recopilar esta información se muestrearon las principales piezas de repuesto que tuvieron salidas del almacén entre los meses de junio del 2010 hasta noviembre del 2014 (**Ver Anexo 16**). En ese periodo se produjeron aproximadamente más de 10 107 salidas, de las cuales el 22,3% fueron del 2,6% de las piezas, y estas fueron las seleccionadas para realizar el análisis de los pronósticos y se muestran en la **figura 24**.

Como se puede observar la pieza que más solicitan es el Bloque de Frenos Traseros, el resto de las piezas tienen un comportamiento similar, pero ya el resto del total tiene un comportamiento muy por debajo de los seleccionados.



**Figura 24:** Representación de piezas en las salidas totales de almacén.

### 3.3.3.1.- Aspectos teóricos sobre Series Cronológicas.

Antes de comenzar el análisis de tendencia en las series cronológicas y el pronóstico de las mismas, se hace necesario tener en cuenta varias consideraciones al respecto, las cuales se analizan a continuación.

Una serie cronológica consiste en una sucesión de valores correspondientes a una variable o un indicador, los cuales son tomados a intervalos generalmente iguales, de tiempo. El desarrollo del indicador en el tiempo constituye un proceso estocástico. Mediante el análisis de las series cronológicas correspondientes a un determinado proceso estocástico, se permite una mejor comprensión del proceso y ayuda a formular hipótesis sobre el desarrollo del indicador analizado en el tiempo.

Existen varios instrumentos para detectar si una secuencia de datos es o no una serie. Todos se fundamentan en el siguiente razonamiento: si una secuencia no es completamente aleatoria, entre sus valores debe existir determinado grado de correlación. Así, mediante la exploración gráfica de una secuencia se puede apreciar el comportamiento irregular o no de sus valores representados en el gráfico. Aunque esta prueba no es definitiva de la existencia de aleatoriedad, o correlación entre sus valores, puede dar una idea primaria sobre esta característica.

Para desarrollar este análisis el primer paso consiste en probar si los datos pueden considerarse como una serie cronológica o no, para realizar dicha prueba a falta de programa especializado, se ha tomado el programa **STATGRAPHICS Centurión XV**. En este paquete de

programas especializado se pueden utilizar varias opciones diferentes pero para el análisis en cuestión se propone la opción el Método de Series de Tiempo Descriptivo, el cual da posibilidad de aplicar las pruebas siguientes:

1. Prueba para aleatoriedad.
2. La función parcial de autocorrelación.
3. Periodograma integrado.

El cuadro de Pruebas para Aleatoriedad muestra los resultados de pruebas adicionales realizadas para determinar si la serie de tiempo es puramente aleatoria o no. Se realizan tres pruebas:

1. Corridas arriba y debajo de la mediana: calcula el número de veces que la serie va arriba o debajo de su mediana. Este número es comparado con el valor esperado para una serie de tiempo aleatoria. Una serie con tendencia como la de los datos del tráfico, es probable que muestre significativamente menos corridas a las esperadas. Pequeños P-values (menos que 0.05 si se opera en un nivel de significancia de 5%) indican que la serie de tiempo no es puramente aleatoria.
2. Corridas arriba y abajo: calcula el número de veces que la serie sube y baja. Éste número se compara con el valor esperado para una serie de tiempo aleatoria. Una serie con fuerte oscilación, tal como los datos del tráfico, es muy probable de mostrar significativamente menos corridas que las esperadas. Pequeños P-values indican que la serie de tiempo no es puramente aleatoria.
3. *Prueba de Box-Pierce*: construye una prueba estadística basada en las primeras  $k$  autocorrelaciones muestrales al calcular. Éste estadístico se compara con una distribución chi-cuadrada con  $k$  grados de libertad. Como con las otras dos pruebas, pequeños P-values indican que la serie de tiempo no es puramente aleatoria.

Las tres pruebas sirven para determinar si una serie de datos es una secuencia aleatoria de números, o no. Una serie de tiempo de números aleatorios a menudo es llamada ruido blanco ya que contiene una contribución igual a varias frecuencias. Puesto que las tres pruebas son sensibles a diferentes tipos de desviaciones de un comportamiento aleatorio, el no pasar cualquiera sugiere que la serie de tiempo pudiera no ser completamente aleatoria.

La *Función Parcial de Autocorrelación* grafica las autocorrelaciones parciales muestrales y los límites de probabilidad. Si las barras que se extienden más allá de los límites superior o inferior corresponden a autocorrelaciones parciales significativas. Es decir, para comprobar si la lista de

valores puede ser tratada como una serie debe al menos un coeficiente sobrepasar la línea punteada del gráfico y así aceptar la secuencia de datos que se está analizando.

El *Periodograma Integrado* muestra las sumas acumuladas de las ordenadas del periodograma divididas entre la suma de las ordenadas de todas las frecuencias de Fourier. Se incluye una línea diagonal sobre la gráfica junto con bandas de Kolmogorov de 95% y 99%. Si la serie de tiempo es puramente aleatoria, el periodograma integrado debería caer dentro de esas bandas el 95% y 99% del tiempo. Para los datos del ejemplo mostrado, es seguro concluir que los datos no forman una serie de tiempo aleatoria.

Este conjunto de pruebas estadísticas serán aplicadas solamente a modo de prueba al grupo de piezas principales que se menciona en el epígrafe anterior.

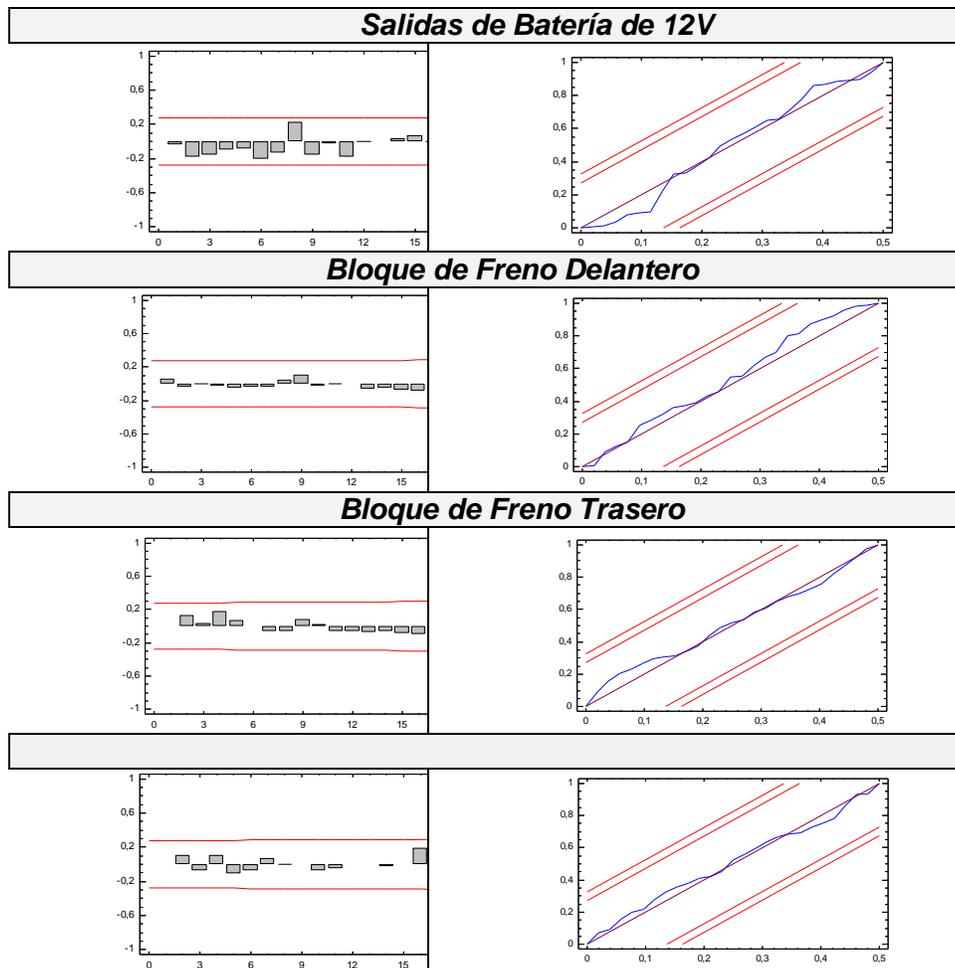
### **3.3.3.2.- Aplicación de métodos de pronósticos en las salidas de piezas.**

En la determinación de los pronósticos de las salidas de piezas de repuesto del almacén solamente se utilizaron aquellos productos que más movimiento tuvieron en el periodo analizado. Aunque estas salidas no representan a plenitud el 100% de las necesidades de piezas de repuesto si agrupan aproximadamente el 70% de las mismas, por tal razón el comportamiento de estos productos en el tiempo puede utilizarse para analizar sus movimientos históricos y determinar los posibles para periodos futuros.

Para aplicar los métodos de pronóstico fundamentales el primer paso consiste en probar si los datos recopilados pueden considerarse como una serie cronológica o no, para realizar dicha prueba a falta de programa especializado, se ha tomado el programa STATGRAPHICS Centurión XV, Versión 15.2.14, en español.

Para comprobar si las series de datos tienen comportamiento de serie cronológica, primero se aplicaron las tres pruebas de aleatoriedad y los resultados mostraron que solamente en los Filtros de Aceite y la Tuerca Segmento Sprock no se muestran resultados satisfactorios, es decir, las demás series de datos de las piezas presentadas no son series de tiempo completamente aleatorias. **(Ver Anexo 17)**

Posteriormente, se aplicaron las pruebas para determinar la *Función Parcial de Autocorrelación* y el *Periodograma Integrado*, como se muestra en la **figura 25**.

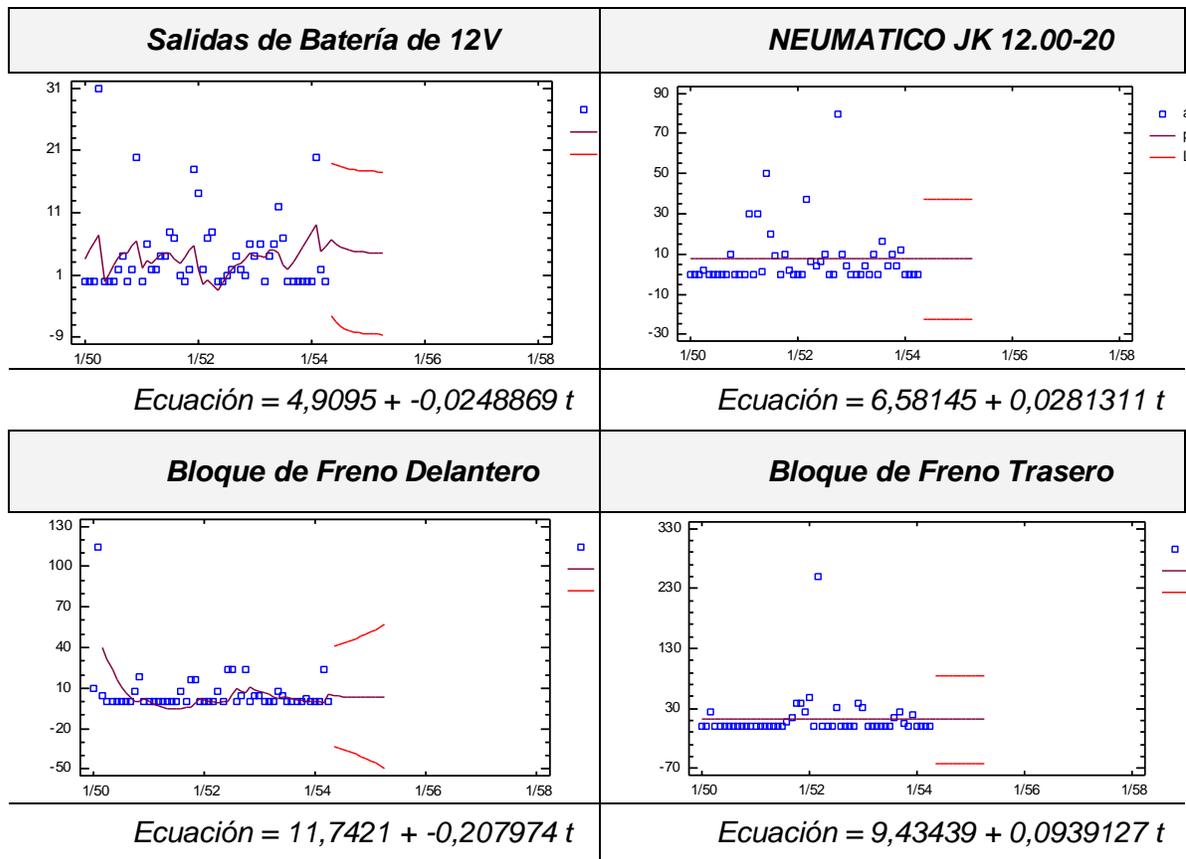


**Figura 25:** Resultados de las pruebas estadísticas aplicadas a las series de datos de las piezas.

A pesar de que todas las series de datos de las piezas no son estadísticamente significativas, se puede continuar realizando otros análisis para cuando el proceso muestre resultados estadísticamente controlables, se puedan utilizar.

Para realizar los pronósticos se utiliza la opción *Pronósticos* en el mismo programa STATGRAPHICS Centurión XV, y se selecciona la posibilidad *Modelo Definido por el Usuario*, del cual se obtienen la Comparación de Modelos para ver cuál se ajusta más a la serie de datos, el Gráfico de Autocorrelaciones de Residuos y Gráfico de Secuencia en Tiempo, entre otros resultados.

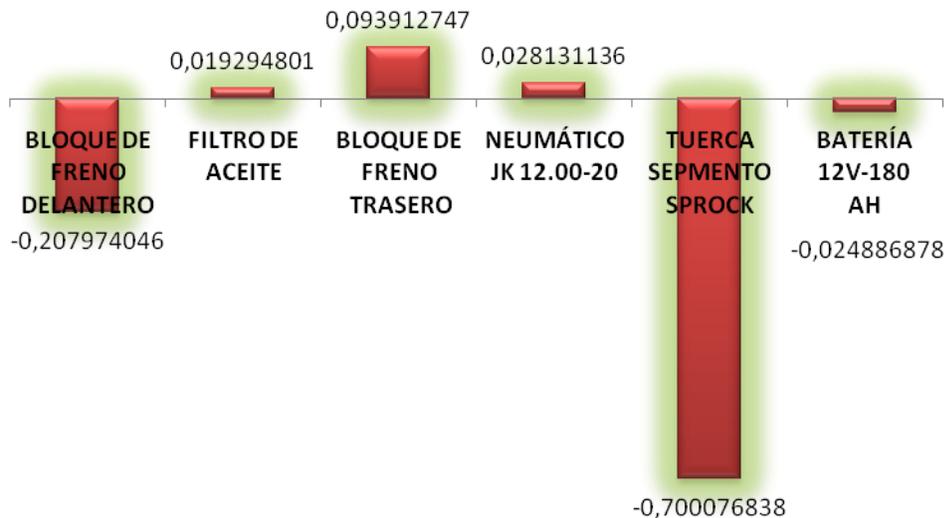
Estos resultados se correlacionan con el análisis de la pendiente, mediante los cuales se puede prevenir el movimiento de piezas futuro del almacén a partir del comportamiento histórico de las salidas que ha tenido cada pieza durante el periodo analizado. Además, se obtiene la ecuación propuesta para realizar dichas estimaciones por cada pieza, como se muestra en la **figura 26**.



**Figura 26:** Pronósticos de las salidas de piezas de repuesto del almacén.

De la misma forma se pueden establecer los pronósticos de estas piezas utilizando métodos estadísticos conocidos y muy simples de implementar y aprender en cualquier empresa. Tal es el caso de la Regresión Lineal para identificar el modelo correspondiente a la serie y realizar los pronósticos para prever comportamientos futuros y establecer las acciones correctivas correspondientes en cada caso. **(Ver Anexo 18)**

Mediante estos métodos de pronósticos se pueden estimar las salidas de piezas futuras del almacén y con ello identificar las posibles causas que están provocando la pérdida de horas del fondo horario de explotación de los equipos por motivos de roturas. Además se pueden analizar la tendencia que tienen estos movimientos históricos de las piezas de repuesto durante los periodos analizados, para ello se puede utilizar la pendiente de cada serie de datos, como se muestra en la **figura 27**.



**Figura 27:** Tendencia de los movimientos históricos de las piezas de repuesto en el almacén.

En este análisis se puede observar que existen tres piezas de repuesto que traen una pendiente negativa de sus movimientos y la misma cantidad con valores positivos, lo que debe ser motivo de revisión de las posibles causas por las cuales dichas piezas salen del almacén para las brigadas. Para identificar estas causas es imprescindible el conocimiento sistémico del equipamiento, de los procesos productivos y sus operaciones, así como los procedimientos de trabajo empleados y de toda su documentación técnica dada por los fabricantes de los mismos.

### 3.4.- Evaluación y seguimiento del desempeño del Sistema Logístico.

Esta etapa del procedimiento no ha sido implementada debido a que aún no se han puesto en aplicación todas las herramientas de mejora que se han descrito en los epígrafes anteriores.

Aunque el objetivo fundamental de esta etapa consiste en evaluar nuevamente los objetivos estratégicos del subsistema de aprovisionamiento de la Empresa Constructora de Obras Ingenieras No. 12. En tal sentido su implementación quedará pendiente para futuras investigaciones a realizar.

### 3.5.- Conclusiones Parciales del Capítulo 3.

De los análisis y resultados del procedimiento de mejora con enfoque logístico que se ha implementado en este capítulo se ha arribado a las conclusiones siguientes:

- El proceso de compras de piezas de repuesto de la Empresa, es uno de los procesos de apoyo que pertenece al subsistema de aprovisionamiento y que garantiza en gran medida la disponibilidad de los equipos que intervienen en los procesos claves.

- Para estudiar el proceso se utilizó el MGO del cual se identificó que el 56,52% son actividades del flujo de información (56,52%), mientras que el resto lo dividen a partes iguales las actividades del flujo material y el financiero.
- Del diagnóstico del subsistema logístico se obtuvo el nivel de servicio del proceso de compras de piezas de repuesto con un valor de 68,4%, así como se estimaron los tiempos de las actividades del proceso para calcular la duración del ciclo logístico con un valor de 27 días. Por tales resultados se debe identificar que las principales causas están originadas por las horas perdidas por los equipos por los conceptos de roturas, reparación y mantenimiento.
- De las herramientas de mejora logística implementadas, cuando se analizó la duración del ciclo logístico se identificaron 6 actividades que, de ser eliminadas, la duración total del ciclo logístico se disminuye en un 41% del valor estimado.
- Se realizó una selección y evaluación de los principales proveedores del proceso, donde se determinó que la Comercializadora Unevol, tuvo mejores resultados dados los criterios utilizados en tal procedimiento, seguida de la Comercializadora Camilo Cienfuegos.
- De la aplicación de los métodos de pronóstico se identificaron aquellas piezas que más movimientos han tenido en los últimos periodos resultando ser y se proyectaron las posibles salidas a presentarse para periodos futuros.

## Conclusiones

Una vez culminada la investigación se arriba a las siguientes conclusiones:

**PRIMERA:** La Logística puede definirse como una ciencia, un proceso, un enfoque de dirección estratégica, un conjunto de actividades, y desde el punto de vista comercial, como un sistema interempresarial que se ocupa de planificar, administrar y controlar eficaz y eficientemente el flujo y almacenamiento de bienes, servicios y la información relacionada a estos, desde el punto de origen al punto de consumo con el propósito de satisfacer los requerimientos de los clientes. Para definir la Logística no puede obviarse que esta no es solo distribución física; sino que en el flujo de bienes y servicios ha de tenerse en cuenta la cantidad, calidad, lugar, tiempo de entrega asegurando costos mínimos para la empresa. La conjugación de estos elementos garantiza a la misma la competitividad necesaria para operar en el complejo mercado actual.

**SEGUNDA:** El aprovisionamiento es uno de los subsistemas de la Logística que se ocupa de proveer, almacenar e inventariar para la empresa las materias primas, materiales y piezas, que esta necesita para un eficiente y eficaz funcionamiento de todo su sistema logístico. Dentro de las áreas que abarca el aprovisionamiento, la gestión de compras es una función empresarial estratégica que persigue la adquisición de insumos en la calidad, cantidad, y tiempo adecuados y al menor costo posible. La adopción de un enfoque logístico en el proceso de compras ha vuelto imprescindible para elevar el nivel de competitividad de la empresa.

**TERCERA:** La selección de proveedores constituye dentro de la gestión de compras una actividad que repercute notablemente en la empresa. La misma influye en la capacidad de esta para producir a bajo costo, con la calidad y la estabilidad que necesita para satisfacer las expectativas de los clientes.

**CUARTA:** El mantenimiento técnico es el conjunto de operaciones tecnológicas que permiten reparar, prevenir, predecir y mejorar, el estado técnico de los equipos, máquinas y maquinarias que se emplean en el proceso productivo. Dicho mantenimiento garantiza, entre otros aspectos, la disponibilidad técnica de los equipos. Esta última se expresa mediante el coeficiente de disponibilidad técnica.

**QUINTA:** La ECOING 12 de Cienfuegos se subordina al Ministerio de la Construcción. La misma es una Empresa productiva que se dedica a dos actividades fundamentales: pavimentación y movimiento de tierra. Esta última es la que mayor cantidad de piezas de repuesto consume, la que más impacto tiene en los resultados de la Empresa, y contradictoriamente, es la que más tiempo productivo perdió en el 2013 pues sus equipos tuvieron mayor cantidad de horas de rotura. Debido a que la obsolescencia del equipamiento no

puede ser solucionada, el plan de mejoras estuvo enfocado en el proceso de gestión de las compras de piezas de repuesto.

**SEXTA:** Partiendo de la necesidad de eliminar de las ineficiencias a lo largo de toda la cadena logística y de crear un servicio de alto valor agregado al cliente final, se propone un procedimiento para estudiar, analizar y mejorar cualquier sistema o subsistema logístico; partiendo del enfoque de sistema logístico en el cual cualquier empresa está compuesta por un subsistema de aprovisionamiento, de producción y de distribución. El procedimiento consta de los siguientes pasos: estudio y diagnóstico del sistema logístico, implementación de herramientas logísticas, y evaluación y seguimiento del desempeño del sistema logístico.

**SÉPTIMA:** Con las herramientas aplicadas en el procedimiento implementado se obtuvo el nivel de servicio del proceso de compras; se midió la duración del ciclo de dicho proceso y se propuso su disminución en un 41% del valor actual estimado. Como parte de las mejoras que se proponen, para seleccionar los proveedores de la ECOING 12 se tuvieron en cuenta los indicadores siguientes: calidad, precio, y variedad del producto, distancia cliente-proveedor, entrega a tiempo, condiciones de pago y servicio. Del proceso de selección de proveedores resultaron ser Unevol y la Comercializadora Camilo Cienfuegos los más idóneos. Por último, mediante el análisis de los movimientos históricos de piezas del almacén se hizo un pronóstico de las futuras necesidades de piezas de repuesto.

## RECOMENDACIONES

Una vez concluida la investigación se realizan las siguientes recomendaciones:

A la ECOING 12:

Dar facultades a los almaceneros de las brigadas para que revisen el sistema general de inventario en busca de la pieza que se necesita en el taller donde se encuentra el equipo roto.

Eliminar la Comisión de Divisa del GECC y dar facultades a la dirección de la Empresa para decidir en sus compras sin tener que consultarlo. Esto sería muy ventajoso para la empresa, ya que aumentaría la rapidez de respuesta a las roturas de los equipos.

Que la Empresa pueda tener el dinero en sus cuentas tanto en MN como en CUC. Esto evitaría violaciones eventuales del procedimiento en que pudiera incurrirse con el fin de obtener la pieza y no afectar la producción; además de agilizaría el proceso de compras.

Crear un stock de piezas en el almacén teniendo en cuenta el pronóstico elaborado por el investigador.

Elaborar una categorización de los equipos que intervienen en el proceso de producción. Con dicha categorización puede dar prioridad en el arreglo a los equipos de mayor importancia.

Proponer que se cree un documento oficial de los pedidos que hacen las brigadas a la base logística y que se archive, ya que es el único elemento (dato) que falta para poder medir el nivel de servicio.

Implementar el procedimiento con enfoque logístico elaborado, y llevar a cabo la fase de control y seguimiento para tomar las medidas correctivas necesarias y recomenzar el ciclo con el estudio del sistema logístico.

A la Universidad de Cienfuegos: Que la presente investigación sirva de material de consulta a futuras investigaciones.

## Bibliografía

- Acevedo, J. (2001). *Gestión de la Cadena de Suministros*. La Habana.
- Acevedo, J. G. (2007). *Logística del aprovisionamiento*. La Habana: Logespro.
- Acevedo, J., & Gómez, M. (2010). *La logística moderna en la empresa*. La Habana: Félix Varela.
- Acevedo Suárez, J. G. (2010). *La logística moderna en la empresa*. La Habana: Félix Varela.
- Acevedo Suárez, J. G., Urquiaga Rodríguez, A., Gómez Acosta, M., & Hernández Torres, M. (2001). *Organización de la producción y los servicios*. La Habana: Laboratorio de logística y gestión de la producción.
- Agueda, E. (1997). *Principios de Marketing*. Madrid: ESIC Editorial.
- Ballou, R. (2004a). *Logística Empresarial. Planificación y Control*. Díaz de Santos S.A.
- Ballou, R. (2004b). *Logística. Administración de la Cadena de Suministros*. México: Pearson Educación.
- Caamaño Abello, D. (n.d.). Proceso de Compras.
- Carrasco, J. (2000). Evolución de los enfoques y conceptos de la logística. Su impacto en la dirección y gestión de las organizaciones. *Economía Industrial*, (23).
- Cespón, R., & Amador, M. (n.d.). *Administración de la cadena de suministros*. UNITEC.
- Chepurny, V. (1974). *Servicios Técnicos a los vehículos* (Vol. I). La Habana: Pueblo y Educación.
- Christopher, M. (2002). *Logística. Aspectos Estratégicos*. Mexico: Limusa.
- Clase 3. Logística. (2014).
- Correa Perea, E. (2005, November 30). Retrieved November 30, 2005, from <http://www.zonalogistica.com/edicion18/opinion.html>
- Correa Rodríguez, D. (2014). *Auditoría de gestión al proceso de compras en la Empresa Municipal de Comercio y Gastronomía Manicaragua*. Cienfuegos, Cuba.
- Crone, S. (2014, November 30). Retrieved November 30, 2014, from <http://www.distribucion-y-logistica.com>
- Delgado Álvarez, N. (2013). *PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DEL SERVICIO DE ENVÍOS DE MENSAJERÍA DHL EXPRESS, PERTENECIENTE A LA EMPRESA DE CORREOS CIENFUEGOS*. Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.

- Escobar Refusta, J. (2014, December 9). Retrieved December 9, 2014, from <http://www.dialnet.unirioja.es>
- Felipe Valdés, P., & Rodríguez Aynat, B. (n.d.). Retrieved from <http://www.uh.cu/facultades/economía>
- Gómez Acosta, M., & Acevedo Suárez, J. (2001). *La logística moderna y la competitividad empresarial*. La Habana: Laboratorio de logística y gestión de la producción.
- Gómez Acosta, M., Acevedo Suárez, J. G., & Urquiaga Rodríguez, A. (2001). *Gestión de la cadena de suministro*. La Habana: Laboratorio de Logística y Gestión de la Producción.
- Gómez, M., & Acevedo, J. (2001). *Diseño del servicio al cliente*. La Habana: Logespro.
- Hernández, R. (1998). *Servicio al cliente*. Matanzas.
- Hernández, R., Amilcar, R., & Ruano, E. (2003). *La Logística y su papel en el desarrollo de las organizaciones*. Santiago de Cuba, Cuba: Universidad de Oriente.
- ISO. (2008). Norma Cubana ISO 9001:2008. Sistema de Gestión de la Calidad.
- Manzuoli, J. P. (2009). Una visión renovadora sobre el proceso de decisión de compras. *Revista Electrónica FCE*, 3.
- Martínez Curbelo, G., & Noemí, D. (2009). Evaluación de los conocimientos logísticos en empresas del territorio de Cienfuegos. *Anuario Científico Universidad de Cienfuegos*, 1.
- Nariño, H., León, G., Rivera, N., León, M., Villanueva, S., & Pentón, B. (2014, December 19). Retrieved from <http://www.eumed.net>
- Nariño, H., León, G., Villanueva, S., Pentón, B., León, M., & Rivera, N. (2010). Apuntando a la mejora integral de procesos hospitalarios. Experiencia en hospitales cubanos. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*.
- Norma Ramal de Mantenimiento Técnico. (2004). MITRANS, Cuba.
- Parra, C., Negrín, E., & Gómez, O. (2009). *Procesos de servicios: tendencias modernas en su gestión*. Ciudad de La Habana: Universitaria.
- Pérez Castellanos, Y. (2013). *Procedimiento para la mejora del proceso de gestión de pedidos en la Empresa Comercializadora Mayorista ITH Cienfuegos*. Cienfuegos, Cuba: Universidad de Cienfuegos.
- Sánchez García, E. (2014). *Procedimiento para la mejora de la calidad del proceso de gestión de compras en el Centro Nacional para la certificación industrial*. Cienfuegos, Cuba.
- Thompson, I. (2014, December 19). Retrieved from <http://www.promonegocios.net>

Torres, G. (2004). *Logística. Temas seleccionados* (Vol. 3). La Habana: Feijóo.

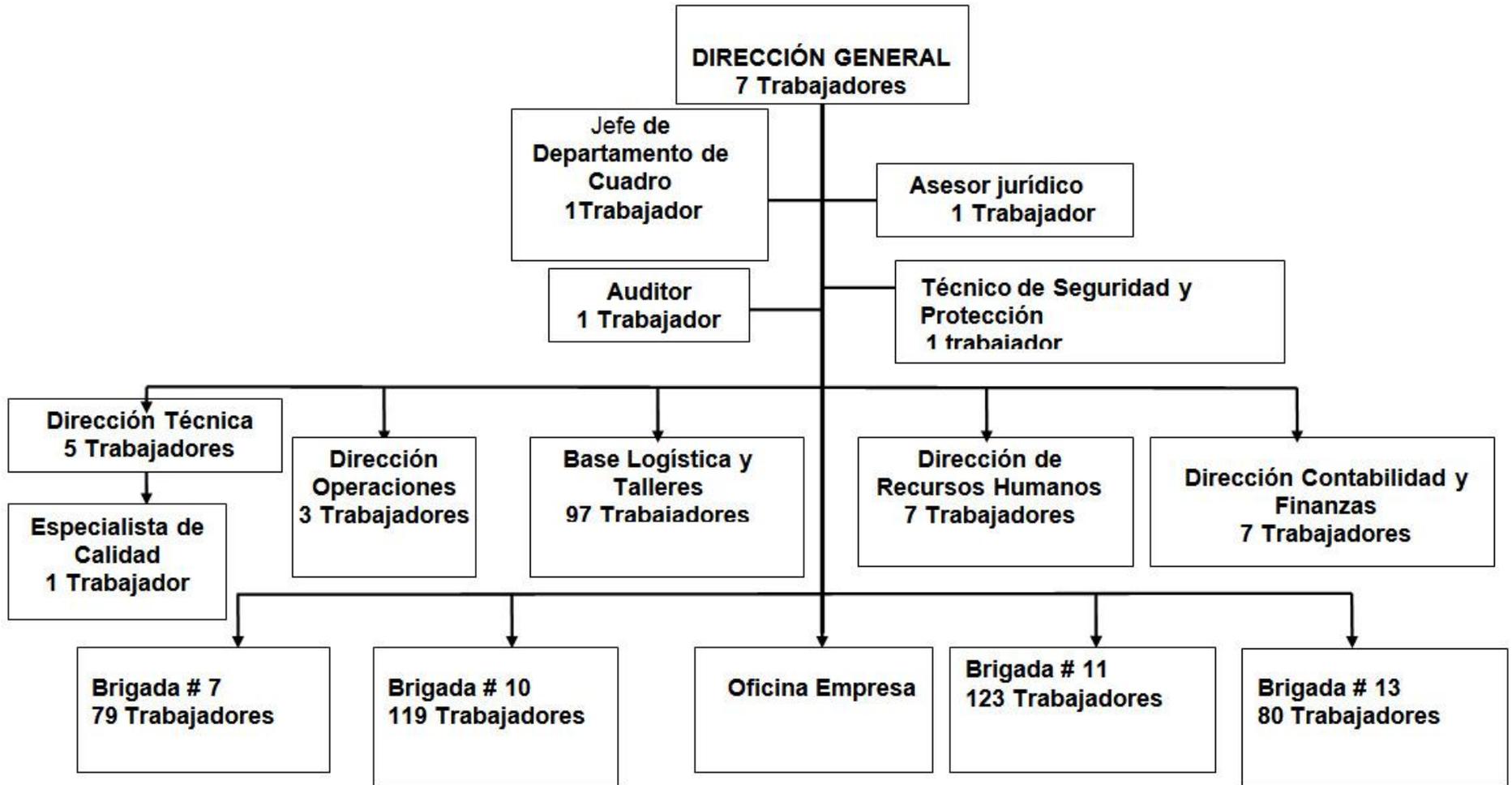
Torres, M. (2004). *Logística. Temas seleccionados* (Vol. 1). La Habana: Feijóo.

Torres, M., Daduna, J., & Mederos, B. (2004). *Logística. Temas Seleccionados* (Vol. 2). Feijóo.

Villegas, K. (2006, August 21). Retrieved December 19, 2014, from <http://www.mailxmail.com>

## **Anexos**

Anexo 1. Estructura Organizativa de la Empresa Constructora de Obras de Ingeniería No. 12



## Anexo 2. Plan de producción de la empresa



Empresa Constructora de  
Obras de Ingeniería No. 12

Brigadas	Real Acumulado Diciembre		% Acum
	MN	CUC	
ASFALTO B#7	5,714.70		24.61%
	5,512.50	202.23	
MOV. TIERRA B#10	6,093.80		26.24%
	5,847.50	246.30	
MOV. TIERRA B#11	6,150.90		26.48%
	6,043.60	107.30	
ASFALTO B#13	5,264.70		22.67%
	5,163.90	100.80	
<b>Total Empresa</b>	<b>22,567.50</b>	<b>656.63</b>	<b>108.02</b>

	<b>MOV T</b>	<b>ASFALTO</b>	
<b>Producción Total.</b>	<b>12,244.70</b>	<b>10,979.40</b>	<b>23,224.10</b>
	<b>52.72%</b>	<b>47.28%</b>	
<b>Modena Nacional.</b>	<b>11,891.10</b>	<b>10,676.40</b>	<b>22,567.50</b>
	<b>52.69%</b>	<b>47.31%</b>	
<b>En Divisa.</b>	<b>353.60</b>	<b>303.03</b>	<b>656.63</b>
	<b>53.85%</b>	<b>46.15%</b>	

Anexo 3. Gastos de la empresa por brigadas. Brigada 10.



Análisis Consolidado de los Gastos por Elemento

Período contable: Diciembre/2013

Organismo : MICONS

Empresa : Empresa de Obras de Ingeniería No 12

Reeup : 126.0.03233

Establecimiento: 0323310 Presa Abreus

Elemento	Descripción	Saldo Anterior	Mes		Saldo Acumulado
			Debe	Haber	
<b>Moneda: MN</b>		<b>16381.27</b>	<b>782030.58</b>	<b>782030.58</b>	<b>16381.27</b>
110000	MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	1233753.89	115439.02	0.04	1349192.87
220000	PIEZAS DE REPUESTO	43172.33	1067.83		44240.16
300000	COMBUSTIBLE	422970.16	71468.76	35419.23	459019.69
400000	ENERGIA	12165.39	2056.22	686.20	13535.41
500000	SALARIO	1075681.63	96372.20	9381.64	1162672.19
700000	DEPRECIACION Y AMORTIZACION	30699.97	1211.78		31911.75
800000	OTROS GASTOS MONETARIOS	305494.50	19802.07		325296.57
900000	TRASPASOS	(3107556.60)	474612.70	736543.47	(3369487.37)
<b>Moneda: CUC</b>			<b>110223.08</b>	<b>110223.08</b>	
110000	MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	70590.33	6698.71		77289.04
220000	PIEZAS DE REPUESTO	91842.65	4529.33		96371.98
300000	COMBUSTIBLE	35298.60	7029.00	3514.50	38813.10
700000	DEPRECIACION Y AMORTIZACION	1096.15	99.65		1195.80
800000	OTROS GASTOS MONETARIOS	32033.01	250.33		32283.34
900000	TRASPASOS	(230860.74)	91616.06	106708.58	(245953.26)
<b>TOTAL :</b>		<b>16381.27</b>	<b>892253.66</b>	<b>892253.66</b>	<b>16381.27</b>
<b>TOTAL ELEMENTOS MENOS EL 900000 :</b>		<b>3354798.61</b>	<b>326024.90</b>	<b>49001.61</b>	<b>3631821.90</b>

### Anexo 3. Gastos de la empresa por brigadas. Brigada 11

Continuación...



Organismo : MICONS

Empresa : Empresa de Obras de Ingeniería No 12

Reeup : 126.0.03233

### Análisis Consolidado de los Gastos por Elemento

Período contable: Diciembre/2013

Establecimiento: 0323311 Brigada11

Elemento	Descripción	Saldo	Mes		Saldo
		Anterior	Debe	Haber	Acumulado
<b>Moneda: MN</b>		<b>11157.38</b>	<b>295813.70</b>	<b>295813.70</b>	<b>11157.38</b>
110000	MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	156563.00	24194.44	1084.64	179672.80
220000	PIEZAS DE REPUESTO	72247.20	1861.91		74109.11
300000	COMBUSTIBLE	291709.25	44297.14	22143.33	313863.06
400000	ENERGIA	3345.63	959.17		4304.80
500000	SALARIO	764549.64	76731.11	4724.93	836555.82
700000	DEPRECIACION Y AMORTIZACION	33506.15	2222.40		35728.55
800000	OTROS GASTOS MONETARIOS	163972.76	9654.46		173627.22
900000	TRASPASOS	(1474736.25)	135893.07	267860.80	(1606703.98)
<b>Moneda: CUC</b>		<b>(433.43)</b>	<b>16387.09</b>	<b>16387.09</b>	<b>(433.43)</b>
110000	MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	15823.72	1573.20		17396.92
220000	PIEZAS DE REPUESTO	91320.25	6944.20		98264.45
300000	COMBUSTIBLE	20243.10	6296.40	3148.20	23391.30
700000	DEPRECIACION Y AMORTIZACION	5666.98	515.18		6182.16
800000	OTROS GASTOS MONETARIOS	6842.05	99.19		6941.24
900000	TRASPASOS	(140329.53)	958.92	13238.89	(152609.50)
<b>TOTAL :</b>		<b>10723.95</b>	<b>312200.79</b>	<b>312200.79</b>	<b>10723.95</b>
<b>TOTAL ELEMENTOS MENOS EL 900000 :</b>		<b>1625789.73</b>	<b>175348.80</b>	<b>31101.10</b>	<b>1770037.43</b>

### Anexo 3. Gastos de la empresa por brigadas. Brigada 7.

Continuación...



#### Análisis Consolidado de los Gastos por Elemento

Período contable: Diciembre/2013

Organismo : MICONS

Empresa : Empresa de Obras de Ingeniería No 12

Reeup : 126.0.03233

Establecimiento: 0323307 Pavimentacion Cienfuegos

Elemento	Descripción	Saldo Anterior	Mes		Saldo Acumulado
			Debe	Haber	
<b>Moneda: MN</b>		<b>7168.55</b>	<b>874268.32</b>	<b>862597.86</b>	<b>18839.01</b>
110000	MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	2167386.87	289647.71	2576.57	2454458.01
220000	PIEZAS DE REPUESTO	28168.61	758.07		28926.68
300000	COMBUSTIBLE	563973.88	93839.97	17571.93	640241.92
400000	ENERGIA	55385.11	10406.57		65791.68
500000	SALARIO	604323.46	61903.30	5245.19	660981.57
700000	DEPRECIACION Y AMORTIZACION	34659.08	2704.37		37363.45
800000	OTROS GASTOS MONETARIOS	234280.44	21616.83		255897.27
900000	TRASPASOS	(3681008.90)	393391.50	837204.17	(4124821.57)
<b>Moneda: CUC</b>		<b>12.27</b>	<b>15229.85</b>	<b>15229.85</b>	<b>12.27</b>
110000	MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	18677.75	2520.40	614.75	20583.40
220000	PIEZAS DE REPUESTO	32707.87	1927.79		34635.66
300000	COMBUSTIBLE	12008.70	3395.70		15404.40
700000	DEPRECIACION Y AMORTIZACION	30248.60	298.12		30546.72
800000	OTROS GASTOS MONETARIOS	8729.64	273.94		9003.58
900000	TRASPASOS	(102360.29)	6813.90	14615.10	(110161.49)
<b>TOTAL :</b>		<b>7180.82</b>	<b>889498.17</b>	<b>877827.71</b>	<b>18851.28</b>
<b>TOTAL ELEMENTOS MENOS EL 900000 :</b>		<b>3790550.01</b>	<b>489292.77</b>	<b>26008.44</b>	<b>4253834.34</b>

Anexo 3. Gastos de la empresa por brigadas. Brigada 13.

Continuación...



Análisis Consolidado de los Gastos por Elemento

Período contable: Diciembre/2013

Organismo : MICONS

Empresa : Empresa de Obras de Ingeniería No 12

Establecimiento: 0323313 Paviemntacion Cartagena

Reeup : 126.0.03233

Elemento	Descripción	Saldo	Mes		Saldo
		Anterior	Debe	Haber	Acumulado
<b>Moneda: MN</b>		<b>5153.38</b>	<b>715309.04</b>	<b>711755.79</b>	<b>8706.63</b>
110000	MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	1923390.16	345951.15	134558.77	2134782.54
220000	PIEZAS DE REPUESTO	41483.25	1083.80		42567.05
300000	COMBUSTIBLE	474663.42	50611.38	15185.06	510089.74
400000	ENERGIA	50036.67	11916.36	552.81	61400.22
500000	SALARIO	604150.12	69093.14	18482.72	654760.54
700000	DEPRECIACION Y AMORTIZACION	53766.33	4280.40		58046.73
800000	OTROS GASTOS MONETARIOS	118926.21	9948.09		128874.30
900000	TRASPASOS	(3261262.78)	222424.72	542976.43	(3581814.49)
<b>Moneda: CUC</b>		<b>1057.42</b>	<b>17447.86</b>	<b>17447.86</b>	<b>1057.42</b>
110000	MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	22789.25	1755.23	0.40	24544.08
220000	PIEZAS DE REPUESTO	50204.12	1824.63		52028.75
300000	COMBUSTIBLE	24736.47	3455.10	1658.25	26533.32
700000	DEPRECIACION Y AMORTIZACION	18.59	1.69		20.28
800000	OTROS GASTOS MONETARIOS	14880.98	3513.46		18394.44
900000	TRASPASOS	(111571.99)	6897.75	15789.21	(120463.45)
<b>TOTAL :</b>		<b>6210.80</b>	<b>732756.90</b>	<b>729203.65</b>	<b>9764.05</b>
<b>TOTAL ELEMENTOS MENOS EL 900000 :</b>		<b>3379045.57</b>	<b>503434.43</b>	<b>170438.01</b>	<b>3712041.99</b>

**Anexo 4. Indicadores de explotación de los equipos del ECOING 12, año 2013. Movimiento de tierra (CDT)**

<b>INVENTARIO</b>	<b>MARCA/MODELO</b>	<b>FHE</b>	<b>ROTURA</b>	<b>Mtto Planificado</b>	<b>Reparac. Gral.</b>	<b>% ROTURA</b>	<b>% MTP</b>	<b>% RG</b>	<b>% CDT</b>
BE 557154	KOMATSU D-85	3028	416	29		13,7	1,0	0	85,3
BE 396264	KOMATSU D-85	3039	1890	6		62,2	0,2	0	37,6
BE 557150	KOMATSU D-85	3016	656	30	250	21,8	1,0	8,3	69,0
MN 558474	D MOTONIVELADORA DZ-122	2970	2552	54		85,9	1,8	0	12,3
CG 235688	A/BARFORT	2946	112	158		3,8	5,4	0	90,8
CG 238009	VOLVO 4400	3030	577	79	250	19,0	2,6	8,3	70,1
CG 820577									
CV 559471	KAMAZ 5315	3048	535	144		17,6	4,7	0,0	77,7
CV 559472	KAMAZ 5315	3032	538	92		17,7	3,0	0,0	79,2
CV 559485	KAMAZ 5315	2910	453	294		15,6	10,1	0,0	74,3
CV 559560	KAMAZ 5315	3014	291	98		9,7	3,3	0,0	87,1
CV 559564	KAMAZ 5315	3024	787	146		26,0	4,8	0,0	69,1
			<b>8807</b>	<b>1130</b>	<b>500</b>	<b>26,6</b>	<b>3,4</b>	<b>1,5</b>	<b>68,4</b>

## Anexo 5. Costo medio de roturas por equipos en el año 2013.

Costo rotura \* horas = Costo rotura + (horas roturas \* capacidad de producción)

Costo rotura por equipo

BE = \$18924.14      CG = \$1801.87      MN = \$8145.6      CV = \$2503.96

Capacidad de producción:

Descripción :		EXCAVACION Y CARGA DE MATERIAL EN CANTERA					
RV	Cod Equipo	Descripción	UM	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	
012721		EXCAVACION EN CANTERA PARA CONFORMAR TERRAPLEN	m3	111,00	\$ 1,41	\$ 156,51	
							<b>\$ 156,51</b>
	0022005458	BULLDOZER D-85	he	2,97	<b>2,97</b>		
	0022414007	CARGADOR DE CUCHARON FRONTAL DE 2,26-2,50 M3	he	1,30	<b>1,30</b>		
Descripción :		TRANSPORTE DEL MATERIAL EXCAVADO Y CARGADO EN CANTERA					
RV	Cod Equipo	Descripción	UM	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	
016141		TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA HASTA 1 KM	m3	160,00	\$ 0,83	\$ 132,58	
							<b>\$ 132,58</b>
	0053204006	CAMION DE VOLTEO DE 8.1 -10.0 M3	he	4,79	<b>4,79</b>		
Descripción :		RIEGO Y COMPACTACION DEL MATERIAL EXCAVADO, CARGADO Y TRANSPORTADO DE CANTERA					
RV	Cod Equipo	Descripción	UM	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	
015112		CONFORMACION DE TERRAPLEN COMPACTADO	m3	100,00	\$ 1,36	\$ 136,00	
							<b>\$ 136,00</b>
	0022005305	BULLDOZER D-85	he	3,70			
	0024204400	MOTONIVELADORA DE 96-110 HP	he	0,74			
	0025394786	CILINDRO COMPACTADOR SOBRE NEUMATICOS	he	0,74			
	0054814008	CAMION TANQUE PARA AGUA DE 8001-9000 LT DE CAPACIDAD	he	1,48			
					<b>1,67</b>	Media	
							<b>Costo Total: \$ 425,09</b>

## Anexo 6. Orden de trabajo.

		NT - 2			O.T. No.								
		<b>ORDEN DE TRABAJO</b>			D	M	A	Hora					
EMPRESA	CODIGO				TALLER	CODIGO	CATEGORIA DE MAQ.						
TIPO DE MAQ.		MARCA:		MODELO:		No. DEL BNC							
CHAPA:		RESPONSABLE:			USUARIO:								
(1) TRABAJO SOLICITADO					MANTENIMIENTO			OTROS S. TEC.	AVERIA				
					1	2	3						
					ENGRASES								
(2) INFORME TECNICO													
(3) PIEZAS UTILIZADAS													
SNC-1-13	IMPORTE	SNC-1-13	IMPORTE	SNC-1-13	IMPORTE	SNC-1-13	IMPORTE						
(4) MATERIALES UTILIZADOS				(5) TIEMPO DE TALLER			DESDE			HASTA			TIEMPO TOTAL
SNC-1-13	IMPORTE	SNC-1-13	IMPORTE	Espera de Ejecución			D	M	Hora	D	M	Hora	
				De ejecución									
				De ejecución									
				Espera de piezas									
				Espera de piezas									
				Espera de Materiales									
				Espera Usuario									
				Total de talleres									
(6) OBSERVACIONES						(7) ORDENES EMITIDAS							
Control de Calidad:						Usuario:							
Nombre:						Nombre:							
Firma:						Firma:							





**Anexo 9. Cheque en Moneda Nacional.**

<b>5001585-0</b> FECHA: _____	<b>B</b> BANCO DE CRÉDITO Y COMERCIO SUCURSAL <b>4821</b> No. DE SERIE <b>5001585-0</b> TIP. CH. <b>001</b>
No.: _____	D. M. A. Y. PAGUESE A / PAY TO _____
ENTREGADO A: _____	EL IMPORTE DE / THE AMOUNT OF (EN LETRAS / IN WORDS) _____
	EN NUMEROS / IN FIGURES <b>CUP</b> _____
	FIRMA(S) SIGNATURE(S) _____
	CUENTA: <b>0648221227850016</b> EES ECOING #12 _____
<b>IMPORTE</b> <b>Nominativo</b>	<b>NOMINATIVO</b> 1064822122785001500158500
	Solo negociable en el territorio nacional

**Anexo 10. Cheque en Pesos Convertibles.**

<b>5001705-3</b>	<b>B</b> BANCO DE CRÉDITO Y COMERCIO	SUCURSAL <b>4821</b>	Nº DE SERIE <b>5001705-3</b>	TIP. CH. <b>001</b>
FECHA: _____	D _____ M _____ A Y _____	PAGUESE A / PAY TO _____		
No.: _____	EL IMPORTE DE / THE AMOUNT OF (EN LETRAS / IN WORDS) _____			
ENTREGADO A: _____	_____			EN NUMEROS / IN FIGURES _____
_____	FIRMA(S) / SIGNATURE(S) _____			<b>CUC</b>
_____	CUENTA: <b>0648225227850027</b>			
_____	EES ECOING #12 _____			
<b>Nominativo</b>	<b>NOMINATIVO</b>			<b>1064822522785002500170533</b>
	Solo negociable en el territorio nacional			



**Anexo 12. Análisis del flujo de valor en el proceso de compras de piezas de repuesto.**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Descripción de Actividades</b>	<b>Flujo</b>
1	Entrada del equipo al taller de la brigada	Informativo (1)
2	Diagnóstico del equipo	Informativo (2)
3	Elaborar solicitud de materiales para el almacén	Informativo (3)
4	Consultar Inventario de Almacén de la Brigada	Informativo (4)
5	Despachar pedido de piezas	Material (1)
6	Solucionar rotura	Material (2)
7	Hacer solicitud de piezas a la Base Logística	Informativo (5)
8	Consultar inventario del almacén central	Informativo (6)
9	Despacho del pedido	Material (3)
10	Recepción del pedido en la brigada	Material (4)
11	Evaluar afectación y proveedores	Informativo (7)
12	Buscar ofertas de productos	Informativo (8)
13	Comisión Divisa Empresa	Informativo (9)
14	Se justifica la negación	Informativo (10)
15	Preparación del Expediente	Informativo (11)
16	Comisión Divisa GECC	Informativo (12)
17	Buscar y/o esperar por la respuesta	Informativo (13)
18	Esperar por transferencia bancaria	Financiera (1)
19	Emisión del Cheque en CUC	Financiera (2)
20	Emisión del Cheque en MN	Financiera (3)
21	Ejecutar compra	Financiera (4)
22	Recepción de pedidos	Material (5)
23	Cancelación de Cheques	Financiera (5)

Anexo 13. Tabla de tiempos de actividades.

Actividades	Mínimo (a)	Más probable (b)	Máximo (c)	Xmedia (a+4b+c)/6	Sigma (c-a)/6	Sigma Cuadrado
1	4	7	10	7.00	1.00	1.00
2	5	20	480	94.17	79.17	79.17
3	3	8	15	8.33	2.00	2.00
4	3	8	20	9.17	2.83	2.83
5	5	10	60	17.50	9.17	9.17
6	20	240	1,920	483.33	316.67	316.67
7	20	60	480	123.33	76.67	76.67
8	5	10	15	10.00	1.67	1.67
9	10	60	120	61.67	18.33	18.33
10	20	60	240	83.33	36.67	36.67
11	5	10	25	11.67	3.33	3.33
12	60	480	1,920	650.00	310.00	310.00
13	2,400	2,400	2,400	2,400.00	0.00	0.00
14	5	5	5	5.00	0.00	0.00
15	1,440	1,440	1,440	1,440.00	0.00	0.00
16	2,400	2,400	2,400	2,400.00	0.00	0.00
17	480	720	960	720.00	80.00	80.00
18	480	720	960	720.00	80.00	80.00
19	20	480	960	483.33	156.67	156.67
20	20	240	480	243.33	76.67	76.67
21	60	480	960	490.00	150.00	150.00
22	20	60	480	123.33	76.67	76.67
23	5	10	15	10.00	1.67	1.67

10,594.50      NS = 95%      1,479.17

Duración      **Zeta**      **1.64**

Minutos      13020.33333

Horas      217.0055556

Días      27.12569444

**Anexo 14. Método ponderado para selección de proveedores.**

<b>Criterios</b>	<b>Ponderación</b>	<b>C.Cfgos</b>	<b>Construimport</b>	<b>SOMEC</b>	<b>Divep</b>	<b>SASA</b>	<b>Unecamoto</b>	<b>Unevol</b>	<b>Oleohidráulica</b>	<b>MCV</b>
Calidad del producto	18,52	4	2	2	2	3	3	5	2	5
Precio del producto	14,81	4	4	3	3	3	3	2	5	2
Distancia cliente proveedor	3,7	5	3	3	5	4	3	3	3	4
Fecha de entrega a tiempo	26	3	1	1	1	2	1	5	1	1
Variedad de productos	11,11	1	5	3	3	4	3	4	4	2
Condiciones de pago	18,52	3	3	4	3	2	2	5	5	4
Servicio	7,4	5	3	4	5	3	2	5	3	5
Calidad del producto		74,08	37,04	37,04	37,04	55,56	55,56	92,6	37,04	92,6
Precio del producto		59,24	59,24	44,43	44,43	44,43	44,43	29,62	74,05	29,62
Distancia cliente proveedor		18,5	11,1	11,1	18,5	14,8	11,1	11,1	11,1	14,8
Fecha de entrega a tiempo		78	26	26	26	52	26	130	26	26
Variedad de productos		11,11	55,55	33,33	33,33	44,44	33,33	44,44	44,44	22,22
Condiciones de pago		55,56	55,56	74,08	55,56	37,04	37,04	92,6	92,6	74,08
Servicio		37	22,2	29,6	37	22,2	14,8	37	22,2	37
<b>Puntuación total</b>	<b>0</b>	<b>333,49</b>	<b>266,69</b>	<b>255,58</b>	<b>251,86</b>	<b>270,47</b>	<b>222,26</b>	<b>437,36</b>	<b>307,43</b>	<b>296,3</b>

## Anexo 15. Cálculo y comprobación del Método de expertos aplicado.

Para la selección de los expertos, en primer lugar se determina la cantidad (n) y después la relación de los candidatos a los criterios de competencia en cuanto a los conocimientos sobre el tema, disposición a participar, capacidad de análisis, espíritu colectivista y autocrítico. El número de expertos se calcula de la manera siguiente:

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

$$n = \frac{0.05(1-0.05)3.8416}{0.16^2}$$

$$n = 7,1279$$

$$n \approx 7$$

Nivel de confianza (%) $1 - \alpha$	Valores de K
99	6,6564
95	3,8416
90	2,6896

### Donde

**k:** Cte. que depende del nivel de significación estadística (3.8416).

**p:** Proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos (0.05).

**i:** Precisión del experimento. (0.077).

**n:** Número de expertos.

La determinación del coeficiente es acorde al nivel de confianza escogido para el trabajo ( $\alpha = 0.05$ )

### Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	7	100,0
	Excluidos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	7	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

### Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,801	9

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		33,492	6	5,582		
Intra-personas	Inter-elementos	12,857	8	1,607	1,446	,202
	Residual	53,365	48	1,112		
	Total	66,222	56	1,183		
Total		99,714	62	1,608		

Media global = 3,1905

**Anexo 16. Tabla de salidas de Piezas del Almacén central.**

	BLOQUE DE FRENO DELANTERO	FILTRO DE ACEITE	BLOQUE DE FRENO TRASERO	NEUMATICO JK 12.00-20	TUERCA SEPMENTO SPROCK	BATERIA 12V-180 AH
jun-10	10	3	0	0	0	0
jul-10	114	0	0	0	0	0
ago-10	4	1	24	0	0	0
sep-10	0	13	0	2	0	31
oct-10	0	12	0	0	0	0
nov-10	0	1	0	0	400	0
ene-11	0	9	0	0	0	0
mar-11	0	4	0	0	0	2
abr-11	0	1	0	0	0	4
may-11	8	0	0	10	0	0
jun-11	18	31	0	0	0	2
jul-11	0	3	0	0	0	20
ago-11	0	11	0	0	0	0
sep-11	0	6	0	30	0	6
oct-11	0	6	0	0	0	2
nov-11	0	6	0	30	0	2
dic-11	0	1	0	1	0	4
ene-12	0	12	0	50	0	4
feb-12	0	4	0	20	0	8
mar-12	8	2	8	9	0	7
abr-12	0	2	16	0	0	1
may-12	16	12	40	10	0	0
jun-12	16	2	40	2	0	2
jul-12	0	2	24	0	0	18
ago-12	0	9	48	0	0	14
sep-12	0	19	0	0	0	2
oct-12	0	0	250	37	0	7
nov-12	8	10	0	6	0	8
dic-12	0	9	0	4	0	0
ene-13	24	0	0	6	0	0
feb-13	24	18	32	10	0	1
mar-13	0	5	0	0	0	2
abr-13	4	6	0	0	0	4
may-13	24	4	0	80	0	2
jun-13	0	11	0	10	0	1
jul-13	4	50	40	4	0	6
ago-13	4	12	32	0	0	4
sep-13	0	6	0	0	0	6
oct-13	0	12	0	0	0	0
nov-13	0	0	0	4	0	4
dic-13	8	0	0	0	0	6

**Anexo 16.** Tabla de salidas de Piezas del Almacén central.

**Continuación...**

	BLOQUE DE FRENO DELANTERO	FILTRO DE ACEITE	BLOQUE DE FRENO TRASERO	NEUMATICO JK 12.00-20	TUERCA SEPMENTO SPROCK	BATERIA 12V-180 AH
<b>ene-14</b>	4	2	0	10	0	12
<b>feb-14</b>	0	2	0	0	0	7
<b>mar-14</b>	0	35	16	16	0	0
<b>abr-14</b>	0	0	24	4	0	0
<b>may-14</b>	0	0	6	10	0	0
<b>jun-14</b>	2	4	0	4	0	0
<b>jul-14</b>	0	8	20	12	0	0
<b>ago-14</b>	0	0	0	0	0	0
<b>sep-14</b>	0	6	0	0	0	20
<b>oct-14</b>	24	4	0	0	0	2
<b>nov-14</b>	0	0	0	0	0	0
	-				-	-
Pendiente	0,207974046	0,019294801	0,093912747	0,028131136	0,700076838	0,024886878
Pronóstico	12	7	9	7	26	5

## Anexo 17. Comprobación de las Series de Tiempo para las salidas de piezas del Almacén.

### Métodos Descriptivos - BATERIA\_12V

Datos/Variable: BATERIA\_12V (BATERIA 12V-180 AH)

#### Prueba de Aleatoriedad de BATERIA\_12V

(1) Corridas arriba o abajo de la mediana

Mediana = 2,0

Número de corridas arriba o abajo de la mediana = 19

Número esperado de corridas = 22,4884

Estadístico z para muestras grandes = 0,923005

Valor-P = 0,356003

(2) Corridas arriba y abajo

Número de corridas arriba y abajo = 24

Número esperado de corridas = 34,3333

Estadístico z para muestras grandes = 3,29203

Valor-P = 0,000994773

(3) Prueba Box-Pierce

Prueba basada en las primeras 17 autocorrelaciones

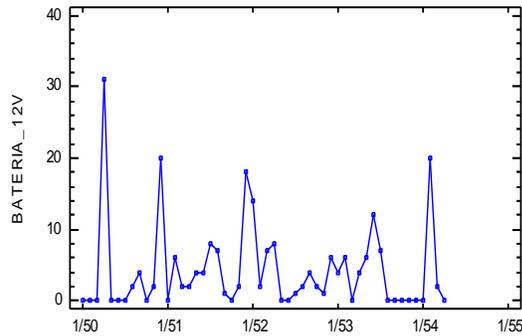
Estadístico de prueba para muestras grandes = 12,1735

Valor-P = 0,789521

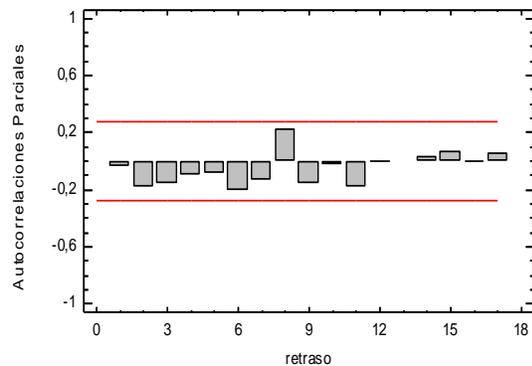
#### El StatAdvisor

Se han realizado tres pruebas para determinar si BATERIA\_12V es una secuencia aleatoria de números, o no. Una serie de tiempo de números aleatorios a menudo es llamada ruido blanco ya que contiene una contribución igual a varias frecuencias. La primera prueba cuenta el número de veces que la secuencia estuvo arriba o abajo de la mediana. El número de tales corridas es igual a 19, comparado con un valor esperado de 22,4884 si la secuencia fuera aleatoria. Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor. La segunda prueba cuenta el número de veces que la secuencia ascendió o descendió. El número de tales corridas es igual a 24, comparado con un valor esperado de 34,3333 si la secuencia fuera aleatoria. Puesto que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0%. La tercera prueba está basada en la suma de cuadrados de los primeros 24 coeficientes de autocorrelación. Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor. **Puesto que las tres pruebas son sensibles a diferentes tipos de desviaciones de un comportamiento aleatorio, el no pasar cualquiera sugiere que la serie de tiempo pudiera no ser completamente aleatoria.**

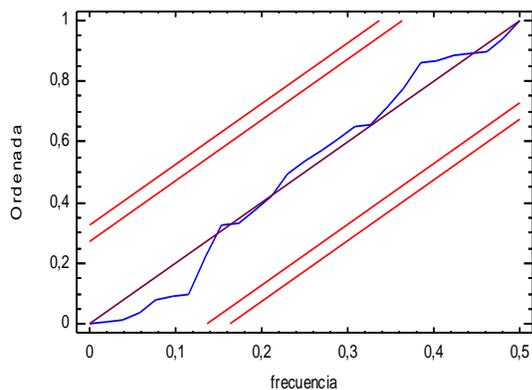
Gráfico de Serie de Tiempo para BATERIA\_12V



Autocorrelaciones Parciales Estimadas para BATERIA\_12V



Periodograma para BATERIA\_12V



## Anexo 17. Comprobación de las Series de Tiempo para las salidas de piezas del Almacén.

Continuación...

### Métodos Descriptivos - BLOQUE DE FRENO

Datos/Variable: BLOQUE\_DE\_FRENO (BLOQUE DE FRENO DELANTERO)

#### Prueba de Aleatoriedad de BLOQUE\_DE\_FRENO

(1) Corridas arriba o abajo de la mediana

Mediana = 0,0

Número de corridas arriba o abajo de la mediana = 1

Tamaño de muestra demasiado pequeño para dar una prueba válida.

(2) Corridas arriba y abajo

Número de corridas arriba y abajo = 22

Número esperado de corridas = 34,3333

Estadístico z para muestras grandes = 3,9616

Valor-P = 0,0000744819

(3) Prueba Box-Pierce

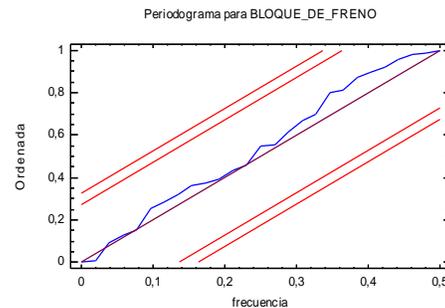
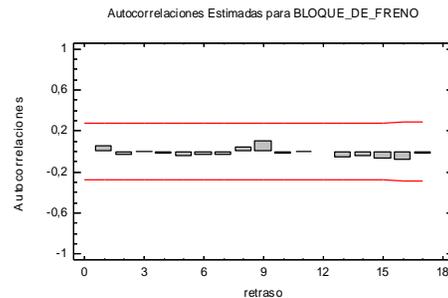
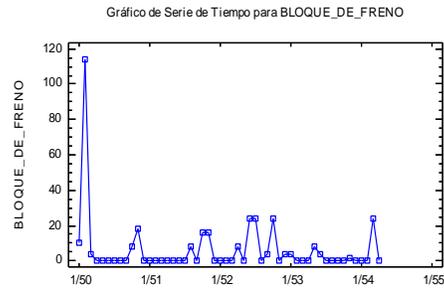
Prueba basada en las primeras 17 autocorrelaciones

Estadístico de prueba para muestras grandes = 2,77944

Valor-P = 0,99996

#### El StatAdvisor

Se han realizado tres pruebas para determinar si BLOQUE\_DE\_FRENO es una secuencia aleatoria de números, o no. Una serie de tiempo de números aleatorios a menudo es llamada ruido blanco ya que contiene una contribución igual a varias frecuencias. La primer prueba cuenta el número de veces que la secuencia estuvo arriba o abajo de la mediana. La prueba no pudo realizarse porque el tamaño de muestra es demasiado pequeño. La segunda prueba cuenta el número de veces que la secuencia ascendió o descendió. El número de tales corridas es igual a 22, comparado con un valor esperado de 34,3333 si la secuencia fuera aleatoria. Puesto que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0%. La tercera prueba está basada en la suma de cuadrados de los primeros 24 coeficientes de autocorrelación. Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor. **Puesto que las tres pruebas son sensibles a diferentes tipos de desviaciones de un comportamiento aleatorio, el no pasar cualquiera sugiere que la serie de tiempo pudiera no ser completamente aleatoria.**



## Anexo 17. Comprobación de las Series de Tiempo para las salidas de piezas del Almacén.

Continuación...

### Métodos Descriptivos - BLOQUE FRENO T

Datos/Variable: BLOQUE\_FRENO\_T (BLOQUE DE FRENO TRASERO)

#### Prueba de Aleatoriedad de BLOQUE\_FRENO\_T

(1) Corridas arriba o abajo de la mediana  
Mediana = 0,0  
Número de corridas arriba o abajo de la mediana = 1  
Tamaño de muestra demasiado pequeño para dar una prueba válida.

(2) Corridas arriba y abajo  
Número de corridas arriba y abajo = 16  
Número esperado de corridas = 34,3333  
Estadístico z para muestras grandes = 5,9703  
Valor-P = **2,37651E-9**

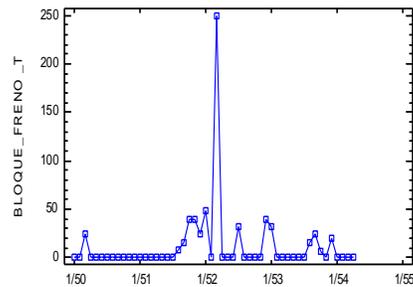
(3) Prueba Box-Pierce  
Prueba basada en las primeras 17 autocorrelaciones  
Estadístico de prueba para muestras grandes = 5,75087  
Valor-P = **0,994709**

#### El StatAdvisor

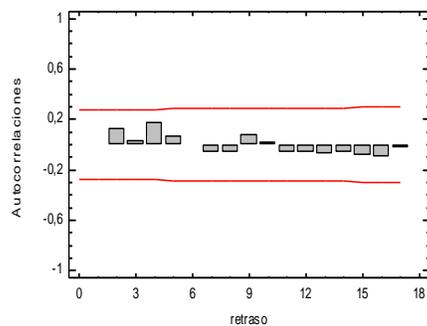
Se han realizado tres pruebas para determinar si BLOQUE\_FRENO\_T es una secuencia aleatoria de números, o no. Una serie de tiempo de números aleatorios a menudo es llamada ruido blanco ya que contiene una contribución igual a varias frecuencias. La primera prueba cuenta el número de veces que la secuencia estuvo arriba o abajo de la mediana. La prueba no pudo realizarse porque el tamaño de muestra es demasiado pequeño. La segunda prueba cuenta el número de veces que la secuencia ascendió o descendió. El número de tales corridas es igual a 16, comparado con un valor esperado de 34,3333 si la secuencia fuera aleatoria. Puesto que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0%. La tercera prueba está basada en la suma de cuadrados de los primeros 24 coeficientes de autocorrelación. Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor.

**Puesto que las tres pruebas son sensibles a diferentes tipos de desviaciones de un comportamiento aleatorio, el no pasar cualquiera sugiere que la serie de tiempo pudiera no ser completamente aleatoria.**

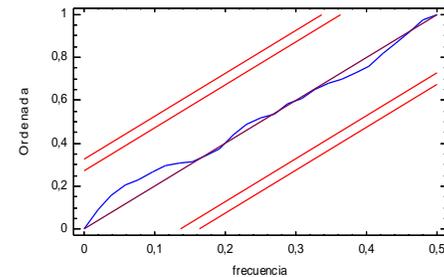
Gráfico de Serie de Tiempo para BLOQUE\_FRENO\_T



Autocorrelaciones Estimadas para BLOQUE\_FRENO\_T



Periodograma para BLOQUE\_FRENO\_T



## Anexo 17. Comprobación de las Series de Tiempo para las salidas de piezas del Almacén.

Continuación...

### Métodos Descriptivos - FILTRO ACEITE

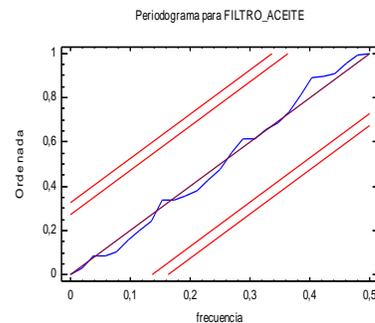
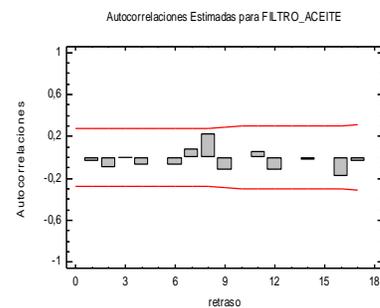
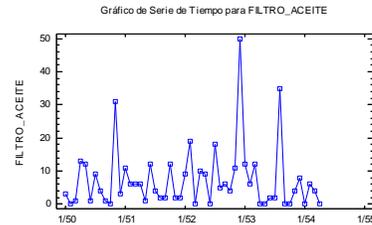
Datos/Variable: FILTRO\_ACEITE (FILTRO DE ACEITE)

#### Prueba de Aleatoriedad de FILTRO\_ACEITE

- (1) Corridas arriba o abajo de la mediana  
Mediana = 4,0  
Número de corridas arriba o abajo de la mediana = 25  
Número esperado de corridas = 24,4043  
Estadístico z para muestras grandes = 0,0283583  
Valor-P = **0,977371**
- (2) Corridas arriba y abajo  
Número de corridas arriba y abajo = 31  
Número esperado de corridas = 34,3333  
Estadístico z para muestras grandes = 0,948552  
Valor-P = **0,342847**
- (3) Prueba Box-Pierce  
Prueba basada en las primeras 17 autocorrelaciones  
Estadístico de prueba para muestras grandes = 8,31349  
Valor-P = **0,959376**

#### El StatAdvisor

Se han realizado tres pruebas para determinar si FILTRO\_ACEITE es una secuencia aleatoria de números, o no. Una serie de tiempo de números aleatorios a menudo es llamada ruido blanco ya que contiene una contribución igual a varias frecuencias. La primer prueba cuenta el número de veces que la secuencia estuvo arriba o abajo de la mediana. El número de tales corridas es igual a 25, comparado con un valor esperado de 24,4043 si la secuencia fuera aleatoria. Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor. La segunda prueba cuenta el número de veces que la secuencia ascendió o descendió. El número de tales corridas es igual a 31, comparado con un valor esperado de 34,3333 si la secuencia fuera aleatoria. Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor. La tercera prueba está basada en la suma de cuadrados de los primeros 24 coeficientes de autocorrelación. **Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor.**



## Anexo 17. Comprobación de las Series de Tiempo para las salidas de piezas del Almacén.

### Continuación...

#### Métodos Descriptivos - NEUMATICO

Datos/Variable: NEUMATICO (NEUMATICO JK 12.00-20)

##### Prueba de Aleatoriedad de FILTRO\_ ACEITE

(1) Corridas arriba o abajo de la mediana

Mediana = 4,0

Número de corridas arriba o abajo de la mediana = 25

Número esperado de corridas = 24,4043

Estadístico z para muestras grandes = 0,0283583

Valor-P = 0,977371

(2) Corridas arriba y abajo

Número de corridas arriba y abajo = 31

Número esperado de corridas = 34,3333

Estadístico z para muestras grandes = 0,948552

Valor-P = 0,342847

(3) Prueba Box-Pierce

Prueba basada en las primeras 17 autocorrelaciones

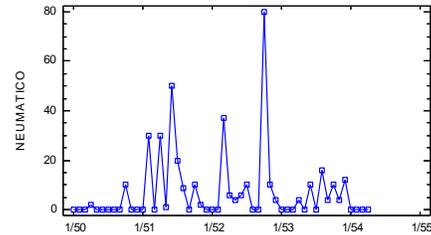
Estadístico de prueba para muestras grandes = 8,31349

Valor-P = 0,959376

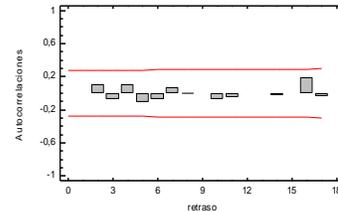
##### El StatAdvisor

Se han realizado tres pruebas para determinar si FILTRO\_ ACEITE es una secuencia aleatoria de números, o no. Una serie de tiempo de números aleatorios a menudo es llamada ruido blanco ya que contiene una contribución igual a varias frecuencias. La primer prueba cuenta el número de veces que la secuencia estuvo arriba o abajo de la mediana. El número de tales corridas es igual a 25, comparado con un valor esperado de 24,4043 si la secuencia fuera aleatoria. Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor. La segunda prueba cuenta el número de veces que la secuencia ascendió o descendió. El número de tales corridas es igual a 31, comparado con un valor esperado de 34,3333 si la secuencia fuera aleatoria. Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor. La tercera prueba está basada en la suma de cuadrados de los primeros 24 coeficientes de autocorrelación. **Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor.**

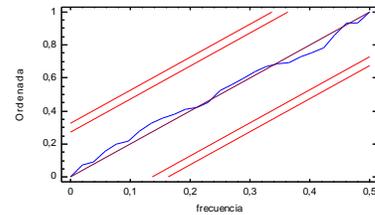
Gráfico de Serie de Tiempo para NEUMATICO



Autocorrelaciones Estimadas para NEUMATICO



Periodograma para NEUMATICO



## Anexo 17. Comprobación de las Series de Tiempo para las salidas de piezas del Almacén.

Continuación...

### Métodos Descriptivos - TUERCA\_SEPMENTO

Datos/Variable: TUERCA\_SEPMENTO (TUERCA SEGMENTO SPROCK)

#### Prueba de Aleatoriedad de FILTRO\_ACEITE

(1) Corridas arriba o abajo de la mediana

Mediana = 4,0

Número de corridas arriba o abajo de la mediana = 25

Número esperado de corridas = 24,4043

Estadístico z para muestras grandes = 0,0283583

Valor-P = 0,977371

(2) Corridas arriba y abajo

Número de corridas arriba y abajo = 31

Número esperado de corridas = 34,3333

Estadístico z para muestras grandes = 0,948552

Valor-P = 0,342847

(3) Prueba Box-Pierce

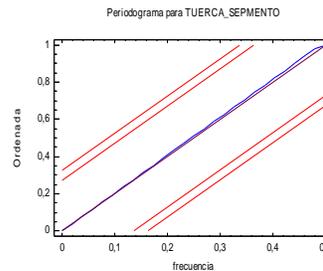
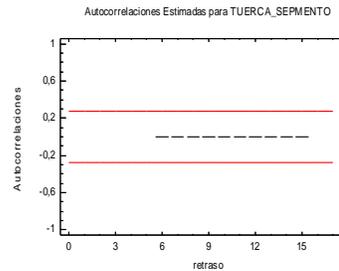
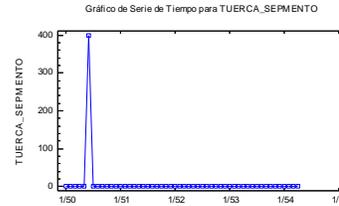
Prueba basada en las primeras 17 autocorrelaciones

Estadístico de prueba para muestras grandes = 8,31349

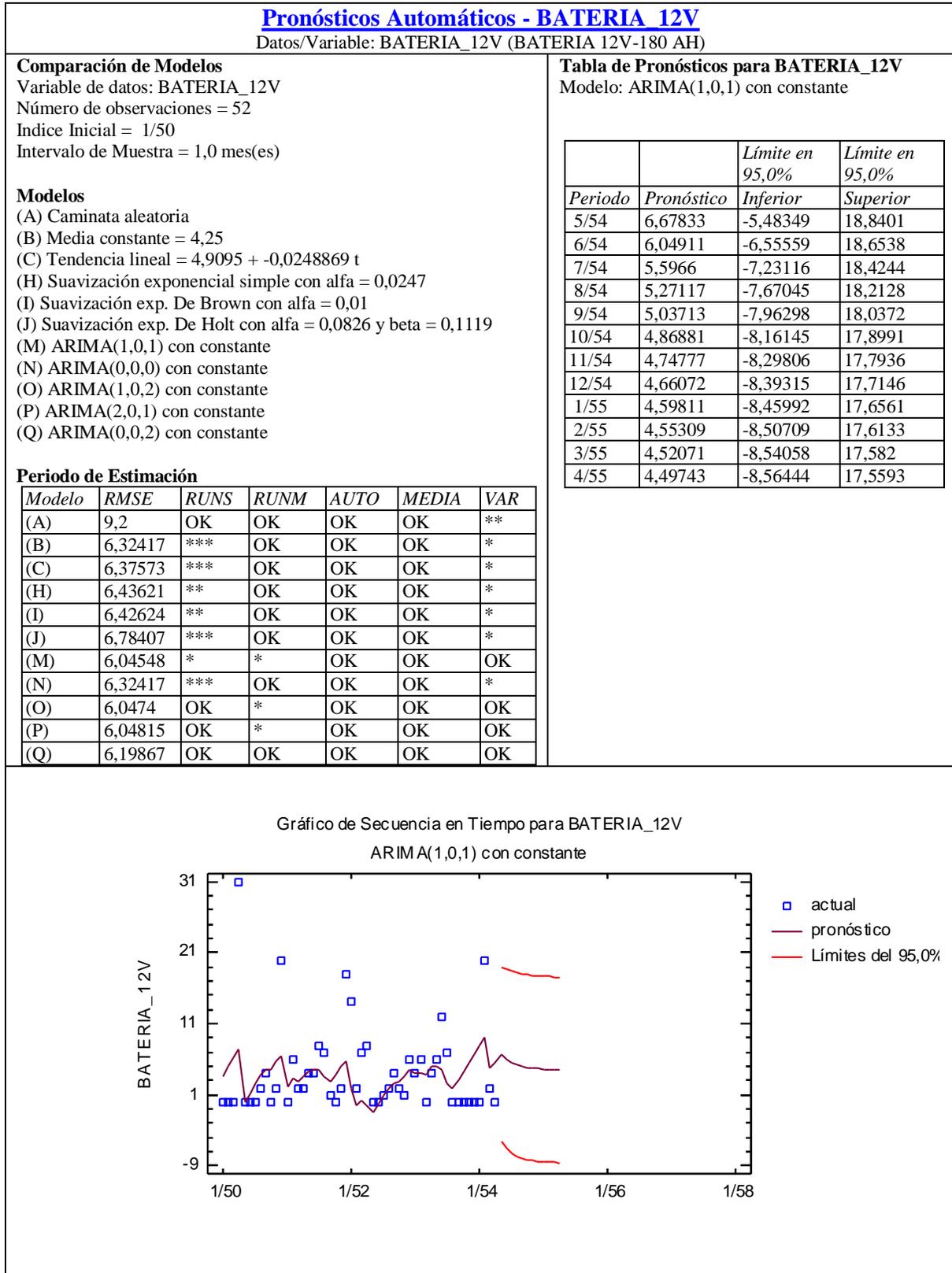
Valor-P = 0,959376

#### El StatAdvisor

Se han realizado tres pruebas para determinar si FILTRO\_ACEITE es una secuencia aleatoria de números, o no. Una serie de tiempo de números aleatorios a menudo es llamada ruido blanco ya que contiene una contribución igual a varias frecuencias. La primera prueba cuenta el número de veces que la secuencia estuvo arriba o abajo de la mediana. El número de tales corridas es igual a 25, comparado con un valor esperado de 24,4043 si la secuencia fuera aleatoria. Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor. La segunda prueba cuenta el número de veces que la secuencia ascendió o descendió. El número de tales corridas es igual a 31, comparado con un valor esperado de 34,3333 si la secuencia fuera aleatoria. Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor. La tercera prueba está basada en la suma de cuadrados de los primeros 24 coeficientes de autocorrelación. **Puesto que el valor-P para esta prueba es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis de que la serie es aleatoria, con un nivel de confianza del 95,0% o mayor.**



## Anexo 18. Modelos de Pronósticos empleados para las salidas de piezas del Almacén.



## Anexo 18. Modelos de Pronósticos empleados para las salidas de piezas del Almacén.

Continuación...

### Pronósticos Automáticos - BLOQUE DE FRENO

Datos/Variable: BLOQUE\_DE\_FRENO (BLOQUE DE FRENO DELANTERO)

Variable de datos: BLOQUE\_DE\_FRENO

Número de observaciones = 52

Índice Inicial = 1/50

Intervalo de Muestra = 1,0 mes(es)

#### Modelos

(A) Caminata aleatoria

(B) Media constante = 6,23077

(C) Tendencia lineal = 11,7421 + -0,207974 t

(H) Suavización exponencial simple con  $\alpha = 0,0278$

(I) Suavización exp. De Brown con  $\alpha = 0,0102$

(J) Suavización exp. De Holt con  $\alpha = 0,1401$  y  $\beta = 0,1095$

(M) ARIMA(0,2,2)

(N) ARIMA(1,2,2)

(O) ARIMA(0,2,2) con constante

(P) ARIMA(1,2,2) con constante

(Q) ARIMA(2,2,1)

#### Periodo de Estimación

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	23,5024	9,70396		-2,78644E-16		6,29447
(B)	16,8948	8,5		3,24527E-16		5,69248
(C)	16,7634	8,33842		-1,09314E-15		5,71532
(H)	17,0855	8,9032		-0,443242		5,71492
(I)	17,128	8,86616		-0,376069		5,7199
(J)	17,897	9,33658		1,69455		5,84618
(M)	12,1187	8,06672		0,218733		5,06643
(N)	11,9985	8,18963		0,0665037		5,08495
(O)	12,2451	8,87319		-1,4351		5,12563
(P)	14,4393	9,86652		-0,826357		5,49375
(Q)	15,8497	9,3491		1,33908		5,64169

#### Tabla de Pronósticos para BLOQUE\_DE\_FRENO

Modelo: ARIMA(0,2,2)

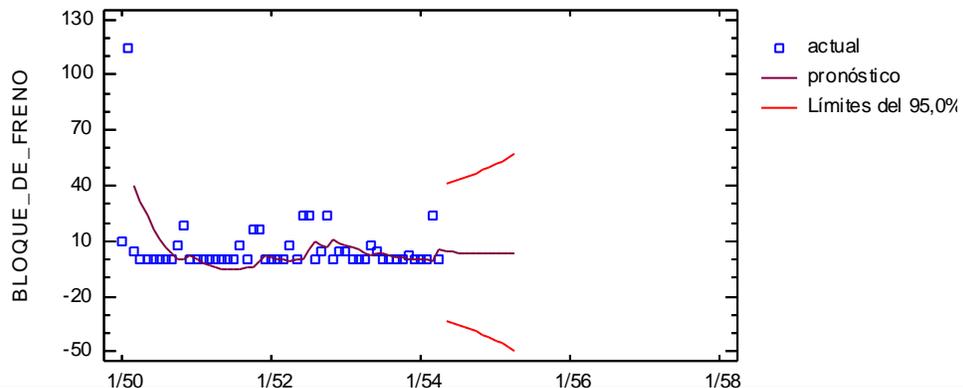
		Límite en 95,0%	Límite en 95,0%
Periodo	Pronóstico	Inferior	Superior
5/54	3,83352	-33,0609	40,728
6/54	3,82141	-34,0781	41,7209
7/54	3,80929	-35,1969	42,8155
8/54	3,79718	-36,4166	44,011
9/54	3,78507	-37,7359	45,306
10/54	3,77295	-39,1527	46,6986
11/54	3,76084	-40,6649	48,1866
12/54	3,74872	-42,2698	49,7672
1/55	3,73661	-43,9645	51,4378
2/55	3,72449	-45,7462	53,1952
3/55	3,71238	-47,6119	55,0366
4/55	3,70027	-49,5585	56,959

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra los valores pronosticados para BLOQUE\_DE\_FRENO. Durante el periodo en donde hay disponibles datos, también se muestran los valores predichos del modelo ajustado y los residuos (dato-pronóstico). Para los periodos de tiempo más allá de la serie de tiempo, se muestran los límites del 95,0% de predicción para los pronósticos. Estos límites muestran en donde podría estar el valor verdadero del dato, al tiempo futuro seleccionado, con 95,0% de confianza, asumiendo que el modelo ajustado es apropiado para los datos. Pueden graficarse los pronósticos seleccionando Gráfico de Pronósticos de la lista de Opciones Gráficas. Puede cambiar el nivel de confianza mientras ve la gráfica, pulsando el botón secundario del ratón y seleccionando Opciones de Ventana. Para probar si el modelo ajusta los datos adecuadamente, seleccione Comparaciones de Modelo de la lista de Opciones Tabulares.

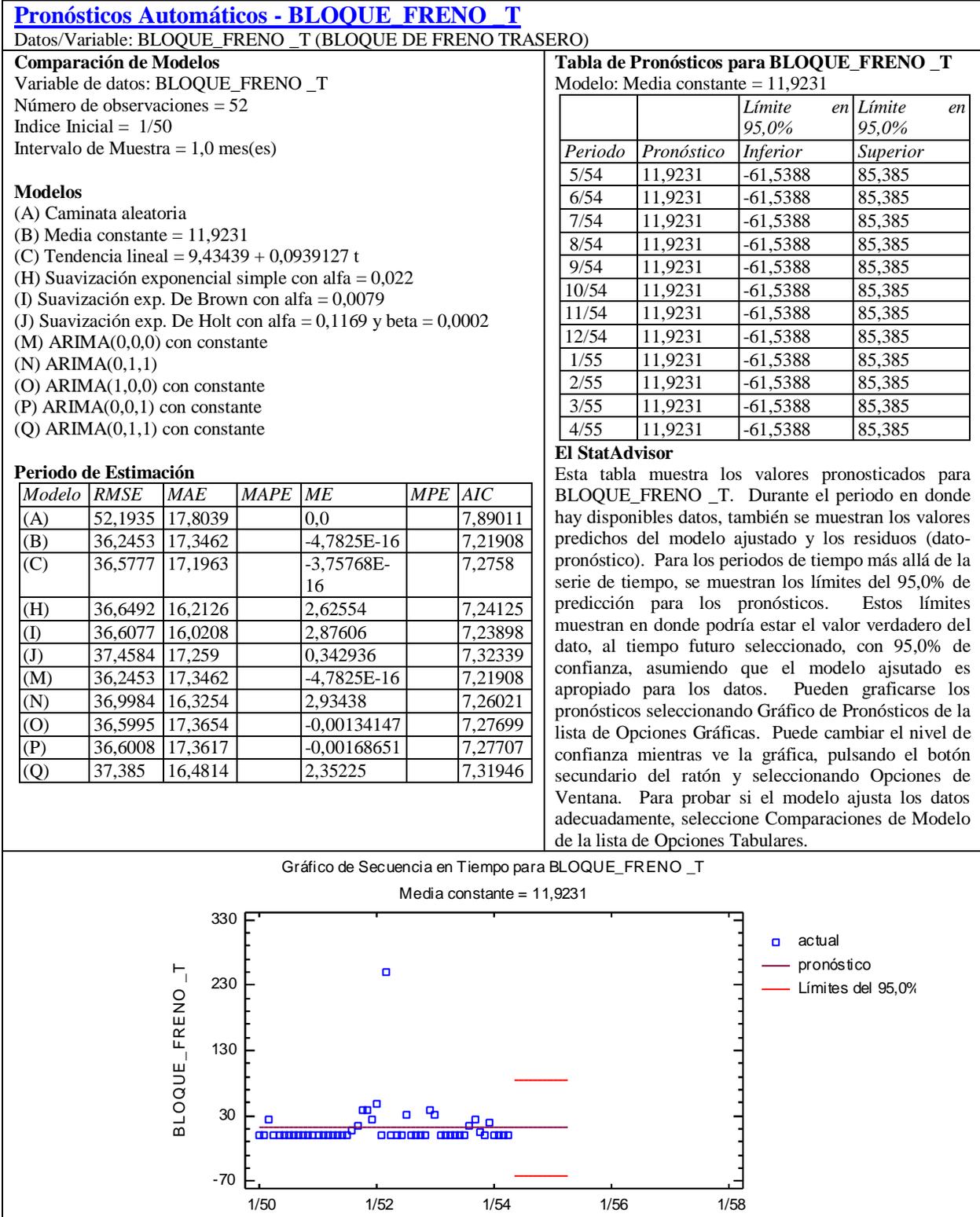
Gráfico de Secuencia en Tiempo para BLOQUE\_DE\_FRENO

ARIMA(0,2,2)



## Anexo 18. Modelos de Pronósticos empleados para las salidas de piezas del Almacén.

Continuación...



## Anexo 18. Modelos de Pronósticos empleados para las salidas de piezas del Almacén.

Continuación...

### Pronósticos Automáticos - NEUMATICO

Datos/Variable: NEUMATICO (NEUMATICO JK 12.00-20)

#### Comparación de Modelos

Variable de datos: NEUMATICO

Número de observaciones = 52

Índice Inicial = 1/50

Intervalo de Muestra = 1,0 mes(es)

#### Modelos

(A) Caminata aleatoria

(B) Media constante = 7,32692

(C) Tendencia lineal =  $6,58145 + 0,0281311 t$

(H) Suavización exponencial simple con  $\alpha = 0,0257$

(I) Suavización exp. De Brown con  $\alpha = 0,0104$

(J) Suavización exp. De Holt con  $\alpha = 0,0287$  y  $\beta = 0,5202$

(M) ARIMA(0,0,0) con constante

(N) ARIMA(0,1,1)

(O) ARIMA(1,0,0) con constante

(P) ARIMA(0,0,1) con constante

(Q) ARIMA(1,1,1)

#### Periodo de Estimación

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC
(A)	21,0419	11,6863		0,0		6,07323
(B)	14,6324	9,0037		-1,02482E-15		5,40494
(C)	14,7717	8,97286		3,41607E-17		5,46235
(H)	14,8334	8,48493		1,17191		5,43222
(I)	14,7953	8,63778		0,794242		5,42708
(J)	15,1255	10,4086		-2,87771		5,50969
(M)	14,6324	9,0037		-1,02482E-15		5,40494
(N)	14,9634	8,55194		1,29288		5,44968
(O)	14,7754	9,04213		-0,000822238		5,46285
(P)	14,7758	9,03655		-0,000993931		5,46291
(Q)	15,1119	8,66333		1,11823		5,50789

#### Tabla de Pronósticos para NEUMATICO

Modelo: Media constante = 7,32692

		Límite en 95,0%	Límite en 95,0%
Periodo	Pronóstico	Inferior	Superior
5/54	7,32692	-22,33	36,9838
6/54	7,32692	-22,33	36,9838
7/54	7,32692	-22,33	36,9838
8/54	7,32692	-22,33	36,9838
9/54	7,32692	-22,33	36,9838
10/54	7,32692	-22,33	36,9838
11/54	7,32692	-22,33	36,9838
12/54	7,32692	-22,33	36,9838
1/55	7,32692	-22,33	36,9838
2/55	7,32692	-22,33	36,9838
3/55	7,32692	-22,33	36,9838
4/55	7,32692	-22,33	36,9838

#### El StatAdvisor

Esta tabla muestra los valores pronosticados para NEUMATICO. Durante el periodo en donde hay disponibles datos, también se muestran los valores predichos del modelo ajustado y los residuos (dato-pronóstico). Para los periodos de tiempo más allá de la serie de tiempo, se muestran los límites del 95,0% de predicción para los pronósticos. Estos límites muestran en donde podría estar el valor verdadero del dato, al tiempo futuro seleccionado, con 95,0% de confianza, asumiendo que el modelo ajustado es apropiado para los datos. Pueden graficarse los pronósticos seleccionando Gráfico de Pronósticos de la lista de Opciones Gráficas. Puede cambiar el nivel de confianza mientras ve la gráfica, pulsando el botón secundario del ratón y seleccionando Opciones de Ventana. Para probar si el modelo ajusta los datos adecuadamente, seleccione Comparaciones de Modelo de la lista de Opciones Tabulares.

Gráfico de Secuencia en Tiempo para NEUMATICO

Media constante = 7,32692

