



*Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Estudios Económicos*

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: "Planificación de inventarios en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A."

Autor: Luis Miguel Rodríguez Valladares.

Tutoras: MSc. Yanelys Álvarez Sánchez.

Lic. María Antonia Valladares Bermúdez.

*"Año 59 de la Revolución"
Curso 2016-2017*



Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” como parte de la terminación de los estudios en la Especialidad de Licenciatura en Economía autorizando a que el mismo sea utilizado por las organizaciones e instituciones para los fines que estime conveniente. No podrá este trabajo ser presentado a eventos, ni publicado sin la aprobación del centro.

Firma del AUTOR

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

Información Científico Técnica

Nombre, Apellidos y Firma

Computación

Nombre, Apellidos y Firma

Firma del TUTOR

EMPRESA MIXTA CEMENTOS CIENFUEGOS S.A.

AVAL SOBRE TRABAJO REALIZADO

1. AVALA:

Ing. Alvaro Uribe Guevara. Director General Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A.

Ing. Oscar Rodríguez Ayala. Vicedirector General Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A.

2. DATOS SOBRE ESTUDIO REALIZADO

TITULO: "Planificación de inventarios en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A"

AUTOR: Luis Miguel Rodriguez Valladares

TUTORAS: MSc. Yanelys Álvarez Sánchez

Lic. María Antonia Valladares Bermúdez

3. ACTUALIDAD

Dado que el país se encuentra inmerso en un proceso donde la planificación socialista seguirá siendo la vía principal para la dirección de la economía y continuará su transformación, garantizará los equilibrios macroeconómicos fundamentales y los objetivos y metas para el desarrollo económico y social a largo plazo, se reconoce la existencia objetiva de las relaciones del mercado, influyendo sobre el mismo y considerando sus características, el trabajo que nos ocupa aborda un problema de gran importancia: *la planificación de inventarios*.

El sistema de dirección de la economía abarca el sistema empresarial estatal, la actividad presupuestada, las diferentes modalidades de las asociaciones económicas internacionales y demás formas de propiedad y gestión, con el objetivo de garantizar el carácter integral del sistema de planificación.

Los elementos básicos propuestos, constituyen un serio trabajo científico, que podrá incidir favorablemente en la administración de los inventarios de la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A., acorde con las transformaciones que se desarrollan en la economía socialista, en aras de mejorar la gestión de inventarios en la entidad y garantizar un manejo de inventarios más eficiente.

4. ESTRUCTURA

El trabajo está adecuadamente estructurado respondiendo a los objetivos trazados; presenta una razonada secuencia en la comprobación teórico práctico de las hipótesis que dan respuesta a la solución del problema planteado.

5. NOVEDAD

Es una contribución significativa al tratamiento y solución del asunto planteado lo que ha facilitado un resultado favorable en la gestión de la empresa.

Durante la realización del trabajo el autor se mostró interesado en integrarse al funcionamiento de la empresa, relacionándose adecuadamente con el personal y asistiendo sistemáticamente, así mismo se insertó positivamente en la gestión de inventarios, en el uso de los sistemas utilizados para el control de los mismos, mostrando su interés de involucrarse en el actuar diario, profundizando en la problemática actual que enfrenta la entidad en la planificación de inventarios con el fin de lograr un resultado que sea de aplicación y redunde en el mejoramiento de la gestión.

El autor realizó su trabajo desde la óptica del respeto y la disciplina permitiéndole dejar una buena imagen en el colectivo.

El autor hace un uso apropiado y extenso del instrumental metodológico, lo que redunde en un resultado científico debidamente fundamentado.

6. VALOR CIENTÍFICO DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones acreditan el trabajo científico efectuado.

7. BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía utilizada es amplia, actual y de fuentes autorizadas.

Ing. Alvaro Uribe Guevara
Director General Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A.

Ing. Oscar Rodríguez Ayala
Vicedirector General Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A.



UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS

Carlos Rafael Rodríguez

Resumen

Resumen

La disminución de los costos en el sistema empresarial cubano es una premisa para alcanzar la eficiencia productiva. Entre los costos que se generan en las entidades están los relacionados con la gestión de los inventarios, los cuales suelen tener un peso importante en las empresas tanto productoras como comercializadoras. Teniendo en cuenta lo anterior se realizó la presente investigación en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A, donde se crea un instrumento de carácter metodológico que contribuye a perfeccionar el proceso de planificación de los inventarios con un enfoque diferente de análisis que no excluye lo que actualmente se hace, sino que complementa el análisis que se quiera realizar relacionado con el reaprovisionamiento de productos. El trabajo se sustenta en un conjunto de métodos cuantitativos poco explotados para hacer estudio de sistemas de inventario. Esto no significa su inmediata implementación, pero si puede servir para ampliar los conocimientos del personal involucrado en la administración de los inventarios y convertirse en una vía para ayudar, guiar y posteriormente automatizar las decisiones sobre políticas de inventarios que no se encuentren o se ajusten a las condiciones concretas del centro en los softwares que actualmente se emplean. Los objetivos propuestos fueron alcanzados mediante la aplicación de un procedimiento con un enfoque integrador requerido por la empresa, contribuyendo a la clasificación de productos y el empleo de políticas que permiten una planificación óptima del inventario.



UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS

Carlos Rafael Rodríguez

Summary

Summary

The reduction of costs in the Cuban owners' system is a premise to achieve a productive efficiency. Among all costs generated in entities, exist the ones related with the management of inventories, which often used to have a significant weight in the distribution companies. Taking into consideration the above exposed, this research was carried out in the enterprise, where a procedure of a methodological nature was created to help improving the inventories planning process with a different approach of analysis, not excluding what already have been done, but complementing the analysis aim to be achieved relevant with the replenishment of products. This paper is based on a conjunction of quantitative methods not often used to carry out studies of systems of inventories. This does not mean its prompt implementation but it can be useful to widen the knowledge of the involved personnel in the administration of inventories and becoming in a way to help, guide and automate afterwards the decisions about inventory politics that are not found nor adjusted to the specific conditions of software already employed in the Company. The proposed goals were achieved by means of the application of a procedure with an integrator angle required by the Company, contributing to the classification of products and the engaging of politics that allow an efficient planning of the inventory.



UNIVERSIDAD
C I E N F U E G O S

Carlos Rafael Rodríguez

Índice

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: LA PLANIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.	4
1.1 Los Inventarios. Definiciones conceptuales	4
1.2 Funciones de los inventarios	6
1.3 Tipos de inventarios	7
1.4 La Gestión de inventario	10
1.4.1 La Planificación de los inventarios	12
1.5 La administración científica de los inventarios.	15
1.5.1 Elementos de un sistema de inventario	16
1.5.2 Métodos para el control de inventarios	21
1.5.3 Modelos económico-matemáticos de inventarios	22
CAPITULO II: PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA MIXTA CEMENTOS CIENFUEGOS S.A.	26
2.2 Caracterización de la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A	26
Descripción del proceso productivo	29
2.4 Procedimiento para la planificación de los inventarios en la en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A	35
2.4.1 Fase I: Definición y selección de productos	37
2.4.2 Fase II: Aplicación del modelo de inventario	43
CAPITULO III. APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA MIXTA CEMENTOS CIENFUEGOS S.A.	57
3.1 Caracterización de la situación de los inventarios en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A	57
3.2 Aplicación de procedimiento	59
3.2.1 Fase I: Definición y selección de productos	59
3.3.2 Fase II: Aplicación del modelo de inventario	63
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	79



UNIVERSIDAD
C I E N F U E G O S

Carlos Rafael Rodríguez

Introducción

INTRODUCCIÓN

Cuba se encuentra en un proceso de implementación de los Lineamientos Económicos y Sociales del Partido y la Revolución aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, con vistas a la solución de los problemas económicos, teniendo en cuenta la incidencia del entorno externo, la crisis económica financiera, así como la política hostil de Estados Unidos contra Cuba.

Dentro de la política económica se aspira a lograr empresas fuertes y organizadas, con facultades asociadas a la elevación de la responsabilidad sobre el control de los recursos materiales y financieros, y donde la optimización de estos constituye un elemento fundamental para lograr la eficiencia, eficacia y productividad que las organizaciones necesitan para alcanzar buenos resultados.

La planificación del inventario es un proceso de vital importancia para alcanzar el éxito en la administración de cualquier negocio. Mantener inventarios implica altos costos de ahí la importancia de minimizar las existencias de forma tal que se garantice una producción eficiente sin descuidar la satisfacción del servicio al cliente.

La necesidad de emplear nuevos métodos científicos en el sistema de inventario, ante la necesidad que se impone de aumentar la eficiencia de las empresas de servicios, nos lleva a realizar esta investigación para determinar el tamaño del lote óptimo lo cual posibilita que el proceso de servicio sea más independiente, un consecuente ahorro de recursos, disminución de costos de manipulación y transporte y brindar un mejor y más rápido servicio al cliente.

La Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A, almacena cientos de productos que tienen diferentes tratamientos de conservación, períodos de caducidad, volúmenes de pedidos, entre otros. El proceso de planificación de los inventarios evidencia la carencia de un enfoque sistémico por:

- Se cuenta en almacén con inventarios que fueron aporte de Capital del socio local y que corresponden a una tecnología obsoleta lo que provoca inventarios sin uso.
- Por carencia en la convertibilidad de divisas, se han aplicado variantes de pago que implican la conformación de paquetes de productos para consumir en un año o más, lo que implica un crecimiento de los inventarios y un lento movimiento de los productos.
- La compra y almacenamiento de repuestos considerados críticos o estratégicos que deben ser adquiridos como preventivos ante la imposibilidad de ser adquiridos en el momento que se les necesita por ser muy específicos y deben ser fabricados al momento de la solicitud.

- La adquisición de inventarios a través de Cartas de Créditos pagaderas a 360 días o más implica un encarecimiento de los inventarios.
- Inventarios deficitarios por falta de reposición.

La carencia de instrumentos metodológicos, fundamentados científicamente, que contribuyan a definir para cada tipo de producto las normas de inventario, esto es, cuánto pedir y cada qué tiempo, de forma tal que se minimicen los costos relacionados con la administración de los inventarios, obstaculiza una eficiente planificación de los mismos. Lo anterior constituye la situación problemática de la presente investigación.

Se plantea como problema científico lo siguiente:

¿Cómo contribuir al perfeccionamiento del proceso de planificación de inventarios en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A ?

El objetivo general consiste en aplicar un procedimiento para perfeccionar el proceso de planificación de los inventarios en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A.

Para dar cumplimiento al objetivo general se establecen varios objetivos específicos:

1. Sistematizar los fundamentos teóricos conceptuales relacionados con la gestión de inventario, particularizando en la etapa de planificación de los mismos.
2. Realizar un estudio – diagnóstico sobre la planificación de inventario en Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A.
3. Aplicar un procedimiento para el perfeccionamiento de los mecanismos de planificación de inventario en Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A.

La hipótesis que preside esta investigación es la siguiente:

Si se aplica un procedimiento para planificar los inventarios en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A se contribuye a perfeccionar los instrumentos de planificación para mejorar la gestión de la entidad.

El trabajo se encuentra estructurado en tres capítulos. En el primer capítulo se exponen los fundamentos teóricos relacionados con la teoría de inventario. Una vez definidas las acepciones principales relacionadas con el término inventario y la clasificación de los mismos, se tratan un conjunto de métodos cuantitativos que sirven para determinar políticas óptimas de inventarios. Estos métodos les facilitan a

los administradores conocer la diferencia entre el óptimo teórico (estado deseado) y el real (estado actual) y establecer estrategias para mejorar la eficiencia de esta actividad.

En el segundo capítulo se realiza una caracterización del objeto de investigación y se valora la misma, profundizándose en los principales aspectos que afectan una eficiente planificación del inventario. Del análisis se deriva un procedimiento que se detalla por pasos el cual tiene un carácter general y flexible.

En el tercer capítulo se aplica el procedimiento propuesto en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A con el objetivo de demostrar la viabilidad y flexibilidad del mismo.

Métodos de investigación

En el proceso investigativo se emplearon varios métodos teóricos. El análisis- síntesis para obtener una comprensión y visión más amplia del objeto de estudio; el histórico-lógico con el fin de analizar la evolución de la teoría relacionada con la planificación de los inventarios y conocer el estado del arte relacionado con la misma. El inductivo- deductivo para el uso y tratamiento de los datos y el teórico- práctico para calcular las variables más importantes para realizar una correcta y eficiente planificación de los inventarios en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A.

Se emplearon también métodos empíricos tales como la revisión documental, en las áreas implicadas con el funcionamiento de Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A para caracterizar el campo de aplicación, así como búsqueda y selección de datos. En el procesamiento de información para la determinación de las variables necesarias para una eficiente planificación de los inventarios fue utilizado el WinQSB, programa informático.

Los principales valores de la investigación pueden resumirse como:

- Valor metodológico: El resultado obtenido, como elemento dinamizador de la mejora continua es aplicable solamente a la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A.
- Valor económico: De aplicarse adecuadamente en la empresa, debe provocar beneficios económicos, una vez implantada.



UNIVERSIDAD
C I E N F U E G O S

Carlos Rafael Rodríguez

Capítulo I

CAPÍTULO I: LA PLANIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

En este capítulo se exponen los fundamentos teóricos que sustentan la teoría de inventario. Se tratan los principales conceptos relacionados con los componentes de los sistemas de inventario y las técnicas cuantitativas existentes que facilitan la administración científica de los mismos.

1.1 Los Inventarios. Definiciones conceptuales

Mantener un inventario para su venta o uso futuro es una práctica común en el mundo de los negocios. Las empresas de venta al menudeo, los mayoristas, los fabricantes y otras instituciones por lo general almacenan bienes o artículos.

En el diccionario (Moliner, 1994) se indica que “stocks” es una palabra inglesa empleada en el lenguaje comercial para representar las mercancías que se tienen en depósito. Hoy es ya un anglicismo que se utiliza mayoritariamente en las traducciones de libros ingleses. En cambio, las traducciones de libros americanos utilizan el término inventario (inventory) en lugar de stocks, por lo que ambos términos son equivalentes. Desde un punto de vista más formal podemos definir como stocks a todo conjunto de recursos útiles que se encuentran en espera de una demanda para su uso. Se dice que son útiles porque son capaces de satisfacer una necesidad, bien sea una necesidad productiva cuando se refiere a las materias primas, materiales y productos en proceso o satisfacer la necesidad del consumidor cuando se refiere a productos terminados.

(Finney, 1994) define los inventarios de una empresa como la compra de artículos en condiciones para la venta. Los inventarios de mercancía se encuentran en los negocios que tienen ventas al por mayor y al detalle. Estos negocios no alteran la forma de los artículos que adquieren para venderlos.

Según (Gitman, 2006) el vocablo inventario se usa para nombrar el conjunto de aquellas partidas de bienes muebles tangibles.

A criterio del autor los términos de stock, inventarios o existencias., se utilizan para referirse a los artículos que permanecen almacenados en la empresa a la espera de una posterior utilización. Son recursos ociosos que tienen un valor económico y que están pendientes de ser vendidos o empleados en el proceso productivo. La inmensa mayoría de las empresas retienen artículos o recursos que no están siendo utilizados actualmente, pero que se espera poder emplearlos en un futuro inmediato (papel de fax o cartuchos de impresora para la oficina, cintas de precinto o cajas para el embalaje de una empresa de transporte, televisores depositados en los almacenes de un taller de reparaciones, etc.)

Como se ve en los ejemplos mencionados, según el artículo almacenado los inventarios pueden ser de muchos tipos: inventarios de materias primas y componentes, materiales que se adquieren a proveedores y suministradores de la empresa para su incorporación al producto final., inventarios de piezas de repuesto de los equipos y de suministros industriales, artículos que se almacenan para conseguir que el equipo productivos tenga un correcto y continuo funcionamiento, e inventarios de productos terminados, productos listos para ser enviados al cliente que los adquiera. Esta variedad hace que se puedan clasificar según gran variedad de criterios.

Los inventarios suelen existir prácticamente en la totalidad de las empresas. No obstante la presencia de unos u otros tipos de inventarios y la mayor o menor cantidad de artículos almacenados va a depender, fundamentalmente, de la actividad que desarrolle la empresa. Una empresa de prestación de servicios (bancos, despachos profesionales, etc.) tendrá menores inventarios que las empresas industriales. Suelen ser estas, junto a las empresas de distribución (hipermercados, centros mayoristas, etc.), las que acumulen mayores inventarios. Las empresas industriales tienen mayormente grandes stocks de fabricación mientras que las empresas de distribución dominan claramente los stocks de productos terminados.

Las razones que justifican las existencias de inventarios en las empresas son muy numerosas. Sin embargo, podemos destacar dos de ellas: la necesidad de hacer frente a las demandas de los clientes cuando estas se producen en el intento de evitar interrupciones en el proceso de producción o de prestación de servicios de las empresas.

La primera razón explica la presencia de stocks de productos terminados. Si la empresa conociera con certeza cuando va a producir la demanda, así como la magnitud de esta, y pudiera ajustar su proceso productivo para obtener la cantidad justa de productos en el momento preciso, no necesitaría inventarios de productos terminados. No obstante, tales condiciones son muy difíciles de conseguir en la práctica. Por esta razón, salvo las empresas que trabajan sobre pedido (carpinterías, fabricantes de equipos industriales, etc.), el resto de las empresas industriales y de distribución mantiene stock de productos terminados. En la medida que los servicios son intangibles, las firmas que se dedican a la prestación de servicios no tienen inventarios de productos terminados, excepto de aquellos productos que se entregan o venden con el servicio, aunque esto ya supone una actividad diferente.

Las interrupciones del proceso productivos pueden derivar de problemas en el plazo de entrega de la materia prima o de los componentes adquiridos en el exterior, o bien de alguna dificultad en las operaciones internas de la compañía. Cualquier de estas causas puede provocar una parada de alguna

fase del proceso de fabricación, al no tener dicha actividad materiales para trabajar o piezas de repuestos para solucionar algún problema en la maquinaria. Para evitar esta interrupción la empresa suele crear stocks de fabricación., estos stocks no solamente logran este objetivo., sino que permiten, además, hacer frente a incrementos rápidos de producción no planificados.

Aunque las variables que determinan las razones de la presencia de inventarios fueran conocidas con certeza, los inventarios pueden continuar existiendo por razones puramente económicas. En efecto, todo pedido a un proveedor lleva aparejados unos costes, de forma que los costes de pedido por unidad comprada son menores a medida que se solicita mayor cantidad. Las llamadas telefónicas, el tiempo utilizado por el empleado, los costes de transporte, etc., son unitariamente menores cuando la empresa realiza un pedido a su proveedor de X unidades que cuando realiza n pedidos de X/n unidades. No obstante, los productos almacenados generan otros costes que deben también ser tenidos en cuenta a la hora de decidir el nivel de inventarios en la empresa.

Junto a las dos razones principales señaladas existen otras muchas que explican o justifican la presencia de inventarios en la empresa. Así como, por ejemplo, en determinadas empresas agrícolas la producción se obtiene en un período breve de tiempo, mientras que el consumo se produce durante todo el año. En otros casos, las empresas compran y almacenan una gran cantidad de un determinado producto ante el anuncio de un alza en los precios o una escasez del mismo, dando lugar a los stocks especulativos.

Las razones anteriores justifican la existencia de inventarios en las empresas. Pero esta serie de motivos no deben llevarnos al error de pensar que cuanto mayor sea el inventario mejor es para la empresa, pues de esta forma la firma puede hacer frente a cualquier contingencia. No se debe olvidar que los stocks se crean y mantienen por problemas de desajustes que la empresa no puede o sabe solucionar. Además, como se ha señalado anteriormente, los inventarios suponen un coste para la firma, que, en ocasiones, es bastante elevado.

1.2 Funciones de los inventarios

El inventario puede servir para varios propósitos que dan flexibilidad a la operación de una empresa. Las principales funciones del inventario son:

- Mantener la independencia entre las diversas operaciones.
- Enfrentar las variaciones de la demanda del producto.
- Permitir la flexibilidad en la planeación de la producción.

- Protegerse contra el inventario agotado, proveyendo un margen de seguridad para la escasez de los proveedores, los problemas de calidad o las entregas mal efectuadas.
- Tomar ventaja económica de los descuentos por la cantidad de compra.
- Protegerse de la inflación y los cambios de precios.
- La existencia de inventarios supone las siguientes obligaciones:
- Necesidad de mantener un capital circulante (los inventarios de mercancías), con sus correspondientes costos financieros.
- Necesidad de mantener un capital fijo en forma de instalaciones de almacenamiento y medios de manipulación, con sus correspondientes costos financieros y de amortización.
- Aparición de costos de las operaciones físicas de almacenamiento, como son costos de personal, de manutención, pérdidas, obsolescencias y degradación de las mercancías, entre otros.
- En resumen, mantener inventarios facilita:
- Reducir el riesgo.
- Reducir los costos.
- Anticipar las variaciones previstas de la oferta y la demanda.
- Facilitar el transporte y la distribución del producto.
- Elevar el nivel de servicio al cliente.

1.3 Tipos de inventarios

Los inventarios se clasifican dependiendo la función que estos cumplen dentro de la organización, existen tres categorías para clasificarlos:

1. Según su función
2. Según la etapa de procesamiento del bien material
3. Según el tipo de demanda por la que se ven afectados

En la figura 1.1 se resume la tipología de los inventarios.

Los tipos de inventarios según su función, se clasifican en:

- De fluctuación: se dan cuando la demanda del artículo inventariado no se puede conocer con certeza, no es constante; su fin es que los niveles de producción no tengan que cambiar drásticamente para enfrentar las variaciones aleatorias que presenta la demanda.
- De anticipación: son los inventarios hechos con anticipación cuando conocemos de antemano la demanda del producto.
- De tamaño de lote: son aquellos que se fabrican en un plan maestro de producción, generalmente es mayor a la demanda, pero se calcula según un estimado de ventas.
- De protección: cuando la mercadería se caracteriza por fluctuar en sus precios y las empresas pueden obtener ahorros significativos comprando grandes cantidades cuando los precios están bajos.
- Suministros: son artículos necesarios para la operación de la empresa que no tienen relación con el producto que se fabrica; dentro de estos se pueden mencionar repuestos, accesorios, papelería y útiles.

Los tipos de inventarios según la etapa de procesamiento del bien material, se clasifican en:

- Materia prima: aquellos productos que son almacenados y esperan que, mediante un proceso productivo, puedan ser convertidos en productos terminados.
- Productos en proceso: son productos parcialmente terminados que no son materia prima, pero, que se encuentran en una etapa intermedia del proceso productivo.
- Productos terminados: son todos aquellos productos que han sido producidos o comprados por la empresa para ser comercializados.
- Inventario en tránsito: se utilizan con el fin de sostener las operaciones para abastecer los conductos que ligan a la compañía con sus proveedores y sus clientes, respectivamente. Son necesarios porque el material debe movilizarse de un lugar a otro, y, mientras el inventario se encuentra en camino, no puede tener una función útil para las plantas o los clientes; existe exclusivamente durante el tiempo de transporte.
- Inventario de seguridad: se utilizan para prevenir faltantes debido a fluctuaciones inciertas de la demanda.

Los tipos de inventarios según el tipo de demanda por la que se ven afectados se pueden clasificar en:

- Inventarios de demanda independiente: que será aleatoria en función de las condiciones del mercado y no estará relacionada directamente con la de otros artículos.
- Inventarios de demanda dependiente: tienen necesidad de otros artículos almacenados. Son componentes de productos complejos cuyo consumo dependerá del número de unidades a fabricar del producto final decidido en la planificación de la producción.

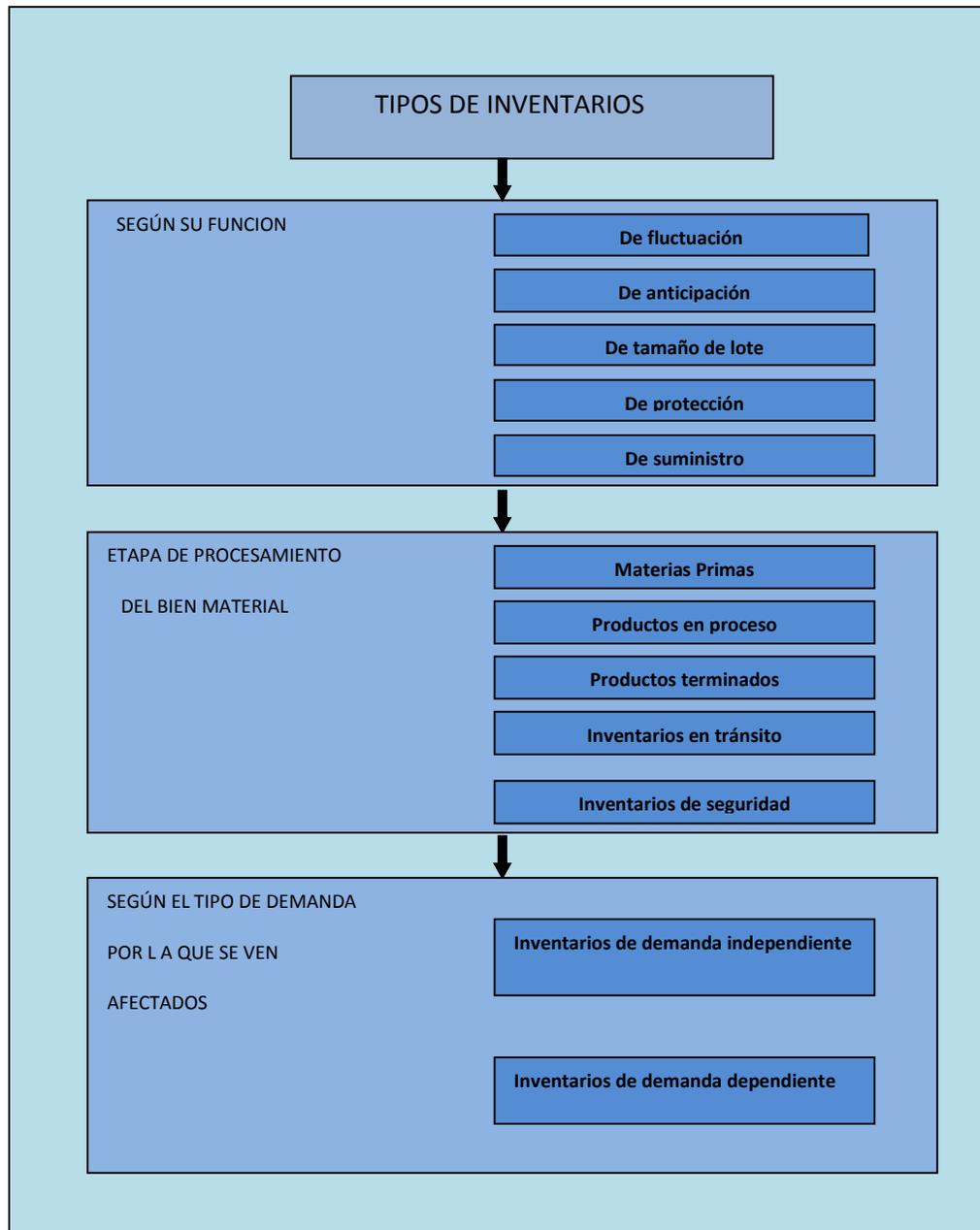


Figura 1: Clasificación de los inventarios,
Fuente: Elaboración propia

1.4 La Gestión de inventario

La gestión se define de diferentes maneras y por variados autores. Se plantea que gestionar es hacer diligencias para el logro de algún negocio o deseo cualquiera, (Gitman, 2006) especifica que la gestión requiere planificación, organización, ejecución y control dentro de las actividades de gestión.

En el caso particular de la gestión de inventario existen diferentes enfoques. Uno de ellos ampliamente tratado por diversos autores lo vincula a la logística, de ahí que para (Ballou, 1992) la gestión de inventario clasifica como una actividad clave de la logística.

La logística, como plantea (Magee, 1968) está relacionada con “El movimiento de los materiales desde una fuente u origen hasta un destino o usuario”.

De forma general, podemos decir que la gestión de inventarios es un proceso destinado a planificar, administrar y controlar los recursos disponibles dentro de la organización, permitiendo así el manejo apropiado de los mismos, este sistema de gestión de inventarios debe especificar cuándo se colocará la orden de un artículo y cuántas unidades se ordenarán; por consiguiente el control de inventarios es un aspecto crítico de la administración exitosa. Ver Figura 1.2

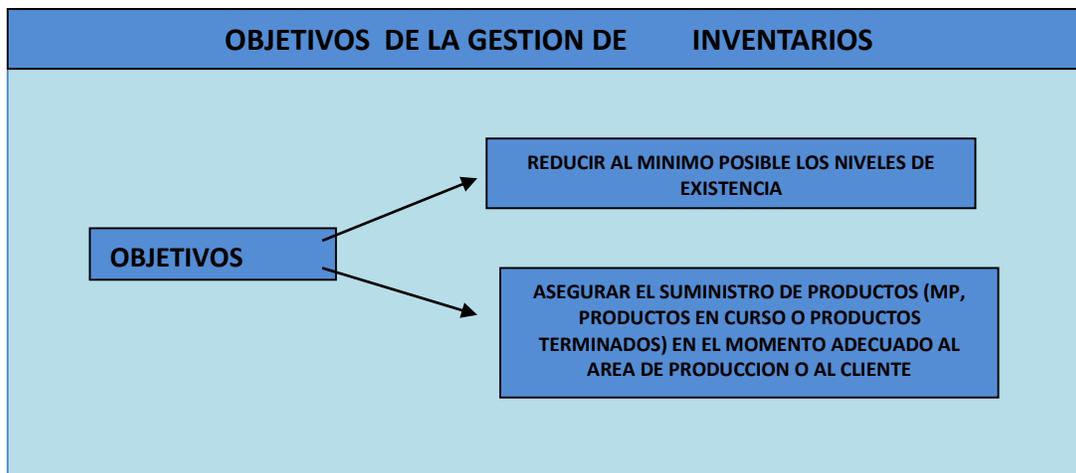


Figura 2: Objetivos de la gestión de inventarios,
Fuente: Elaboración propia

Los inventarios juegan un papel relevante en la economía de toda organización; el propósito fundamental de la gestión de inventarios es la reducción de costos, mejorar la eficiencia de los procesos de producción, mejorar el servicio al cliente y determinar el nivel de inventario mínimo, máximo y de seguridad, en función de los parámetros de período operativo, consumo y demora.

La determinación del lote óptimo de producción, inventarios ABC, planeación de requerimiento de materiales son algunos de los métodos para el control de inventarios. Existen además factores importantes dentro de este sistema, entre ellos cantidad, tiempo y costos; cantidad, en cuanto a materia prima almacenada, tiempo, se refiere a la fecha indicada para solicitar materiales como el nivel de reorden y costeo de inventarios.

Este sistema facilita cumplir con la cantidad demandada de producto terminado, logrando la entrega de pedidos en el tiempo requerido, optimizar la compra de materia prima necesaria para dar cumplimiento a la producción planificada. La determinación del lote óptimo de producción incrementa la productividad de la empresa. La implementación de este sistema permite mantener la competitividad a nivel nacional e internacional.

El objetivo primordial de la gestión de inventarios es brindar un buen servicio al cliente. Las empresas procuran minimizar los inventarios porque su mantenimiento es relativamente costoso, pero mantener un inventario a cero, es decir, trabajar sobre pedido significa limitar la capacidad para satisfacer de inmediato la demanda del cliente. Por ello es preciso determinar el nivel apropiado de inventarios en términos de la opción entre los beneficios que se esperan, no incurriendo en faltantes, y el costo de mantenimiento del inventario que se requiere.

Las decisiones relacionadas con la gestión de inventario que define son las siguientes:

1. Políticas de stock tanto en el ámbito de materia prima como de producción final.
2. Proyección de las ventas a corto plazo.
3. Relación de productos en los almacenes.
4. Número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento.
5. Estrategias de << entrada - salida >> de productos del almacén.

La tarea fundamental que debe acometer un gestor de inventarios, es mantener un nivel de stocks que permita garantizar el nivel de servicio que el cliente exija al menor costo posible para la empresa.

Son varias las metas que se pueden lograr con una correcta gestión de inventario, se consideran entre las más importantes:

- Posibilidad de brindar un nivel de servicio acorde a los requerimientos del mercado.

- Reducir al mínimo posible las inversiones de capital circulante sin dejar de tener en cuenta el requerimiento del mercado con relación al nivel de servicio deseado.
- Obtención de la rentabilidad deseada sobre las inversiones de stocks.

Una adecuada gestión de inventarios permite optimizar la existencia de inventarios en la empresa, minimizando su volumen y costo sin comprometer las obligaciones que la empresa asume frente a los clientes. (Alvarez, 2001)

1.4.1 La Planificación de los inventarios

En el proceso de gestión, la planificación desempeña un papel importante, en la literatura consultada se exponen diversos criterios acerca de la definición de la planificación seguidamente se abordan los más novedosos:

"Planear es el proceso para decidir las acciones que deben realizarse en el futuro, generalmente el proceso de planeación consiste en considerar las diferentes alternativas en el curso de las acciones y decidir cuál de ellas es la mejor" (Robert N. Anthony, 1993).

"Método por el cual el administrador ve hacia el futuro y descubre los alternativos cursos de acción, a partir de los cuales establece los objetivos". (Joseph L. Massie, 1989).

"La planeación es el primer paso del proceso administrativo por medio del cual se define un problema, se analizan las experiencias pasadas y se embozan planes y programas", (Fernández Arenas, 1986).

"La planeación consiste en determinar los objetivos y formular políticas, procedimientos y métodos para lograrlos". (Kazmier.L, 2000).

Haciendo un análisis de las diferentes definiciones se puede afirmar que en la planificación el aspecto fundamental es determinar los resultados, por lo que es necesario hallar diversos caminos, formas de acción y estrategias, para conseguir los objetivos y además esto implica el análisis y la selección de la decisión más adecuada.

La vida actual es sumamente dinámica, donde el cambio está presente constantemente, éste puede ser súbito o lento, la planeación permite asimilar estos cambios.

Existen diversas razones por las que se puede considerar la importancia de la planificación, ésta propicia el desarrollo de la empresa al establecer métodos de utilización racional de los recursos, reduce los

niveles de incertidumbre que se pueden presentar en el futuro, prepara a la empresa para hacer frente a las contingencias que se presenten, con las mayores garantías de éxito, condiciona a la empresa al ambiente que lo rodea, establece un sistema racional para la toma de decisiones, reduce al mínimo los riesgos y aprovecha al máximo las oportunidades, promueve la eficiencia al eliminar la improvisación proporcionando los elementos para llevar a cabo el control, y permite al ejecutivo evaluar alternativas antes de tomar una decisión.

Es de vital importancia exponer los principios de la planificación ya que son de aplicación general y sirven como guías de conducta a observarse en la acción administrativa. Siendo los siguientes:

* **Factibilidad:** Lo que se planee debe ser realizable; es inoperante elaborar planes demasiado ambiciosos u optimistas que sean imposibles de lograrse. La planeación debe adaptarse a la realidad y a las condiciones objetivas que actúan en el medio ambiente.

* **Objetividad y cuantificación:** Cuando se planea es necesario basarse en datos reales, razonamientos precisos y exactos, y nunca en opiniones subjetivas, especulaciones o cálculos arbitrarios. Este principio establece la necesidad de utilizar datos objetivos como estadísticas, estudios de mercado, estudios de factibilidad, cálculos probabilísticos. La planeación será más confiable en tanto pueda ser cuantificada, expresada en tiempo, dinero, cantidades y especificaciones (porcentajes, unidades, volumen, etc.)

* **Flexibilidad:** Al elaborar un plan, es conveniente establecer márgenes de holgura que permitan afrontar situaciones imprevistas y que proporcionen nuevos cursos de acción que se ajusten fácilmente a las condiciones.

* **Unidad:** Todos los planes específicos de la empresa deben integrarse a un plan general y dirigirse al logro de los propósitos y objetivos generales, de tal manera que sean consistentes.

Para lograr un buen desenvolvimiento en la actividad empresarial, es preciso que se realice una buena planificación de los inventarios, sobre el tema (Acevedo, Gómez, & Martha, 2001) consideran que la planificación de los inventarios se centra en la respuesta a un conjunto de interrogantes:

¿Qué tener en inventario?

¿Dónde tener inventario?

¿Qué cantidad tener en inventario?

¿Cuándo reponer el inventario?

¿Cómo gestionar el inventario?

¿Con qué eficiencia se gestiona el inventario?

Qué tener en inventario: Existen puntos de acumulación de materias primas, materiales auxiliares y de oficina, herramientas, repuestos, envases, embalajes, combustible, lubricantes, instrumentos, accesorios semi-productos y productos terminados; para estos ser administrados eficientemente es necesario:

1. Mantenerlos al mínimo, ya que su existencia es inmovilización de recursos financieros de la empresa; fuente de pérdidas, mermas, deterioro y obsolescencia; y generador de inversiones y gastos para la creación y operación de almacenes.
2. Las existencias que se necesitan en cada momento para mantener la continuidad de la ejecución de las actividades (investigación, desarrollo, mantenimiento, administración, producción o ventas).
3. Las reservas de seguridad necesarias para enfrentar las contingencias o eventualidades que surgen en la operación del sistema. Aquí siempre es necesario evaluar el costo de mantener esta reserva y el costo de enfrentar una contingencia sin dicha reserva.

Otro aspecto importante que influye en la planificación de los inventarios es el lugar donde se encuentran los mismos, los inventarios pueden estar localizados en el proveedor, en el productor, en el distribuidor, en el punto de venta o en tránsito. En la planificación de los inventarios es necesario considerar todos los puntos donde pueden encontrarse los mismos en un momento dado para calcular la cantidad de inventario a tener. El cálculo de la cantidad de objetos a tener en inventario se determina a partir del tamaño del lote, la existencia media, la existencia máxima y la reserva de seguridad necesarias.

El consumo de los recursos en inventario lleva a la necesidad de la reposición de ellos, dicha reposición debe realizarse sobre la base del punto de pedido y del ciclo de gestión del pedido.

La planificación de los inventarios requiere que se mantenga un monitoreo constante de la eficiencia con que se gestionan los mismos, por lo que es necesario medir la rotación de inventarios de manera sistemática.

Elementos a tener en cuenta para lograr una correcta planificación de los inventarios:

- Estudio de la demanda y del mercado.
- Estudio de la organización.

- Fijación del nivel de servicio.
- Definición del tamaño del lote.
- Cálculo de los parámetros del inventario.
- Rotación.
- Selección del tipo de sistema de gestión.

De lo anterior se deduce que con una buena planificación se puede garantizar una rotación eficaz del almacén y evitar la falta de existencias, regularizando el flujo de los materiales, a través de la definición de las necesidades puntuales y de las propuestas de compra correspondiente a la disponibilidad dinámicas en el tiempo, la gestión de las existencias y la definición del stock de seguridad, al sistema de reposición automática, según lo establecido por el “sistema de planificación”. Además se puede verificar y validar el funcionamiento de un eficaz sistema de registro y control de las existencias y proveer a la codificación de productos, el control y la actualización de las variables y de los parámetros, relativos a la gestión de las existencias.

1.5 La administración científica de los inventarios.

El objetivo de la administración de inventarios tiene dos aspectos que se contraponen. Por una parte, se requiere minimizar la inversión del inventario, puesto que los recursos que no se destinan a ese fin se pueden invertir en otros proyectos. Por la otra, hay que asegurarse de que la empresa cuente con inventario suficiente para hacer frente a la demanda cuando se presente y para que las operaciones de producción y venta funcionen sin obstáculos. (Schroeder, 1995)

La administración científica del inventario implica:

1. La formulación de un modelo matemático que describe el comportamiento del sistema de inventarios.
2. La determinación de una política óptima de inventarios con respecto a este modelo.
3. La utilización de métodos computacionales para mantener un registro de los niveles de inventario y señalar cuándo conviene reabastecer.

Un modelo es un objeto que sobre la base de una analogía respecto a la estructura, función y comportamiento de un original correspondiente se crea y utiliza por un sujeto, para resolver una

determinada tarea cuya realización por medio de operaciones directas con el original resulta imposible. (Felipe, 2007)

Si el modelo matemático es una representación válida del rendimiento del sistema, mediante la aplicación de las técnicas analíticas adecuadas, la solución obtenida a partir del modelo debería ser también la solución para el problema del sistema. Así, la efectividad de los resultados de la aplicación de cualquier técnica operativa es en gran medida una función del grado en el cual el modelo representa al sistema en estudio.

1.5.1 Elementos de un sistema de inventario

Demanda

Un elemento fundamental que se debe tratar en el análisis de los modelos de inventarios es la demanda de los productos que se almacenan. Según (Torres, 2003) la demanda puede ser clasificada atendiendo a diferentes criterios, dentro de éstos se consideran tres de vital importancia: nivel de dependencia, grado de conocimiento y la frecuencia con que es demandado el producto a lo largo del tiempo.

Se considera demanda independiente a aquella que se ve influenciada directamente por las condiciones del mercado y por tanto es independiente a la demanda de cualquier otro artículo. Por lo general aquí se agrupan los productos terminados y los aprovisionamientos.

Por el contrario, se consideran demanda dependiente a aquella que depende de la demanda de otro artículo, se relaciona con la demanda de partes o piezas de ensamble, así como de productos en proceso por lo que la misma es generada mediante un programa de producción o venta. Los artículos se gestionan mediante filosofías de requerimientos, entre las que se destacan las técnicas de simulación.

Según el grado de conocimiento la demanda se clasifica en determinística o aleatoria.

Se dice que la demanda es determinística cuando se conoce exactamente la cantidad y el momento en que va a ser necesitado. Entre ellos podemos encontrar:

- Artículos destinados a una promoción que cesará con el agotamiento de la cantidad especificada, sin generar otra demanda posterior.
- Artículos que son requeridos sobre la base de un programa sin experimentar variaciones ni en cantidad ni en plazo respecto al plan inicial.

Se dice que la demanda es aleatoria cuando no se conoce con certeza la cantidad y el momento en que van a ser necesitados los artículos, pero si es posible conocer la distribución de probabilidades que sigue el comportamiento de la misma.

La demanda también se clasifica según la frecuencia con que es demandado el producto a lo largo del tiempo en movimiento rápido y movimiento lento.

Se considera movimiento rápido cuando un producto es demandado con regularidad independientemente de la cantidad que se solicite, por tanto, si un determinado producto es demandado frecuentemente, aunque cada vez que se demande sea sólo una unidad, se puede afirmar que es de movimiento rápido.

Se consideran de lento movimiento aquellos productos que no se demandan frecuentemente independientemente de la cantidad que se solicite, por lo que sí un determinado producto es demandado en un período y no es demandado regularmente en los períodos que siguen, aunque cada vez que se necesite sea en cantidades enormes, se dice que es de lento movimiento.

Estimar la demanda ha sido tradicionalmente un aspecto fundamental de la gestión de inventarios. El hecho de conocer exactamente la demanda de los clientes y así trabajar en régimen de “producción contra pedido” se ha considerado la forma de operar con mínimos inventarios. Si la demanda de los clientes no es exactamente previsible y se debe trabajar en régimen de “producción contra stock”, el incremento de los inventarios es inevitable. Los métodos de previsión de la demanda tratan de acercar este segundo caso al primero y optimizar en lo posible el volumen de inventarios de la empresa. (Alvarez, 2001)

Costo de inventarios

Otro elemento a considerar en el análisis de inventario son los costos asociados a los mismos.

Según (Alvarez, 2001) desde el punto de vista logístico, la Gestión de Inventarios es una actividad en la que coexisten los tres tipos de costos propios del Sistema Logístico:

- Costos asociados a los flujos
- Costos asociados a los stocks
- Costos asociados a los procesos

En consecuencia, para analizar correctamente los costos de los inventarios habrá que tener en cuenta estos tres ámbitos.

Dentro del ámbito de los flujos se debe tener en cuenta los costos de los flujos de aprovisionamiento (transporte), aunque algunas veces serán por cuenta del proveedor y en otros casos estarán incluidos en el propio precio de la mercancía adquirida.

Dentro del ámbito de los stocks, deberán imputarse a los costos de los inventarios todos los conceptos incluidos bajo esa rúbrica: costos de almacenamiento, de deterioros, pérdidas y degradación de las mercancías almacenadas y de ruptura de los stocks, en su caso.

Por último, dentro del ámbito de los procesos existen numerosos e importantes conceptos que deben imputarse a los costos de las existencias: Costos de compras, de lanzamiento de pedidos y de gestión de la actividad.

El análisis de costos bajo un punto de vista logístico no tiene por qué coincidir con las prácticas contables generalmente utilizadas en las empresas, función de la legislación fiscal de cada país, que presentan habitualmente una compleja red de imputaciones contables de difícil seguimiento y muchas veces ajena a la realidad de los costos.

Costo de almacenamiento

Los costos de almacenamiento, de mantenimiento o de posesión del stock incluyen todos los costos directamente relacionados con la titularidad de los inventarios, tales como:

- Costo financiero de las existencias.
- Costos de almacén.
- Seguros.
- Deterioros, pérdida y degradación de mercancías.

Los costos incluidos bajo esta rúbrica son numerosos y complejos. Dependen de que la actividad de almacenaje esté directamente gestionada por la empresa o de que se trate de un servicio prestado por terceros en régimen de “outsourcing”, de que las mercancías estén almacenadas en régimen de depósito por parte del proveedor, hasta el momento de su consumo, o de que sean propiedad del fabricante, etc.

Para dejar constancia de esta complejidad, se incluye seguidamente una relación pormenorizada de los costos de almacenamiento, mantenimiento, o posesión de los stocks en el caso más general posible. La clasificación de los costos de almacenamiento que seguidamente se incluye los clasifica por actividades (almacenaje y manutención), por imputabilidad en (fijos y variables) y por origen en (directos e indirectos).

Costos directos de almacenaje:

Costos fijos: Personal, vigilancia y seguridad, cargas fiscales, mantenimiento del almacén, reparaciones del almacén, alquileres, amortización del almacén, amortización de los equipos de almacenaje, gastos financieros del inmovilizado.

Costos variables: energía (iluminación, calefacción, refrigeración), agua, mantenimiento de los equipos de almacenaje, reparaciones de los equipos de almacenaje, materiales de reposición, deterioros, pérdida y degradación de mercancías, gastos financieros del circulante (stocks).

Costos directos de manutención:

Costos fijos: personal, seguros, amortización de equipos de manutención, amortización de equipos informáticos, gastos financieros del inmovilizado.

Costos variables: energía (combustible de equipos de manutención), mantenimiento de equipos de manutención, mantenimiento informático, reparaciones de equipos de manutención, comunicaciones.

Costos indirectos:

- Administración.
- Formación y entrenamiento del personal.

Costos de lanzamiento del pedido:

Los costos de lanzamiento de los pedidos incluyen todos los costos en que se incurren cuando se lanza una orden de compra. Los costos que se agrupan bajo esta rúbrica deben ser independientes de la cantidad que se compra y exclusivamente relacionados con el hecho de lanzar la orden. A continuación se relacionan los principales elementos que intervienen en la formación de dicho costo.

- Personal del área de compras: Dentro de este concepto se incluyen todos los costos relacionados con las personas que laboran en dicha área directamente relacionados con la función de reaprovisionamiento de los productos en el almacén. Las partidas fundamentales que lo conforman son:
 - Salario.
 - Seguridad social.
 - Otros gastos de personal.
- Gastos generales: Dentro de este concepto se incluyen todos aquellos gastos imputables al área de compras por la gestión de los pedidos, como por ejemplo material de oficina, informática, administración general, etc.
- Correspondencia y comunicaciones: Aquí se incluirá el gasto en que incurre todo el personal relacionado con la función de reaprovisionamiento por la emisión, envío y control de los pedidos realizados a proveedores.

Costos de ruptura o déficit:

Los costos de ruptura de stocks incluyen el conjunto de costos generados por la falta de existencias.

Los criterios para valorar los costos de ruptura deben basarse en:

- Disminución de ingresos por ventas: tanto por el desplazamiento en el tiempo de la fecha de facturación (venta recuperable) como por pérdida absoluta de la venta (ventas irre recuperables).
- Incremento de gastos del servicio: se incluyen las penalizaciones contractuales por retrasos o desabastecimientos, los servicios urgentes.
- Pérdida de imagen de la entidad en el mercado de competidores.

Los costos de ruptura o agotamiento son muy difíciles de establecer, sobre todo en la parte referida a pérdida de imagen y riesgo porque la competencia absorbe parte de la demanda de la empresa. La literatura considera estos costos entre el 1 y el 4% de los ingresos totales por venta. (Torres, 2003).

La valoración de los costos de ruptura solamente es posible si la empresa dispone de un eficiente sistema de gestión de la calidad.

1.5.2 Métodos para el control de inventarios

El objetivo de los métodos de control de inventarios es determinar el nivel más económico de inventarios en cuanto a materia prima, productos en proceso y producto terminado; los objetivos de un buen servicio al cliente y de una buena producción eficiente deben ser satisfechos manteniendo los inventarios en un nivel mínimo.

Método de control de inventarios ABC.

El método de control de inventarios ABC (por sus siglas en inglés Activity Based Costing es decir, costeo basado en actividades), es una herramienta que permite realizar la relación entre los productos o insumos, su precio unitario y la demanda; con el fin de determinar el valor de los artículos para priorizarlos de forma descendente, optimizando así la administración de los recursos de inventario y logrando mejorar la toma de decisiones. La aplicación del inventario ABC en una empresa se empieza por la clasificación en grupos de artículos de la siguiente manera:

- Los artículos "A" que son aquellos en los que la empresa tiene la mayor inversión, estos representan aproximadamente el 20% de los artículos del inventario que absorben el 90% de la inversión. Estos son los más costosos o los que rotan más lentamente en el inventario. Es importante evitar mantener inventarios altos de estos artículos.
- Los artículos "B" son aquellos que les corresponde la inversión siguiente en términos de costo. Consisten en el 30% de los artículos que requieren el 8% de la inversión. Es necesario aplicar un nivel de control administrativo medio.
- Los artículos "C" son aquellos que normalmente en un gran número de artículos corresponden a la inversión más pequeña. Consiste aproximadamente el 50% de todos los artículos del inventario pero solo el 2% de la inversión de la empresa en inventario. Es importante asignar menos recursos para el manejo de estos artículos. Ver figura 1.3.

Los principales beneficios de la aplicación de los inventarios ABC son:

- La participación monetaria de cada artículo en el valor total del inventario, logrando así la determinación exacta de dónde se originan los costos de almacenaje.
- Lograr optimizar los pedidos de los consumidores finales.
- Determinar el inventario óptimo de los artículos en el área de almacenaje.
- Obtener los costos de manejo y sus componentes.

- Eliminar costos innecesarios o minimizarlos al máximo.

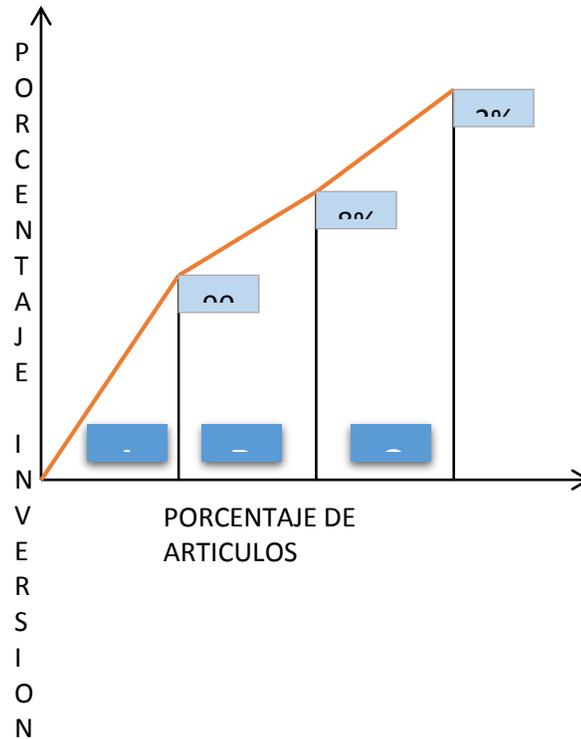


Figura 3: Método de control de inventarios ABC,
Fuente: Elaboración propia.

1.5.3 Modelos económico-matemáticos de inventarios

Los sistemas de inventario son tan variados e implican tantas consideraciones que sería imposible desarrollar modelos para todas las situaciones posibles. En este subepígrafe se desarrollan los modelos de inventario más tratados en la literatura para ilustrar las consideraciones básicas de los mismos y los que proporcionan, para cualquier aplicación específica, un punto de partida para la definición de un modelo apropiado según las características del sistema de inventario objeto de estudio. La aplicación de los modelos de inventarios se basa en grado de conocimiento de la demanda.

Modelos determinísticos.

Modelo del tamaño del lote económico óptico (EOQ) Economic Order Quantity sin agotamiento.

El modelo EOQ y sus variaciones son utilizados ampliamente para el manejo del inventario con demanda independiente. La derivación del modelo EOQ se basa en las siguientes suposiciones:

- La tasa de demanda es constante, recurrente y conocida.
- El tiempo de entrega es constante y se conoce.
- No se permiten inexistencias. Dado que la demanda y el tiempo de entrega son constantes, se puede determinar con exactitud el momento de hacer una compra de material para evitar inexistencias.
- El material se adquiere en lotes y se colocan en el inventario todo a la vez.
- El costo unitario del producto es constante y no existen rebajas por compras grandes.
- El artículo es un producto singular; no existe interacción con otros productos.

Aunque estas suposiciones muy pocas veces, si es que alguna, son ciertas a la larga, con frecuencia son aproximaciones razonables a corto plazo. El modelo de lote económico (EOQ) se desarrolló en particular para esta situación en el año 1915 por F.W. Harris.

Modelo del tamaño del lote económico óptico (EOQ) Economic Order Quantity con agotamiento.

Este modelo parte de los supuestos anteriores con la única diferencia que puede admitir un costo por déficit de productos.

Modelo de cantidad de orden de producción.

Este modelo es aplicable cuando el inventario fluye continuamente o se construye a través de un período de tiempo después de que una orden se ha colocado o cuando la producción y la venta se den de forma simultánea.

Este es el útil cuando el inventario se alimenta de forma continua a través del tiempo. Este modelo se deriva al establecer los costos de manejo, resolviendo (n^*) . Bajo estas condiciones, se toma en consideración la tasa de producción diaria o flujo de inventario y la tasa de demanda diaria. (Anderson, 1995)

Demanda con tasa de demanda variable.

Independientemente de que la demanda sea perfectamente conocida como se ha planteado, esta puede ser no uniforme, al introducirse cualquier tipo de variación, este hecho complicará en gran medida la solución del problema.

Este modelo a pesar de su semejanza con el EOQ presenta algunas ventajas sobre este ya que la revisión de los niveles de stock se realiza con menos frecuencia y puede planificarse de modo que coordinen los tiempos de revisión de otros artículos, con los que se puede realizar pedidos conjuntos.

Así se puede conseguir descuentos en las compras y menos costos de transporte. Como desventaja del mismo puede mencionarse que este modelo induce unos niveles medios de inventarios ligeramente superiores que los del modelo EOQ (Anderson, 1995)

Modelos probabilísticos

Todos los modelos antes mencionados mantienen la existencia de una demanda y tipo de suministros perfectamente conocidos. En la mayoría de los casos esta no es una situación realista. La demanda no suele estar tan predeterminada, sino que aunque puedan conocerse sus valores medios lo normal es que finalmente no coincida con exactitud, lo que normalmente ocurre (Alvarez Buylla Valle, 1987); Domínguez Machuca, 1995; Parra Bofia, 1983).

En estos casos para evitar la rotura de stock se suele mantener en inventario una cantidad extra de productos, que sirva de reserva para resolver las fluctuaciones. Evidentemente, mantener el stock de seguridad tiene un costo. El problema radica en establecer un punto de pedido adecuado que proporcione una suficiente seguridad, a cambio de un costo razonable.

Modelo de Cantidad Fija de Reorden cuando no se conoce el costo por faltante

En este modelo se plantea que el reaprovisionamiento se realiza cuando el inventario baja al punto de reorden por la cantidad óptima previamente calculada.

Los supuestos de este modelo son los siguientes:

1. La demanda del producto se distribuye normalmente.
2. El tiempo de entrega se distribuye normalmente.
3. No existen costos por faltante (No se conocen).

Modelo de Período Fijo de Reorden

En este caso el reaprovisionamiento se realiza cada cierto período óptimo de tiempo (fijo) en el cual se revisa el inventario y se pide la diferencia entre el nivel de inventario óptimo y las existencias en ese momento.

Los supuestos del modelo son los siguientes:

1. La demanda se distribuye normalmente.
2. La demanda del tiempo de entrega se distribuye normalmente.
3. No se conocen los costos por faltante.

En resumen, resulta cada vez más apremiante aplicar técnicas y métodos económico-matemáticos para la administración de los inventarios en una empresa. En la revisión bibliográfica realizada se puede constatar que estos han sido ampliamente estudiados, pero su aplicación práctica resulta aún insuficiente.

La aplicación de uno u otro modelo dependerá del tipo de inventario que se tiene y cómo se pueden administrar estos de manera que se puedan tomar decisiones mejor fundamentadas científicamente. Un enfoque financiero del asunto corrobora la idea anterior.



UNIVERSIDAD
C I E N F U E G O S
Carlos Rafael Rodríguez

Capítulo II

CAPITULO II: PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA MIXTA CEMENTOS CIENFUEGOS S.A.

El objetivo de este capítulo es realizar un estudio diagnóstico sobre los procesos que sustentan la planificación de inventarios en la Empresa Cementos Cienfuegos S.A, particularizando en los mecanismos de control de los mismos. A partir del estudio realizado se propone un procedimiento para la mejora del proceso de toma de decisiones relacionado con la planificación de inventario como parte de la gestión de los mismos.

2.2 Caracterización de la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A

El cemento, constituye el elemento básico para el desarrollo de las construcciones en un país, según ha ido evolucionando el país también se ha aumentado la demanda de cemento. Es una producción industrial que en Cuba comenzó a desarrollarse a principios del siglo XX y en todo momento mostró un incremento, tanto su producción como su consumo, así como a medida que aumentaba la producción disminuían las importaciones y aumentaban las exportaciones.

En el mes de junio de 1975, se confeccionó el expediente de Tarea de Inversión para la Fábrica de Cemento de Cienfuegos, donde se planteó la localización del lugar destinado para la construcción de las instalaciones, la red de comunicación vial necesaria a construir, las fuentes de abasto de agua y las soluciones necesarias a gestionar para la fábrica. También fueron analizados los indicadores tales como los requerimientos de abastecimiento de materias primas y factores socio - económicos para la ejecución y puesta en marcha de la industria.

En el año 1979 comienza la explotación del primero de los tres hornos de la Fábrica de Cemento de Cienfuegos, lo cual permitió un aumento considerable en la producción nacional de este renglón.

Mediante Acuerdo No. 3809 del 2000 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros (CECM), se autorizó la conversión en Empresa Mixta de la sociedad mercantil cubana Cementos Cienfuegos, S. A, a partir de la asociación entre Geominera Cementos, S.A., del sistema del Ministerio de la Industria Básica y la sociedad mercantil española Las Pailas Cemento, S.A., al amparo de lo dispuesto por la Ley 77/95 de Inversiones Extranjeras

La sociedad tiene nacionalidad cubana pudiendo desarrollar cualquiera de las actividades que constituyen su objeto social en el ámbito territorial, habiendo iniciado de forma efectiva su actividad el 1 de junio de 2001, mediante la recepción de la planta y otras instalaciones donde desarrolla su proceso productivo.

Su objeto social comprende el desarrollo de las siguientes actividades:

1. La modernización, rehabilitación, optimización, operación, mantenimiento, ampliación de la capacidad y explotación de la planta productora de cementos y clinker denominada Carlos Marx.
2. La explotación, extracción, transporte y proceso industrial de los minerales de calizas, margas, tobas, limonitas y areniscas ubicados en los yacimientos autorizados en las concesiones mineras que se transferirán o que posteriormente se otorguen.

3. La producción, exportación, almacenamiento, transporte terrestre y marítimo, distribución, comercialización de clinker, cemento, aditivos de cemento y modificantes especiales de cemento.

La empresa mixta se constituyó por un término de cincuenta (50) años contados a partir de su constitución, prorrogable oportunamente otros veinticinco (25) años más, mediante la correspondiente solicitud dirigida a la autoridad gubernamental que concedió la autorización inicial, antes del vencimiento del término señalado.

El Capital Social autorizado actual asciende a 120 000 000.00 USD, compuesto por 120 000 000 acciones nominativas de 1.00 USD de valor nominal cada una, distribuidas el 50% para Cementos y el otro 50 % para Las Pailas.

La vida societaria se rige por los estatutos y el convenio de asociación.

La planta fue sometida a un proceso de rehabilitación y modernización entre junio de 2001 y octubre de 2004, el mismo fue efectuado con el aporte de capital social de los socios y mediante préstamos. La capacidad productiva de la planta antes del proyecto de rehabilitación y modernización alcanzaba un nivel de producción real menor a 300 mil toneladas de Clinker por año. En el 2005 la producción alcanzó un nivel del 55% de su capacidad instalada y siguió mostrando incrementos de producción. Durante el ejercicio del 2006 la fábrica alcanzó producciones de hasta el 80 % de su capacidad instalada, manteniendo dicha situación hasta el 2011. Actualmente la capacidad máxima de producción es de 1.4 millones de toneladas de Clinker por año.

El crecimiento de la empresa se basa fundamentalmente en las necesidades de los mercados interno y exportación. El principal cliente es la Empresa Comercializadora de Cemento, perteneciente al Grupo GECEM, del Ministerio de la Construcción, que es quien comercializa el producto en el mercado interno y Hansen Holding para el mercado de exportación.

Misión:

Nuestro propósito es ser una empresa productora de clinker y cemento para el desarrollo de las personas, la empresa y la sociedad.

Visión:

Somos líderes en la fabricación de cemento y una de las mejores empresas industriales de Cuba con índices de seguridad industrial, medio ambiente, calidad, eficiencia, productividad y rentabilidad a nivel internacional; con una gestión de excelencia y un equipo de trabajo comprometido con la satisfacción de nuestro personal, proveedores, clientes, accionistas y el entorno.

Política:

“Producimos y comercializamos clinker y cemento para el servicio de nuestros clientes, priorizando nuestro capital humano, conservando el medio ambiente, mejorando continuamente nuestros procesos y creando valor para las partes interesadas”



Figura 4: Filosofía empresarial de Cementos Cienfuegos S.A.,
Fuente: Elaboración propia

Principales proveedores:

Geominera; UEB de Asistencia y Servicio Cienfuegos; UEB Mantenimiento al Cemento; UEB Eléctrica Cienfuegos; CUPET, CASTROL, PDVSA, REFRACTECNIC, RHI, UDECAM.



Figura 5: Mapa satelital fábrica de Cementos Cienfuegos S.A.,
Fuente: Recursos Humanos

Descripción del proceso productivo

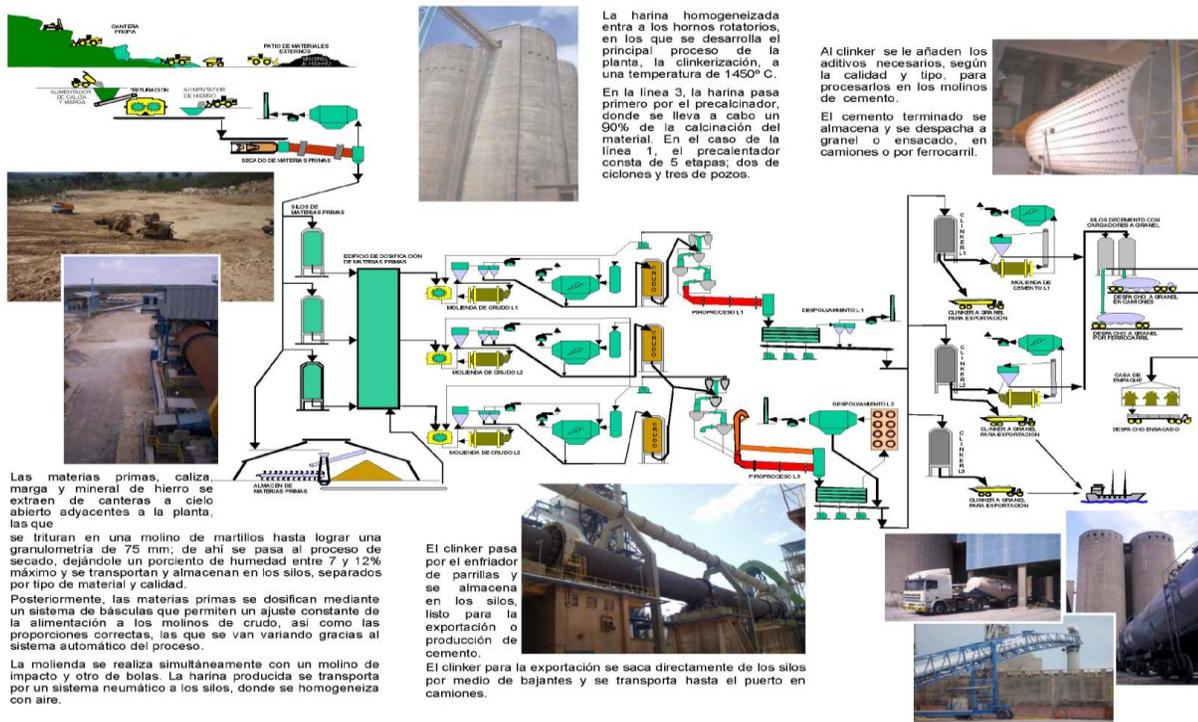


Figura 6: Flujograma del proceso productivo, Fuente: Dpto. Producción

Preparación de materias primas

- La caliza es extraída por explosivos, transportada, triturada y almacenada.
- La marga también es extraída a voladura con el empleo de explosivos, posteriormente es transportada, triturada, secada, almacenada y finalmente dosificada.
- Los correctores se extraen con Buldócer (generalmente) y transportados a la fábrica siguiendo el mismo curso que la marga.

La caliza, marga, el perdigón y las tobas puzolánicas son transportados por camiones desde las canteras hacia la instalación de materias primas. Todos los materiales (caliza, caliza margosa, marga y perdigón) deberán ser secados y triturados en el área de la trituradora primaria existente, en operaciones intermitentes. Una criba de alta eficiencia se encuentra instalada antes de la tolva de alimentación de la trituradora primaria para separar los finos (granulometría menor que 75 mm), que serán alimentados directamente al secador rotatorio ubicado en esta área.

Las materias primas trituradas, son conducidas por bandas transportadoras hasta los seis silos de caliza (2 por línea) y en el caso de la marga, perdigón y las tobas puzolánicas, hacia la nave para materiales secos. Una vez dispuestos en la nave de materia prima seca, la marga y el hierro son transportados por bandas hacia las tolvas de almacenaje intermedio para la dosificación de crudo.

El desempolvado en el área de trituración se realiza mediante dos separadores ciclónicos, a la salida del secador se encuentra instalado el filtro de mangas (casa de bolsas) y en cada torre de transferencia de las bandas transportadoras hasta la fábrica se instalaron filtros de mangas con niveles de emisión máxima de 20 mg/m³N de polvo.

Dosificación y molienda de crudo

La caliza dispuesta en silos, marga más toba y el perdigón, son dosificadas y conducidos juntos hasta la estación de molienda de crudo, donde se trituran y se secan en el molino de bolas horizontal de 130 t/h, donde se produce la harina (producto intermedio en la producción del clinker) que es transportada por medio de elevadores de cangilones a los silos de mezcla u homogeneización (2 por línea), el polvo de arrastre pasa al separador y se envía al electrofiltro, el material separado se incorpora mediante los sinfines y se envía al precalentador.

Una vez verificada la calidad (composición de la mezcla) la harina cruda pasa a los silos de almacenaje por medios neumáticos.

Piroproceso

De los silos de almacenaje, la harina cruda es conducida a la parte superior del precalentador, donde comienza a ponerse en contacto con los gases calientes provenientes de la combustión (petcoke).

El calor suministrado por los gases de combustión provoca la descarbonatación del Carbonato de Calcio, que así se descompone en CaO y CO₂, la pérdida de agua de constitución de la arcilla que proporciona la alúmina y sílice, la fundición de óxidos de hierro y la elevación de temperaturas hasta los 1700 °C aproximadamente. Alcanzadas estas condiciones los óxidos se combinan en distintas formas entre sí, con lo cual se obtiene el clinker, como producto fundamental a la salida del horno del CaCO₃ y MgCO₃ transformándose en CaO y MgO con la emisión de CO₂, terminando su cocción en el en el horno rotatorio donde ocurre la clinkerización, que da lugar a un producto intermedio denominado clinker, el cual es descargado al enfriador de parrillas para su enfriamiento mediante aire suministrado por varios ventiladores.

Los gases calientes pasan por filtros de mangas. Una vez desempolvados los gases son expulsados al ambiente por la chimenea con niveles de emisión hasta 50 mg/m³N de polvo. Los polvos recuperados se incorporan al proceso con el clinker seco y frío.

Posteriormente el clinker es transportado por la cadena de arrastre y elevador de cangilones a los silos (2 por línea) de almacenamiento de clinker.

La fuente de calor del horno es el petcoke y durante el proceso normal y durante la arrancada se utiliza el diésel para el precalentamiento por un tiempo de 8-10 horas.

Preparación del combustible

El combustible sólido (petcoke), es importado y colocado en el patio de almacenamiento a cielo abierto, de donde se envía mediante banda transportadora hacia las tolvas de recepción dosificándose para la

molienda y secado en un molino vertical de alta eficiencia (rendimiento de 30 t/h), de donde se envía a la tolva de finos (alimentación de combustibles al horno.

En dicha instalación se encuentra instalado un sistema de descarga de combustible fino para el llenado de un autosilo con destino a la instalación del secador de Materias Primas.

Esta instalación cuenta con sistemas de desempolvado que garantizan niveles de emisión de polvo inferior a los 20 mg/m³N.

Producción de cemento

El clinker es extraído mediante extractoras de los silos (con sistema de desempolvado) a la banda donde se dosifica junto con yeso y otros componentes a la mezcla, tales como puzolana, consideradas como adiciones activas, o calizas y se envía a los molinos de cemento para su molienda y la obtención de Cemento Portland gris. Para la separación de los gruesos y los finos a la salida del molino se encuentran instalados ciclones separadores, los finos son enviados a las tolvas y de ahí a los silos de cementos mediante bandas transportadoras; la mezcla de gases y polvo generado en los ciclones pasan un electrofiltro, donde son finalmente separados enviándose los gases a la chimenea y los finos se incorporan a las tolvas nuevamente y de ahí a los silos.

El producto final transportado a silos de almacenaje es posteriormente despachado a granel o en bolsas para medios de transporte automotor o por ferrocarril. Para el llenado de bolsas se cuenta con tres máquinas ensacadoras

Durante todo el proceso se cuentan con sistemas de desempolvado que incluyen filtros de mangas y electrofiltros de alta eficiencia, logrando que las emisiones a la atmósfera sean de acuerdo a las exigencias de las industrias del cemento a nivel mundial. Estos filtros tienen como máximo admisibles niveles de expulsión de 50 mg/m³N.

Sistemas auxiliares para la producción

- Planta de generación de vapor (caldera). Fuera de servicio al introducirse el petcoke.
- Estación de compresores y sopladores para aire comprimido.
- Planta de tratamiento de agua para uso industrial.
- Laboratorio de control de calidad.

La administración de la Compañía está en manos del socio extranjero. Las áreas de trabajo que conforman la entidad se subordinan a la dirección general y estas se representan por:

- Dirección Financiera: incluye contabilidad, compras y sistemas.
- Dirección Técnica: incluye las áreas productivas, materias primas, crudo, planta, despacho y laboratorio.

- Vice-Dirección General: incluye recursos humanos, protección física y almacenes.

Funciones básicas de la dirección general

- Obtener la rentabilidad especificada para la Planta, dentro de los lineamientos de las normas ecológicas, ambiente laboral, relaciones con el entorno y bienestar social.
- Comunicar y hacer cumplir las políticas, normas y procedimientos establecidos por la empresa como marcos de referencia para la toma de decisiones, la coordinación y ejecución de actividades.
- Relacionarse con proveedores y contratistas y propiciar el intercambio de experiencias.
- Nombrar los Cargos de los Cuadros de I Nivel de Dirección.
- Fomentar y asegurar la disciplina, la responsabilidad y el desarrollo de los trabajadores y directivos de la empresa a través de la capacitación, la orientación y la retroalimentación necesaria para consolidar un equipo humano de alto desempeño y comprometido con el logro de los objetivos de la organización.

Funciones básicas de la vice dirección general

- Obtener la rentabilidad especificada para la Planta, dentro de los lineamientos de las normas ecológicas, ambiente laboral, relaciones con el entorno y bienestar social.
- Garantizar el cumplimiento de lo establecido en la empresa para el cumplimiento del plan de producción, la operación, el aseguramiento de la calidad y la preparación de la fuerza calificada.
- Comunicar y hacer cumplir las políticas, normas y procedimientos establecidos por la empresa como marcos de referencia para la toma de decisiones, la coordinación y ejecución de actividades.
- Relacionarse con proveedores y contratistas y propiciar el intercambio de experiencias.
- Dirigir la actividad Científico-Técnica, la modernización, el desarrollo, la diversificación de la producción y la elevación de la calidad.
- Promover, aprobar e implantar las innovaciones y racionalizaciones que se presenten, garantizando la elaboración, discusión y aprobación del Plan Temático.
- Aprobar las modificaciones o cambios que requiera el esquema del flujo tecnológico, garantizando la actualización de los planos y la documentación técnica.
- Fomentar y asegurar la disciplina, la responsabilidad y el desarrollo de los trabajadores y directivos de la empresa a través de la capacitación, la orientación y la retroalimentación

necesaria para consolidar un equipo humano de alto desempeño y comprometido con el logro de los objetivos de la organización.

Funciones básicas de la dirección técnica

- Garantizar el cumplimiento de lo establecido en la empresa para el cumplimiento del plan de producción, la operación, el aseguramiento de la calidad y la preparación de la fuerza calificada.
- Dirigir la elaboración y control del cumplimiento del Plan de Desarrollo Técnico.
- Lograr un adecuado nivel de automatización y aseguramiento de los procesos tecnológicos, consumos de combustibles y energía eléctrica, que permitan el logro de producciones de calidad para determinar los resultados económicos, en especial lo referido a la determinación de los costos.
- Dirigir la actividad Científico-Técnica, la modernización, el desarrollo, la diversificación de la producción y la elevación de la calidad.
- Promover, aprobar e implantar las innovaciones y racionalizaciones que se presenten, garantizando la elaboración, discusión y aprobación del Plan Temático.
- Aprobar las modificaciones o cambios que requiera el esquema del flujo tecnológico, garantizando la actualización de los planos y la documentación técnica.
- Emitir dictámenes técnicos sobre las propuestas de modificaciones del esquema tecnológico.
- Controlar, chequear y supervisar el cumplimiento de lo establecido en relación a los recursos materiales, humanos y financieros de la empresa.
- Controlar, orientar y exigir por el cumplimiento de los parámetros de productividad y eficiencia de la producción y demás áreas de la empresa.
- Supervisar y exigir por el cumplimiento de los procedimientos de operación que garanticen el funcionamiento correcto de las instalaciones de la empresa.

Funciones básicas de la dirección financiera

- Trazar la política y las estrategias a seguir en cada actividad de la empresa en cuanto al flujo financiero.
- Garantizar la confección en tiempo y forma de los estados financieros, su análisis y discusión, así como su presentación a las instancias superiores con la calidad requerida.
- Alertar a la dirección de la empresa sobre los resultados del control contable, presupuesto, estado de los activos, inventarios, situación financiera y otras que sirvan para la toma de decisiones.

- Asesorar a las demás áreas para que realicen un efectivo control sobre los recursos económicos y financieros, realizando control interno a almacenes y demás áreas administrativas.
- Garantizar que en cada área se realice un efectivo análisis y control de los resultados del centro de costo con el objetivo de mejorar la gestión.
- Cumplir y hacer cumplir las obligaciones contraídas con el estado cubano y demás organizaciones con las que se mantienen contratos económicos, pagos de impuestos y cuentas por pagar y cobrar.
- Controlar, chequear y supervisar los recursos materiales, humanos y financieros de su área de dirección.
- Responder por la capacitación y desarrollo del personal que dirige.
- Exigir y controlar el cumplimiento de los procedimientos establecidos para la actividad económica.
- Mantener actualizados y en correcto funcionamiento los sistemas automatizados utilizados en la Planta.

Comportamiento de los indicadores económicos en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A

La actividad económica se encuentra bien estructurada lo que permite periódicamente conocer el comportamiento de los principales indicadores económicos lo que constituye una valiosa herramienta de trabajo para la toma de decisiones. A través de esta actividad se controla, supervisa y dirige todos los sistemas contables y financieros de la empresa; se controlan las cuentas por cobrar, los pagos, ingresos, gastos, estados financieros, inventarios y de los activos fijos tangibles.

Para esto se cuenta con un sistema informático que garantiza confiabilidad, rapidez, dinamismo en el trabajo, además tiene funciones que les permite obtener informaciones necesarias como son estadísticas y otros.

Tabla 1: Indicadores económicos

INDICADOR	UM	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Ventas	MUSD	88,568	93,664	75,287	73,134	73,428
Costo de Ventas	MUSD	54,494	60,101	47,809	40,593	35,250
EBITDA	MUSD	26,501	24,269	20,677	27,061	32,334
Resultados	MUSD	13,670	13,208	8,596	15,262	21,509

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis realizado de los balances económicos de la entidad en los últimos cinco años, se puede constatar que el volumen de ventas netas anuales oscila en los 80.816 miles de USD, los costos de la producción vendida oscilan en 47.649 miles de pesos, el EBITDA indicado de relevancia en la empresa el cual permite medir los resultados propiamente de la gestión principal mostrando los resultados antes de depreciaciones, financieros e impuestos oscila en 26.169 miles de USD y las

ganancias en 14.449 miles de USD, por lo que se puede apreciar que la empresa como negocio en marcha muestra buena gestión y resultados en los últimos cinco años.

Como se puede apreciar en la siguiente figura a pesar de que las ventas han disminuido en los últimos años las utilidades muestran un aumento discreto, esto se debe a la disminución de los costos asociados a las ventas y los gastos de operación.

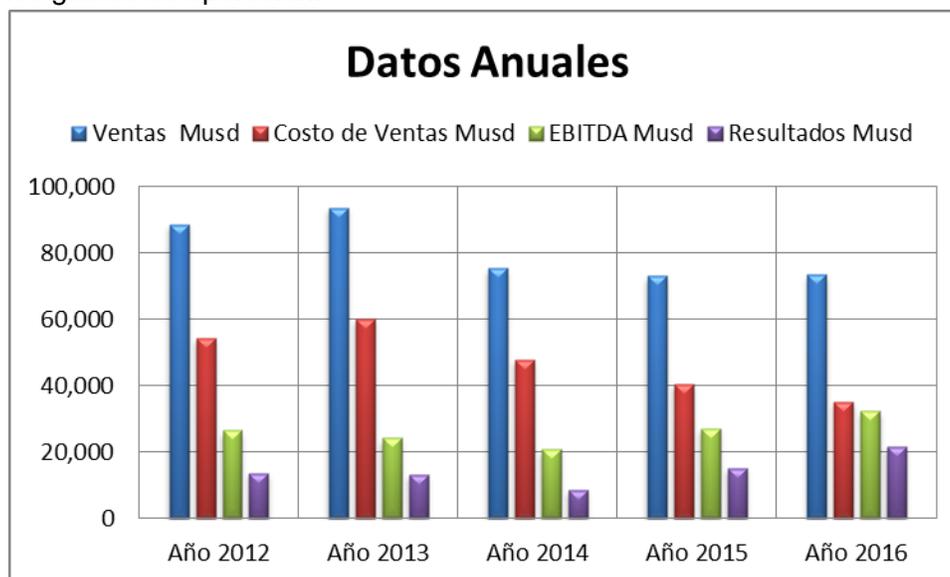


Figura 7: Indicadores económicos,
Fuente: Elaboración propia.

2.4 Procedimiento para la planificación de los inventarios en la en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A

El objetivo de este epígrafe es desarrollar un procedimiento que contribuya a enriquecer y complementar el proceso de toma de decisiones relacionado con la planificación de inventarios en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A, que por sus características requiere del suministro de una gran variedad de productos que se adquieren a través las empresas importadoras, en divisas; para lo cual se requiere de una gestión eficiente de los inventarios, lo que le permitirá a la entidad realizar una mejor utilización de sus recursos financieros.

La elaboración del procedimiento se realizó sobre las premisas siguientes:

1. Se emplea un enfoque sistémico donde se integran, a través de las variables, los distintos elementos que determinan la planificación eficiente de los inventarios.
2. Los procedimientos específicos son capaces de incorporar al análisis las variables exógenas que influyen en el proceso de planificación.
3. Se corresponde con los objetivos principales del proceso de control interno y por tanto del perfeccionamiento empresarial.

4. Las técnicas y herramientas desarrolladas para la implementación del procedimiento general, permiten considerarlo dialécticamente, en continuo perfeccionamiento.

Objetivo general del procedimiento

Proponer un instrumento metodológico alternativo para la planificación eficiente de los inventarios que contribuya al perfeccionamiento del proceso de gestión de los mismos en la Empresa Cementos Cienfuegos S.A, empleando el programa WinQSB.

Principios en los que se sustenta el procedimiento

El procedimiento desarrollado se sustenta en los siguientes principios (Marrero, 2004):

1. Mejoramiento continuo: el procedimiento contempla el regreso a etapas anteriores con el objetivo de ir mejorando diferentes aspectos que puedan presentarse con deficiencias.
2. Adaptabilidad: es lo suficientemente general como para ser aplicado en los marcos de las empresas comercializadoras en otras regiones del país.
3. Parsimonia: la estructuración del procedimiento, su consistencia lógica y flexibilidad, permiten llevar a cabo un proceso complejo de forma relativamente simple.
4. Pertinencia: la posibilidad que tiene el procedimiento de ser aplicado integralmente en las condiciones en que se desarrolla el proceso de planificación, sin consecuencias negativas para las entidades involucradas en el análisis.
5. Flexibilidad: la facilidad que tiene de aplicarse a otro conjunto de unidades con características no necesariamente idénticas a las seleccionadas dentro del universo investigado.
6. Suficiencia: referida a la disponibilidad de toda la información (y su tratamiento) que se requiere para su aplicación en estos análisis.
7. Perspectiva o generalidad: dada la posibilidad de su extensión como instrumento metodológico para ejecutar estos estudios en otros procesos similares.

La propuesta de procedimiento se presenta en la figura 2.3 y se ha estructurado en ocho etapas distribuidas en dos fases, siguiendo la idea básica desarrollada por (Felipe, 2007) y (Yoslán, 2008).

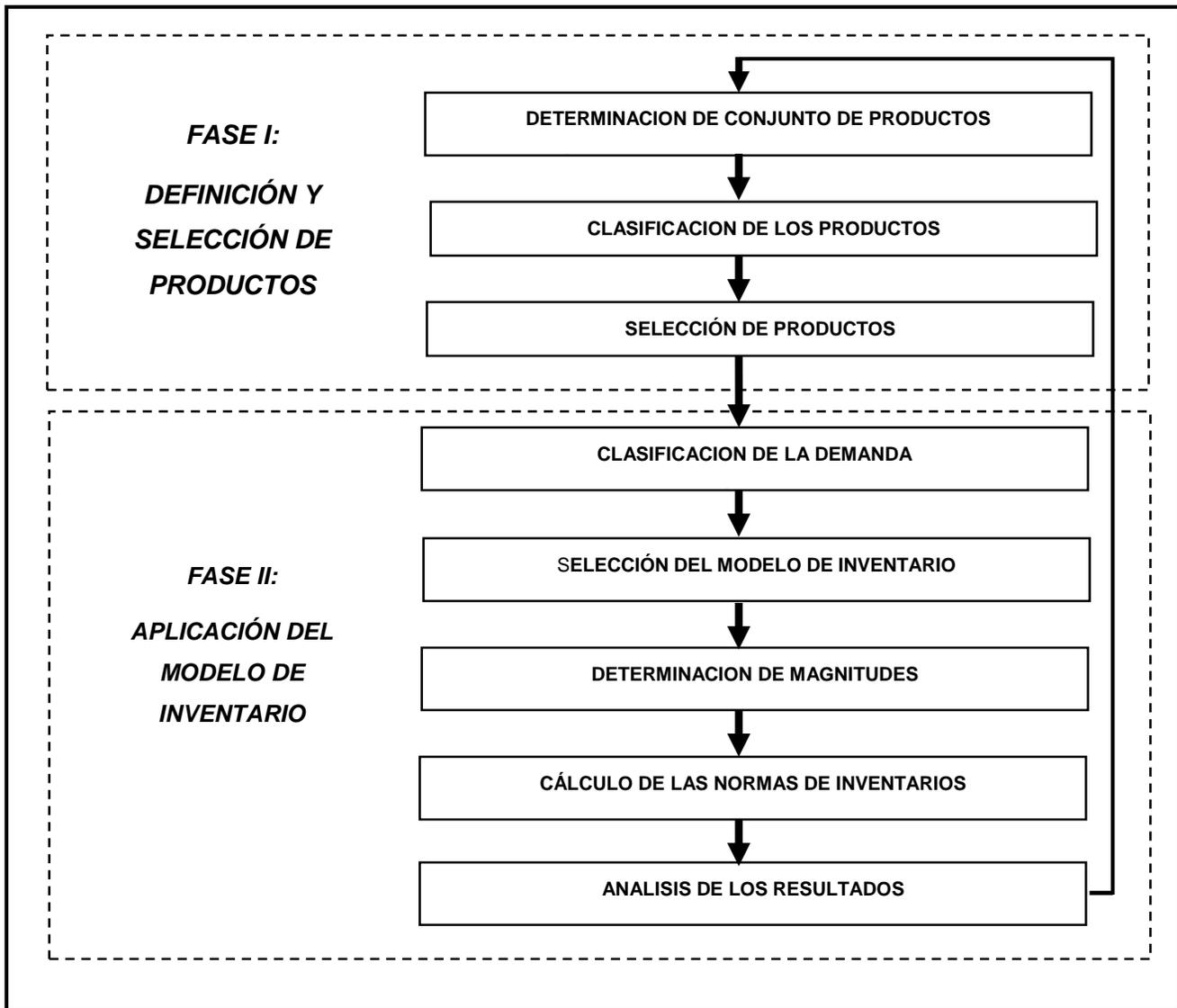


Figura 8: Procedimiento para la planificación de los inventarios, Fuente: Elaborado a partir de (Yoslán, L., 2008) y (Felipe, P., 2010).

2.4.1 Fase I: Definición y selección de productos

Esta fase está compuesta por tres etapas. Primeramente se determina el *conjunto de productos* necesarios para el estudio, luego se aplica un método de clasificación y por último se seleccionan aquellos que necesitan una mejor planificación por su alta demanda y costos. Cada etapa se detalla a continuación.

Etapa 1: Determinación del conjunto de productos

Una vez descrito el objetivo de la investigación a realizar, se procede a recopilar los datos necesarios en la entidad objeto de estudio; para ello se solicitan los informes de consumos por cada año en estudio.

En los informes que realizan las empresas, los productos vienen clasificados por código, además de poseer el nombre y la descripción de cada uno. Se debe tener especial cuidado cuando un mismo producto se localiza más de una vez en el reporte y con códigos diferentes, en este caso se debe encontrar cuántas veces aparece cada producto dentro del mismo y asumir para ellos un solo código, proceso que requiere de un concienzudo análisis. No deben incluirse en la base de datos a confeccionar artículos que no presenten estabilidad en sus ventas a lo largo de los períodos en estudio, en caso contrario debe estar debidamente justificado.

Se recomienda el uso del tabulador electrónico Microsoft Excel, para organizar la información y comenzar el procesamiento de la misma. La Tabla 2 muestra una forma de presentar la información obtenida sobre la demanda mensual del producto y los atributos pertinentes para su clasificación.

Tabla 2: Modelo propuesto para captar la información primaria

Producto j	Año m													
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PC	CT
1														
2														
.														
.														
.														
n														

Fuente: Elaborado a partir de Yorlan (2008)

Donde:

n: cantidad de productos

m: cantidad de años

(E, F, M, A, M, J, J, A, S, O, N, D): meses del año

Atributos considerados para clasificar los productos:

PV: precio de venta del producto j

PC: precio de compra del producto j

MU: margen unitario del producto j

MUT: margen unitario total anual del producto j

CT: costo total anual del producto j

VT: ventas totales anuales en unidades físicas del producto j

En la tabla 2 la información referida al precio de venta (PV) y precio de costo (PC) se obtiene de los registros de la empresa. El margen unitario (MU) se calcula restando al precio de venta el precio de costo; el margen unitario total (MUT) es resultado del producto entre el margen unitario y las ventas totales en unidades físicas (VT), que a su vez se obtienen sumando los valores contenidos en cada uno

de los meses del año; el costo total (CT) se obtiene multiplicando el precio de costo por las ventas totales en unidades físicas.

Es importante señalar que mientras mayor sea la cantidad de años (m), mayor será el número de datos recopilados, y por consiguiente, mejor calidad y veracidad tendrán los resultados obtenidos por la aplicación de las distintas técnicas que se proponen en el procedimiento que se describe.

Etapas 2: Clasificación de los productos

Para clasificar los productos se propone el método ABC con enfoque multicriterio

Es importante en cualquier tipo de empresa clasificar el inventario de acuerdo a diferentes criterios con el propósito de tener un control más estricto sobre los productos de mayor importancia. Este método propone diferenciar los artículos entre los importantes y escasos (categoría A) y los numerosos y triviales (categoría C), con un grupo intermedio que no participa de ninguna de ambas denominaciones (categoría B). Los artículos escasos se pueden administrar en forma intensa y controlar así la mayoría del valor del inventario. La clase A comúnmente incluye el 20% de los artículos y el 80% del valor invertido, por lo que representa la cantidad más significativa. En el otro extremo la clase C incluye el 50% de los artículos y representa únicamente el 5% del valor invertido. Estos artículos contribuyen muy poco al valor de los inventarios. En el punto medio está la clase B, con un 30% de los artículos y 15% del valor invertido. Los porcentajes indicados para cada estrato son solo indicativos y no deben tomarse como raseros rígidos para la estratificación en cada caso particular. En realidad, las proporciones informadas reflejan regularidades que sólo se cumplen en conjuntos suficientemente grandes y empleando indicadores, que no distorsionen la naturaleza esencial de los presupuestos teóricos de la Ley de Pareto.

Este trabajo propone la utilización del método ABC con enfoque multicriterio. A continuación se detallan los pasos a seguir para la aplicación del mismo.

Paso 1. Determinar los criterios que miden el grado de importancia de cada producto

El primer paso es determinar los criterios que se deben tener en cuenta para la utilización del método. Se sugiere tener en cuenta por la importancia que tienen en empresas los siguientes:

1. Valor del producto en inventario (cantidad del producto adquirido por el precio de adquisición).
2. Mayor demanda (consumo del último año comparado con la media histórica).
3. Demora en el tiempo de entrega (cantidad de tiempo que demora la empresa en recibir el producto luego de haberlo solicitado).

Paso 2. Evaluar el impacto de cada criterio i, en el desempeño de la organización, para cada producto j

Se le asocia un valor a cada tipo de impacto. Se propone: alto Impacto: 3; impacto Medio: 2; bajo Impacto: 1

Seguidamente se define para cada criterio el nivel de impacto que tiene cada tipo de producto, y se propone lo siguiente para cada criterio:

Criterio 1: Valor del producto en inventario (ABC clásico)

A continuación se hace una clasificación ABC de los productos donde se determinan los productos que mayores costos representan para la empresa.

Para aplicar la clasificación ABC (según costo total de adquisición en un determinado periodo), se propone el siguiente procedimiento:

- Considerar una unidad de tiempo para todos los productos, por ejemplo, un año.
- Determinar, según una unidad de tiempo los siguientes elementos:
 - Movimiento anual
 - Costo unitario de adquisición
- Calcular los costos totales para cada producto y total general.
- Ordenar los productos de forma decreciente según los costos anteriores.
- Calcular la suma acumulada de los costos.
- Calcular el porcentaje que representa cada suma acumulada, por producto, del total general.

El resultado de este algoritmo se muestra sintetizado en la tabla 3.

Para los artículos A se toman aquellos productos “j” con $j = 1, \dots, i$ para los cuales se cumple que:

$$\frac{\sum_{j=1}^i c_j}{\sum_{j=1}^n c_j} \leq 0.8$$

B: Se toman aquellos productos “j” con $j = i+1, \dots, t$ para los cuales se cumple que:

$$0.8 < \frac{\sum_{j=1}^i c_j + \sum_{j=i+1}^t c_j}{\sum_{j=1}^n c_j} \leq 0.95$$

C: Se toman los restantes productos.

Entonces finalmente se asigna la puntuación de la siguiente forma:

3 (Alto impacto) = A

2 (Impacto medio) = B

1 (Bajo impacto) = C

Tabla 3: Método ABC clásico

Artículos o productos ordenados según costos totales	Costos totales	Costos acumulados
1	c_1	c_1
2	c_2	$c_1 + c_2$
3	c_3	$c_1 + c_2 + c_3$
Λ	Λ	Λ
N	c_n	$c_1 + c_2 + \Lambda + c_n$

Fuente: Elaborado a partir de Yoslán (2008)

Donde $c_1 > c_2 > c_3 > \dots > c_n$

Criterio 2: Mayor demanda

Para aplicar el criterio del Mayor demanda, se proponen los pasos siguientes:

- Calcular los Consumos totales $CT = \sum_{j=1}^n Cpj$
- Calcular el consumo promedio $CP = \frac{CT}{n}$
- Calcular la desviación Standard de las CT $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (Cpj - CP)^2}$
- Si $Cpj \geq CP + s$ entonces: 3 (Alto impacto)
- Si $CP \leq Cpj < CP + s$ entonces: 2 (Impacto medio)
- Si $Cpj < CP$ entonces: 1 (Bajo impacto)

Es importante especificar que en este caso Cpj se refiere al consumo del último año en estudio.

Criterio 3: Demora del tiempo de entrega

Se clasifican los productos tomando como referencia la siguiente escala, basándose en los días que demoran en obtenerse los productos luego de haberlos solicitado.

Demora (en días)	Clasificación
0-10	3
10-20	2
20-30	1

Etapas 3: Selección de los productos

Determinar los rangos de valores para los diferentes grupos

Finalmente se clasifican los productos de acuerdo a la suma de la puntuación obtenida en cada uno de los criterios antes explicados de la siguiente forma:

- Primero se suma la puntuación que obtuvo el producto j en los diferentes criterios establecidos.

$$i=1, \dots, m$$

$$j=1, \dots, n$$

Donde:

m : cantidad de criterios

n : cantidad de productos.

- Se establece el rango de clasificación mediante las siguientes expresiones:

$$\text{Grupo A: } Et_j = (2 \cdot (m-1) + 3 ; 3 \cdot m)$$

$$\text{Grupo B: } Et_j = (m + 2 ; 2 \cdot m)$$

$$\text{Grupo C: } Et_j = (m ; m + 1)$$

Donde:

Et_j : Puntuación total del producto j en los criterios i .

El uso de la tabla 4 facilita la implementación de lo antes expuesto.

Tabla 4: Resumen de la clasificación multicriterio

Producto j	Criterio i						Et_j	Clase
	1	2	3	4	...	m		
1								
2								
N								

n								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaborado a partir de Yoslán (2008)

Se recomienda para los artículos clase A:

- Establecer un nivel de servicio del 80 al 90 % para los artículos de tipo A.
- Un control general estrecho de los productos de tipo A.
- Obtener pronósticos individuales de demanda para cada artículo de tipo A.
- Bajar el tiempo de entrega necesario para hacer pedidos o producir el artículo.

2.4.2 Fase II: Aplicación del modelo de inventario

Esta fase está compuesta por cinco etapas. Estas son:

- Clasificación de la demanda
- Selección del modelo de inventario
- Determinación de las magnitudes
- Cálculo de las normas de inventario para los productos clasificados como A.
- Análisis de la política óptima de inventario

Etapas 4: Clasificación y determinación de la demanda

El análisis de la demanda implica el estudio de los siguientes aspectos:

Paso 1. Establecer el nivel de dependencia. (Demanda dependiente o demanda independiente):

Se considera demanda independiente a aquella que se ve influenciada directamente por las condiciones del mercado y por tanto es independiente a la demanda de cualquier otro artículo. Por lo general aquí se agrupan los productos terminados y los aprovisionamientos.

Por el contrario se consideran demanda dependiente a aquella que depende de la demanda de otro artículo, se relaciona con la demanda de partes o piezas de ensamble, así como de productos en proceso por lo que la misma es generada mediante un programa de producción o venta. Los artículos se gestionan mediante filosofías de requerimientos, entre las que se destacan las técnicas de simulación.

Paso 2. Determinar el grado de conocimiento de la demanda (determinista ó aleatoria)

La demanda es determinista cuando se conoce exactamente la cantidad y el momento en que va a ser necesitado.

Se considera que la demanda es aleatoria cuando no se conoce con certeza la cantidad y el momento en que van a ser necesitados los artículos, pero si es posible conocer la distribución de probabilidades que sigue el comportamiento de la misma.

En este caso se propone emplear el coeficiente de variabilidad que establezca el umbral para clasificar la demanda. Esto es, cuando el coeficiente de variabilidad es menor 0.10 se considera que la demanda tiene un comportamiento determinístico y en caso contrario la demanda es aleatoria.

Demanda para un período de planificación

Para realizar el cálculo de la demanda se utilizó se pueden utilizar métodos de pronósticos cuantitativos. Si se utilizan serie de datos históricos se recomienda el uso de los métodos promedios móviles y alisamiento exponencial, por su fácil instrumentación.

Procedimiento para el cálculo del coeficiente de variabilidad

El siguiente paso en el estudio de la demanda es determinar el coeficiente de variabilidad con el objetivo de clasificar la demanda en determinista o probabilista, y así poder seleccionar el tipo de modelo de inventario a utilizar de acuerdo con esta clasificación.

Para calcular el coeficiente de variabilidad se observan las demandas d_1, d_2, \dots, d_n durante n períodos de tiempo. Se procede de la siguiente manera:

Calcular la estimación \bar{d} de la demanda promedio por período mediante:

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j$$

Calcular la varianza estimada por período mediante:

$$Est \text{ var } D = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n \left(d_j - \bar{d} \right)^2$$

Calcular un estimado de la variabilidad relativa de la demanda (llamado coeficiente de variabilidad).

Este valor se representa con VC y se calcula como
$$VC = \frac{Est \text{ var } D}{\bar{d}^2}$$

Si $VC > 0,1$ la demanda es probabilística. De lo contrario, se supone demanda determinística.

Para una mejor recogida de la información, se sugiere utilizar la tabla 5:

Tabla 5: Resumen del cálculo del coeficiente de variabilidad

	Producto 1	Producto 2	...	Producto n
--	------------	------------	-----	------------

Cálculo de la media muestral $\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di$				
Cálculo del cuadrado de la media \bar{d}^2				
Cálculo de Est var D				
Cálculo de VC				

Fuente: Elaborado a partir de Yoslán (2008)

Eta 5: Definición del modelo para establecer la política óptima de inventarios

Para definir el modelo matemático se debe tener en cuenta los siguientes elementos:

- Grado de conocimiento de la demanda
- Magnitudes conocidas

Tabla 6: Resumen de aspectos a tener en cuenta para seleccionar entre modelos determinísticos

Modelos Matemáticos Determinísticos	Descripción para su uso
EOQ.	<ol style="list-style-type: none"> 1. La demanda es uniforme (constante y continua) 2. El abastecimiento se recibe todo junto, no en partes (global) 3. El tiempo de entrega es constante.
EOQ con faltantes o agotamiento.	Se cumplen todos los supuestos del EOQ, solo que, si el cliente admite faltantes, es decir, que su pedido se satisfaga después, cuando no se tiene un artículo en almacén, entonces la venta no se pierde. Bajo esta condición, el inventario puede reducirse. Los costos anuales de inventario deben considerar entonces los costos de faltante.
EOQ con reabastecimiento uniforme.	Se cumplen todos los supuestos del EOQ excepto el segundo. En este caso los bienes llegan uno a uno conforme salen de la línea de ensamblaje. La tasa de reabastecimiento debe ser mayor que la tasa de demanda; de otra manera, no habría inventario.
EOQ con descuentos por cantidad	Se cumplen todos los supuestos del EOQ. Este modelo debe usarse cuando se tiene la oportunidad de recibir un descuento en la compra de una cantidad grande. Puede ser el costo de tener un inventario adicional quede más que compensada reduciendo el costo de compra.

Fuente: Elaborado propia.

Modelos probabilistas de inventario.

Modelo período fijo de reorden

El período fijo de reorden se determina por la siguiente expresión matemática:

$$T^* = \sqrt{\frac{2C3}{NC1}}$$

Donde:

T^* : Período fijo de reorden.

$C3$: Costo de reaprovisionamiento.

$C1$: Costo de almacenamiento.

N : Demanda anual.

En este tipo de modelo el reaprovisionamiento se realiza cada cierto período óptimo de tiempo (fijo) en el cual se revisa el inventario y se pide la diferencia entre el nivel de inventario óptimo y las existencias en ese momento. El nivel de inventario óptimo se formula matemáticamente de la siguiente forma:

$$s^* = Dd(T^* + L) + \beta$$

Donde:

S^* : nivel óptimo de inventario.

Dd : Demanda diaria Promedio.

L : Tiempo de Entrega Promedio.

T^* : Período fijo de reorden.

σ : Desviación estándar para la demanda del tiempo de entrega.

Z : Nivel de Servicio.

B: Inventario de seguridad. (σZ)

También puede calcularse el costo óptimo del inventario, utilizando la siguiente expresión matemática.

$$C^* = NC3/n^* + n^*C1/2$$

Modelo cantidad fija de reorden

El modelo de cantidad fija de reorden se determina por la siguiente expresión matemática:

$$n^* = \sqrt{\frac{2NC3}{\theta C1}}$$

Donde:

$C3$: Costo de reaprovisionamiento.

$C1$: Costo de almacenamiento.

N : Demanda anual.

θ : Horizonte temporal.

En este tipo de modelo el reaprovisionamiento se realiza cuando el inventario baja al punto de reorden por la cantidad óptima previamente calculada. El punto de reorden se calcula a través de la siguiente expresión matemática:

$$R = DdL + \beta \quad \text{Punto de reorden}$$

Donde:

Dd : Demanda diaria Promedio.

L : Tiempo de Entrega Promedio.

σ : Desviación estándar para la demanda del tiempo de entrega.

Z : Nivel de Servicio.

β : Inventario de Seguridad. (σZ)

Etapas 6: Determinación de las magnitudes

Las principales magnitudes que se presentan en un modelo de inventario son:

- Costo de almacenamiento por unidad de producto
- Costo de agotamiento (ruptura) por unidad de producto
- Costo de hacer un pedido

Cálculo del gasto de almacenamiento

Para efectuar el cálculo del gasto de almacenamiento se debe tener en cuenta los gastos más significativos asociados al almacenamiento. En este caso son los siguientes:

1. Gasto de salario.
2. Gasto por depreciación del almacén.
3. Gasto por mantenimiento.
4. Gasto por energía.

Cálculo del gasto de salario

Para calcular el gasto por concepto de salario se propone determinar el peso ponderado de cada producto con respecto al total de productos analizados correspondientes a la clasificación de los mismos y tomando como base el inventario promedio. El costo unitario se mantiene constante para el período.

Se calcula:

$$IPi = (Ei - Si)Cui$$

$$PPi = \frac{IPi}{IP}$$

$$CSi = CS \times PPi$$

$$CSui = \frac{CSi}{\sum_{i=1}^n IPi}$$

Donde:

$$i : \text{Producto} \quad i = \overline{1, n}$$

IPi: Inventario promedio del producto i . (En unidades o pesos en dependencia del cálculo)

Ei : Total de entradas del producto i

Si : Total de salidas del producto i

Cui : Costo unitario del producto i

PPi : Peso ponderado del producto i

IP: Inventario promedio total

$CSui$: Gasto de salario por unidad de producto i

CSi : Gasto de salario para producto i

CS : Gasto de salario

Cálculo del gasto por depreciación del almacén

Para calcular el gasto por concepto de depreciación se propone aplicar a la depreciación del edificio el por ciento equivalente del área que ocupa el almacén con respecto al área total del edificio, obteniendo así el gasto por depreciación del almacén. A este valor se le aplica el peso ponderado del producto ya calculado anteriormente, obteniéndose el gasto por depreciación. Dividido este valor por el total de unidades promedio en el inventario se obtiene el gasto por depreciación por unidad de producto.

Se calcula:

$$IPi = (Ei - Si)Cui$$

$$PPi = \frac{IPi}{IP}$$

$$CDi = CD \times PPi$$

$$CDui = \frac{CDi}{\sum_{i=1}^n IPi}$$

Donde:

i : Producto $i = \overline{1, n}$

IPi: Inventario Promedio del producto i . (En unidades o pesos en dependencia del cálculo)

Ei : Total de entradas del producto i

Si: Total de salidas del producto i

Cui: Costo unitario del producto i

PPi : Peso ponderado del producto i

IP: Inventario promedio total

$CDui$: Gasto de depreciación por unidad de producto i

CDi : Gasto de depreciación por producto i

CD : Gasto de depreciación

Cálculo del gasto de mantenimiento

Para el cálculo del gasto por concepto de mantenimiento se propone calcular el gasto de los productos que se utilizan para esta función y el gasto de salario del personal vinculado al mantenimiento para el período analizado. A este gasto se le aplica el peso ponderado del producto y se obtiene el gasto por concepto de mantenimiento para el mismo. Dividido este valor por el total de unidades promedio en el inventario se obtiene el gasto por mantenimiento por unidad de producto.

Se calcula:

$$IPi = (Ei - Si)Cui$$

$$PPi = \frac{IPi}{IP}$$

$$CMi = CM \times PPi$$

$$CMui = \frac{CMi}{\sum_{i=1}^n IPi}$$

Donde:

i : Producto $i = \overline{1, n}$

IPi: Inventario Promedio del producto i . (En unidades o pesos en dependencia del cálculo)

Ei : Total de entradas del producto i

Si: Total de salidas del producto i

Cui: Gasto unitario del producto i

PPi : Peso ponderado del producto i

IP: Inventario promedio total

$CMui$: Gasto de mantenimiento por unidad de producto i

CMi : Gasto de mantenimiento por producto i

CM : Costo de mantenimiento

Cálculo del gasto de energía

Para el cálculo del gasto por concepto de energía se propone clasificar los productos en cuanto a su requerimiento energético. Se debe tener en cuenta el consumo de cada equipo, la cantidad de horas que funcionan al día y el costo del Kw/h para el período analizado. Al gasto calculado se le aplica el peso ponderado del producto con respecto al total obteniéndose el gasto por concepto de energía por producto. Dividido este valor por el total de unidades promedio en el inventario se obtiene el gasto por mantenimiento por unidad de producto.

Se calcula:

$$IPi = (Ei - Si)Cui$$

$$PPi = \frac{IPi}{IP}$$

$$CEi = CE \times PPi$$

$$CEui = \frac{CEi}{\sum_{i=1}^n Ei}$$

Donde:

$$i : \text{Producto} \quad i = \overline{1, n}$$

IPi: Inventario Promedio del producto i . (En unidades o pesos en dependencia del cálculo)

E_i : Total de entradas del producto i

S_i : Total de salidas del producto i

C_{ui} : Gasto unitario del producto i

PP_i : Peso ponderado del producto i

IP: Inventario promedio total

CE_{ui} : Gasto de energía por unidad de producto i

CE_i : Costo de energía por producto i

CE : Costo de energía

Cálculo del costo por agotamiento o ruptura

La determinación del costo de agotamiento depende del tipo de producto y de la utilización del mismo. El agotamiento de un producto puede afectar un servicio o la producción de un bien, por lo tanto para medir el mismo deben analizarse los efectos negativos que pudiera traer no disponer del producto o el servicio para cada caso en particular.

Cálculo del costo de ordenar un pedido

El costo de ordenar un pedido está relacionado con la adquisición de un grupo o lote de artículos. El costo de ordenar pedidos no depende de la cantidad de artículos adquiridos; se asigna al lote entero. Este costo incluye fundamentalmente: gasto de material de oficina y gasto de salario. A continuación se propone una forma sencilla de calcular cada uno de estos costos.

Gasto de Material de Oficina

$$GMOD_j = GMOM_j / 24$$

Donde:

$GMOD$: Gasto de material de oficina diario.

$GMOM$: Gasto de material de oficina mensual.

Gasto de Salario

$$GS_j = [(SM_j + V_j + SS_j + FT_j) / 192] * h_j$$

Donde:

GS: Gasto de salario.

SM: Salario mensual.

V: Vacaciones (9.09%*SM)

SS: Seguridad social. (12%*SM)

FT: Fuerza de trabajo. (25%*SM)

h: Número de horas necesarias para preparar un pedido.

Finalmente se suman los valores obtenidos en cada uno de los costos y se obtiene el costo de pedido por cada producto seleccionado.

$$C_{0j} = GMOD_j + GS_j + G$$

Donde:

C_0 - Costo de ordenar un pedido.

Etapas 7: Cálculo de las normas de inventario. Se aplica WinQSB

La toma de decisiones en los distintos niveles de las organizaciones cada vez es de mayor complejidad, dadas las crecientes restricciones de disponibilidad de todo tipo de recursos. La academia se ha preocupado de investigar y proporcionar herramientas que faciliten a los gerentes el abordaje de estos procesos, teniendo en cuenta que no es recomendable asumir un curso de acción confiados únicamente en la intuición. La llamada administración científica aboga por el uso de los métodos cuantitativos en la toma de decisiones empresariales.

El WinQSB es una aplicación versátil que permite la solución de una gran cantidad de problemas: administrativos, de producción, de recurso humano, dirección de proyectos, etc. Debido a su facilidad y potencia de manejo, es una herramienta indispensable en materias como la investigación de operaciones, los métodos de trabajo, planeación de la producción, evaluación de proyectos, control de calidad, simulación, estadística, entre otras.

Una vez seleccionado el módulo con el cual se desee trabajar, aparecerá una ventana cuyas características iniciales serán similares para todos los módulos del WinQSB. La parte superior de la ventana llamada TITULO indica el nombre del módulo seleccionado, en este caso se optó por mostrar el módulo de Teoría y Sistema de Inventario (Inventory Theory and System).

En la ventana Especificaciones del problema de inventario (Inventory Problem Specification) procedemos a digitar los datos básicos para la solución del problema como aparece en la figura 2.4.

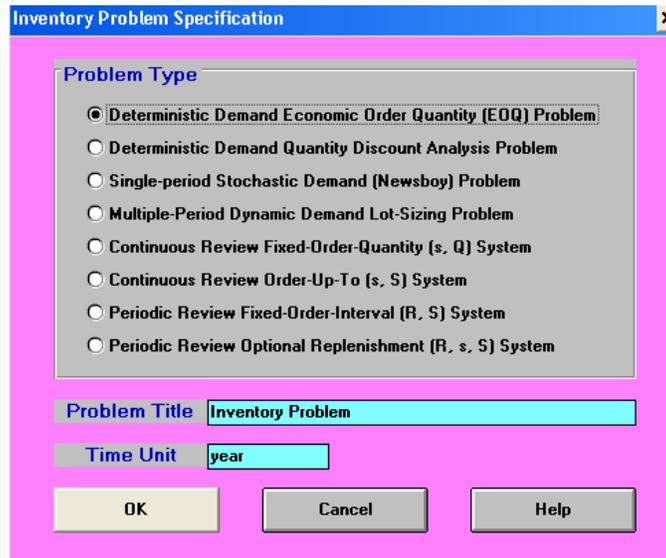


Figura 9: Selección del modelo de inventario a aplicar.
Fuente: Aplicación WinQSB

La ventana siguiente muestra la información completa para la solución del problema:

DATA ITEM	ENTRY
Demand per Año	
Order or setup cost per order	
Unit holding cost per Año	
Unit shortage cost per Año	
Unit shortage cost independent of time	
Replenishment or production rate per Año	
Lead time for a new order in Año	
Unit acquisition cost without discount	
Number of discount breaks (quantities)	
Order quantity if you know	

Figura 10: Datos de entrada para solucionar problema de inventario.
Fuente: Aplicación WinQSB

Una vez introducida la información procedemos a su solución mediante la opción Resolver el Problema (Solve the Problem):

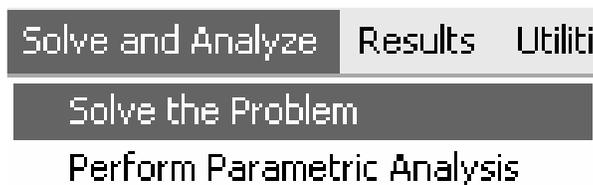


Figura 11: Aplicación del WinQSB.
Fuente: Elaboración propia.

La solución óptima del problema se muestra a continuación:

11-27-2005	Input Data	Value	Economic Order Analysis	Value
1	Demand per Año		Order quantity	
2	Order (setup) cost		Maximum inventory	
3	Unit holding cost per Año		Maximum backorder	
4	Unit shortage cost		Order interval in Año	
5	per Año	M	Reorder point	
6	Unit shortage cost			
7	independent of time	0	Total setup or ordering cost	
8	Replenishment/production		Total holding cost	
9	rate per Año	M	Total shortage cost	
10	Lead time in Año	0	Subtotal of above	
11	Unit acquisition cost			
12			Total material cost	
13				
14			Grand total cost	

Figura 12: Resultado de la aplicación del modelo de inventario.
Fuente: Elaboración propia.

La primera parte muestra un resumen de la información disponible (columna *Input Data*). La columna *Economic Order Analysis* presenta el análisis resultante del problema.

Etapas 8: Análisis de los resultados

Al efectuar los cálculos necesarios se define la mejor política de inventario. Se propone efectuar el cálculo del costo óptimo del inventario antes y después de la utilización de la política óptima con el fin de realizar un análisis comparativo entre ambos. Los resultados obtenidos pueden utilizarse como información de entrada en el software que soporte el sistema utilizado en la gestión económico-financiera por la organización de manera tal que faciliten el proceso de toma de decisiones.

- A partir de las normas obtenidas por el WinQSB se comprueba la validez de estos resultados. Se analiza si los resultados del modelo se corresponde con la realidad objetiva.
- Realizar un análisis comparativo entre el estado actual y el estado deseado y evaluar el impacto de la nueva propuesta
- Proponer la estrategia para implementar una política de inventario que contribuya a minimizar los costos por esta actividad.

El procedimiento propuesto es viable para establecer políticas óptimas de inventario, sustentado en la utilización de métodos cuantitativos.

Para aplicar el procedimiento propuesto es necesario utilizar importantes técnicas de la administración de inventarios como lo es la clasificación de los productos de acuerdo al método ABC multicriterio, lo que permitirá establecer el control necesario que se debe ejercer sobre cada uno de los productos a estudiar.

Se espera realizar un análisis de la demanda para conocer qué tipo de modelo de inventario se adecua más a las condiciones de cada uno de ellos y luego aplicarlo, mediante el paquete de programas winQSB.

Este procedimiento tiene un enfoque integrador dado que se realizan varias acciones que tributan al perfeccionamiento de la administración de los inventarios y a su vez a la toma de decisiones en la empresa.



UNIVERSIDAD
C I E N F U E G O S
Carlos Rafael Rodríguez

Capítulo III

CAPITULO III. APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA MIXTA CEMENTOS CIENFUEGOS S.A.

Este capítulo tiene como propósito aplicar el procedimiento propuesto en el capítulo anterior. Se selecciona la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A puesto que existen inventarios ociosos o de lento movimiento. A lo largo del año y en diferentes períodos ha tenido déficit de inventario que han afectado el funcionamiento de la fábrica. No tiene estudio de demanda. Los costos relacionados con los inventarios no están identificados y por ende contabilizados en los registros primarios de la empresa.

3.1 Caracterización de la situación de los inventarios en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A

En Cementos Cienfuegos S.A existen dos almacenes:

- Almacén de Repuestos: en este se almacenan todos los inventarios de repuestos necesarios para el mantenimiento del activo fundamental de la empresa que es la planta productora, incluyendo material de ferretería, laminados, repuestos estratégicos, consumibles, material de limpieza y aseo, material de oficina y pantry.
- Almacén de Producción: en este se almacenan todos los productos o materias primas que servirán para la producción de los productos semiterminados y terminados, entre ellos se encuentra la materia prima comprada, combustibles, inhibidor de azufre, yeso, entre otros.

Para contabilizar los inventarios el programa que se utiliza es Softland, en el cual se procesan los distintos movimientos del inventario como son: entradas, salidas, y devoluciones manteniéndose sobre los mismos un mecanismo de chequeo y actualización como es:

- Para el almacén de Repuestos se realiza bianualmente el conteo de todos los ítems por un tercero logrando su certificación y mensualmente se realizan los conteos del 10% que permiten al cierre del año el conteo del 100%.
- Para el almacén de Producción se realiza mensualmente la medición física de los mismos la cual sirve de base a los registros de existencias que muestran los submayores de inventarios.

Existen distintos proveedores a través de los cuales se adquieren los insumos necesarios para el funcionamiento de la empresa. Entre ellos están: Geominera; UEB de Asistencia y Servicio Cienfuegos; UEB Mantenimiento al Cemento; UEB Eléctrica Cienfuegos; CUPET, CASTROL, PDVSA, REFRACTECNIC, RHI, UDECAM.

Las mercancías o productos adquiridos de estos proveedores se contabilizan como un ingreso al inventario y una cuenta por pagar a terceros.

La clasificación de los productos almacenados es:

- CO- Consumible
- ES-Estratégicos
- FU- Fuera de Uso
- HE-Herramienta
- LM-Lento Movimiento
- NT-No Tecnológico
- OB-Obsoleto
- PG-Preventivo Gastable
- PN-Preventivo Normal
- PR-Producción
- RN-Repuesto Normal

Un adecuado ordenamiento de los productos dentro del almacén es de vital importancia para alcanzar una correcta organización de los mismos y se requiere ante todo un sistema de localización de ellos que permita lograr una correcta rotación de los productos.

La rotación de los inventarios es una medida de desempeño importante que unida a otros indicadores permite conocer la eficiencia del almacén y lograr altos niveles de rotación, además de saber rotar adecuadamente en correspondencia con los requisitos específicos de cada producto.

A continuación, exponemos las principales deficiencias que afectan la gestión de inventario en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A, las que servirán de base a la propuesta de procedimiento que se desarrollará en el epígrafe siguiente:

- En el proceso de cuantificación, la planificación, carece de métodos adecuados para la captación de las demandas (consumo) de mercancías, la misma cuando se realiza se concentra en un número reducido de productos. Esto ha provocado niveles inadecuados de abastecimiento de productos con relación al consumo de los mismos.
- Existen productos clasificados como productos con lento movimiento.
- Se carece de una herramienta que evalúe el comportamiento de manera sistemática de la adquisición de mercancías y permita la adopción de políticas de coberturas de abastecimiento, que respondan a las necesidades puntuales de la empresa.
- Un mismo producto se localiza más de una vez en el reporte y con códigos diferentes y viceversa productos diferentes con un mismo código.

3.2 Aplicación de procedimiento

3.2.1 Fase I: Definición y selección de productos

Etapas 1: Determinación del conjunto de productos

Una vez clasificados la totalidad de los productos que se almacenan en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A, según su demanda, se determinaron 60 productos para realizar la presente investigación.

Etapas 2: Clasificación de los productos

Clasificación de los productos según método ABC con enfoque multicriterio

Para el estudio se toman los productos que se consumieron durante tres años, desde enero de 2014 hasta diciembre de 2016. De ellos se toma la cantidad de unidades consumidas y el precio al costo (unitario). Estos valores se toman mensuales. La información obtenida se muestra en el anexo 2. El total de productos que conforma la muestra es de 60.

La entidad objeto de estudio clasifica los productos en:

- CO- Consumible
- ES-Estratégicos
- FU- Fuera de Uso
- HE-Herramienta

- LM-Lento Movimiento
- NT-No Tecnológico
- OB-Obsoleto
- PG-Preventivo Gatable
- PN-Preventivo Normal
- PR-Producción
- RN-Repuesto Normal

Paso 1: Determinar los criterios que medirán el grado de importancia de cada producto

Los criterios seleccionados para la clasificación de los productos son:

1. Valor del producto en inventario
2. Mayor demanda
3. Demora en el tiempo de entrega

El control estricto de determinados productos que se almacenan en esta entidad y los beneficios que este control reporta han motivado la necesidad de estratificar los inventarios existentes y a partir de esta segmentación orientar un eficiente control de los mismos, esto es, la reducción paulatina de los costos asociados a las políticas de inventario vigentes.

La teoría relacionada con la clasificación del universo de productos considera diversas categorías, entre las que se destacan: precio, volumen de salidas, nivel de rotación, utilidad, número de pedido, entre otros. En el caso de la organización objeto de estudio que se dedica a la prestación de servicios se aplica el método de clasificación ABC Multicriterio, los criterios seleccionados fueron el valor del producto en inventario, mayor demanda, y demora en el tiempo de entrega., basado en criterios de diferentes autores tales como Felipe (2007) y Yoslán (2008) y considerar la autora los más representativos para clasificar los productos en empresas como Cementos Cienfuegos S.A.

Paso 2: Evaluar el impacto de cada criterio i, en el desempeño de la organización, para cada producto j

Se evalúa el impacto (alto impacto, impacto medio o bajo impacto) que cada criterio tiene para cada uno de los 60 productos.

Criterio 1: Valor del producto en inventario (ABC clásico)

De 60 productos analizados solo 11 se evalúan de alto impacto lo que representa aproximadamente el 18% del total de la muestra (ver tabla 7). De impacto medio son evaluados 18 productos para un 30% aproximadamente y de bajo impacto 31 para un 52% aproximadamente. Los cálculos aparecen en el anexo 3.

Tabla 7: Evaluación del criterio 1 en la muestra de productos seleccionados.

	Cantidad de productos	% que representa del total
Alto impacto (3 pts)	11	18
Impacto medio (2 pts)	18	30
Bajo impacto (1 pto)	31	52
	60	100

Fuente: Elaboración propia.

Criterio 2: Mayor demanda

Se implementa el algoritmo propuesto en Microsoft Excel como se puede ver en el anexo 4.

De alto impacto son evaluados 2 productos, lo que representa aproximadamente el 3% del total de la muestra (ver tabla 8). De impacto medio 4 producto para un 7% aproximadamente y de bajo impacto 54 para un 90% aproximadamente.

Tabla 8: Evaluación del criterio 2 en la muestra de productos seleccionados

	Cantidad de productos	% que representa del total
Alto impacto (3 pts)	2	3
Impacto medio (2 pts)	4	7
Bajo impacto (1 pto)	54	90
	60	100

Fuente: Elaboración propia.

Criterio 3: Demora en el tiempo de entrega

Se clasifican los productos tomando como referencia la siguiente escala, basándose en los días que demoran en obtenerse los productos luego de haberlos solicitado.

Demora (en días)	Clasificación
0-10	3
10-20	2
20-30	1

De alto impacto son evaluados 16 productos, lo que representa aproximadamente el 27% del total de la muestra (ver tabla 9). De impacto medio 16 productos para un 27% aproximadamente y de bajo impacto 28 para un 46% aproximadamente.

Tabla 9: Evaluación del criterio 3 en la muestra de productos seleccionados

	Cantidad de productos	% que representa del total
Alto impacto (3 ptos)	16	27
Impacto medio (2 ptos)	16	27
Bajo impacto (1 pto)	28	46
	60	100

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 3: Selección de los productos

Determinar los rangos de valores para los diferentes grupos A – B – C

Finalmente se clasifican los productos de acuerdo a la suma de los criterios antes explicados como se puede observar en el anexo 5.

Se busca el rango de clasificación:

El valor de m es 3 porque fue esta la cantidad de criterios utilizados.

$$\text{Grupo A: } Et_j = (2 \cdot (m-1) + 3 ; 3 \cdot m) = (7 ; 9)$$

$$\text{Grupo B: } Et_j = (m+2 ; 2 \cdot m) = (5 ; 6)$$

$$\text{Grupo C: } Et_j = (m ; m+1) = (3 ; 4)$$

De acuerdo a la unión de los tres criterios fueron clasificados clase A (alto impacto) 5 productos (ver tabla 10), lo que representa aproximadamente el 8% del total de la muestra. Clasificados clase B (impacto medio) fueron un total de 24 para un 40% aproximadamente y clase C (bajo impacto) 31 para un 52% aproximadamente. Ver anexo 6.

Tabla 10: Clasificación de la muestra de productos seleccionados

	Cantidad de productos	% que representa del total
Clase A	5	8
Clase B	24	40
Clase C	31	52
Total	60	100

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11 se exponen los productos clasificados como A.

Tabla 11: Listado de productos clasificados A y B.

No.	Código	Descripción	Unidad de medida
6	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M
13	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U
15	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U
27	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA Nº PARTE: 11172907	U
43	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOOOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT
1	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U
2	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U
7	M230020	LAINER IW1	U
10	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U
14	A410007	FILTRO PARA DIESEL Nº PARTE: 7382045	U

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Fase II: Aplicación del modelo de inventario

Etapa 4: Clasificación y determinación de la demanda

Clasificación de la demanda en la empresa

Los diez artículos seleccionados clase A y B, son productos con demanda independiente, es decir, su demanda no depende de la de otro producto.

Para demostrar el comportamiento de la demanda determinística o probabilística se realiza el cálculo del coeficiente de variabilidad y luego se determina qué ley de distribución de probabilidad sigue la variable en estudio de cada uno de los productos que se analizan.

En primer lugar se analiza la posibilidad de obtener pronósticos en períodos futuros por cada uno de los productos seleccionados anteriormente para su posterior uso en los modelos de inventario.

Determinación de la demanda

Para calcular la demanda se toman las demandas d_1, d_2, \dots, d_60 durante 3 años en cada uno de los meses y por cada producto clase A y B seleccionado. Para el cálculo se utilizó Microsoft Excel. La tabla 12 muestra un resumen de los cálculos realizados.

Tabla 12: Pronóstico a partir del método de los promedios móviles para el año 2018 de los productos seleccionados como A y B

No.	CLASIF.	DESCRIPCIÓN	UM	Demanda
1	RN	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U	172
2	RN	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	113
6	RN	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	6.189
7	RN	LAINER IW1	U	48
10	RN	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	54

13	CO	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	26
14	CO	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	47
15	CO	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	55
27	CO	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	99
43	CO	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOOOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	40.236

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del coeficiente de variabilidad

Para calcular el coeficiente de variabilidad se toman las demandas d_1, d_2, \dots, d_{60} durante 3 años en cada uno de los meses y por cada producto clase A y B seleccionado. Se tuvo en cuenta el pronóstico para el año 2017. Para el cálculo de este coeficiente se utilizó Microsoft Excel. La tabla 13 muestra un resumen de los cálculos realizados.

Tabla 13: Resumen del cálculo del coeficiente de variabilidad.

No.	DESCRIPCIÓN	VC	Demanda
1	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	0,082595679	Determinística
2	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	0,34446405	Probabilística
6	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	0,346107419	Probabilística
7	LAINER IW1	0,495793269	Probabilística
10	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	0,148235294	Probabilística
13	NEUMATICO 385/65 R-22.5	0,776660156	Probabilística
14	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	0,261808498	Probabilística
15	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	0,133390144	Probabilística
27	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	1,640710328	Probabilística
43	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOOOL PREMIX (ANTIFREEZE)	0,257013961	Probabilística

Fuente: Elaboración propia.

Nueve de los productos seleccionados tienen coeficiente de variabilidad mayor que 0.1 por tanto deben aplicarse modelos probabilísticos de inventario y un solo producto, la escobilla de carbón tiene coeficiente de variabilidad menor que 0.1 por tanto debe aplicarse un modelo determinístico.

Determinar la ley de distribución de la variable en estudio

Después de calculado el coeficiente de variabilidad se procede a estudiar la ley de distribución de probabilidad que sigue cada uno de los nueve productos que tienen un coeficiente superior a 0.1 y que por tanto tienen una demanda aleatoria.

Para demostrar que la variable demanda sigue una distribución normal se aplicó la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov y se realizó el análisis con el software SPSS, versión 23.0. Los supuestos considerados fueron los siguientes:

Los supuestos considerados fueron los siguientes:

Nivel de significación del 5%.

Utilización de las siguientes pruebas de hipótesis:

Ho: El conjunto de datos se distribuye normalmente. (Hipótesis de nulidad)

H₁: El conjunto de datos no se distribuye normalmente. (Hipótesis alternativa)

Regla de decisión:

Si el nivel de significación calculado es menor que 0.05 se rechaza la hipótesis de nulidad.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14: Resumen de las pruebas de hipótesis de la normalidad.

Descripción	Significación	Nivel de significación	Decisión
BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	0.42233	0.05	No se rechaza Ho
NEUMATICO 385/65 R-22.5	0.08365	0.05	No se rechaza Ho
NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	0.15561	0.05	No se rechaza Ho
FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	0.09183	0.05	No se rechaza Ho
LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOOOL PREMIX	0.44395	0.05	No se rechaza Ho
RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	0.11206	0.05	No se rechaza Ho
LAINER IW1	0.22341	0.05	No se rechaza Ho
ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000	0.67761	0.05	No se rechaza Ho
FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	0.55133	0.05	No se rechaza Ho

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que en todos los productos la significación es mayor que el nivel de significación prefijado, y por tanto se no se rechaza la hipótesis de nulidad por lo que se puede afirmar en todos los casos que los datos se distribuyen normalmente.

Etapa 5: Definición del modelo para establecer la política óptima de inventarios

Para determinar la política óptima de inventario se utilizó la siguiente información:

- Satisfacción del nivel de servicio de un 95 %.
- Nivel de significación del 5%.

Se consideran nueve productos con demanda aleatoria de acuerdo con el cálculo del coeficiente de variabilidad, por tanto se debe aplicar con ellos modelos probabilistas. El modelo de revisión periódica es el más indicado para aplicar en esta entidad de acuerdo con la restricción impuesta por los suministradores, la cual consiste en planificar a inicios de año intervalos de período fijo de reorden, por tanto la empresa no puede solicitar cada vez que lo necesite una determinada cantidad de mercancía y por consiguiente no debe

aplicarse el modelo de cantidad fija de reorden. Es importante señalar que si desaparece la restricción antes mencionada la selección del modelo es libre de acuerdo con los objetivos de la empresa.

Etapa 6: Determinación de las magnitudes de inventario

En el anexo 7 se encuentran los cálculos realizados con el apoyo de Microsoft Excel para determinar los costos asociados al manejo de los inventarios.

Cálculo del costo de mantener una unidad de producto en inventario

En la tabla 15 se resumen los cálculos realizados para determinar el costo de mantenimiento unitario por cada producto seleccionado.

Tabla 15: Resumen del gasto de almacenamiento de producto de tiempo.

no.	descripción	UM	Sal	Dep.	Mtto.	Energía	Total
6	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	0.288	0.351	0.178	0.007	0.824
13	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	0.288	0.351	0.178	0.007	0.824
15	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	0.288	0.351	0.178	0.007	0.824
27	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	0.288	0.351	0.178	0.007	0.824
43	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOOOL PREMIX	LT	0.288	0.351	0.178	0.007	0.824
1	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40	U	0.288	0.351	0.178	0.007	0.824
2	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	0.288	0.351	0.178	0.007	0.824
7	LAINER IW1	U	0.288	0.351	0.178	0.007	0.824
10	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	0.288	0.351	0.178	0.007	0.824
14	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	0.288	0.351	0.178	0.007	0.824

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del costo de ordenar un pedido

Para el cálculo del costo de reaprovisionamiento se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

1. El salario del personal encargado de la gestión de compras es de \$1 830.00 y dedica aproximadamente 6 horas de la jornada laboral para la gestión de compra.
2. Los pedidos se realizan según su tipo y siguiendo una estrategia de compra basada en el método de Mínimos y Máximos:
 - Referente a la producción se debe realizar a diario, de acuerdo a los niveles de la misma, pues esta entidad es de producción continua y además teniendo en cuenta los pedidos de los clientes.
 - Activos fijos: depende de los niveles de envejecimiento y de obsolescencia.

- Productos consumibles se tienen en cuenta los niveles de producción para diferentes periodos (pedidos diarios) y de reposición originadas por causas que pueden ser eventuales o planeados.
 - El pedido de productos estratégicos depende del sistema de fabricación y la distancia de adquisición, puesto que estos definen la continuidad del proceso productivo.
 - Los pedidos de artículos preventivos gastables y normales cuentan con la planeación de trabajos de diagnósticos y preventivos, los cuales deben estar respaldado por refacciones.
3. Los gastos de oficina son apreciables, pues se deben tener en cuenta gastos en:
- Energía eléctrica.
 - Comunicación.
 - Materiales de oficina.
 - Por concepto de depreciación de medios y equipos para la gestión.
 - Gastos de alimentación.
 - Otros servicios recibidos.
4. Además del costo de ordenar un pedido se debe tener en cuenta su tiempo de demora:

Tabla 16: Tiempo para realizar un pedido

Importación(Tiempo de un pedido)	Tiempo promedio
Preparación de solicitud de pedido	30min - 1h
Envío e invitación a cotizar	5min
Revisar ofertas recibidas	15min - 30min
Actualización de ofertas recibidas en el sistema de control según rendimiento	5min - 15min
Evaluación de las ofertas	15min - 30min
Aprobación técnica de las ofertas	30min - 45min
Preparación de los productos al comité de contratación	30min - 1.30h
Elaboración del contrato	15min - 2h
Contratación del pedido	5min
Tiempo promedio de un pedido	3.30h

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 7: Cálculo de las normas de inventario en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A.

Después de realizada la etapa de selección, estudio de la demanda de los productos seleccionados como A y calculados los costos en el manejo de los inventarios, entonces se procede a la aplicación de los modelos de inventario para dar respuesta a las principales interrogantes planteadas en la introducción del trabajo: ¿cuánto comprar y cuando comprar?

El modelo clásico *EOQ* (*Modelo del lote económico o de la cantidad económica del pedido*) es el adecuado para establecer la política de inventario a seguir con estos productos. Se utiliza como soporte el paquete de programa WinQsb, el resultado se muestra en la tabla 17.

Tabla 17: Resumen del resultado obtenido por la aplicación del modelo *EOQ*

Producto	Cantidad Económica (n*)	Intervalo de Reorden (R)	Costo Total (CT)
ESCOBILLA DE CARBÓN	23	25 días	\$ 676,72

Fuente: Elaboración propia.

Los anteriores resultados indican que la política a seguir en la administración del inventario es solicitar al proveedor un lote de 23 unidades de *Escobilla de carbón* esto ocurre *aproximadamente cada 25 días*. Utilizando esta política y considerando se cumplen todos los supuestos de este modelo el costo total anual mínimo para este sistema de inventario en el producto mencionado es de \$ 676,72.

Se consideran nueve productos con demanda aleatoria de acuerdo con el cálculo del coeficiente de variabilidad, por tanto, se debe aplicar con ellos modelos probabilistas. El modelo de revisión periódica es el más indicado para aplicar en esta entidad.

De acuerdo al modelo general de Período Fijo de Reorden planteado en el capítulo 1, y teniendo en cuenta que la demanda en todos los artículos seleccionados sigue una distribución normal, obtenemos este modelo particular para cada uno de los productos A y B.

Los resultados de la aplicación con el WinQsb del modelo período fijo de reorden antes descrito, se muestran en el anexo 8; en la tabla 18 se muestra un resumen de los mismos.

Para el producto *neumático 29.5* la política de inventario sería revisar el inventario cada 22 días y realizar un pedido por la diferencia entre $S = 26$, y el nivel de inventario existente en

el momento de la revisión. Seguir esta política tiene un costo anual de \$ 354.55. La explicación de los restantes productos es análoga a la explicación anterior.

Es importante recordar que el uso de una política de revisión periódica implica un incremento en el costo total anual. Este es un resultado lógico. No se puede olvidar que en el modelo de cantidad fija el inventario de seguridad debe servir para hacer frente a la demanda durante el tiempo de entrega (λ), mientras que en el modelo de periodo fijo, el inventario de seguridad debe abarcar la demanda durante el periodo ($R + \lambda$), y por tanto los costos de almacenamiento son mayores.

Tabla 18: Resumen del resultado obtenido por la aplicación del modelo periodo fijo de reorden.

Producto	Intervalo de revisión (T*)	Inventario objetivo (S*)	Costo Total (CT)
RODILLO DE IMPACTO PSV5	20	22	1 050.43
BANDA TRANSP. DE GOMA 800P	54	104	25 956.54
LAINER IW1	28	12	2 677.21
ANGULAR DE ALAS DESIGUALES	22	26	354.55
NEUMATICO 385/65 R-22.5	40	7	2 723.03
FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	28	18	507.39
NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	27	13	11 010.71
FILTRO RESP EJES Y CAJA	20	30	57.39
LIQUIDO REFRIGERANTE	60	190	13 434.44

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 8: Análisis de los resultados

Cálculo del impacto económico de la investigación

Finalmente se puede calcular el impacto económico de la investigación comparando la política actual de la entidad con la política propuesta a partir de la aplicación del modelo R,S sin agotamiento en cada uno de los productos estudiados. La entidad tiene pactado con los suministradores hacer pedidos una vez al mes por una determinada cantidad, basada en un promedio histórico que no tiene en cuenta ninguno de los análisis realizados en este trabajo. La siguiente tabla muestra el cálculo del mencionado impacto económico; los costos en el manejo de los inventarios de la política actual se realizaron con el apoyo del WinQSB, como se puede ver en la tabla 19.

Tabla 19: Cálculo del ahorro monetario por la introducción de los resultados.

Productos	Costo de la política propuesta	Costos asociados a la gestión de inventario actual	Diferencia
RODILLO DE IMPACTO PSV5	1,050.43	1,127.06	76.63
BANDA TRANSP. DE GOMA 800P	25,956.54	26,102.00	145.46
LAINER IW1	2,677.21	2,824.36	147.15
ANGULAR DE ALAS DESIGUALES	354.55	458.00	103.45
NEUMATICO 385/65 R-22.5	2,723.03	2,845.05	122.02
FILTRO PARA DIESEL Nº PARTE: 7382045	507.39	596.13	88.74
NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	11,010.71	11,204.23	193.52
FILTRO RESP EJES Y CAJA	57.39	99.50	42.11
LIQUIDO REFRIGERANTE	13,434.44	13,589.36	154.92
Ahorro monetario			1,074.00

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que en todos los productos el costo de la política actual es mayor que el costo de la política propuesta, por tanto, si la entidad aplica el procedimiento propuesto en esta investigación, puede obtener un ahorro monetario anual estimado en \$ 1 074.00. De esta forma se comprueba la hipótesis inicial planteada en la introducción de este trabajo.

Al terminar el capítulo podemos concluir que:

- El proceso de toma de decisiones necesita una sólida base sobre la que sustentarse, y una de ellas es, precisamente, una adecuada planificación de los inventarios.
- La planificación de los Inventarios permite determinar la cantidad óptima a pedir y almacenar con el objetivo de minimizar los costos en un período dado y/o minimizar el déficit.
- La clasificación de productos según ABC multicriterio arroja el tipo de cuidado y control a tener con cada producto estudiado.
- En los modelos de inventario la demanda es la variable aleatoria más importante, de ahí que resulte imprescindible proyectar la forma en que serán recogidos los datos para el estudio.
- La aplicación del modelo de período fijo de reorden a la administración de inventarios, aunque incurre en mayores costos de almacenamiento que un modelo de revisión continua, permite administrar en forma más eficiente los inventarios ya que posibilita:

- Predecir con certeza las fechas en que se hará el pedido.
 - Revisar el inventario disponible en intervalos de tiempo fijos y distantes.
 - Poder hacer un pedido que se aproxime a la cantidad óptima que satisfaga la demanda cada etapa.
 - Poder coordinar la transportación y reabastecimientos hacia los lugares de venta en forma organizada.
- Para estimar los costos asociados al modelo particular de inventario, debe:
 - Calcularse el porcentaje que representa el costo de almacenamiento dentro o sobre el total de gastos de la empresa, aplicándose este al costo unitario de compra de cada producto.
 - Calcular el costo por orden o costo de emisión, a partir de la estimación de la cantidad de días que el especialista en compras dedica a dicha labor, lo que permite conocer el valor, que por concepto de salario, se gasta en función de la realización de la compra; mediante el cual se realiza la adquisición de nuevas unidades de producto, conformándose el costo por ordenar.
 - Los paquetes de programa garantizan la obtención de resultados óptimos para la administración de inventarios, así como la obtención de datos estadísticos acerca de la demanda de los productos seleccionados.
 - Se seleccionaron diez productos de gran importancia por las características que poseen y el estricto control que necesitan, a los cuales se les aplicaron políticas óptimas con el fin de lograr una adecuada planificación.
 - Se recomienda a la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A una mejor organización de la información de tal forma que cada producto cuente con un código y nombre únicos en el caso del informe de consumos anuales que permitan tener conocimientos más exactos acerca de la existencia, consumo, etc., de los mismos.
 - El estudio realizado no ha considerado otros aspectos a tener en cuenta en la administración de los inventarios como son las restricciones de capacidad de los almacenes de las unidades en estudio, por no poseer toda la información necesaria. Se propone ampliar este trabajo empleando estas condiciones.
 - El estudio realizado ha partido de la premisa de que los productos con los que se ha

trabajado reúnen las condiciones requeridas, o sea, que se hayan mantenido a la venta durante enero de 2014 y diciembre de 2016, por tanto sería bueno estudiar todos los productos de la empresa y seleccionar los que deben estar realmente en el almacén bajo un estricto control, con el fin de poder dosificar las capacidades que se posean.

- Para las decisiones sobre el aprovisionamiento de los productos estratégicos, la empresa necesitará apoyarse en técnicas analíticas como: análisis de riesgo, modelos de simulación, previsión de precios e incluso de alguna clase de análisis macroeconómico.
- Se recomienda implementar este procedimiento tal y como se ha descrito en el desarrollo de esta investigación a la hora de planificar los inventarios en la empresa.
- Elaborar un software que contenga tanto la selección, la clasificación, como la aplicación del modelo de inventario.



UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS

Carlos Rafael Rodríguez

Conclusiones

CONCLUSIONES

1. A pesar de que la teoría de inventario es ampliamente tratada por diversos autores, la utilización de los modelos económico matemáticos para establecer un referente en cuanto a una política de inventario óptima aún es insuficiente debido a diversos factores tales como insuficiente uso de los métodos cualitativos y cuantitativos de previsión de la demanda, carencia de procedimientos flexibles para el cálculo de los costos asociados a los sistemas de inventario y falta de personal idóneo entre otros.
2. Las políticas de inventario que actualmente existen en la Empresa Mixta Cementos Cienfuegos S.A carecen de métodos científicos para su implementación, y por tanto no garantizan la disminución de costos en el manejo de los inventarios y un adecuado servicio al cliente.
3. El procedimiento propuesto incorpora la aplicación del método ABC multicriterio para la selección de los productos de mayor importancia y sobre los cuales se debe ejercer mayor control.
4. El procedimiento tiene un carácter integrador, flexible que facilita su implementación a cualquier empresa manufacturera.
5. El análisis comparativo realizado en el trabajo demuestra que aún existe reserva de eficiencia teniendo en cuenta que es posible reducir los costos que se generan en el proceso de gestión de inventarios.



UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS

Carlos Rafael Rodríguez

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

En correspondencia con las conclusiones a las que con anterioridad se arriba, se recomienda:

1. Incrementar las acciones de capacitación en el postgrado y otras vías que permitan la formación del personal, para que puedan generalizar el procedimiento propuesto en períodos venideros.
2. Valorar con los suministradores de la entidad la posibilidad de implementar la política de revisión continua debido a que la misma implica un menor costo en el manejo de los inventarios para la entidad.
3. Que se programe y automatice de manera integral el procedimiento propuesto en busca de una mayor viabilidad y factibilidad en la planificación de los inventarios de la entidad.



UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS

Carlos Rafael Rodríguez

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, S., Gómez, J., & Martha, A. (2001). *Logística de Aprovisionamiento*. La Habana, Cuba.
- Alvarez Buylla Valle, M. (1987). *Modelos económicos matemáticos* (Vol. II). La Habana, Cuba.
- Alvarez, L. (2001). *Master Executive en Gestión Logística*.
- Álvarez, Y. (2012). *Planificación de los inventarios en la Sucursal Comercial Caracol Cienfuegos*. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
- Anderson, R. (1995). *Introducción a los Métodos Cuantitativos para la Administración*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Ballou, H. (1992). *Logística Empresarial. Control y Planificación*. España.
- Benítez, S. (1995). *Caso de Administración y Control de Inventarios*. Apartado Plaza de las Américas.
- Besley, S., & Brigham, E. (1994). *Fundamentos de Administración Financiera* (Doceava Edición.).
- Bock, R., & Hostein, W. (n.d.). *Planeación y Control de la Producción*.
- Bouza, C. (2006). *Análisis de Regresión y Series Temporales*.
- Brito, A. (n.d.). *Contabilidad Básica e Intermedia* (Vol. I). Centro de Contadores: 5 ta Edición.
- Bueno, E., Roche, I., & Durán, J. (1989). *Economía de la empresa. Análisis de las decisiones empresariales*.
- Buffa, E. (1993). *Dirección Técnica y Administración de la Producción*. Limusa, España.
- Chauvel, A. (n.d.). *Administración de la Producción*. Mc.Graw Hill.
- Christoper, M. (1972). *Logistics in its Marketing Context* (Vol. Vol.6). European Journal of Marketing.
- Colectivo de autores. (1999). *Introducción a la Investigación de Operaciones*.
- Colectivo de autores. (2001). *Fundamentos de Administración Financiera*.

- Domínguez, M. (1994). *Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. España: Mc Graw hill.
- Drucker, P. (2005). *Marketing* (Segunda edición.). Toronto: Prentice Hall Inc.
- Eppen, G., D. (2000). *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa* (Quinta Edición.). México: Pearson.
- Felipe, P. (2007). *Administración de los Inventarios*. La Habana, Cuba.
- Finney, M. (1994). *Curso de Contabilidad Intermedia*. España: Mc Graw Hill.
- Gallagher, C., & Watson, H. (1992). *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración*. Mc Graw Hill.
- Gitman, L., J. (2006). *Fundamentos de Administración Financiera* (Vols. 1-II). La Habana, Cuba: Félix Varela.
- Gutierrez, A. (1998). *Gestión de los stocks. Optimización de almacenes*. Barcelona, España.
- Hdez, S., García, L., Mtnez, F., & San José, N. (1999). *Gestión de los stocks. Modelos de optimización y software*. Valladolid.
- Homgren, C. (n.d.). *Introducción a la Contabilidad Financiera* (7 ma Edición.). New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Kaufmann, A. (1981). *Métodos y Modelos de la investigación económica*. Cuba: Pueblo y Educación.
- Kinner, T., & James, T. (1994). *Investigación de mercados: Un enfoque aplicado*. Santa Fé, Bogotá: Mc Graw Hill.
- Langley, C., & John, J. (s.f). *The evolution of the Logistics Concept*.
- Liberman, J. (2000). *Administración de operaciones: Toma de decisiones en la función de operaciones*. Bogotá: Interamericana S.A.
- Lorenzo, Y. (2008). *Procedimiento de mejora de la administración de inventarios en la Empresa de Promociones Artísticas y Literarias Artex*. Universidad de Cienfuegos, Cuba.

- Magee, J., F. (1968). *Industrial Logistic*. Mc Graw Hill.
- Mallo, C. (1991). *Contabilidad Analítica* (4 ta Edición.). Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas.
- Marco, A., del Agnolo. (1997). *Costos de inventarios, planificación de stocks y aprovisionamiento*.
- Marrero, F. (2004). *Procedimiento para la toma de decisiones logística con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y transporte de la caña de azúcar. Aplicación en CAI de la provincia de Villa Clara*. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
- Martín, A., J., & Martínez, R. (1990). *La Herramienta más potente de Gestión de Distribución*.
- Matos, H., & Hernández, R. (1995). *El enfoque logístico como herramienta para el perfeccionamiento de la gestión de las Pymes*. Universidad de Matanzas.
- Miranda, R. M. (2006). *Procedimiento para el mejoramiento de la gestión de inventarios en la U.C.L.V Santa Clara*.
- Moliner, M. (1994). *Diccionario del uso del español*. Madrid, España.
- Neuner, J., J.W. (1977). *Contabilidad de Costo* (3ra Edición.). La Habana.
- Nogueiras, R., D. (2004). *Fundamentos para el control de la Gestión Empresarial*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Ortiz, M. (2009). *Como gestionar los Stocks. Un reto para la gerencia moderna*.
- Pau, C., Jord. (1998). *Manual de Logística Integral*.
- Perfeccionamiento de la actividad económica. Modelo de gestión económico financiera del Ministerio de Educación Superior. (2001).
- Prida, R. ., & Gutiérrez, C. . (1995). *Logística de Aprovisionamiento. El cambio en las relaciones proveedor-cliente. Un desafío para la empresa del siglo XXI*. Mc Graw Hill.
- Ramos, D. . (1995). *Como gestionar los stocks* (2 da Edición.). Madrid, España.

- Redondo, A. (1996). *Curso Práctico de Contabilidad General y Superior* (3 ra Edición.). Madrid, España.
- Render, B., & Heizer, J. (1991). *Principios de la administración de operaciones* (5 Edición). México: Mc Graw Hill.
- Roos, M. (1997). *Manual de Logística para la Gestión de Almacenes*. Barcelona, España.
- Santos, N., M.L. (1999). *Inventario y Almacenes*. Conferencias.
- Schroeder, R., G. (1995). *Administración de Operaciones*. La Habana, Cuba.
- Torres, G., N., Daduna, J., R., & Mederos, C., D. (2008). *Logística. Temas Seleccionados* (2 da Edición.). La Habana, Cuba.
- V Congreso del PCC. (n.d.). *Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba*.
- Velázquez, A., Pedro Luis. (2005). *Logística del Proceso de Almacenamiento*. (Primera Edición.). La Habana, Cuba.
- Zeledon, W. G. (n.d.). *Estudio de satisfacción del cliente externo. Área de salud Puriscal-Turrubares* (Vol. Vol 7.). Retrieved from <http://www.scielo.sa/scielo.php?pid=S1409>



UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS

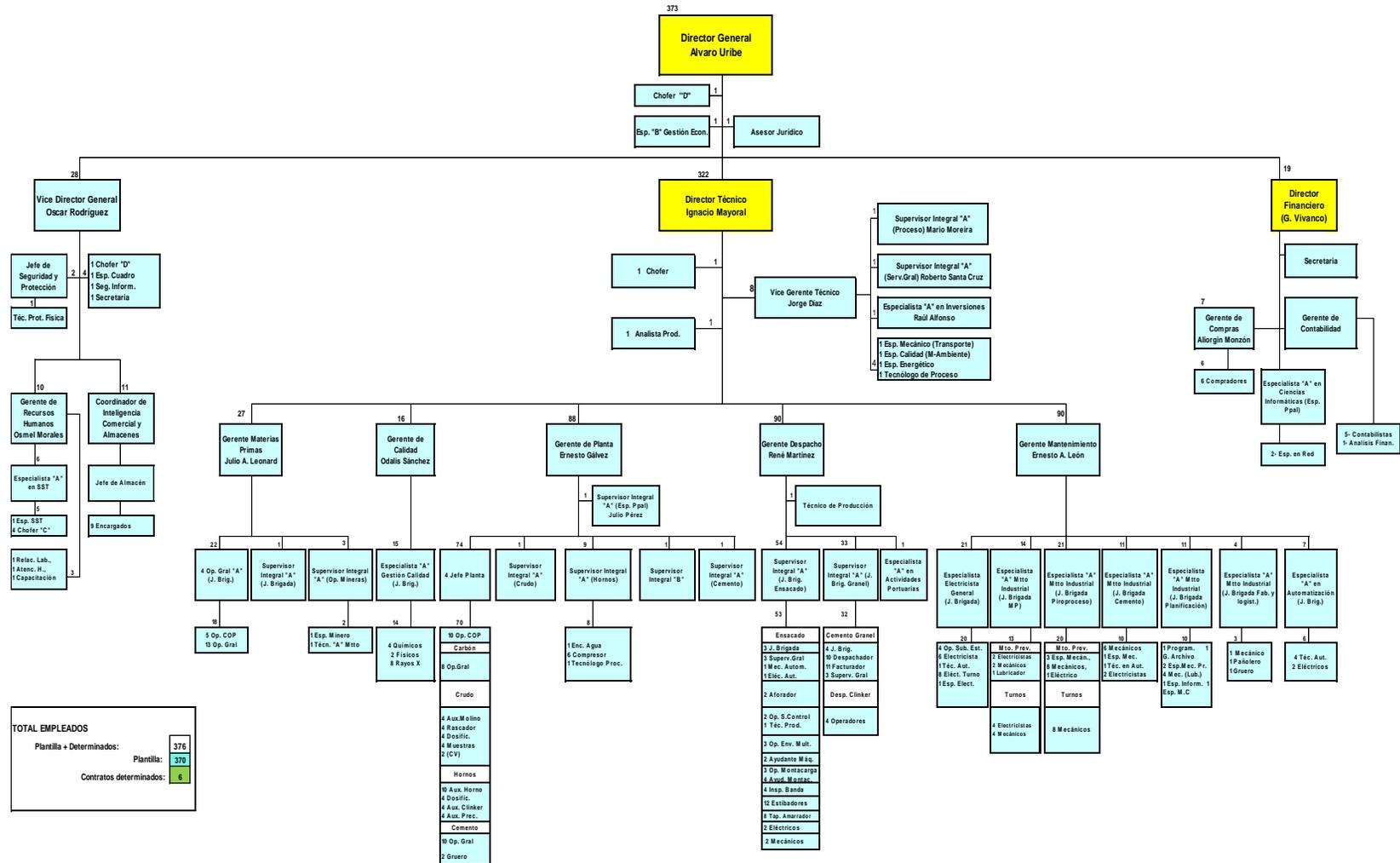
Carlos Rafael Rodríguez

Anexos

ANEXOS

Anexo 1. Organigrama de la CCSA.

ORGANIGRAMA CCSA



TOTAL EMPLEADOS	
Plantilla + Determinados:	376
Plantilla:	370
Contratos determinados:	6

Anexo 2. Consumo mensual de 3 años de todos los artículos seleccionados. Año 2014.

No.	CLASIF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	CONSUMO	PRECIO ME	COSTO ME	TOTAL
1	RN	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U		25		25		25		25		25		25	150	3.90	584.90	584.90
2	RN	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U		10		15	15	10	10	10	10		7		87	9.15	795.62	795.62
3	RN	E200145	CABLE 4X6 MM2 DE COBRE FLEXIBLE	M	150	50	100	60	50	50	50		100	30	70	40	750	0.38	287.76	287.76
4	RN	A845020	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE AG-34462-21040	U	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	25	3.06	76.40	76.40
5	RN	E070998	TERMINAL ESTAÑADO DE COBRE 25 MM2	U	6	3	5	15	11	4	2	4	2		6	2	60	0.08	5.00	5.00
6	RN	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	250	250	500	100	600	300	700	200	300	800	100	900	5000	4.18	20,900.30	20,900.30
7	RN	M230020	LAINER IW1	U	3	3	5	4	5	1	2	2	2	4	2	3	36	55.57	2,000.53	2,000.53
8	RN	A414287	TORNILLO PARA TEJA N° PARTE: 4097517	U	6	5	3	8	1	2	4	7	9	4		1	50	3.29	164.60	164.60
9	RN	E080069	ENCENDEDOR 40W 120V 60HZ	U		5	10		5	10		5	10		5	10	60	0.14	8.40	8.40
10	RN	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	5		7	5	4	6	2	8	4	4	3	2	50	6.23	311.74	311.74
11	RN	A414040	ELEMENTO DE FRENO N° PARTE: 42537366	U	1	2	2	2	2	2	2	2		2	1	2	20	1.40	28.00	28.00
12	RN	C240092	NIPLE DE AC DE 1/2	U	1	3	2	4		2	1	2	1		1	3	20	1.85	37.00	37.00
13	CO	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	1	2		3		2	1	1	2	1	1		15	104.51	1,567.70	1,567.70
14	CO	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	40	10.48	419.20	419.20
15	CO	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	8		4	4	5	4	4		4	4	8	5	50	0.96	48.20	48.20
16	CO	A410008	PRE FILTRO, COD.7382153	U	10		5	5		6	4		6	1	2	1	40	2.38	95.00	95.00
17	CO	A410010	FILTRO PARA ACEITE N° PARTE: 7382048	U	5	5	6	4	7	10	3	10		10		10	70	0.47	33.00	33.00
18	CO	A410011	PRE FILTRO, COD.7381816	U	10		5	5		7		10	3	8	2	10	60	0.68	41.00	41.00
19	CO	A410041	BOMBILLO N° PARTE 6200685	U	40		10	10	10	15	10	5	12	8	5	5	130	4.35	565.00	565.00
20	CO	A411056	MANGUERA N° PARTE: 1604261102	M	1	0.5		1	0.5	1	1		1	1		2	9	49.78	448.00	448.00
21	CO	M020114	CIGUEÑAL 75 HP REF: 280.0037	U	2	1	1		4	3	2	3		4	2	3	25	5.30	132.43	132.43
22	CO	A410059	TUERCA N° PARTE: 00190557	U	20	10	15	30	45	15	50	65	35	15	70	30	400	0.75	300.00	300.00
23	CO	A410380	BOMBILLO N° PARTE:10039199	U	10		2	6	2	5	8	5	2	5		5	50	7.37	368.32	368.32
24	CO	A410439	CONJUNTO PREFILTRO DE COMBUSTIBLE N° PARTE: 10222819	U	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			10	2.24	22.40	22.40
25	CO	A411002	TUERCA CUADRADA N° PARTE: 4129304	U	15	10	20	5	20	30	10	40		50	20	30	250	4.39	1,097.51	1,097.51
26	CO	A413011	FILTRO CAJA N° PARTE: 11448509	U	5		10		10		10		10		5		50	17.50	875.13	875.13
27	CO	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	2	1	4	3	5	7	3	5	9	3	2	1	45	29.11	1,310.00	1,310.00
28	CO	A413015	FILTRO AIRE ACONDICIONADO N° PARTE: 11703979	U	5	2	1	2	3	3	1	1	1	1	1	2	23	19.78	455.00	455.00
29	CO	B160001	PERLAS DE PARAFINA	U	10	10	10	10	10	10	25	20		15	5	25	150	0.48	72.50	72.50
30	CO	B180084	ACIDO BENZOICO EN TABLETAS DE 0,5 GR	LT	100	100	100	100	100	100					50	50	800	0.41	325.77	325.77
31	CO	B200017	PAPEL DE FILTRO PARA PRUEBA DE BLAINE 12,7 MM	M	20		10	4	10	6		8	10	15.5	15.5	36	135	1.04	140.20	140.20

32	CO	B210024	ETILENGLICOL	LT	150	50	250	75	75	150	100	50	416	341	416	341	1682	0.04	75.56	75.56
33	CO	B210058	AGUA DESMINERALIZADA	LT	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	50	350	1.50	525.60	525.60
34	CO	C030017	ALAMBRE LISO GALVANIZADO N° 18	M	200	100	400	150	150	200	250	100	250	100	100	200	2200	0.09	202.50	202.50
35	CO	C110002	BLOQUE DE HORMIGON 10	U	500	250	250	500	300	300	400	1000	1000	1000	1000	1000	7000	0.00	9.50	9.50
36	CO	C170002	REJILLAS DE PISO	U	6	5	5	6	4	2	8	4	10	4	7	6	67	0.54	36.40	36.40
37	CO	E020007	ALAMBRE DE ENROLLAR DOBLE FORMET N° 27	M	30	10	10	20	20	25	10	25		24.5		24.5	199	0.10	20.03	20.03
38	CO	M100149	VIGA L/C IPN 100X6000 MM	U	10	10	10	20	10	10	10	10	10	42	20	30	192	0.03	5.70	5.70
39	CO	M130010	ROLLOS DE PLASTICA P/ENV. ESLINGA (NYLON RETRACTIL)	U	10	5	5	10	6	6	4	20	4	10	10	8	88	0.12	10.80	10.80
40	CO	A413039	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE: 466987	U	10	5	10	15	1	9	3	7	8	2	10	20	100	0.22	22.40	22.40
41	CO	A411997	KIT DE SERVICIO 2000-3000 HORAS N° PARTE: 9413235	U	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	10	109.75	1,097.51	1,097.51
42	CO	A413591	FILTRO DESEMPOLVADO N° PARTE: 3222302081	U	10	6	4	7	3	5	1	5	9	11	9	20	80	10.94	875.13	875.13
43	CO	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	6000	2000	1000	1000	5000	4000	5000	6000	2500	2500	5000	2134	42134	0.03	1,310.00	1,310.00
44	CO	M100625	CHAPA 4X1500X6000 MM	U	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	10	45.50	455.00	455.00
45	CO	C090020	CANDADO DE 60MM	U	100	25	25	30	25	25	30	10	30	40	10		350	0.21	72.50	72.50
46	CO	M060088	JUEGO DE PIEZAS DE REPUESTO	U	2	2	2	2	2	2	2	2		1		3	20	16.29	325.77	325.77
47	CO	A413006	FILTRO AIRE N° PARTE: 11110532	U	3	3	3	2	3	5	2	2	3	2		1	30	4.67	140.20	140.20
48	CO	C160001	ARENA D/MINAS Y RIOS	KG	10	20	20	10	30.5	20	20	20	20	10	20		200.5	0.38	75.56	75.56
49	CO	M100557	ANGULAR L/C 120X120X12X6000 MM	U	9	2	7	4	5	3	8	3	6	5	15	18	85	6.18	525.60	525.60
50	CO	M940051	FILTRO DE ACEITE PARA COMPRESOR AERZEN VML 95	U	3	3	3	3		9		8	3	3	5	10	50	4.05	202.50	202.50
51	CO	C200035	DILUENTE ADELGAZADOR N°1	LT	200	400	100	50	50	100	25	25	50	40	40	40	1120	0.05	53.00	53.00
52	CO	C200004	PINTURA ESMALTE AMARILLO CROMO	LT	20	20	10	10	40	20	20.5	60	50	25	50	25	350.5	0.03	9.50	9.50
53	CO	E040003	BATERIA AA RECARGABLE 2500MA	U	30	20	40	10	60	10	20	10	40	40	60	58	498	0.07	35.25	35.25
54	CO	E040036	BATERIA AA RECARGABLE TIPO NIMH, 2100 MAH	U	30	10	20	15	15	60	60	30		30		30	300	0.12	36.40	36.40
55	CO	E040014	BATERIA RECARG. AAA	U	100	30	30	20	20	50	20		60	20	20	30	400	0.05	20.03	20.03
56	CO	M190082	CINTA TEFLON DE 1/2X10 MTS	M	30	30	40	40		30	30	50	20	20	10	40	350	0.02	5.70	5.70
57	CO	M750321	PLACA DESBASTE ACERO CNMM120412PR4225	U	20	20	20	20	20	20	20	20	20			20	200	1.00	200.20	200.20
58	CO	M750553	CEPILLO DE DECAPAR	U	90	50	50	10	70	30	23	60	80	40	20	27	550	0.02	10.80	10.80
59	CO	M810575	TORNILLO M 12X25 C/HEXAG.CADMIADO R/CORRIDA	U		200	100	200		400	300	300		500	200	300	2000	0.003	6.46	6.46
60	CO	M870023	FILTRO DE 25 MM	U		25		25		25		25			13	7	120	3.11	373.00	373.00

Anexo 2. Consumo mensual de 3 años de todos los artículos seleccionados. Año 2015.

No.	CLASIF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	CONSUMO	PRECIO ME	COSTO ME	TOTAL
1	RN	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U	25	40	12	25	20	20		20		25		25	212	3.54	751.51	751.51
2	RN	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U		20		15		30	15	30		25	12	16	163	9.15	1,490.64	1,490.64
3	RN	E200145	CABLE 4X6 MM2 DE COBRE FLEXIBLE	M	100	30	95	70	35	25	41	36	92	30	70	40	664	0.38	254.76	254.76
4	RN	A845020	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE AG-34462-21040	U	4		5	2	3	5	6	7	8	6	4	2	52	3.06	158.91	158.91
5	RN	E070998	TERMINAL ESTANADO DE COBRE 25 MM2	U	7	5	4	20	12	5	3	10	3		7	3	79	0.08	6.58	6.58
6	RN	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	300	425	200	300	200	900	620	421	150	550	320	900	5286	4.18	22,095.80	22,095.80
7	RN	M230020	LAINER IW1	U	7	6	5	2	3	2	3	5	7	8	2	5	55	55.57	3,056.37	3,056.37
8	RN	A414287	TORNILLO PARA TEJA N° PARTE: 4097517	U	8	9	4	9	5	6	7	9	10	11	12	5	95	3.29	312.74	312.74
9	RN	E080069	ENCENDEDOR 40W 120V 60HZ	U	10	21	2	3	7	11	4	15	11	15	12	10	121	0.14	16.94	16.94
10	RN	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	5	6	3	6	5	7	6	9	5	5	9	6	72	6.23	448.91	448.91
11	RN	A414040	ELEMENTO DE FRENO N° PARTE: 42537366	U	3	3	4	5	6	7	8	6	5	7	6	5	65	1.40	91.00	91.00
12	RN	C240092	NIPLE DE AC DE 1/2	U	4	2	5	11	6	8	9	5	6	9	1	3	69	1.85	127.65	127.65
13	CO	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	4	2	6	5	9	3	2	2	2	6	4	8	53	104.51	5,539.21	5,539.21
14	CO	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	3	2	1	5	7	8	9	11	6	9	6	4	71	10.48	744.08	744.08
15	CO	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	9	5	4	4	5	8	9	11	6	7	9	6	83	0.96	80.01	80.01
16	CO	A410008	PRE FILTRO, COD.7382153	U	11	5	9	5	8	7	9	2	5	7	1	6	75	2.38	178.13	178.13
17	CO	A410010	FILTRO PARA ACEITE N° PARTE: 7382048	U	6	7	8	6	8	9	1	15	16	10	14	10	110	0.47	51.86	51.86
18	CO	A410011	PRE FILTRO, COD.7381816	U	20	15	12	6	7	8	9	10	5	7	6	10	115	0.68	78.58	78.58
19	CO	A410041	BOMBILLO N° PARTE 6200685	U	41	25	11	23	11	18	15	6	13	9	25	14	211	4.35	917.04	917.04
20	CO	A411056	MANGUERA N° PARTE: 1604261102	M	5	0.6	2	1	0.5	3	4		2	3		5	26.1	49.78	1,299.20	1,299.20
21	CO	M020114	CIGUENAL 75 HP REF: 280.0037	U	3	1	2	5	7	8	9	10	11	4	2	4	66	5.30	349.62	349.62
22	CO	A410059	TUERCA N° PARTE: 00190557	U	21	15	30	12	52	16	55	68	39	55	71	52	486	0.75	364.50	364.50
23	CO	A410380	BOMBILLO N° PARTE:10039199	U	15	16	8	20	8	6	7	9	3	5	6	9	112	7.37	825.04	825.04
24	CO	A410439	CONJUNTO PREFILTRO DE COMBUSTIBLE N° PARTE: 10222819	U	5	9	20	6	8	9	15	6	8	9	6	2	103	2.24	230.72	230.72
25	CO	A411002	TUERCA CUADRADA N° PARTE: 4129304	U	25	15	32	6	28	25	22	21	15	36	45	55	325	4.39	1,426.76	1,426.76
26	CO	A413011	FILTRO CAJA N° PARTE: 11448509	U	6	25	15	16	8	9	11	2	8	15	9	45	169	17.50	2,957.94	2,957.94
27	CO	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	3	8	6	8	9	14	9	16	18	36	42	45	214	29.11	6,229.78	6,229.78
28	CO	A413015	FILTRO AIRE ACONDICIONADO N° PARTE: 11703979	U	6	7	8	9	12	6	9	2	1	1	1	2	64	19.78	1,266.09	1,266.09
29	CO	B160001	PERLAS DE PARAFINA	U	8	9	11	8	3	4	4	12	16	15	5	25	120	0.48	58.00	58.00
30	CO	B180084	ACIDO BENZOICO EN TABLETAS DE 0,5 GR	LT		100	100	100	100	100					50	50	600	0.41	244.33	244.33
31	CO	B200017	PAPEL DE FILTRO PARA PRUEBA DE BLAINE 12,7 MM	M	25	32	28	9	12	13	15	8	16	14	16	28	216	1.04	224.32	224.32

32	CO	B210024	ETILENGLICOL	LT	123	60	300	66	75	88	250	60	350	360	423	341	2496	0.04	112.13	112.13
33	CO	B210058	AGUA DESMINERALIZADA	LT	50	50	25	25	25	25	50	50	50	25	50	50	475	1.50	713.31	713.31
34	CO	C030017	ALAMBRE LISO GALVANIZADO N° 18	M	150	200	350	120	320	300	300	200	250	150	120	250	2710	0.09	249.44	249.44
35	CO	C110002	BLOQUE DE HORMIGON 10	U	250	250	500	500	500	300	750	1000	250	1000	1550	2000	8850	0.00	12.01	12.01
36	CO	C170002	REJILLAS DE PISO	U	10	5	5	7	3	2	8	6	10	15	7	20	98	0.54	53.24	53.24
37	CO	E020007	ALAMBRE DE ENRROLLAR DOBLE FORMET N° 27	M	50	20	15	20	10	25	15	30	25	11	5	24	250	0.10	25.16	25.16
38	CO	M100149	VIGA L/C IPN 100X6000 MM	U	20	15	5	10	25	7	3	2	8	10	10	4	119	0.03	3.53	3.53
39	CO	M130010	ROLLOS DE PLASTICA P/ENV. ESLINGA (NYLON RETRACTIL)	U	10	15	5	25	10	20	4	6	2	8	7	3	115	0.12	14.11	14.11
40	CO	A413039	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE: 466987	U	15	10	5	25	6	14	2	8	9	7	3	2	106	0.22	23.74	23.74
41	CO	A411997	KIT DE SERVICIO 2000-3000 HORAS N° PARTE: 9413235	U	4	1	5	8	10	3	4	6	1	10	1	8	61	109.75	6,694.81	6,694.81
42	CO	A413591	FILTRO DESEMPOLVADO N° PARTE: 3222302081	U	15	25	20	13	4	30	2	5	4	6	8	7	139	10.94	1,520.54	1,520.54
43	CO	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	550	1562	1328	3000	5000	4500	5000	6500	4000	6000	5000	3000	45440	0.03	1,412.79	1,412.79
44	CO	M100625	CHAPA 4X1500X6000 MM	U	2	1	3	1	2	1	5	1	3		2	1	22	45.50	1,001.00	1,001.00
45	CO	C090020	CANDADO DE 60MM	U	20	25	25	50	25	35	30	45	50	40	10	45	400	0.21	82.86	82.86
46	CO	M060088	JUEGO DE PIEZAS DE REPUESTO	U	4	5	1	3	6	8	2	3	4	1	7	3	47	16.29	765.56	765.56
47	CO	A413006	FILTRO AIRE N° PARTE: 11110532	U	1	4	5	3	2	1	4	5	6	3	1	5	40	4.67	186.93	186.93
48	CO	C160001	ARENA D/MINAS Y RIOS	M	50	20	10	10	30	25	20	45	20	20	10	20	280	0.38	105.52	105.52
49	CO	M100557	ANGULAR L/C 120X120X12X6000 MM	U	10	1	2	7	8	9	10	5	4	3	3	20	82	6.18	507.05	507.05
50	CO	M940051	FILTRO DE ACEITE PARA COMPRESOR AERZEN VML 95	U	4	3	5	3	5	10	15	8	5	3	14	10	85	4.05	344.25	344.25
51	CO	C200035	DILUENTE ADELGAZADOR N°1	LT	300	500	100	100	100	100	50	25	50	25	40	30	1420	0.05	67.20	67.20
52	CO	C200004	PINTURA ESMALTE AMARILLO CROMO	LT	10	20	30	10	50	20	35	60	60	25	15	40	375	0.03	10.16	10.16
53	CO	E040003	BATERIA AA RECARGABLE 2500MA	U	30	50	40	60	60	20	30	10	10	50	50	100	510	0.07	36.10	36.10
54	CO	E040036	BATERIA AA RECARGABLE TIPO NIMH, 2100 MAH	U	25	30	35	55	40	60	55	25	35	30	15	20	425	0.12	51.57	51.57
55	CO	E040014	BATERIA RECARG. AAA	U	50	75	30	50	10	50	30	20	20	65	10	55	465	0.05	23.28	23.28
56	CO	M190082	CINTA TEFLON DE 1/2X10 MTS	M	50	10	20	40	30	60	45	35	20	15	45	100	470	0.02	7.65	7.65
57	CO	M750321	PLACA DESBASTE ACERO CNMM120412PR4225	U	10	35	46	28	31	24	33	64	20	11	23	45	370	1.00	370.37	370.37
58	CO	M750553	CEPILLO DE DECAPAR	U	100	23	25	64	88	25	55	60	36	77	45	50	648	0.02	12.72	12.72
59	CO	M810575	TORNILLO M 12X25 C/HEXAG.CADMIADO R/CORRIDA	U	20	300	250	200	100	350	350	400	100	750	250	230	3300	0.003	10.66	10.66
60	CO	M870023	FILTRO DE 25 MM	U	10	15	22	13	35	50	10	25	25	25	13	27	270	3.11	839.25	839.25

Anexo 2. Consumo mensual de 3 años de todos los artículos seleccionados. Año 2016.

No.	CLASIF.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	CONSUMO	PRECIO ME	COSTO ME	TOTAL
1	RN	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U		25		25		50		25		25		28	178	3.29	584.90	584.90
2	RN	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	20		10	3	3	3	21	5	10	5	15	5	100	7.96	795.62	79,562.00
3	RN	E200145	CABLE 4X6 MM2 DE COBRE FLEXIBLE	M	150	50	110	90	50	50	50	100	100		65		865	0.33	287.76	248,912.40
4	RN	A845020	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE AG-34462-21040	U	2	2	2	2	2	2		2			2	2	20	3.82	76.40	1,528.00
5	RN	E070998	TERMINAL ESTANADO DE COBRE 25 MM2	U		3	5	15	11	4	2	4		3	3		50	0.10	5.00	250.00
6	RN	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		1000		1000	281	9281	2.25	20,900.30	193,975,684.30
7	RN	M230020	LAINER IW1	U	5	5	5	5		10		15	2		15	3	65	30.78	2,000.53	130,034.45
8	RN	A414287	TORNILLO PARA TEJA N° PARTE: 4097517	U	6	5	3	8	1	2	10	7	9	8		1	60	2.74	164.60	9,876.00
9	RN	E080069	ENCENDEDOR 40W 120V 60HZ	U			10			10			10			10	40	0.21	8.40	336.00
10	RN	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	5	3	7	5	4	6	2	8	4	4	3	2	53	5.88	311.74	16,522.22
11	RN	A414040	ELEMENTO DE FRENO N° PARTE: 42537366	U		2		2		2	2	2			2		14	28.06	392.83	5,499.62
12	RN	C240092	NIPLE DE AC DE 1/2	U	1	3	2	4	1	1	1	2	1	1	1		18	0.54	9.73	175.14
13	CO	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	50.42	655.48	8,521.24
14	CO	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	1	41	1.05	43.00	1,763.00
15	CO	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	8		4	4		4	4		4	4	8	5	45	200.00	9,000.22	405,009.90
16	CO	A410008	PRE FILTRO, COD.7382153	U	10		5	5		6	4		6	6		1	43	0.96	41.23	1,772.89
17	CO	A410010	FILTRO PARA ACEITE N° PARTE: 7382048	U	5	5	6	4	7	10	3	10		10		17	77	0.36	28.00	2,156.00
18	CO	A410011	PRE FILTRO, COD.7381816	U	10		5	5		7		10	3	8	2	13	63	0.59	37.00	2,331.00
19	CO	A410041	BOMBILLO N° PARTE 6200685	U	40		10	10	10	15	10	5	12	8		9	129	0.44	57.24	7,383.96
20	CO	A411056	MANGUERA N° PARTE: 1604261102	M	1	0.5		1	0.5	1	1		1	1	1	2	10	156.77	1,567.70	15,677.00
21	CO	M020114	CIGUEÑAL 75 HP REF: 280.0037	U	2		1		4	3		3		4		3	20	7.50	150.00	3,000.00
22	CO	A410059	TUERCA N° PARTE: 00190557	U	20	10	15	30	45	15	50	65	35	10	70	30	395	0.24	93.40	36,893.00
23	CO	A410380	BOMBILLO N° PARTE:10039199	U	10		2	6	2	5	8	5	2	5	5	5	55	0.49	27.00	1,485.00
24	CO	A410439	CONJUNTO PREFILTRO DE COMBUSTIBLE N° PARTE: 10222819	U	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		12	34.93	419.20	5,030.40
25	CO	A411002	TUERCA CUADRADA N° PARTE: 4129304	U	15	10	20	5	20	30	10	40		50	20	62	282	0.17	48.20	13,592.40
26	CO	A413011	FILTRO CAJA N° PARTE: 11448509	U			10		10		10		10		12		52	1.83	95.00	4,940.00
27	CO	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	2	1	4	3	5	7	3	5	9	3	2	1	45	0.73	33.00	1,485.00
28	CO	A413015	FILTRO AIRE ACONDICIONADO N° PARTE: 11703979	U	5	2	1	2	3	3	1	1	1	1	1	2	23	1.78	41.00	943.00
29	CO	B160001	PERLAS DE PARAFINA	U	10	10	10	10	10	10		20		15	5	48	148	3.82	565.00	83,620.00
30	CO	B180084	ACIDO BENZOICO EN TABLETAS DE 0,5 GR	LT	50.5	10	10	50.5	189.5		189.5	100	100		150	150	1000	0.19	188.00	188,000.00
31	CO	B200017	PAPEL DE FILTRO PARA PRUEBA DE BLAINE 12,7 MM	M	20		10	4	10	6	2	8	10	15.5	15.5	36	137	1.29	176.17	24,135.29

32	CO	B210024	ETILENGLICOL	LT	150	50	250	75	75	150	100	50	416	341	416	341	1682	0.27	448.00	753,536.00
33	CO	B210058	AGUA DESMINERALIZADA	LT	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	50		325	0.02	8.00	2,600.00
34	CO	C030017	ALAMBRE LISO GALVANIZADO N° 18	M	200	100	400	150	150	200	250	100	250	100	100	215	2215	0.06	132.43	293,332.45
35	CO	C110002	BLOQUE DE HORMIGON 10	U	500	250	250	500	300	300	400	1000	1000	1000	598	1000	6598	0.05	300.00	1,979,400.00
36	CO	C170002	REJILLAS DE PISO	U	6	5	5	6	4	2	8	4	10	4	7	6	67	5.50	368.32	24,677.44
37	CO	E020007	ALAMBRE DE ENROLLAR DOBLE FORMET N° 27	M	30	10	10	20	20	25	10	25		24.5		24.5	199	0.05	9.50	1,890.50
38	CO	M100149	VIGA L/C IPN 100X6000 MM	U	10	10	10	20	10	10	10	10	10	42	20	30	192	1.31	252.00	48,384.00
39	CO	M130010	ROLLOS DE PLASTICA P/ENV. ESLINGA (NYLON RETRACTIL)	U	10	5	5	10	6	6	4	20	4	10	10	8	88	0.50	44.00	3,872.00
40	CO	A413039	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE: 466987	U	10	5	10	15	1	9	3	7	8	2	11		81	0.28	22.40	1,814.40
41	CO	A411997	KIT DE SERVICIO 2000-3000 HORAS N° PARTE: 9413235	U	1			1		1		1			1		5	219.50	1,097.51	5,487.55
42	CO	A413591	FILTRO DESEMPOLVADO N° PARTE: 3222302081	U	10	6	4	7	3	5	1	5	9	11	8	10	79	11.08	875.13	69,135.27
43	CO	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	6000	2000	1000	1000	5000	4000	5000	6000	2500	2500	5000	2134	42134	0.03	1,310.00	55,195,540.00
44	CO	M100625	CHAPA 4X1500X6000 MM	U		1		1	1	1	1	1	1		1	1	9	50.56	455.00	4,095.00
45	CO	C090020	CANDADO DE 60MM	U	100	25	25	30	25	25	30	10	30	40	10	23	373	0.19	72.50	27,042.50
46	CO	M060088	JUEGO DE PIEZAS DE REPUESTO	U	2	2	2	2	2	2	2	2		1			17	19.16	325.77	5,538.09
47	CO	A413006	FILTRO AIRE N° PARTE: 11110532	U	3	3	3	2	3	5	2	2	3	2	1	1	31	4.52	140.20	4,346.20
48	CO	C160001	ARENA D/MINAS Y RIOS	KG	10	10.3	20	10	10	20	20	20	10	12	10	10	162.3	0.47	75.56	12,263.39
49	CO	M100557	ANGULAR L/C 120X120X12X6000 MM	U	9	2	7	4	5	1	8	3	6	5	15	18	83	6.33	525.60	43,624.80
50	CO	M940051	FILTRO DE ACEITE PARA COMPRESOR AERZEN VML 95	U	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5		35	5.79	202.50	7,087.50
51	CO	C200035	DILUENTE ADELGAZADOR N°1	LT	200	400	100	50	50	100	25	25	50	40	40	40	1120	0.05	53.00	59,360.00
52	CO	C200004	PINTURA ESMALTE AMARILLO CROMO	LT	20	20	10	10	40	20.5	20.5	60	50.3		50.3	40	341.6	0.03	9.50	3,245.20
53	CO	E040003	BATERIA AA RECARGABLE 2500MA	U	30	20	40	10	60	10	20	10	40	40	60	58	498	0.07	35.25	17,554.50
54	CO	E040036	BATERIA AA RECARGABLE TIPO NIMH, 2100 MAH	U	30	10	20	15	15	60	60	30	30	30		10	312	0.12	36.40	11,356.80
55	CO	E040014	BATERIA RECARG. AAA	U	100	30	30	20	20	50	22	22	60	20	30	30	434	0.05	20.03	8,693.02
56	CO	M190082	CINTA TEFLON DE 1/2X10 MTS	M	30	30	40	40	20	30	10	50	20	20	10	40	340	0.02	5.70	1,938.00
57	CO	M750321	PLACA DESBASTE ACERO CNMM120412PR4225	U	20	20	20	20	20	20	20	20	20	16			196	1.02	200.20	39,239.20
58	CO	M750553	CEPILLO DE DECAPAR	U	90	50	50	10	70	30	23	60	80	40	20	23	546	0.02	10.80	5,896.80
59	CO	M810575	TORNILLO M 12X25 C/HEXAG.CADMIADO R/CORRIDA	U		200	100	200		400	300	300		100	200	300	1600	0.004	6.46	10,336.00
60	CO	M870023	FILTRO DE 25 MM	U		25		25		25		25			8	7	115	3.24	373.00	42,895.00

Anexo 3. Criterio ABC clásico para clasificar productos.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Total	% del Total	Valor Acumulado	Puntos
			Costo Total	Costo Total	Costo Total				
M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	20,900.30	22,095.80	20,900.30	63896.3972	0.41597163	0.415971628	3
A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	48.20	80.01	9,000.22	9128.432	0.05942696	0.475398589	3
A411997	KIT DE SERVICIO 2000-3000 HORAS N° PARTE: 9413235	U	1,097.51	6,694.81	1,097.51	8889.831	0.05787365	0.533272235	3
A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	1,567.70	5,539.21	655.48	7762.38667	0.05053388	0.583806111	3
A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	1,310.00	6,229.78	33.00	7572.77778	0.0492995	0.633105615	3
M230020	LAINER IW1	U	2,000.53	3,056.37	2,000.53	7057.42528	0.04594451	0.679050126	3
A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	1,310.00	1,412.79	1,310.00	4032.78777	0.02625383	0.705303958	3
A413011	FILTRO CAJA N° PARTE: 11448509	U	875.13	2,957.94	95.00	3928.0694	0.02557211	0.730876064	3
A411056	MANGUERA N° PARTE: 1604261102	M	448.00	1,299.20	1,567.70	3314.9	0.02158031	0.752456378	3
A413591	FILTRO DESEMPOLVADO N° PARTE: 3222302081	U	875.13	1,520.54	875.13	3270.79838	0.02129321	0.773749587	3
M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	795.62	1,490.64	795.62	3081.88437	0.02006336	0.793812947	3
A411002	TUERCA CUADRADA N° PARTE: 4129304	U	1,097.51	1,426.76	48.20	2572.473	0.01674704	0.810559992	2
E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U	584.90	751.51	584.90	1921.30788	0.0125079	0.823067889	2
M100625	CHAPA 4X1500X6000 MM	U	455.00	1,001.00	455.00	1911	0.01244079	0.835508681	2
A413015	FILTRO AIRE ACONDICIONADO N° PARTE: 11703979	U	455.00	1,266.09	41.00	1762.08696	0.01147135	0.846980034	2
M870023	FILTRO DE 25 MM	U	373.00	839.25	373.00	1585.25	0.01032013	0.857300163	2
M100557	ANGULAR L/C 120X120X12X6000 MM	U	525.60	507.05	525.60	1558.24941	0.01014435	0.867444515	2
A410041	BOMBILLO N° PARTE 6200685	U	565.00	917.04	57.24	1539.27846	0.01002085	0.877465364	2
M060088	JUEGO DE PIEZAS DE REPUESTO	U	325.77	765.56	325.77	1417.0995	0.00922545	0.886690817	2
B210058	AGUA DESMINERALIZADA	LT	525.60	713.31	8.00	1246.91429	0.00811753	0.894808347	2
A410380	BOMBILLO N° PARTE:10039199	U	368.32	825.04	27.00	1220.3568	0.00794464	0.902752986	2
A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	419.20	744.08	43.00	1206.28	0.007853	0.910605984	2
M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	311.74	448.91	311.74	1072.3856	0.00698133	0.917587316	2
E200145	CABLE 4X6 MM2 DE COBRE FLEXIBLE	M	287.76	254.76	287.76	830.28352	0.00540522	0.922992541	2
M750321	PLACA DESBASTE ACERO CNMM120412PR4225	U	200.20	370.37	200.20	770.77	0.00501779	0.928010327	2
B180084	ACIDO BENZOICO EN TABLETAS DE 0,5 GR	LT	325.77	244.33	188.00	758.0975	0.00493529	0.932945614	2
A410059	TUERCA N° PARTE: 00190557	U	300.00	364.50	93.40	757.9	0.004934	0.937879615	2
M940051	FILTRO DE ACEITE PARA COMPRESOR AERZEN VML 95	U	202.50	344.25	202.50	749.25	0.00487769	0.942757304	2
B160001	PERLAS DE PARAFINA	U	72.50	58.00	565.00	695.5	0.00452777	0.947285075	2
A410439	CONJUNTO PREFILTRO DE COMBUSTIBLE N° PARTE: 10222819	U	22.40	230.72	419.20	672.32	0.00437687	0.951661942	1
A414287	TORNILLO PARA TEJA N° PARTE: 4097517	U	164.60	312.74	164.60	641.94	0.00417909	0.955841033	1

B210024	ETILENGLICOL	LT	75.56	112.13	448.00	635.687087	0.00413838	0.959979416	1
M020114	CIGUEÑAL 75 HP REF: 280.0037	U	132.43	349.62	150.00	632.0452	0.00411467	0.964094091	1
C030017	ALAMBRE LISO GALVANIZADO N° 18	M	202.50	249.44	132.43	584.373182	0.00380433	0.967898416	1
B200017	PAPEL DE FILTRO PARA PRUEBA DE BLAINE 12,7 MM	M	140.20	224.32	176.17	540.69	0.00351994	0.971418359	1
A414040	ELEMENTO DE FRENO N° PARTE: 42537366	U	28.00	91.00	392.83	511.83	0.00333206	0.974750421	1
A413006	FILTRO AIRE N° PARTE: 11110532	U	140.20	186.93	140.20	467.333333	0.00304238	0.977792806	1
C170002	REJILLAS DE PISO	U	36.40	53.24	368.32	457.961791	0.00298137	0.980774181	1
C110002	BLOQUE DE HORMIGON 10	U	9.50	12.01	300.00	321.510714	0.00209307	0.982867246	1
A410008	PRE FILTRO, COD.7382153	U	95.00	178.13	41.23	314.355	0.00204648	0.984913727	1
A845020	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE AG-34462-21040	U	76.40	158.91	76.40	311.712	0.00202927	0.986943002	1
M100149	VIGA L/C IPN 100X6000 MM	U	5.70	3.53	252.00	261.232813	0.00170065	0.988643652	1
C160001	ARENA D/MINAS Y RIOS	KG	75.56	105.52	75.56	256.6402	0.00167075	0.990314404	1
C090020	CANDADO DE 60MM	U	72.50	82.86	72.50	227.857143	0.00148337	0.991797776	1
C240092	NIPLE DE AC DE 1/2	U	37.00	127.65	9.73	174.38	0.00113523	0.992933006	1
C200035	DILUENTE ADELGAZADOR N°1	LT	53.00	67.20	53.00	173.196429	0.00112753	0.994060532	1
A410011	PRE FILTRO, COD.7381816	U	41.00	78.58	37.00	156.583333	0.00101937	0.995079904	1
E040036	BATERIA AA RECARGABLE TIPO NIMH, 2100 MAH	U	36.40	51.57	36.40	124.366667	0.00080964	0.995889543	1
A410010	FILTRO PARA ACEITE N° PARTE: 7382048	U	33.00	51.86	28.00	112.857143	0.00073471	0.996624254	1
E040003	BATERIA AA RECARGABLE 2500MA	U	35.25	36.10	35.25	106.599398	0.00069397	0.997318226	1
M130010	ROLLOS DE PLASTICA P/ENV. ESLINGA (NYLON RETRACTIL)	U	10.80	14.11	44.00	68.9136364	0.00044863	0.99776686	1
A413039	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE: 466987	U	22.40	23.74	22.40	68.544	0.00044623	0.998213088	1
E040014	BATERIA RECARG. AAA	U	20.03	23.28	20.03	63.344875	0.00041238	0.998625469	1
E020007	ALAMBRE DE ENROLLAR DOBLE FORMET N° 27	M	20.03	25.16	9.50	54.6933166	0.00035606	0.998981528	1
M750553	CEPILLO DE DECAPAR	U	10.80	12.72	10.80	34.3243636	0.00022345	0.999204983	1
E080069	ENCENDEDOR 40W 120V 60HZ	U	8.40	16.94	8.40	33.74	0.00021965	0.999424633	1
C200004	PINTURA ESMALTE AMARILLO CROMO	LT	9.50	10.16	9.50	29.1640514	0.00018986	0.999614494	1
M810575	TORNILLO M 12X25 C/HEXAG.CADMIADO R/CORRIDA	U	6.46	10.66	6.46	23.579	0.0001535	0.999767996	1
M190082	CINTA TEFLON DE 1/2X10 MTS	M	5.70	7.65	5.70	19.0542857	0.00012405	0.999892041	1
E070998	TERMINAL ESTAÑADO DE COBRE 25 MM2	U	5.00	6.58	5.00	16.5833333	0.00010796	1	1

Anexo 4: Criterio de mayor demanda para clasificar productos.

No.	CLASIFICACIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	2014	2015	2016	Sumatoria	Puntos
					Consumo	Consumo	Consumo		
1	RN	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U	150	212	178	540	1
2	RN	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	87	163	100	350	1
3	RN	E200145	CABLE 4X6 MM2 DE COBRE FLEXIBLE	M	750	664	865	2279	1
4	RN	A845020	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE AG-34462-21040	U	25	52	20	97	1
5	RN	E070998	TERMINAL ESTAÑADO DE COBRE 25 MM2	U	60	79	50	189	1
6	RN	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	5000	5286	9281	19567	2
7	RN	M230020	LAINER IW1	U	36	55	65	156	1
8	RN	A414287	TORNILLO PARA TEJA N° PARTE: 4097517	U	50	95	60	205	1
9	RN	E080069	ENCENDEDOR 40W 120V 60HZ	U	60	121	40	221	1
10	RN	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	50	72	53	175	1
11	RN	A414040	ELEMENTO DE FRENO N° PARTE: 42537366	U	20	65	14	99	1
12	RN	C240092	NIPLE DE AC DE 1/2	U	20	69	18	107	1
13	CO	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	15	53	13	81	1
14	CO	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	40	71	41	152	1
15	CO	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	50	83	45	178	1
16	CO	A410008	PRE FILTRO, COD.7382153	U	40	75	43	158	1
17	CO	A410010	FILTRO PARA ACEITE N° PARTE: 7382048	U	70	110	77	257	1
18	CO	A410011	PRE FILTRO, COD.7381816	U	60	115	63	238	1
19	CO	A410041	BOMBILLO N° PARTE 6200685	U	130	211	129	470	1
20	CO	A411056	MANGUERA N° PARTE: 1604261102	M	9	26.1	10	45.1	1
21	CO	M020114	CIGUEÑAL 75 HP REF: 280.0037	U	25	66	20	111	1
22	CO	A410059	TUERCA N° PARTE: 00190557	U	400	486	395	1281	1
23	CO	A410380	BOMBILLO N° PARTE:10039199	U	50	112	55	217	1
24	CO	A410439	CONJUNTO PREFILTRO DE COMBUSTIBLE N° PARTE: 10222819	U	10	103	12	125	1
25	CO	A411002	TUERCA CUADRADA N° PARTE: 4129304	U	250	325	282	857	1
26	CO	A413011	FILTRO CAJA N° PARTE: 11448509	U	50	169	52	271	1
27	CO	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	45	214	45	304	1
28	CO	A413015	FILTRO AIRE ACONDICIONADO N° PARTE: 11703979	U	23	64	23	110	1
29	CO	B160001	PERLAS DE PARAFINA	U	150	120	148	418	1
30	CO	B180084	ACIDO BENZOICO EN TABLETAS DE 0,5 GR	LT	800	600	1000	2400	1

31	CO	B200017	PAPEL DE FILTRO PARA PRUEBA DE BLAINE 12,7 MM	M	135	216	137	488	1
32	CO	B210024	ETILENGLICOL	LT	1682	2496	1682	5860	2
33	CO	B210058	AGUA DESMINERALIZADA	LT	350	475	325	1150	1
34	CO	C030017	ALAMBRE LISO GALVANIZADO N° 18	M	2200	2710	2215	7125	2
35	CO	C110002	BLOQUE DE HORMIGON 10	U	7000	8850	6598	22448	3
36	CO	C170002	REJILLAS DE PISO	U	67	98	67	232	1
37	CO	E020007	ALAMBRE DE ENROLLAR DOBLE FORMET N° 27	M	199	250	199	648	1
38	CO	M100149	VIGA L/C IPN 100X6000 MM	U	192	119	192	503	1
39	CO	M130010	ROLLOS DE PLASTICA P/ENV. ESLINGA (NYLON RETRACTIL)	U	88	115	88	291	1
40	CO	A413039	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE: 466987	U	100	106	81	287	1
41	CO	A411997	KIT DE SERVICIO 2000-3000 HORAS N° PARTE: 9413235	U	10	61	5	76	1
42	CO	A413591	FILTRO DESEMPOLVADO N° PARTE: 3222302081	U	80	139	79	298	1
43	CO	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	42134	45440	42134	129708	3
44	CO	M100625	CHAPA 4X1500X6000 MM	U	10	22	9	41	1
45	CO	C090020	CANDADO DE 60MM	U	350	400	373	1123	1
46	CO	M060088	JUEGO DE PIEZAS DE REPUESTO	U	20	47	17	84	1
47	CO	A413006	FILTRO AIRE N° PARTE: 11110532	U	30	40	31	101	1
48	CO	C160001	ARENA D/MINAS Y RIOS	KG	200.5	280	162.3	642.8	1
49	CO	M100557	ANGULAR L/C 120X120X12X6000 MM	U	85	82	83	250	1
50	CO	M940051	FILTRO DE ACEITE PARA COMPRESOR AERZEN VML 95	U	50	85	35	170	1
51	CO	C200035	DILUENTE ADELGAZADOR N°1	LT	1120	1420	1120	3660	1
52	CO	C200004	PINTURA ESMALTE AMARILLO CROMO	LT	350.5	375	341.6	1067.1	1
53	CO	E040003	BATERIA AA RECARGABLE 2500MA	U	498	510	498	1506	1
54	CO	E040036	BATERIA AA RECARGABLE TIPO NIMH, 2100 MAH	U	300	425	312	1037	1
55	CO	E040014	BATERIA RECARG. AAA	U	400	465	434	1299	1
56	CO	M190082	CINTA TEFLON DE 1/2X10 MTS	M	350	470	340	1160	1
57	CO	M750321	PLACA DESBASTE ACERO CNMM120412PR4225	U	200	370	196	766	1
58	CO	M750553	CEPILLO DE DECAPAR	U	550	648	546	1744	1
59	CO	M810575	TORNILLO M 12X25 C/HEXAG.CADMIADO R/CORRIDA	U	2000	3300	1600	6900	2
60	CO	M870023	FILTRO DE 25 MM	U	120	270	115	505	1

Anexo 5: Criterio de demora en el tiempo de entrega para clasificar productos.

No.	CLASIFICACIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	2014	2015	2016	Sumatoria	Puntos
					Consumo	Consumo	Consumo		
1	RN	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U	150	212	178	540	2
2	RN	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	87	163	100	350	1
3	RN	E200145	CABLE 4X6 MM2 DE COBRE FLEXIBLE	M	750	664	865	2279	1
4	RN	A845020	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE AG-34462-21040	U	25	52	20	97	1
5	RN	E070998	TERMINAL ESTAÑADO DE COBRE 25 MM2	U	60	79	50	189	2
6	RN	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	5000	5286	9281	19567	3
7	RN	M230020	LAINER IW1	U	36	55	65	156	2
8	RN	A414287	TORNILLO PARA TEJA N° PARTE: 4097517	U	50	95	60	205	1
9	RN	E080069	ENCENDEDOR 40W 120V 60HZ	U	60	121	40	221	2
10	RN	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	50	72	53	175	3
11	RN	A414040	ELEMENTO DE FRENO N° PARTE: 42537366	U	20	65	14	99	1
12	RN	C240092	NIPLE DE AC DE 1/2	U	20	69	18	107	1
13	CO	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	15	53	13	81	3
14	CO	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	40	71	41	152	3
15	CO	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	50	83	45	178	3
16	CO	A410008	PRE FILTRO, COD.7382153	U	40	75	43	158	1
17	CO	A410010	FILTRO PARA ACEITE N° PARTE: 7382048	U	70	110	77	257	2
18	CO	A410011	PRE FILTRO, COD.7381816	U	60	115	63	238	1
19	CO	A410041	BOMBILLO N° PARTE 6200685	U	130	211	129	470	1
20	CO	A411056	MANGUERA N° PARTE: 1604261102	M	9	26.1	10	45.1	1
21	CO	M020114	CIGUEÑAL 75 HP REF: 280.0037	U	25	66	20	111	3
22	CO	A410059	TUERCA N° PARTE: 00190557	U	400	486	395	1281	1
23	CO	A410380	BOMBILLO N° PARTE:10039199	U	50	112	55	217	1
24	CO	A410439	CONJUNTO PREFILTRO DE COMBUSTIBLE N° PARTE: 10222819	U	10	103	12	125	2
25	CO	A411002	TUERCA CUADRADA N° PARTE: 4129304	U	250	325	282	857	1
26	CO	A413011	FILTRO CAJA N° PARTE: 11448509	U	50	169	52	271	1
27	CO	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	45	214	45	304	3
28	CO	A413015	FILTRO AIRE ACONDICIONADO N° PARTE: 11703979	U	23	64	23	110	3
29	CO	B160001	PERLAS DE PARAFINA	U	150	120	148	418	2
30	CO	B180084	ACIDO BENZOICO EN TABLETAS DE 0,5 GR	LT	800	600	1000	2400	3

31	CO	B200017	PAPEL DE FILTRO PARA PRUEBA DE BLAINE 12,7 MM	M	135	216	137	488	3
32	CO	B210024	ETILENGLICOL	LT	1682	2496	1682	5860	3
33	CO	B210058	AGUA DESMINERALIZADA	LT	350	475	325	1150	3
34	CO	C030017	ALAMBRE LISO GALVANIZADO N° 18	M	2200	2710	2215	7125	3
35	CO	C110002	BLOQUE DE HORMIGON 10	U	7000	8850	6598	22448	1
36	CO	C170002	REJILLAS DE PISO	U	67	98	67	232	1
37	CO	E020007	ALAMBRE DE ENROLLAR DOBLE FORMET N° 27	M	199	250	199	648	2
38	CO	M100149	VIGA L/C IPN 100X6000 MM	U	192	119	192	503	1
39	CO	M130010	ROLLOS DE PLASTICA P/ENV. ESLINGA (NYLON RETRACTIL)	U	88	115	88	291	2
40	CO	A413039	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE: 466987	U	100	106	81	287	1
41	CO	A411997	KIT DE SERVICIO 2000-3000 HORAS N° PARTE: 9413235	U	10	61	5	76	2
42	CO	A413591	FILTRO DESEMPOLVADO N° PARTE: 3222302081	U	80	139	79	298	1
43	CO	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	42134	45440	42134	129708	1
44	CO	M100625	CHAPA 4X1500X6000 MM	U	10	22	9	41	3
45	CO	C090020	CANDADO DE 60MM	U	350	400	373	1123	1
46	CO	M060088	JUEGO DE PIEZAS DE REPUESTO	U	20	47	17	84	2
47	CO	A413006	FILTRO AIRE N° PARTE: 11110532	U	30	40	31	101	1
48	CO	C160001	ARENA D/MINAS Y RIOS	KG	200.5	280	162.3	642.8	1
49	CO	M100557	ANGULAR L/C 120X120X12X6000 MM	U	85	82	83	250	3
50	CO	M940051	FILTRO DE ACEITE PARA COMPRESOR AERZEN VML 95	U	50	85	35	170	2
51	CO	C200035	DILUENTE ADELGAZADOR N°1	LT	1120	1420	1120	3660	3
52	CO	C200004	PINTURA ESMALTE AMARILLO CROMO	LT	350.5	375	341.6	1067.1	1
53	CO	E040003	BATERIA AA RECARGABLE 2500MA	U	498	510	498	1506	1
54	CO	E040036	BATERIA AA RECARGABLE TIPO NIMH, 2100 MAH	U	300	425	312	1037	2
55	CO	E040014	BATERIA RECARG. AAA	U	400	465	434	1299	2
56	CO	M190082	CINTA TEFLON DE 1/2X10 MTS	M	350	470	340	1160	2
57	CO	M750321	PLACA DESBASTE ACERO CNMM120412PR4225	U	200	370	196	766	1
58	CO	M750553	CEPILLO DE DECAPAR	U	550	648	546	1744	1
59	CO	M810575	TORNILLO M 12X25 C/HEXAG.CADMIADO R/CORRIDA	U	2000	3300	1600	6900	2
60	CO	M870023	FILTRO DE 25 MM	U	120	270	115	505	1

Anexo 6: Resumen de la clasificación multicriterio.

NO.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	CRITERIO ABC CLÁSICO	CRITERIO POPULARIDAD	CRITERIO T. ENTREGA	PUNTUACIÓN	CLASIFICACIÓN
1	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U	2	1	2	5	B
2	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	3	1	1	5	B
3	E200145	CABLE 4X6 MM2 DE COBRE FLEXIBLE	M	2	1	1	4	C
4	A845020	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE AG-34462-21040	U	1	1	1	3	C
5	E070998	TERMINAL ESTAÑADO DE COBRE 25 MM2	U	1	1	2	4	C
6	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	3	2	3	8	A
7	M230020	LAINER IW1	U	3	1	2	6	B
8	A414287	TORNILLO PARA TEJA N° PARTE: 4097517	U	1	1	1	3	C
9	E080069	ENCENDEDOR 40W 120V 60HZ	U	1	1	2	4	C
10	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	2	1	3	6	B
11	A414040	ELEMENTO DE FRENO N° PARTE: 42537366	U	1	1	1	3	C
12	C240092	NIPLE DE AC DE 1/2	U	1	1	1	3	C
13	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	3	1	3	7	A
14	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	2	1	3	6	B
15	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	3	1	3	7	A
16	A410008	PRE FILTRO, COD.7382153	U	1	1	1	3	C
17	A410010	FILTRO PARA ACEITE N° PARTE: 7382048	U	1	1	2	4	C
18	A410011	PRE FILTRO, COD.7381816	U	1	1	1	3	C
19	A410041	BOMBILLO N° PARTE 6200685	U	2	1	1	4	C
20	A411056	MANGUERA N° PARTE: 1604261102	M	3	1	1	5	B
21	M020114	CIGUEÑAL 75 HP REF: 280.0037	U	1	1	3	5	B
22	A410059	TUERCA N° PARTE: 00190557	U	2	1	1	4	C
23	A410380	BOMBILLO N° PARTE:10039199	U	2	1	1	4	C
24	A410439	CONJUNTO PREFILTRO DE COMBUSTIBLE N° PARTE: 10222819	U	1	1	2	4	C
25	A411002	TUERCA CUADRADA N° PARTE: 4129304	U	2	1	1	4	C
26	A413011	FILTRO CAJA N° PARTE: 11448509	U	3	1	1	5	B
27	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	3	1	3	7	A
28	A413015	FILTRO AIRE ACONDICIONADO N° PARTE: 11703979	U	2	1	3	6	B
29	B160001	PERLAS DE PARAFINA	U	2	1	2	5	B
30	B180084	ACIDO BENZOICO EN TABLETAS DE 0,5 GR	LT	2	1	3	6	B

31	B200017	PAPEL DE FILTRO PARA PRUEBA DE BLAINE 12,7 MM	M	1	1	3	5	B
32	B210024	ETILENGLICOL	LT	1	2	3	6	B
33	B210058	AGUA DESMINERALIZADA	LT	2	1	3	6	B
34	C030017	ALAMBRE LISO GALVANIZADO N° 18	M	1	2	3	6	B
35	C110002	BLOQUE DE HORMIGON 10	U	1	3	1	5	B
36	C170002	REJILLAS DE PISO	U	1	1	1	3	C
37	E020007	ALAMBRE DE ENROLLAR DOBLE FORMET N° 27	M	1	1	2	4	C
38	M100149	VIGA L/C IPN 100X6000 MM	U	1	1	1	3	C
39	M130010	ROLLOS DE PLASTICA P/ENV. ESLINGA (NYLON RETRACTIL)	U	1	1	2	4	C
40	A413039	FILTRO COMBUSTIBLE N° PARTE: 466987	U	1	1	1	3	C
41	A411997	KIT DE SERVICIO 2000-3000 HORAS N° PARTE: 9413235	U	3	1	2	6	B
42	A413591	FILTRO DESEMPOLVADO N° PARTE: 3222302081	U	3	1	1	5	B
43	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	3	3	1	7	A
44	M100625	CHAPA 4X1500X6000 MM	U	2	1	3	6	B
45	C090020	CANDADO DE 60MM	U	1	1	1	3	C
46	M060088	JUEGO DE PIEZAS DE REPUESTO	U	2	1	2	5	B
47	A413006	FILTRO AIRE N° PARTE: 11110532	U	1	1	1	3	C
48	C160001	ARENA D/MINAS Y RIOS	KG	1	1	1	3	C
49	M100557	ANGULAR L/C 120X120X12X6000 MM	U	2	1	3	6	B
50	M940051	FILTRO DE ACEITE PARA COMPRESOR AERZEN VML 95	U	2	1	2	5	B
51	C200035	DILUENTE ADELGAZADOR N°1	LT	1	1	3	5	B
52	C200004	PINTURA ESMALTE AMARILLO CROMO	LT	1	1	1	3	C
53	E040003	BATERIA AA RECARGABLE 2500MA	U	1	1	1	3	C
54	E040036	BATERIA AA RECARGABLE TIPO NIMH, 2100 MAH	U	1	1	2	4	C
55	E040014	BATERIA RECARG. AAA	U	1	1	2	4	C
56	M190082	CINTA TEFLON DE 1/2X10 MTS	M	1	1	2	4	C
57	M750321	PLACA DESBASTE ACERO CNMM120412PR4225	U	2	1	1	4	C
58	M750553	CEPILLO DE DECAPAR	U	1	1	1	3	C
59	M810575	TORNILLO M 12X25 C/HEXAG.CADMIADO R/CORRIDA	U	1	2	2	5	B
60	M870023	FILTRO DE 25 MM	U	2	1	1	4	C

Anexo 7: Cálculo de los costos en el manejo de los inventarios. Cálculo del gasto de salario.

No.	Código	Descripción	UM	Salario	9.09%	14.00%	13%	Total gasto
6	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	1755	159.5	245.7	228.15	2,388.38
13	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	1755	159.5	245.7	228.15	2,388.38
15	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	1755	159.5	245.7	228.15	2,388.38
27	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	1755	159.5	245.7	228.15	2,388.38
43	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOOOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	1755	159.5	245.7	228.15	2,388.38
1	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U	1755	159.5	245.7	228.15	2,388.38
2	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	1755	159.5	245.7	228.15	2,388.38
7	M230020	LAINER IW1	U	1755	159.5	245.7	228.15	2,388.38
10	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	1755	159.5	245.7	228.15	2,388.38
14	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	1755	159.5	245.7	228.15	2,388.38

NO.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	CUI	IPI(U)	IPI(\$)	PPI	CS	CSI	CSUI
6	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	2.25	9,281	20,882.25	0.28523	21,060	6006.9	0.28765776
13	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	50.42	13	655.46	0.008953	21,060	188.55	0.28765776
15	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	200	45	9,000.00	0.122931	21,060	2588.9	0.28765776
27	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	0.73	45	32.85	0.000449	21,060	9.4496	0.28765776
43	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOOOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	0.03	42,134	1,264.02	0.017265	21,060	363.61	0.28765776
1	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U	3.29	178	585.62	0.007999	21,060	168.46	0.28765776
2	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	7.96	100	796.00	0.010873	21,060	228.98	0.28765776
7	M230020	LAINER IW1	U	30.78	65	2,000.70	0.027327	21,060	575.52	0.28765776
10	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	5.88	53	311.64	0.004257	21,060	89.646	0.28765776
14	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	1.05	41	43.05	0.000588	21,060	12.384	0.28765776

Anexo 7: Continuación. Cálculo de los costos en el manejo de los inventarios. Cálculo del gasto por depreciación.

No.	Código	Descripción	UM	Cui	IPi(u)	IPi(\$)	Ppi	CD	Cdi	CDui
6	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	2.25	9,281	20,882.25	0.28523	25,720	7336.1	0.35130
13	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	50.42	13	655.46	0.008953	25,720	230.27	0.35130
15	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	200	45	9,000.00	0.122931	25,720	3161.8	0.35130
27	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	0.73	45	32.85	0.000449	25,720	11.54	0.35130
43	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOOOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	0.03	42,134	1,264.02	0.017265	25,720	444.06	0.35130
1	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40	U	3.29	178	585.62	0.007999	25,720	205.73	0.35130
2	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	7.96	100	796.00	0.010873	25,720	279.64	0.35130
7	M230020	LAINER IW1	U	30.78	65	2,000.70	0.027327	25,720	702.86	0.35130
10	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	5.88	53	311.64	0.004257	25,720	109.48	0.35130
14	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	1.05	41	43.05	0.000588	25,720	15.124	0.35130

Anexo 7: Continuación. Cálculo de los costos en el manejo de los inventarios. Cálculo del gasto por concepto de mantenimiento.

	Concepto	Costo (u)	Unidades al año	Costo Anual
MATERIALES ELECTRICOS	LAMPARAS CON TRANSFORMADORES			6000
	TUBO DE LA LAMPARA			
	CABLES			
	TAPE			
	CONTACTORES MAGNETICOS			
MATERIALES DIVERSOS	INTERRUPTORES			7000
	ESCOBILLOSNES			
	PALAS DE CARGA			
	VAGONES DE CARGA			
	TRAPOS DE LIMPIEZA			
	PAGOS A MANO DE OBRA			
	COSTO TOTAL DE LOS PRODUCTOS			13000

No.	Código	Descripción	UM	Cui	IPI(u)	IPI(\$)	Ppi	CM	CMi	CMui
6	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	2.25	9,281	20,882.25	0.28523	13,000	3708	0.17756652
13	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	50.42	13	655.46	0.008953	13,000	116.39	0.17756652
15	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	200	45	9,000.00	0.122931	13,000	1598.1	0.17756652
27	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	0.73	45	32.85	0.000449	13,000	5.8331	0.17756652
43	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	0.03	42,134	1,264.02	0.017265	13,000	224.45	0.17756652
1	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U	3.29	178	585.62	0.007999	13,000	103.99	0.17756652
2	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	7.96	100	796.00	0.010873	13,000	141.34	0.17756652
7	M230020	LAINER IW1	U	30.78	65	2,000.70	0.027327	13,000	355.26	0.17756652
10	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	5.88	53	311.64	0.004257	13,000	55.337	0.17756652
14	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	1.05	41	43.05	0.000588	13,000	7.6442	0.17756652

Anexo 7: Continuación. Cálculo de los costos en el manejo de los inventarios. Gasto por concepto de mantenimiento y gasto por concepto de energía.

Energía Almacen			
Mes	KW	Precio	USD
Enero	406	0.14535	59.01
Febrero	378	0.14189	53.63
Marzo	392	0.14127	55.38
Abril	392	0.10096	39.58
Mayo	406	0.10977	44.57
Junio	380	0.10136	38.52
Julio	367	0.10051	36.89
Agosto	394	0.10641	41.93
Septiembre	396	0.11473	45.43
Octubre	394	0.1072	42.24
Noviembre	392	0.10601	41.56
Diciembre	404	0.10195	41.19
Total:	4,701	0.11485	539.91

NO.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	CUI	IP(U)	IP(\$)	PPI	CE	CEI	CEUI
6	M040072	BANDA TRANSP. DE GOMA 800P 1000/4-AA-6/2	M	2.25	9,281	20,882.25	0.28523	539.91	154	0.00737462
13	A400014	NEUMATICO 385/65 R-22.5	U	50.42	13	655.46	0.008953	539.91	4.8338	0.00737462
15	A400010	NEUMATICO 29.5 R25 L 5 XADT	U	200	45	9,000.00	0.122931	539.91	66.372	0.00737462
27	A413012	FILTRO RESP EJES Y CAJA N° PARTE: 11172907	U	0.73	45	32.85	0.000449	539.91	0.2423	0.00737462
43	A780003	LIQUIDO REFRIGERANTE RADICOL PREMIX (ANTIFREEZE)	LT	0.03	42,134	1,264.02	0.017265	539.91	9.3217	0.00737462
1	E140106	ESCOBILLA DE CARBON CAL: CM5B DE 20X32X40 CON DOS CABLES	U	3.29	178	585.62	0.007999	539.91	4.3187	0.00737462
2	M040226	RODILLO DE IMPACTO PSV5 30F 194NA 323	U	7.96	100	796.00	0.010873	539.91	5.8702	0.00737462
7	M230020	LAINER IW1	U	30.78	65	2,000.70	0.027327	539.91	14.754	0.00737462
10	M100681	ANGULAR DE ALAS DESIGUALES 120X65X12X6000 MM	U	5.88	53	311.64	0.004257	539.91	2.2982	0.00737462
14	A410007	FILTRO PARA DIESEL N° PARTE: 7382045	U	1.05	41	43.05	0.000588	539.91	0.3175	0.00737462

Anexo 8. Resumen de los resultados obtenidos del WinQSB por la aplicación de los modelos de inventario para los productos clase A y B.

Resultado del modelo período fijo de reorden.

	Rodillo	Banda	Lainer	Angular	Neumático 385	Filtro para Diesel	Neumático 29	Filtro para ejes	Líquido refrigerante
Datos de Entrada									
Demanda	113	6189	48	54	26	47	55	99	40236
Desviación típica	0.344446	0.346107	0.495793	0.148235	0.77666	0.261808	0.13339	1.64071	0.257013
Costos de ordenar	0.12371742	0.12371742	0.12371742	0.12371742	0.12371742	0.12371742	0.12371742	0.12371742	0.12371742
Costo de almacenamiento	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824
Costo unitario	9.15	4.18	55.57	6.23	104.51	10.48	200	0.33	0.03
Resultados Modelo									
Intervalo de revisión (R*)	20	54	28	22	40	28	27	20	60
Inventario objetivo (S*)	22	104	12	26	7	18	13	30	190
Costo del inventario	16.48	86.52	9.85	18.13	5.77	14.83	10.71	24.72	156.56
Costo de adquisición	1033.95	25870.02	2667.36	336.42	2717.26	492.56	11000	32.67	13277.88
Costo Total	1050.43	25956.54	2677.21	354.55	2723.03	507.39	11010.71	57.39	13434.44