



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas
Departamento de Matemáticas

Ingeniería en Logística y Transporte

“Diseño de un sistema de inventarios para múltiples productos de una empresa industrial ubicada en la ciudad de Guayaquil”

INFORME DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN (Dentro de una materia de la malla)

Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

Presentado por:
Andrea Paulina Armijos Morales
Juan de Dios Tixe López

Guayaquil - Ecuador
2013

Dedicatoria

A Lena, Harold y Colombia.

Andrea Armijos Morales

A mis padres, Luis y Nora fuente de admiración, esfuerzo y perseverancia, quienes me enseñaron que no existen sueños que no se puedan hacer realidad.

Paola y Andrea, amigas y hermanas que han sido incondicionales en mi vida.

Juan de Dios Tixe López

Agradecimiento

A mi Padre Dios, a quien me debo en absoluto. Nada sin Él.

A mi mamá y abuelitos, pilares fundamentales e invaluableles en mi vida. Mis ángeles terrenales.

A toda aquella persona que ha contribuido y ha sido parte de mi trayectoria y formación personal y profesional.

Andrea Paulina Armijos Morales

A Dios, quien me ilumina día tras día, y derrama bendiciones sobre mí.

A mi familia, pilares y motores principales e incondicionales en mi vida.

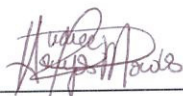
A Andrea, amiga y compañera incondicional con la cual compartí esta etapa educativa y es parte fundamental de este proyecto, mi equipo de trabajo.

A mis Maestros, quienes me dieron las pautas y conocimientos necesarios para desarrollarme profesionalmente.

Juan de Dios Tixe López

Declaración Expresa

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la FCNM (Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas) de la ESPOL (Escuela Superior Politécnica Del Litoral).



Andrea Paulina Armijos Morales

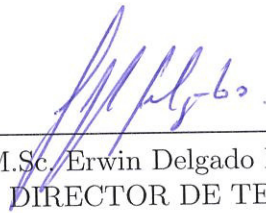


Juan de Dios Tixe López

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



M.Sc. Daniel Agreda
PRESIDENTE



M.Sc. Erwin Delgado Bravo
DIRECTOR DE TESIS

Índice general

1. Introducción	14
1.1. Breve descripción de la empresa	15
1.2. Planteamiento de la problemática	15
1.2.1. Situación actual de la empresa	15
1.3. Objetivos de la investigación	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivos específicos	19
2. Marco teórico	20
2.1. Fundamentos teóricos	20
2.1.1. Terminología	20
2.1.1.1. SKU	20
2.1.1.2. KPI	20
2.1.1.3. Stock	20
2.1.2. Definiciones y funciones	20
2.1.2.1. Definición de inventario	20
2.1.2.1.1. Diversidad de ítems (SKU's)	21
2.1.2.2. Definición de sistema de inventarios	22
2.1.2.3. Funciones del inventario	22
2.1.3. Variables en un sistema de inventarios	23
2.1.3.1. Demanda	23
2.1.3.2. Costos	24
2.1.3.2.1. Costo del producto.	24
2.1.3.2.2. Costo de ordenar pedidos (o preparación).	24
2.1.3.2.3. Costos de mantenimiento de inventario.	24
2.1.3.2.4. Costos de inexistencias.	25
2.1.3.2.5. Costos de sobrantes.	25
2.1.3.2.6. Costo de salvamento.	25
2.1.3.3. Aspectos influyentes en el sistema	25
2.1.3.3.1. Lote económico.	26
2.1.3.3.2. Horizonte de planeación.	26
2.1.3.3.3. Tiempo de entrega o de anticipación.	26
2.1.3.3.4. Existencias de seguridad.	26
2.1.3.3.5. Proceso de revisión.	27
2.1.4. Nomenclatura asociada a los inventarios	27

2.1.5.	Modelos de control de inventario	28
2.1.5.1.	Modelos de clasificación de materiales	28
2.1.5.1.1.	Con base al valor económico de los inventarios: Clasificación ABC.	28
2.1.5.1.2.	Con base en la criticidad para el proceso de producción: Clasificación 1 2 3.	29
2.1.5.1.3.	Clasificación de materiales $\alpha \beta \gamma$	29
2.1.5.2.	Modelos de inventario con demanda determinística . . .	30
2.1.5.3.	Modelo básico de lote económico de pedido (EOQ) . . .	30
2.1.5.4.	Derivación del tamaño óptimo de pedido	33
2.1.5.5.	Modelo de demanda determinística variable en el tiempo	35
2.1.5.6.	Modelo con varios artículos (múltiples productos) . . .	37
2.1.6.	Regresión lineal simple	40
2.1.6.1.	Modelo básico	41
2.1.6.2.	Prueba de hipótesis de la regresión lineal simple	41
2.1.7.	Indicadores de gestión	42
2.1.7.1.	Indicadores de gestión logística	42
2.1.8.	El método de las 5's	45
2.2.	Revisión de la literatura	46
3.	Análisis de los datos	48
3.1.	Clasificación de los SKU's	48
3.1.1.	Clasificación ABC	48
3.1.2.	Clasificación 1 2 3	49
3.1.3.	Clasificación $\alpha \beta \gamma$	50
3.2.	Medición de procesos logísticos actuales	52
3.2.1.	Entregas perfectamente recibidas	53
3.2.2.	Calidad de los pedidos generados	54
3.2.3.	Rotación de mercadería	56
3.2.3.1.	Índice de rotación de productos por categoría ABC . .	56
3.2.3.2.	Índice de rotación de productos tipo A y tipo 1	57
3.2.4.	Exactitud del inventario	59
3.3.	Determinación del tipo de demanda: Regresión lineal simple	61
4.	Propuesta de sistema de inventarios	71
4.1.	Desarrollo de políticas de pedidos	71
4.1.1.	Política de pedido Power of Two	72
4.1.2.	Heurística de Silver & Meal	74
4.1.3.	Comparación de costos resultantes: Método Power of Two Vs. Silver & Meal	75
4.2.	Implantación de indicadores de gestión de inventarios	76
4.3.	Aplicación de mejoras en las áreas de almacenamiento y producción . .	80
4.3.1.	Área de almacenamiento	80
4.3.2.	Área de producción	80
4.4.	Resultados esperados con la implementación del sistema de inventario .	87

5. Conclusiones	89
6. Recomendaciones	91
Appendices	92
A. Demanda mensual de los productos tipo A y tipo 1 en el año 2012	92
B. Clasificación de los productos	94
C. Desarrollo heurística Silver & Meal	108

Índice de figuras

Figura 1.1.	Diagrama Causa – Efecto.	18
Figura 2.1.	Tipo de demanda.	24
Figura 2.2.	Nivel de inventario para determinar el tamaño óptimo de pedido.	32
Figura 2.3.	Costo total relevante en función del tamaño de pedido.	34
Figura 3.1.	KPI-Entregas perfectamente recibidas.	53
Figura 3.2.	KPI-Calidad de los pedidos generados.	55
Figura 3.3.	KPI-Rotación de los inventarios.	58
Figura 3.4.	KPI-Calidad de los pedidos generados.	59
Figura 3.5.	Demanda: C/A Barracuda 3/4"6x19FGE.	62
Figura 3.6.	Demanda: C/A Barracuda 7/8"6x19FGE.	62
Figura 3.7.	Demanda: C/A Boa 7/8"6x19ANL.	63
Figura 3.8.	Demanda: C/A Boa 1/2"6x19ANL.	63
Figura 3.9.	Demanda: C/A Barracuda 1"6x19FGE.	64
Figura 3.10.	Demanda: C/A Jirafa 9/16"6x7FNL.	64
Figura 3.11.	Demanda: C/A Barracuda 5/8"6x19FGE.	65
Figura 3.12.	Demanda: C/A Boa 1 1/2"6x19ANL.	65
Figura 3.13.	Demanda: C/A Camarón 9/16"6X7 FGE.	66
Figura 3.14.	Demanda: C/A Boa 3/4"6x19ANL.	66
Figura 4.1.	Cuadro modelo de indicadores.	77
Figura 4.2.	Gráfica de control - Entregas perfectamente recibidas.	78
Figura 4.3.	Gráfica de control - Calidad de los pedidos generados.	78
Figura 4.4.	Gráfica de control - Rotación de mercadería.	79
Figura 4.5.	Gráfica de control - Exactitud del inventario.	79
Figura 4.6.	Implementación de 5's.	81
Figura 4.7.	Diseño actual área de almacenamiento y producción.	85
Figura 4.8.	Propuesta de rediseño de la bodega.	86
Figura 4.9.	Costo total anual.	88
Figura B.1.	Clasificación tipo A.	94
Figura B.2.	Clasificación tipo B.	95
Figura B.3.	Clasificación tipo C.	97

Figura C.1.	S&M: C/A Barracuda 3/4"6x19FGE	109
Figura C.2.	S&M: C/A Barracuda 7/8"6x19FGE	110
Figura C.3.	S&M: C/A Boa 7/8"6x19ANL	111
Figura C.4.	S&M: C/A Boa 1/2"6x19ANL	112
Figura C.5.	S&M: C/A Barracuda 1"6x19FGE	113
Figura C.6.	S&M: C/A Jirafa 9/16"6x7FNL	114
Figura C.7.	S&M: C/A Barracuda 5/8"6x19FGE	115
Figura C.8.	S&M: C/A Boa 1 1/2"6x19ANL	116
Figura C.9.	S&M: C/A Camarón 9/16"6x7 FGE	117
Figura C10.	S&M: C/A Boa 3/4"6x19ANL	118

Índice de tablas

Tabla 2.1.	Diversidad de ítems	21
Tabla 2.2.	Clasificación A B C.	29
Tabla 2.3.	Clasificación 1 2 3.	29
Tabla 2.3.	Clasificación α β Υ	30
Tabla 3.1.	Clasificación A B C.	53
Tabla 3.2.	Clasificación 1 2 3.	55
Tabla 3.3.	Clasificación α β Υ	58
Tabla 3.4.	Productos objetos de la investigación.	59
Tabla 3.5.	Entregas perfectamente recibidas	62
Tabla 3.6.	Calidad de los pedidos generados	62
Tabla 3.7.	Rotación de mercadería.	63
Tabla 3.8.	Rotación de mercadería.	63
Tabla 3.9.	Exactitud del inventario	64
Tabla 3.10.	Resultados prueba de hipótesis - Periodo 1	64
Tabla 3.11.	Resultados prueba de hipótesis - Periodo 2	65
Tabla 3.12.	Demanda mensual de los productos.	65
Tabla 3.13.	Demanda de los productos por periodos.	66
Tabla 4.1.	Datos de los productos.	72
Tabla 4.2.	Resultados Power of Two en Periodo 1.	72
Tabla 4.3.	Resultados Power of Two en Periodo 2.	73
Tabla 4.4.	Resultados obtenidos mediante heurística: Silver & Meal	74
Tabla 4.5.	Comparación de resultados entre métodos aplicados.	75
Tabla A.1.	Demanda mensual de los productos tipo A y tipo 1 en el Año 2012.	93

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo adaptar un método de control de inventarios a una empresa comercializadora de herramientas para izaje y amarre de carga. Por lo que el desarrollo de este estudio ha sido seccionado de la forma expresada a continuación.

En el capítulo 1, luego de presentar una descripción breve de la empresa y su actividad, se definen los objetivos generales y específicos que contribuirán al desarrollo de una propuesta de mejora o solución para la problemática planteada en esta misma sección.

Posteriormente, en el capítulo 2 se exploran definiciones y conceptos relacionados a la gestión de inventario de manera superficial o general dado que no se pretende brindar un análisis profundo de los diversos aspectos y modelos relacionados con este tema, pues por su complejidad están fuera del alcance de los objetivos de este trabajo de graduación. Además, con el objeto de tener un panorama más amplio y claro de las propuestas de implementaciones para una correcta administración de inventarios en otras organizaciones, se procede a revisar trabajos investigativos similares de otros autores.

La aplicación de tres métodos de clasificación de materiales para identificar los productos de mayor representatividad para el negocio, el uso de indicadores para medir algunos de los procesos logísticos actuales y la implementación de un modelo de regresión lineal simple para conocer el tipo de demanda de cada ítem objeto de estudio, básicamente, son parte del análisis del capítulo 3 que se realiza sobre los datos recopilados.

La propuesta del sistema de inventarios se presenta en el capítulo 4. Se plantean los modelos de inventarios que mejor se ajustan a las generalidades y necesidades de la empresa. Es así que los múltiples productos de la empresa y el comportamiento de su demanda orientan al desarrollo de políticas de pedido Power of Two y Silver & Meal; basados en comparaciones entre los costos obtenidos de cada método, se procede a elegir la mejor política. Se diseña un esquema de implantación de indicadores que la empresa debe adoptar para medir sus procesos.

Asimismo, la técnica 5's es implementada parcialmente en las instalaciones físicas de almacenamiento y producción para alcanzar mayores niveles de productividad.

Finalmente, se determinan los beneficios esperados con la implementación del sistema de inventarios diseñado.

Capítulo 1

Introducción

Partiendo del rol vital que juega la administración y el control de inventario en la productividad y competitividad de una organización, se ha realizado la presente investigación en el área de bodega de una empresa dedicada a la importación, comercialización, producción y distribución de materiales que son utilizados para el levantamiento y amarre de carga. Este proyecto consiste en diseñar políticas óptimas de inventarios ya que el actual modo de abastecimiento refleja una pobre administración de inventarios que impacta en costos y nivel de servicio.

1.1. Breve descripción de la empresa

Abastecimientos Industriales S.A, es una empresa nacional con más de 30 años de actividad en el país, dedicada a la importación, comercialización y distribución de cables de acero, cadenas, fajas de poliéster, accesorios de izaje y soluciones para el levantamiento y amarre de carga. La fabricación de estrobos corresponde a una de sus actividades principales.

1.2. Planteamiento de la problemática

1.2.1. Situación actual de la empresa

La empresa, objeto del presente proyecto, tiene una administración de sus inventarios basada netamente en decisiones empíricas, impactando directamente al nivel de servicio ofrecido a sus clientes.

Políticas relacionadas al tema de abastecimiento han sido definidas por los directivos de la empresa, las mismas que se detallan a continuación:

Política de compra

- Las compras de los materiales deben ser canalizados a través del Departamento de Planificación y Mercadeo. Este departamento ha establecido para cada SKU un nivel mínimo de existencia; a partir de ello, se decide el reaprovisionamiento de materiales.
- Semanalmente se debe ejecutar una revisión en sistema y física de las existencias.
- Si el nivel de inventario de algún producto se encuentra por debajo del mínimo

determinado, se procede con el pedido respectivo.

- El jefe de Planificación y Mercadeo es la persona encargada de dar seguimiento a todos los procesos de compra, sean estos locales o de importaciones.
- Toda compra local menor a \$300 debe ser aprobada por el Jefe Administrativo Financiero, mientras que montos mayores son autorizados por el Gerente General. Toda importación, indistinta del monto, debe ser autorizada por la Jefatura Administrativa Financiera y Gerencia General; bajo la condición de que la mercadería debe ser consolidada en un sólo contenedor por temas de seguridad.

Política de despacho a clientes

El pedido debe despacharse en su totalidad. De no ser factible, la entrega no debe ser inferior al 80 % en ítems de lo requerido por el cliente.

Política de cumplimiento de entrega

De acuerdo a la disponibilidad de producto en almacén y al tamaño de la orden de pedido, se acordará con el cliente un tiempo de entrega de la mercadería. Una vez definido este tiempo, por ninguna razón debe incumplirse.

Estas son algunas de las políticas que se crearon para un correcto manejo de los inventarios; sin embargo, a través de la práctica de sus operaciones, la organización está consciente que no se las cumplen a cabalidad, lo que ha ocasionado ineficiencias.

Además, Abastecimientos Industriales S.A. tiene una alta incertidumbre para determinar los niveles de inventarios a mantener, tiempo y cantidades de aprovisionamiento.

Esto se debe por los siguientes factores:

- La gama de sus productos es extensa dado que cada ítem cumple con alguna característica técnica y/o propiedad: diámetros, dimensiones, grados, pesos, modelos y tipos.
- Sus productos pueden ser comercializados como terminados o como componentes para manufacturar manualmente estobos a partir de especificaciones del cliente. Este esquema se define como “Ensamble a la orden”.

Entonces el amplio abanico de productos, la unicidad de pedidos de los clientes y el incumplimiento de las políticas establecidas por la empresa conllevan a que no cuente con inventarios suficientes para cumplir con lo solicitado, consecuentemente la organización se ve obligada a realizar compras adicionales para adquirir los faltantes en bodega, acarreando costos innecesarios y descuidando el nivel de servicio puesto que, generalmente, los tiempos esperados de entrega del producto no son cumplidos.

Representación gráfica del diagnóstico de la situación actual de la empresa.

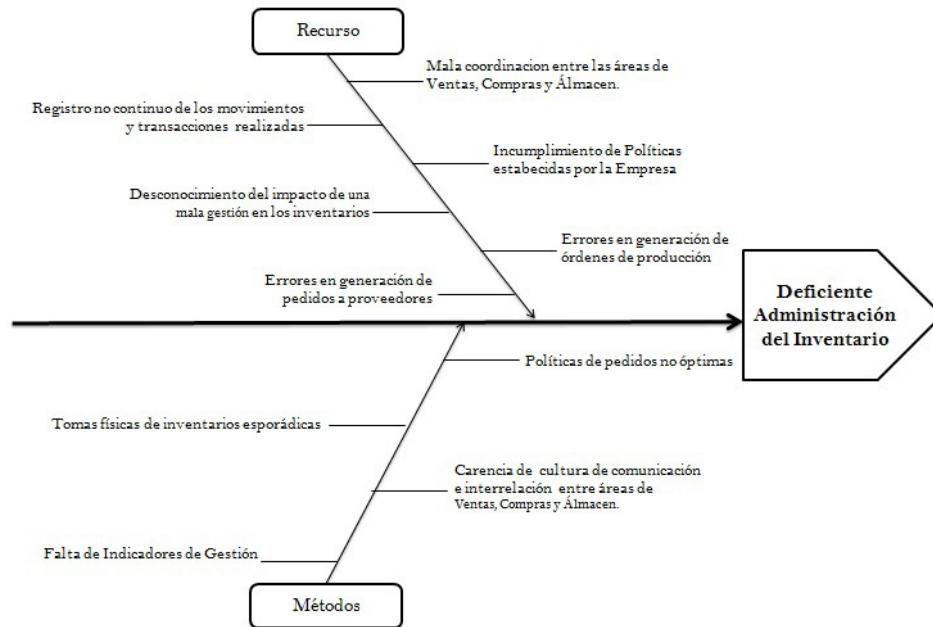


Figura 1.1: Diagrama Causa - Efecto

Definiendo el problema a través del diagrama causa-efecto se ha detectado oportunidades de mejora en la gestión actual del abastecimiento e inventarios, en donde el propósito e interés de este estudio es buscar el nivel de equilibrio entre las necesidades de los clientes, la cantidad de inventario y los costos relacionados.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Minimizar los costos relacionados a las existencias mediante un sistema de inventarios que optimice procesos y nivel de servicio de la empresa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación y administración actual de los inventarios a través de una recolección y análisis de datos.
- Identificar los productos más importantes para el negocio, utilizando varios métodos de clasificación de materiales.
- Determinar el tipo de demanda mediante un modelo de regresión lineal simple para definir el modelo de inventario a implementar.
- Establecer políticas óptimas de inventarios.
- Implantar indicadores logísticos de administración de los inventarios.
- Desarrollar en almacén un área de trabajo organizada que permita el correcto desempeño de las operaciones diarias.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Fundamentos teóricos

2.1.1. Terminología

2.1.1.1. SKU

Término logístico que se utiliza para identificar diferentes productos o ítems.

2.1.1.2. KPI

Siglas en inglés del término Key Performance Indicators que significa Indicador Clave de Desempeño que mide el nivel de rendimiento de un proceso o actividad con el propósito de controlarlo y evaluarlo, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado.

2.1.1.3. Stock

Término en inglés que se refiere a existencias, inventario o mercadería.

2.1.2. Definiciones y funciones

2.1.2.1. Definición de inventario

El término inventario ha sido definido de muchas maneras a lo largo del tiempo. Y se ha seleccionado tres definiciones como las más apropiadas y conformes a la presente

investigación. Una de ellas, define a un inventario como “la acumulación de materiales que posteriormente serán usados para satisfacer una demanda futura.” [1]

También ha adoptado el concepto de “un conjunto de bienes tangibles, en existencia, propios y disponibles para venta, consumo o producción de otros bienes; o bien, relación ordenada y valorada de bienes tangibles, propios, en existencia y de disponibilidad inmediata, que en el curso normal de operaciones, y en plazo razonable, están destinados a la venta ya sea en su estado original de adquisición o después de transformados o modificados.” [2]

Llevando estas definiciones en contexto con este proyecto, el término inventario es considerado como cualquier recurso almacenado que es usado para satisfacer una necesidad presente o futura.

2.1.2.1.1. Diversidad de ítems (SKU’s) Los ítems en inventario pueden diferir en muchos aspectos. De hecho, los inventarios de una organización pueden equivaler a cientos o miles de tipos de referencias; tales como materias primas, partes y productos terminados. Inclusive la demanda de los SKU’s pueden variar por unidades, docenas, cajas, metros, etc.

Aspecto	Diferentes características
Costo y apariencia física	Costo, peso, volumen,
Ítems perecederos	Por robos, por obsolescencia
Modo de almacenamiento	En contenedores, estibas, sobre el piso

Tabla 2.1: Diversidad de ítems

Autor: Vidal Carlos Julio.

Libro: Fundamentos de Gestión de Inventarios. Vidal C. Julio. 4ta. Edición. 2006. pag 18.

La gran variedad de SKU's en una empresa puede complicar la toma de decisiones relacionadas a los sistemas de inventarios. Por esa razón, reducir la cantidad de productos para su control se hace necesario, de tal forma que los modelos matemáticos que se apliquen sean manejables en la práctica.

2.1.2.2. Definición de sistema de inventarios

Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles del inventario y determina el momento en que es necesario reabastecerlo y el tamaño que deben ser los pedidos.

2.1.2.3. Funciones del inventario

Tener un inventario bajo control responde a funciones importantes, añadiendo flexibilidad en las operaciones de la empresa, se considera que los inventarios juegan una parte fundamental en el desarrollo interno de una organización.

Gutiérrez[3] resume o identifica los siguientes cinco propósitos de los inventarios de las empresas:

1. Mantener la independencia de las operaciones.
2. Satisfacer las variaciones en la demanda de productos.
3. Permitir flexibilidad en los programas de fabricación.
4. Proporcionar un margen de seguridad para variaciones en la entrega de materias primas.
5. Aprovechar el tamaño económico del pedido.

Por lo que se puede concluir que básicamente los inventarios se mantienen por dos razones principales: economía de escala y seguridad ante fluctuaciones en la demanda o entrega, conllevando a ahorros en volumen y costos por faltantes, respectivamente.

2.1.3. Variables en un sistema de inventarios

Habiendo enunciado las definiciones anteriores, ahora se requiere conocer todos los elementos que conforman un sistema de inventarios.

2.1.3.1. Demanda

Sharma[4] señala que la comprensión de la naturaleza de la demanda -tamaño, tipo y patrón- de algún producto es esencial para determinar una política óptima de inventario para ese ítem.

- **Tamaño** Se refiere al número de unidades de algún ítem requerido en cada periodo (ciclo o temporada). No se mide en términos de unidades vendidas porque esa demanda puede no ser satisfecha debido a falta de existencias o tardanza en la llegada del producto.

- **Tipo de demandas**
 - Estática o Dinámica

 - Determinística o Estocástica

Demanda determinística	Demanda estocástica
Para un periodo de tiempo es conocida con certeza.	Para un periodo de tiempo no es conocida con certidumbre sino que su naturaleza puede ser descrita por una distribución de probabilidad conocida.
Es fija (estática) o varía (dinámica) de un periodo a otro.	Distribución de probabilidad es estacionaria (estática) o no estacionaria (dinámica).

Figura 2.1: Tipos de demanda

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

2.1.3.2. Costos

2.1.3.2.1. Costo del producto. Se refiere al costo unitario de adquisición o de producción del artículo.

2.1.3.2.2. Costo de ordenar pedidos (o preparación). Incluye todos aquellos costos administrativos asociados con los pasos y actividades que se ejecutan desde el momento en que se emite la orden de compra hasta cuando se lo recibe y almacena. Este costo no es necesariamente fijo; su reducción depende de la forma en que están diseñadas y administradas las operaciones.

2.1.3.2.3. Costos de mantenimiento de inventario. Conformado por los costos asociados al almacenamiento durante un periodo. Usualmente se carga como un porcentaje del valor del inventario, que fluctúa entre el 15 % a 35 % al año.

Schroeder[5] señala que este costo de llevar inventario consta de tres componentes:

- **Costo de capital.** La permanencia de productos en almacén hace que ese capital invertido no esté disponible para otros propósitos. Esto representa un costo de oportunidad.
- **Costo de almacenamiento.** Corresponden sólo a los costos que varían con el nivel de inventario. Pueden ser seguros, impuestos, espacio de almacén.
- **Costo de obsolescencia y pérdida.** Costo de obsolescencia se asigna a los artículos que tienen un alto riesgo de hacerse obsoletos; mientras que los costos de pérdida se aplican por robos o daños relacionados con la conservación de la mercadería en inventario.

2.1.3.2.4. Costos de inexistencias. Es el impacto económico que se da por indisponibilidad de producto(s) en almacén.

2.1.3.2.5. Costos de sobrantes. El costo de mantener inventario de un producto que se adquirió en cantidades excesivas y no registra movimiento de salida se lo denomina costo por sobrante.

2.1.3.2.6. Costo de salvamento. Este costo corresponde al valor de recuperación de los inventarios que son adquiridos por terceros dado que han pasado su periodo de vida útil.

2.1.3.3. Aspectos influyentes en el sistema

Los modelos de inventario tienen como objetivo establecer “cuándo” y “cuánto” se debe ordenar el inventario, y estos modelos se vuelven menos o más complejos, según

ciertos condicionantes del sistema. Se destacan los siguientes aspectos influyentes que lo condicionan:

2.1.3.3.1. Lote económico. “Es la cantidad de inventario que debe de ordenarse, ya sea para compra o abastecimiento, o bien que debe de producirse, para satisfacer una demanda futura, de tal manera que el costo total en que se incurre por: ordenar, mantener el inventario y por pedidos pendientes sea el mínimo posible.” [1]

2.1.3.3.2. Horizonte de planeación. Se puede determinar que dependiendo el tipo de mercancías, el tiempo de entrega de los proveedores y las necesidades de la empresa, se considera como horizonte de planeación el periodo para el cual se planean los inventarios, ya sea a corto o largo plazo.

2.1.3.3.3. Tiempo de entrega o de anticipación. En el caso de compras, es el tiempo que transcurre desde el momento en que se emite un pedido hasta cuando se lo recibe. En el caso de producción, es el tiempo que transcurre desde que se coloca la orden de producción hasta cuando se procede con la fabricación.

2.1.3.3.4. Existencias de seguridad. Los inventarios de seguridad permiten reaccionar ante cualquier variación en la demanda o retrasos en la entrega por parte del proveedor, protegiendo a la empresa de elevados costos por faltantes.

- **Roturas.** En inglés *stockout*; el autor Cassanova[6] indica que rotura de stock es cuando no se puede hacer frente a la demanda porque se produce un agotamiento

de los productos del inventario. Y las roturas se pueden evitar mediante un stock de seguridad.

2.1.3.3.5. Proceso de revisión. Otro aspecto influyente a tener en cuenta es la forma en que se realiza la revisión del inventario. Luego de considerar varios conceptos de diferentes autores, se concluye que la revisión puede ser continua o periódica. Es decir, si en todo momento se conoce precisamente el nivel de inventario, se habla de una revisión continua; pero, si la revisión es periódica, el nivel de inventario sólo se conoce en determinados puntos cuando se realiza la revisión.

- **Punto de reorden.** Es el nivel de inventario que nos va a indicar cuándo hay que hacer el pedido de reaprovisionamiento. En los sistemas con revisión continua se dan reposiciones en cualquier instante, mientras que los de revisión periódica tienen reposiciones al principio del periodo de reaprovisionamiento.

2.1.4. Nomenclatura asociada a los inventarios

Para establecer los modelos de inventario asociados al tema a desarrollar en el presente proyecto, es necesario primero definir una nomenclatura adecuada para comprender las ecuaciones respectivas.

Sean las siguientes terminologías:

Q = Tamaño del Lote.

A = Costo de Ordenar -cada pedido- [\$/orden]

D = Demanda anual, mensual, etc. [unidades/unidad de tiempo]

h = Costo de llevar o mantener inventario.

c = Costo unitario de adquirir el producto. [\$/unidad]

T = Longitud del ciclo, desde que llega el lote hasta que se termina. [unidad de tiempo]

i = Tasa de oportunidad por llevar inventario. [%/unidad de tiempo]

r = Punto de Reorden. [unidades]

I_{pr} = Inventario promedio en unidades.

2.1.5. Modelos de control de inventario

2.1.5.1. Modelos de clasificación de materiales

Moya[1] propone en su libro tres criterios de clasificación de materiales, basados en:

1. Valor económico.
2. Grado de criticidad para el proceso.
3. Criterios 1 y 2 combinados.

Estos tres métodos serán considerados para nuestra implementación, por lo que a continuación una resumida explicación de cada uno de ellos.

2.1.5.1.1. Con base al valor económico de los inventarios: Clasificación

ABC. Esta clasificación ABC se centra en determinar cuáles de los materiales que se posee en inventario, tienen un alto valor económico para la empresa y por ende deben controlarse estrictamente.

Clase	Valor económico del inventario	Volumen del inventario
A	75 %-80 % del valor total	15 %-20 % del total de existencias
B	15 %-15 % del valor total	30 %-40 % del total de existencias
C	10 %- 5 % del valor total	¿40 % del total de existencias

Tabla 2.2: Clasificación A B C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

2.1.5.1.2. Con base en la criticidad para el proceso de producción:

Clasificación 1 2 3. Esta clasificación 1 2 3 busca agrupar los materiales en orden de importancia para el proceso. Si estos SKUS's faltaran, para cada producto deben estudiarse los siguientes aspectos:

- ¿Se detiene el proceso de producción?
- ¿Se detiene una operación o grupo de operaciones?
- ¿Se puede sustituir el material por otro?
- ¿El material se puede o no conseguir fácilmente?
- ¿Los materiales son repuestos o materiales de mantenimiento?

Clase	Importancia en proceso	Volumen del inventario
1	Alta	Se detiene la operación
2	Media	Se puede sustituir por otros materiales
3	Baja	Fáciles de conseguir

Tabla 2.3: Clasificación 1 2 3

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

2.1.5.1.3. Clasificación de materiales $\alpha \beta \gamma$ [1] “Combinando los criterios de valor económico, y de criticidad para el proceso, se origina un tercer tipo de clasificación

de materiales denominada: clasificación $\alpha \beta \gamma$.

Con este criterio de clasificación, deben controlarse rigurosamente los artículos clasificados como α , pues, estos materiales son de muy alto valor económico, o bien muy críticos para el proceso, pues si faltaran el proceso de producción se detiene.”

Es así que la tabla 2.4 muestra el citado criterio de clasificación.

	A	B	C
1	α	α	α
2	α	β	β
3	α	β	γ

Tabla 2.4: Clasificación $\alpha \beta \gamma$

Fuente: Libro Investigación de Operaciones, Autor: Marcos Moya(1990) pág. 35

2.1.5.2. Modelos de inventario con demanda determinística

Por lo general, varias referencias bibliográficas señalan que los sistemas de control son aplicados a materiales clase A, y en algunos casos a materiales clase B. Esto dependerá mucho de cómo se desee administrar el sistema de inventarios.

Esta sección se orienta a tratar controles de inventarios que pueden ser implementados según el caso de estudio planteado. Por lo que se analizará métodos de solución del problema, incluyendo una heurística.

2.1.5.3. Modelo básico de lote económico de pedido (EOQ)

Se deriva a continuación el modelo básico del tamaño económico de pedido (“Economic Order Quantity”), universalmente conocido como EOQ. Este modelo funciona de acuerdo con las siguientes suposiciones[8]:

- El patrón de demanda es constante y conocido con certeza.

- No se consideran descuentos en los precios de compra y/o transporte.
- La cantidad de pedidos no necesita ser un número entero.
- Todos los parámetros de costo son estacionarios o sea que no varían significativamente con el tiempo (se consideran bajas tasas de inflación).
- El ítem se trata de forma independiente de otros ítems.
- La tasa de reposición es infinita o, equivalentemente, los tiempos de entrega son cero, y toda la orden completa es recibida cada vez que se ordene.
- No se consideran órdenes pendientes.

A primera vista, y de acuerdo con todas las suposiciones anteriores, este modelo aparenta ser de importancia mínima para casos reales. Sin embargo, como se verá posteriormente, este caso es pieza fundamental en otros modelos de mayor complejidad.

Además, la mayoría de las suposiciones se irán eliminando a medida que se estudien modelos más complejos.

- **El concepto del costo total relevante (TRC).[8]**

Se utiliza el concepto del Costo Total Relevante (TRC) para diseñar la estructura de la función objetivo. De acuerdo con Silver et al. (1998), este costo puede incluir los siguientes componentes:

- Costos de compra o producción y de ordenamiento o preparación
- Costos de mantenimiento del inventario

- Costos de faltantes de inventario (ventas perdidas u órdenes pendientes)
- Costos de control del sistema
- Costos de planeación de producción mediante el cambio de la fuerza laboral y las ratios de producción

Los dos últimos costos no son relevantes para el sistema y para el caso del control del inventario de ítems individuales considerados aquí. De igual manera, el costo de faltantes de inventario no será incluido en el análisis inicial, de acuerdo con las suposiciones establecidas anteriormente. Por lo tanto, el TRC está dado por los dos primeros componentes de costo anteriormente listados.

- **Gráficos y notación** La situación de inventarios típica descrita en esta sección se muestra en el gráfico 2.2.

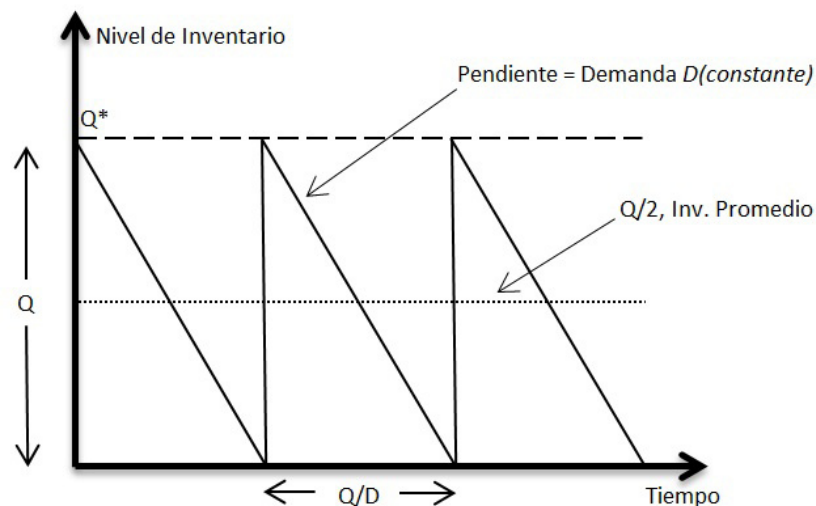


Figura 2.2: Nivel de inventario para determinar el tamaño óptimo de pedido

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Parámetros

A = Costo de ordenamiento.

D = Demanda del ítem.

i = Tasa de mantener el inventario. [%/unidad de tiempo]

c = El valor unitario del ítem.

Variable de decisión

Q = Tamaño del pedido.

Función Objetivo

$TRC(Q)$ = El costo total relevante en función de Q .

2.1.5.4. Derivación del tamaño óptimo de pedido

Dado que la demanda es determinística, que el tiempo de reposición es igual a cero y que no se incluyen órdenes pendientes en el análisis, se concluye que lo mejor es ordenar cuando el inventario disponible alcance el nivel cero.[8]

En la figura 2.2 es claro que el tiempo que transcurre entre órdenes es igual a Q/D . Normalmente, se utiliza como tiempo de referencia un año. Por lo tanto, el número de pedidos que se realiza en un año es igual a D/Q . Siguiendo una notación similar a la de Silver et al. (1998), el costo anual incurrido por las reposiciones C_r es:

$$C_r = (A + Qc) \frac{D}{Q}$$

$$C_r = \frac{AD}{Q} + Dc$$

El costo anual de llevar el inventario viene dado por la ecuación anterior. En este caso se utiliza el término C_c para designar este costo, o sea:

$$C_c = Ici$$

En general el inventario viene dado por:

$$I = \frac{\int_0^t I(t) dx}{\int_0^t dt}$$

Esta expresión representa el área bajo la curva del inventario disponible contra el tiempo, dividida entre el tiempo correspondiente. En este caso, se deduce fácilmente que el inventario promedio es $\frac{Q}{2}$. Por lo tanto, el costo anual de llevar el inventario es:

$$C_c = \frac{Q}{2}ic$$

Por lo tanto, el costo total relevante considerado es:

$$TRC(Q) = \frac{AD}{Q} + \frac{Qic}{2} + Dc$$

El término Dc es constante en este caso, pues no se consideran descuentos, por lo que no es necesario considerarlo en la función objetivo.

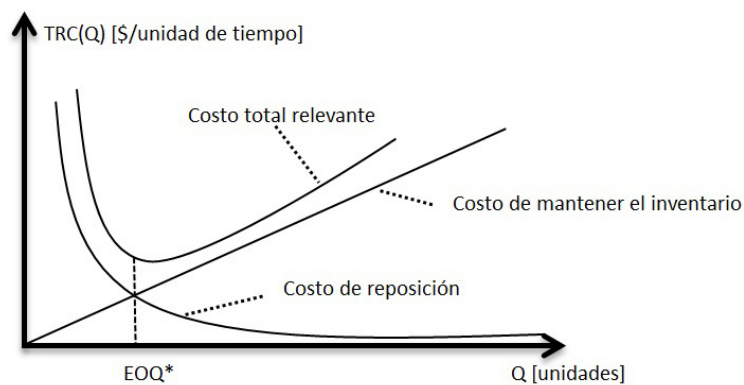


Figura 2.3: Costo total relevante en función del tamaño de pedido

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

La figura 2.3 muestra el comportamiento de esta función de costo. Fácilmente se puede encontrar el tamaño económico de pedido **EOQ** derivando la función de costo con respecto de Q e igualando a cero. Así, se obtiene:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AD}{ic}}$$

2.1.5.5. Modelo de demanda determinística variable en el tiempo

Basados en las consideraciones de Silver y Peterson (1985) y Silver et al. (1998), se elimina el supuesto del caso básico del *EOQ* de que la demanda puede considerarse uniforme y prácticamente constante a lo largo del horizonte de planeación; y se permite que la demand varíe con el tiempo, aunque continúa siendo determinística, o sea conocida. Esta situación es mucho más real.

La complejidad cuando la demanda es variable

- Cuando la demanda varía significativamente con el tiempo, no se puede considerar como óptima una cantidad constante de pedido.
- Se habla de un periodo u horizonte de planeación determinado.
- Puede existir variación de demanda entre periodo y periodo.
- Cuando se manejan múltiples ítems simultáneamente es preferible establecer que los pedidos se realicen al comienzo de cada periodo definido en el estudio.
- Podrían existir restricciones para el inventario final del horizonte de planeación. Se puede obligars a que sea cero; o de lo contrario, tomarse como inventario inicial del periodo siguiente.

Para manejar cualquiera de estas situaciones, se pueden establecer dos posibles métodos claramente diferenciados:

- Utilización de la cantidad óptima de pedido (EOQ) para todos los pedidos, calculada con base en la demanda promedio durante el horizonte de planeación. Esta estrategia es útil cuando el patrón de demanda no es demasiado variable con el tiempo, ya que así se aproximaría a las situaciones descritas en las secciones anteriores.
- Uso de métodos aproximados o heurísticos, muy útiles en la práctica debido a su simplicidad de manejo y facilidad de comprensión.

Método heurístico de solución: Silver & Meal.[8]

Esta heurística ha demostrado alta eficiencia y eficacia en la solución de problemas prácticos de inventarios con demanda variable en el tiempo.

Este método fue desarrollado por Silver & Meal (1973) y ha demostrado un funcionamiento satisfactorio cuando el patrón de demanda es muy variable, o sea cuando el método del lote económico de pedido y otros métodos heurísticos no producen buenos resultados. El criterio básico de este método es el de minimizar los costos de ordenamiento y mantenimiento del inventario por unidad de tiempo. Sea $TRC(T)$ el costo total relevante asociado con un pedido que dura T períodos, el costo total relevante por unidad de tiempo, $TRCut(T)$, será entonces $\frac{TRC(T)}{T}$, o más precisamente:

$$TRCut(T) = \frac{TRC(T)}{T} = \frac{A + \text{costos de mantenimiento de inventario}}{T}$$

O sea que el método inicia con el período 1, para el cual $\frac{TRC(1)}{1} = \frac{A}{1} = A$; continúa con el período 2, para el cual $\frac{TRC(2)}{2} = \frac{A+D_2ic(1)}{2}$; luego, con el período 3, para el cual $\frac{TRC(3)}{3} = \frac{A+D_2ic(2)+D_3ic(1)}{3}$; y así sucesivamente hasta que se observe que el costo por unidad de tiempo se incrementa de un período a otro. En este momento se detiene el proceso y se define la cantidad a ordenar en el período 1 igual a la suma de las demandas de los períodos para los cuales no se incrementó el costo total relevante por unidad de tiempo. El proceso comienza de nuevo a partir del período T para el cual se incrementó el $\frac{TRC(T)}{T}$ por primera vez, y se continúa de esta manera hasta el final del horizonte de planeación. Este método no garantiza la optimalidad porque puede verse atrapado en un mínimo local, pero ha demostrado tener muy buenos resultados en la práctica.

Es importante notar que se ha encontrado que la aplicación del heurístico de Silver & Meal, en casos para los cuales el patrón de demanda decrece rápidamente con el tiempo a través de varios períodos, o cuando existe un gran número de períodos con cero demanda, no ha producido buenos resultados.

2.1.5.6. Modelo con varios artículos (múltiples productos)

La sincronización o coordinación de los intervalos de reabastecimiento, de modo que se reciban en un mismo día, puede reducir estos costos de coordinación. Roundy R. [9] diseñó el método de políticas de pedido de potencia de dos, para asegurar que los pedidos para varios artículos estén bien sincronizados.

Modelo con ordenación coordinada - Política de pedido Power of Two.[10]

El periodo de revisión de *Power of Two* consiste en redondear el periodo de revisión

calculado en la ecuación anterior a la potencia de 2 más próxima. Aunque para muchos pareciera una sofisticación innecesaria, lo cierto es que la definición de periodos en *Power of Two*, constituye una aportación interesante, en tanto:

- Permite alcanzar una estabilidad real.
- Facilita la realización de programas visuales.
- Favorece la integración entre diferente niveles de la cadena de aprovisionamiento y distribución.
- Es óptima en costos.
- Es de fácil aplicación (aunque de cálculo complejo).
- Facilita la planificación de entregas.

Del mismo modo que se ha calculado un valor de tamaño de lote que minimiza los costos totales, es posible calcular un periodo óptimo T^* que haga lo propio. El costo total de aprovisionamiento asociado a un horizonte H es:

$$TRC = A\frac{H}{T} + h\frac{T}{2}D$$

Donde: $T = \frac{Q}{D}$

$$\frac{dTRC}{dt} = 0 = -A\frac{H}{T^2} + h\frac{D}{2}$$

De donde el periodo óptimo de reaprovisionamiento es:

$$T^* = \sqrt{\frac{2A}{hD}}$$

No parece normal que se puedan definir periodos inexactos, como por ejemplo 5.38 días, para rehacer la orden de compra.

La curva de costos totales es muy plana en el entorno del óptimo, lo que da a éste una muy baja sensibilidad.

Este es el origen de la denominada política *Power of Two* que simplifica la gestión de inventarios sin ser excesivamente costosa, tal como se demostrará posteriormente.

La política de *Power of Two* implica que el periodo de reaprovisionamiento será múltiplo de un periodo base T_b fijado arbitrariamente. El valor por el que se deberá multiplicar el periodo base es:

$$T = 2^n T_r$$

Es decir, si el periodo de previsión es $T_b = 1$ semana, el periodo de revisión podrá ser de 1 semana, 2 semanas, 4 semanas, 8 semanas, etc.

Se puede demostrar que esta política incrementa los costos en menos de un 6 % del total.

Esta política, aparentemente extraña, es especialmente útil cuando se trabaja con grandes cantidades de artículos, o en sistemas multinivel, pues permite racionalizar el proceso de la gestión de pedidos al dotarlo de una cierta estabilidad. Semanalmente se realizaría la revisión de los stocks.

Para calcular el valor de n el procedimiento empieza calculando T^* :

$$T^* = \sqrt{\frac{2AD}{hD}}$$

Sea f la función de los costos totales, el valor de n óptimo es el menor entero tal que:

$$\begin{aligned}
f(2^n T_b) &\leq f(T_b 2^{n+1}) \\
A \frac{H}{2^n T_b} + h \frac{2^n T_b}{2} D &\leq A \frac{H}{2^{n+1} T_b} + h \frac{2^{n+1} T_b}{2} D \\
A \frac{H}{T_b} \frac{1}{2^n} - \frac{1}{2^{n+1}} &\leq h T_b D (2^n - 2^{n-1}) \\
A \frac{H}{T_b} \frac{1}{2^{n+1}} &\leq h T_b D 2^{n-1} \\
\frac{H}{T_b} \frac{1}{2^{n+1}} &\leq h T_b D 2^{n-1} \\
A \frac{H}{h D} &\leq 2^n T_b^2 \\
\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{2 A H}{h D}} &\leq 2^n T_b \\
\frac{1}{\sqrt{2}} T^* &\leq 2^n T_b
\end{aligned}$$

Es decir que para calcular el periodo óptimo según *Power of Two* sólo hay que encontrar el entero más pequeño que cumple:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} T^* \leq 2^n T_b$$

Se puede demostrar que el incremento de costo máximo cometido utilizando este tipo de redondeo no es superior al 6 %.[11]

Entonces, si se satisface la inecuación anterior se tiene:

$$T' = 2^n$$

Si no se cumple, el intervalo de tiempo a considerar sería:

$$T' = 2^{n+1}$$

2.1.6. Regresión lineal simple

El análisis de regresión se usa con el propósito de predicción. La meta del análisis de regresión es desarrollar un modelo estadístico que se pueda usar para predecir los valores de una variable dependiente o de respuesta basados en los valores de al menos una

variable independiente o explicativa.

Para establecer una relación cuantitativa entre X y Y es necesario disponer de cierta información muestral. Esta información consiste de un conjunto de pares de observaciones de X y Y , donde cada uno de estos pares pertenece a una unidad elemental particular de la muestra.

2.1.6.1. Modelo básico

$$Y = B_0 + B_1(t)$$

B_0 : coeficiente independiente de la regresión lineal.

B_1 : coeficiente dependiente de la regresión lineal en el tiempo.

2.1.6.2. Prueba de hipótesis de la regresión lineal simple

Paso1: Se plantea lo siguiente:

$$H_0 : b_1 = 0;$$

$$H_1 : b_1 \neq 0$$

Paso2: Determinar el nivel de significancia α .

Paso3. Calcular los intervalos que implican el nivel de significancia. Con los valores de α y los grados de libertad, los cuales se los leen en la tabla de probabilidad de la función estadística correspondiente[12] y se procede a graficar los intervalos respectivos.

Paso4. Calcular el estadístico de prueba.

Paso5. Se rechazará H_0 si:

$valor p < \alpha$; caso contrario, se acepta H_0

2.1.7. Indicadores de gestión

Los indicadores de gestión[13] se convierten en los signos vitales de la organización, y su continuo monitoreo permite establecer las condiciones e identificar los diversos síntomas que se derivan del desarrollo normal de las actividades.

2.1.7.1. Indicadores de gestión logística

Los indicadores[13] son necesarios para poder mejorar: “Lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar”. Los objetivos y tareas que se propone una organización deben concretarse en expresiones medibles, que sirvan para expresar cuantitativamente dichos objetivos y tareas, y son los *indicadores* los encargados de esa concreción.

Los indicadores pueden ser: medidas, números, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas.

Por consiguiente, basados en las actividades de la organización y sus oportunidades de mejora se han seleccionado los siguientes indicadores:

- **Entregas perfectamente recibidas.**[13]

Objetivo. Controlar la calidad de los productos/materiales recibidos, y la puntualidad de las entregas de los proveedores de mercancía.

Definición. Número y porcentaje de productos y pedidos (líneas) que no cumplan las especificaciones de calidad y servicio definidas.

Cálculo.

$$Valor = \frac{\text{Pedidos Rechazados}}{\text{Total órdenes de compras recibidas}} * 100$$

Periodicidad. Este indicador se calcula cada mes.

Impacto. Costos de recibir pedidos sin cumplir las especificaciones de calidad y servicio, tales como: costo de retorno, costo de volver a realizar pedidos, retrasos en la producción, costo de inspecciones adicionales de calidad, etc.

■ **Calidad de los pedidos generados.**[13]

Objetivo. Controlar la calidad de los pedidos generados.

Definición. Número y porcentaje de pedidos de clientes generados sin errores, o sin necesidad de información adicional.

Cálculo.

$$Valor = \frac{\text{Pedidos generados sin problemas}}{\text{Total pedidos generados}} * 100$$

Periodicidad. Este indicador se calcula cada mes.

Impacto. Costos de los problemas inherentes a la generación errática de pedidos, tales como: costo de reprocesamiento de pedidos, esfuerzo del personal de ventas para identificar y resolver problemas, incremento del costo de mantenimiento de inventarios, pérdida de ventas, entre otros aspectos.

■ **Rotación de mercadería.**[13]

Objetivo. Controlar la cantidad de los productos/materiales despachados desde la bodega. **Definición.** Proporción entre las ventas y las existencias promedio; e indica el número de veces que el capital invertido se recupera a través de las ventas.

Cálculo.

$$Valor = \frac{\text{Ventas acumuladas}}{\text{Inventario promedio}} = \text{Número de veces}$$

Periodicidad. Este indicador se calcula cada mes.

Impacto. Las políticas de inventario, en general, deben mantener un elevado índice de rotación. Para lo anterior, se requiere diseñar políticas de entregas muy frecuentes, con tamaños muy pequeños. Para poder trabajar con este principio es fundamental mantener una excelente comunicación entre cliente y proveedor.

■ **Exactitud del inventario.**[13]

Objetivo. Controlar y medir la exactitud en los inventarios en pos de mejorar la confiabilidad.

Definición. Se determina midiendo el número de referencias que presentan descuadros con respecto al inventario en el sistema cuando se realiza el inventario físico.

Cálculo.

$$Valor = \frac{\text{Valor diferencia}}{\text{Valor total inventario}} * 100$$

Periodicidad. Este indicador se calcula cada mes.

Impacto. Conocer el nivel de confiabilidad de la información de inventarios, con el fin de identificar los posibles desfases en los productos almacenados y tomar acciones correctivas con anticipación ya que afecta a la rentabilidad de la empresa.

2.1.8. El método de las 5's

Las 5'S son[7]:

- **Seiri:** Clasificar; separar todo lo necesario y eliminarlo.
- **Seiton:** Organizar apropiadamente los elementos clasificados como necesarios.
- **Seiso:** Limpiar y restaurar el área de trabajo.
- **Seiketsu:** Estandarizar normas de limpieza e inspección y practicar las 3 primeras S de forma continua.
- **Shitsuke:** Desarrollar disciplina en la utilización de los métodos establecidos y estandarizados.

Son conceptos de origen japonés orientados hacia la calidad total y procesos de mejora continua. Buscan crear y mantener áreas de trabajos más limpias, organizadas y seguras; en otro términos, imprimirle mayor “calidad de vida” al trabajo.

Objetivo. Conservar las cosas limpias y en orden para aumentar la eficiencia y moral del empleado, permitiendo que las actividades operativas y administrativas se realicen de una forma organizada; y así alcanzar las metas de productividad y seguridad.

2.2. Revisión de la literatura

Como antecedentes en la investigación, se ha considerado tres trabajos de estudio de los inventarios aplicados a casos reales empresariales.

L. Córdova y C. Bracho[16] centraron su estudio en el establecimiento de políticas de inventarios para una planta fabricante y comercializadora de materiales de empaques plásticos. Este trabajo parte identificando las fortalezas y debilidades de su administración actual de inventarios para encontrar oportunidades de mejora.

Mediante una clasificación ABC de las materias primas y planteamiento de indicadores lograron implementar un sistema de control de sus inventarios.

Así pues, se definieron políticas según el valor económico de los SKU's, es decir, a los artículos clasificados como tipo A y B se les estableció un sistema de cantidad fija de reorden, mientras que para los de tipo C un sistema de revisión periódica; con esto la industria mejoró la rotación de su inventario, permitiendo identificar y dar de baja a aquellos productos que no tenían movimiento desde hace más de 6 años y de esta forma en un porcentaje alto se minimizó el costo de mantenimiento de inventario.

Por otro lado, se concluye que bajo los sistemas planteados de punto fijo de reorden y revisión periódica se evitan las paradas de máquinas por falta de materias primas, generando así ahorros considerables para la empresa.

La investigación bajo autoría de M. Arango[14] propone un proceso metodológico para determinar el modelo de inventarios para productos terminados de una compañía fa-

bricante de elementos de fijación, el cual se resumió en la ejecución de tres sucesivas clasificaciones ABC utilizando diferentes variables, que lograron reducir significativamente de 120 productos tipo A a 22 referencias, para a partir de ellos realizar un análisis de su demanda con la ayuda del paquete estadístico STATGRAPHICS, el cual estableció el modelo de pronóstico más adecuado para cada SKU. De esta forma, el autor consiguió estimar ventas proyectadas para este grupo de productos y así definir las cantidades óptimas a mantener en inventarios, con el fin de responder de manera exitosa a los requerimientos de demanda de los clientes.

Es de interés mencionar el proyecto de I. Mejía y J. Guerra[15], el cual busca solucionar problemas existentes en el área de inventarios de una empresa productora de tuberías de grandes dimensiones. En su análisis se desarrollaron el método ABC y la determinación del EOQ. Esto ayudó a la compañía establecer que los productos con categoría A trabajarían bajo el sistema de revisión continua (semanal); y tanto para la categoría B y C utilizarían el sistema de revisión periódica (trimestral y semestral, respectivamente). Con esto la organización logra reducir el costo total asociado a los inventarios en un porcentaje significativo. Este estudio también sugiere hacer cambios en cuanto al tipo de estantería y modo de almacenaje dentro de la bodega para optimizar recursos y tiempos. Por tal razón, la empresa incurrió al uso de gavetas de diferentes tamaños y colores para ubicar o asignar determinados SKU's.

Capítulo 3

Análisis de los datos

3.1. Clasificación de los SKU's

De acuerdo a lo estudiado en el capítulo anterior, el primer paso que se debe dar para implementar un control de inventario adecuado es clasificar los ítems que comercializa la empresa. Se ha adoptado los tres métodos de clasificación expresados por Moya[1]. Con esto se busca una mejor visualización de los artículos que requieren un mayor control en el sistema de inventarios a desarrollar.

Para la realización de esta clasificación se obtuvo el listado de productos que maneja Abastecimientos Industriales S.A., que suman un inventario de 476 SKU's. En el Anexo A, se presenta dicha lista de ítems con sus respectivos códigos de artículo, costos unitarios de compra, demandas totales del año 2012, así como también su consumo mensual.

3.1.1. Clasificación ABC

Una vez recolectada la información se procede a agrupar los inventarios según el valor económico que representa para la empresa.

En el Anexo B, se reflejan los cálculos realizados para obtener esta clasificación.

\$829.358,53 representan las ventas obtenidas durante el año 2012 y sobre esta base se calcula el porcentaje que representa cada artículo en la valorización del inventario, con el fin de acumularlos para agruparlos por categoría.

Entonces, bajo el criterio de clasificación ABC se puede observar lo siguiente:

- En la clase A se encuentra el 7% de la cantidad total de SKU's, con un valor de inventario de 79,59%.
- Mientras la clase B está representada por el 14% de artículos en inventario.
- Los productos clasificados como C suman 377 productos; en conjunto apenas están valorados económicamente con el 5.04%.

En la tabla 3.1 se observa un resumen de los resultados logrados.

Cant. SKU's	Porcentaje	Tipo
31	7%	A
68	14%	B
377	79%	C
476	100%	Total

Tabla 3.1: Clasificación ABC

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

3.1.2. Clasificación 1 2 3

Ya conociendo en qué consiste esta clasificación, se ha agrupado los productos basándonos en su criticidad e importancia en el proceso operacional; obteniendo lo detallado a continuación.

Cant. SKU's	Porcentaje	Tipo
56	12 %	1
126	26 %	2
294	62 %	3
476	100 %	Total

Tabla 3.2: Clasificación 123

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Se puede definir que de acuerdo con estas categorías, el control estricto de los materiales debe hacerse sobre aquellos productos clasificados como clase 1, los cuales representan un 12% del total de 476 SKU's inventariados. Es decir, 56 productos han sido considerados de relevancia para la operación. Mientras que el 62% de todos los artículos están concentrados en la Clase 3, por lo que no ameritan formar parte del control de inventarios.

3.1.3. Clasificación $\alpha \beta \gamma$

Según lo estudiado en el capítulo 2, también es posible combinar los dos primeros criterios de clasificación de materiales de tal forma que se minimice la cantidad de SKU's que deben ser rigurosamente administrados y controlados. Y esta clasificación ha dado el siguiente resultado:

Cant. SKU's	Porcentaje	Tipo
76	16 %	α
116	24 %	β
284	60 %	γ
476	100 %	Total

Tabla 3.3: Clasificación $\alpha \beta \gamma$

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Se recuerda que en el ANEXO B se muestran los cálculos a detalle y claramente se observa la discriminación lograda de los productos con la aplicación de estos tres métodos de clasificación. Ahora, con el fin de caracterizarlos y determinar a cuáles de ellos enfocar nuestros esfuerzos de gestión, se ha considerado sólo los artículos que tienen una clasificación tipo A y tipo 1, que son los enlistados a continuación:

No.	Cód.	Descripción	Valor Inv. Acum
1	272	C/A Barracuda 3/4 6x19FGE	10,19 %
2	278	C/A Barracuda 7/8 6x19FGE	19,22 %
3	22	C/A Boa 7/8 6x19ANL	27,97 %
4	14	C/A Boa 1/2 6x19ANL	34,55 %
5	274	C/A Barracuda 1 6x19FGE	41,15 %
6	160	C/A Jirafa 9/16 6x7FNL	46,44 %
7	280	C/A Barracuda 5/8 6x19FGE	51,58 %
8	30	C/A Boa 1 1/2 6x19ANL	56,30 %
9	290	C/A Camarón 9/16 6X7 FGE	59,74 %
10	20	C/A Boa 3/4 6x19ANL	61,69 %

Tabla 3.4: Productos objetos de la investigación

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Como se observa en la tabla 3.4, se ha conseguido una disminución significativa del listado de productos. De los 476 SKU's que cuenta la empresa en inventario, a partir de ahora se orientará el desarrollo del presente proyecto en esos 10 artículos enlistados, debido a que estos son los inventarios que representan mayor valor económico y criticidad operacional para la empresa. Con estos productos clasificados como prioridad A y 1 se ha logrado controlar el 61,69% de las ventas totales del negocio, esto equivale a \$ 511.614. Por lo tanto, se verifica que efectivamente merecen una mayor atención. Justamente estos 10 productos logrados corresponden a diferentes tipos de cables que comercializa la empresa, por lo que los análisis posteriores se medirán en términos de metros.

3.2. Medición de procesos logísticos actuales

La medición de los datos es fundamental puesto que proporciona claridad de estados y/o situaciones reales, con el fin de evaluar desempeños y cumplimientos de objetivos.

A partir de este análisis se puede proceder a la toma de decisiones.

Para esta medición se ha considerado utilizar indicadores que contrarresten ciertas ineficiencias de la empresa y por eso el Consejo Directivo manifestó que, aunque no cuentan con evidencias que permitan medir el impacto sobre costos, consideran que: errores en las entregas de mercadería por parte de proveedores, inexactitudes en el procesamiento de pedidos, frecuentes diferencias encontradas en la toma de inventarios y productos que no registran movimiento en las bodegas forman parte de las causales del incremento en costos de inventarios que ha sufrido la organización en los últimos años. Este incremento ha sido de 15 % - 30 %, según lo indicado por la empresa.

Los indicadores a implementar son:

- Entregas perfectamente recibidas.
- Calidad de los pedidos generados.
- Rotación de mercadería.
- Exactitud en inventario.

3.2.1. Entregas perfectamente recibidas

Mes	Valor Indicador	Pedidos recibidos	
		Total	Rechazados
Ene	78 %	9	2
Feb	100 %	8	0
Mar	100 %	9	0
Abr	100 %	8	0
May	85 %	13	2
Jun	77 %	13	3
Jul	100 %	13	0
Ago	100 %	10	0
Sep	100 %	11	0
Oct	75 %	12	3
Nov	100 %	12	0
Dic	78 %	9	2

Tabla 3.5: Entregas perfectamente recibidas

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

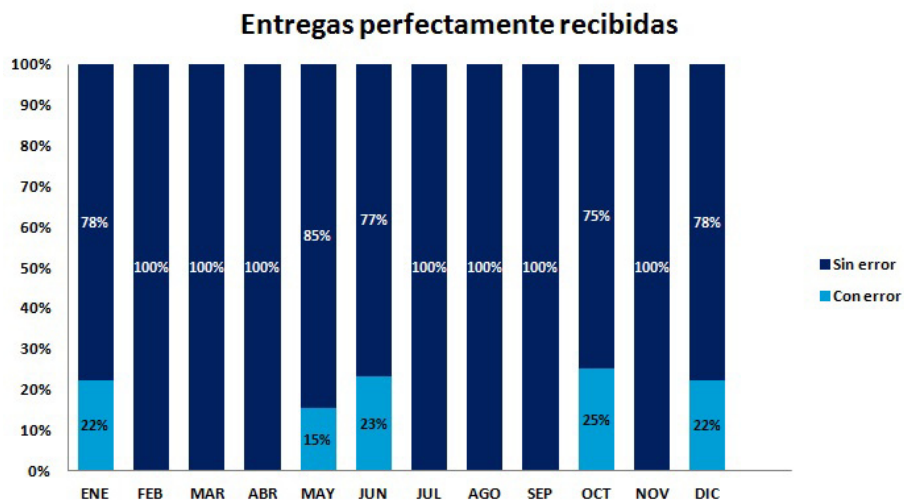


Figura 3.1: KPI-Entregas perfectamente recibidas

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

En el año 2012, la empresa efectuó 127 compras con proveedores nacionales y del exterior, de las cuales 12 órdenes de compra no cumplieron con las especificaciones dadas por la organización. Esto evidencia que, durante ese periodo, en promedio 9% del total de pedidos solicitados han generado costos adicionales de retornos, retrasos en la producción por no contar con los materiales requeridos, entre otras variables de afectación por inexactitudes de los proveedores.

3.2.2. Calidad de los pedidos generados

Mes	Valor Indicador	Calidad de pedidos	
		Total	Sin problemas
Ene	77 %	182	141
Feb	67 %	140	94
Mar	79 %	161	127
Abr	84 %	169	142
May	66 %	175	115
Jun	66 %	154	102
Jul	72 %	133	96
Ago	77 %	189	145
Sep	78 %	140	109
Oct	77 %	126	97
Nov	70 %	151	105
Dic	75 %	137	103

Tabla 3.6: Calidad de los pedidos generados

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

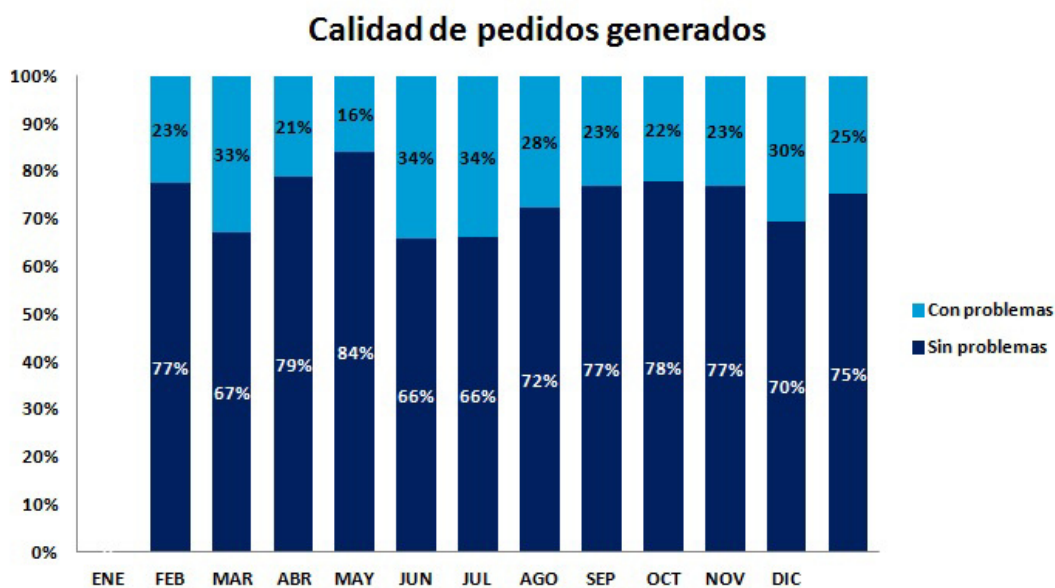


Figura 3.2: KPI-Calidad de los pedidos generados

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Durante el año 2012, la empresa generó un total de 1857 órdenes de trabajo; esta cifra representa el número de pedidos procesados conformes a la información proporcionada por el cliente. Es decir, en ese periodo, 481 órdenes de labor requirieron reproceso de información.

Este dato indica que eventualmente recursos tales como: mano de obra, insumos y tiempo, fueron utilizados innecesariamente y consecuentemente hubo disminución en el nivel de inventarios, dado que no todos los materiales una vez usados para fabricar pueden ser reutilizados.

3.2.3. Rotación de mercadería

3.2.3.1. Índice de rotación de productos por categoría ABC

Dado que la rotación del stock determina el tiempo que tarda en salir el inventario, es necesario conocer cómo se mueve la aguja de este indicador considerando los 476 productos que comercializa la empresa.

Para efectos de una mayor visibilidad del comportamiento, en términos de rotación, de estos SKU's se ha procedido a calcular el índice de rotación que se tuvo en el 2012 por categoría ABC.

Clasificación	Vtas. Acum.	Inv. Prom.	Valor Indicador	Disponibilidad inventario en bodega	
Productos A	\$660.101,78	\$210.119,20	3,14 veces	3,82 meses	115 días
Productos B	\$127.446,29	\$71.622,66	1,78 veces	6,74 meses	202 días
Productos C	\$41.810,29	\$120.158,40	0,35 veces	34,49 meses	1035 días

Tabla 3.7: Rotación de mercadería

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Interpretando los resultados obtenidos en la tabla 3.7, se analiza lo siguiente:

Claramente se observa que el índice más bajo está sobre los 377 productos de tipo C. Es alarmante notar que en el lapso de un año este inventario rotó apenas 0.35 veces, en otras palabras tiene que transcurrir aproximadamente 34 meses para que estos materiales salgan de almacén. Mantener estos recursos inmovilizados por tiempos prolongados no es rentable para la empresa puesto que representan costos adicionales.

No obstante, los 31 SKU's clasificados como A tienen una frecuencia media de reposición de 4 meses ya que estos inventarios rotaron 3.14 veces en el año. Mientras que los productos de clase B han tenido una rotación de 1.78 vueltas al año, dicho de otra forma, este stock se vende o rota a los 7 meses del periodo de estudio.

Entre más baja sea la rotación, el tiempo de estancia de los inventarios en bodega es mayor. Esto ha conllevado a que la empresa incurra en una alta inversión en el mantenimiento de los inventarios.

Debido a que en la sección anterior de las 476 referencias de la empresa, se determinó focalizar atención en la administración y control de 10 SKU's -por razones de representatividad en valor económico y en los procesos de operación de la organización- se considera también necesario conocer cómo en el 2012 ha sido el nivel de este indicador tomando solamente estos productos sobre los cuales está orientado el proyecto. A continuación los resultados logrados por mes:

3.2.3.2. Índice de rotación de productos tipo A y tipo 1

Mes	Valor Indicador	Días Inv.	Vtas. Acum.	Inv. Prom.
Ene	1,35	22	\$ 42.716,14	\$ 31.609,95
Feb	1,45	21	\$ 42.614,71	\$ 29.404,15
Mar	1,47	20	\$ 42.523,98	\$ 28.916,31
Abr	1,67	18	\$ 42.689,28	\$ 25.613,57
May	1,25	24	\$ 42.612,27	\$ 34.089,81
Jun	1,47	20	\$ 42.657,69	\$ 29.007,23
Jul	1,22	25	\$ 42.574,33	\$ 34.910,95
Ago	1,64	18	\$ 42.699,04	\$ 26.046,83
Sep	1,27	24	\$ 42.634,04	\$ 33.680,89
Oct	1,52	20	\$ 42.650,11	\$ 28.149,07
Nov	1,35	22	\$ 42.479,20	\$ 31.434,61
Dic	1,28	23	\$ 42.762,18	\$ 33.354,50

Tabla 3.8: Rotación de mercadería

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

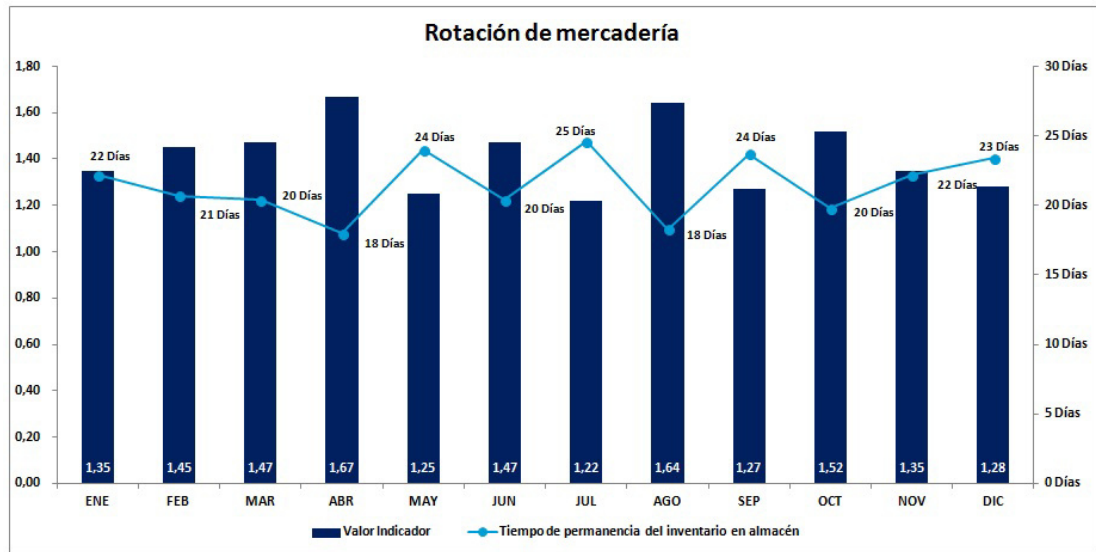


Figura 3.3: KPI-Rotación de los Inventarios

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Estos datos reflejan que a lo mucho 25 días ha sido el tiempo en que estos productos categorizados como clase A y clase 1 han permanecido en almacén antes de ser vendidos. Sin embargo, un indicador de rotación relativamente alto, puede deberse por niveles de existencia bajos que se dan por tamaños de pedidos no óptimos, que frecuentemente han ocasionado stockout que la empresa debe salvar haciendo compras locales adicionales emergentes.

3.2.4. Exactitud del inventario

Mes	Valor total del Inv.	Valor diferencia	Valor Indicador	
			Exactitud	Diferencia
Ene	\$68.362	\$3.025	96 %	4 %
Feb	\$69.172	\$3.042	96 %	4 %
Mar	\$69.247	\$3.518	95 %	5 %
Abr	\$71.252	\$3.749	95 %	5 %
May	\$69.485	\$4.007	94 %	6 %
Jun	\$67.299	\$4.020	94 %	6 %
Jul	\$69.943	\$3.122	96 %	4 %
Ago	\$66.791	\$4.301	94 %	6 %
Sep	\$69.829	\$4.449	94 %	6 %
Oct	\$69.394	\$2.791	96 %	4 %
Nov	\$70.031	\$4.602	93 %	7 %
Dic	\$68.552	\$5.039	93 %	7 %

Tabla 3.9: Exactitud del inventario

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

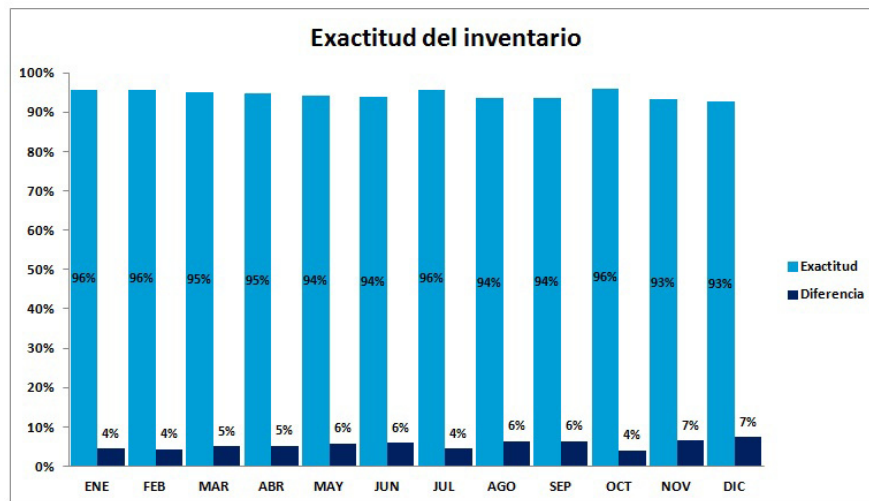


Figura 3.4: KPI-Calidad de los pedidos generados

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

La teoría indica que mientras más importante sea un ítem para la organización, menor debe ser la tolerancia de error permitida.

Como puede observarse, en el año 2012 el inventario que la empresa ha registrado en el sistema versus el inventario real físico ha tenido un nivel de exactitud promedio de 94%, con una discrepancia de 6% posiblemente derivada por errores operativos en el manejo de los registros de movimientos o transacciones.

Se considera que este margen de error de la empresa no ha impactado en términos de abastecimientos y nivel de servicio.

3.3. Determinación del tipo de demanda: Regresión lineal simple

El análisis de los datos permitirá determinar el comportamiento de los mismos a través del tiempo. Las suposiciones que se hacen respecto a la demanda son las más importantes, ya que suelen ser las que determinan la complejidad del modelo a utilizar. Consecuentemente, no se puede establecer qué herramientas o modelos de inventario implementar mientras no se tenga bien definido cuál es el tipo de la demanda; es decir, si tienen carácter determinístico o probabilístico. Por tal razón, primero se deberá observar cómo cada uno de los 10 artículos, objetos de análisis, han sido requeridos a lo largo del año 2012. El horizonte de estudio ha sido de 48 semanas y ha sido dividido en dos intervalos de tiempo:

- Periodo 1: Comprendido en las semanas del 1 a 24.
- Periodo 2: Comprendido en las semanas del 25 a 48.

Las figuras siguientes muestran el comportamiento gráfico de la demanda anual de cada uno de los productos.

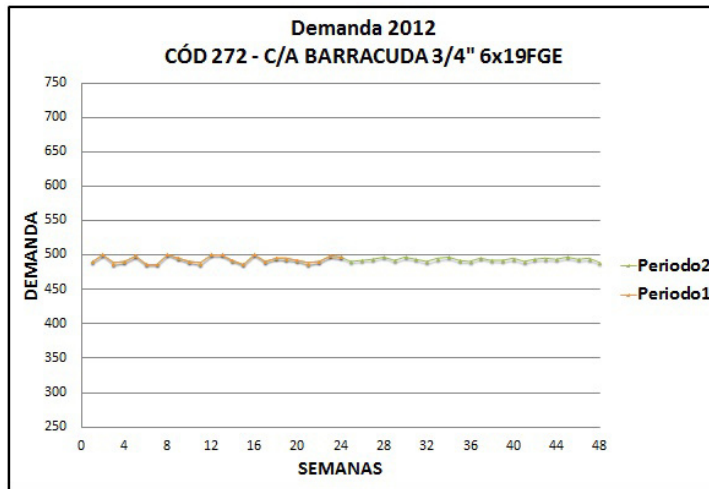


Figura 3.5: Demanda: C/A Barracuda 3/4” 6x19FGE

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

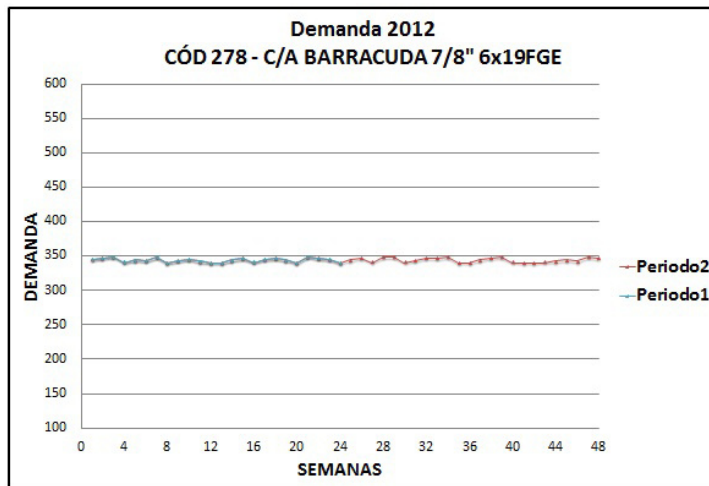


Figura 3.6: Demanda: C/A Barracuda 7/8” 6x19FGE

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

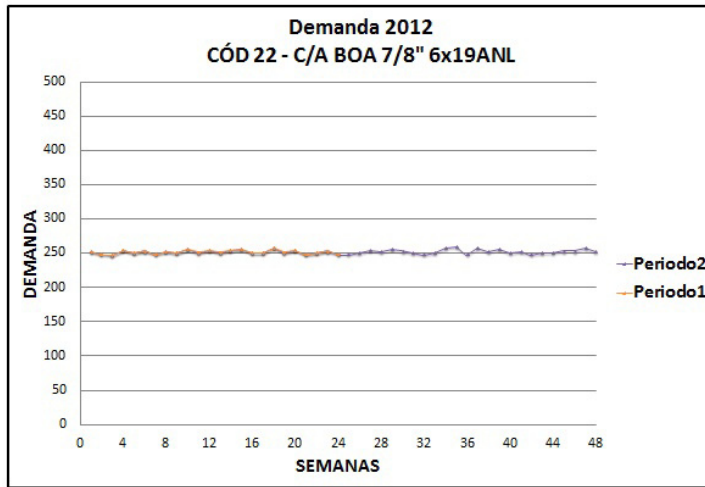


Figura 3.7: Demanda: C/A Boa 7/8”6x19ANL

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

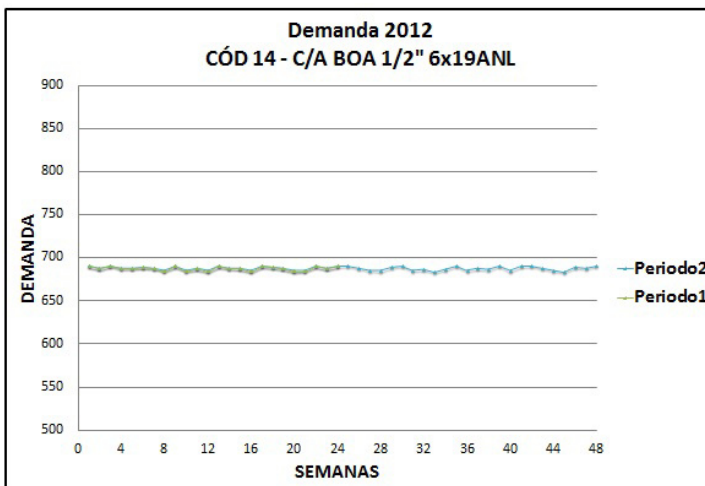


Figura 3.8: Demanda: C/A Boa 1/2”6x19ANL

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

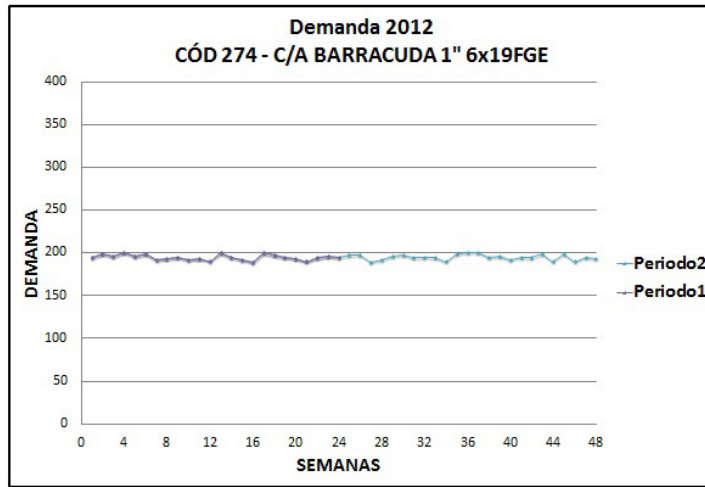


Figura 3.9: Demanda: C/A Barracuda 1" 6x19FGE

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

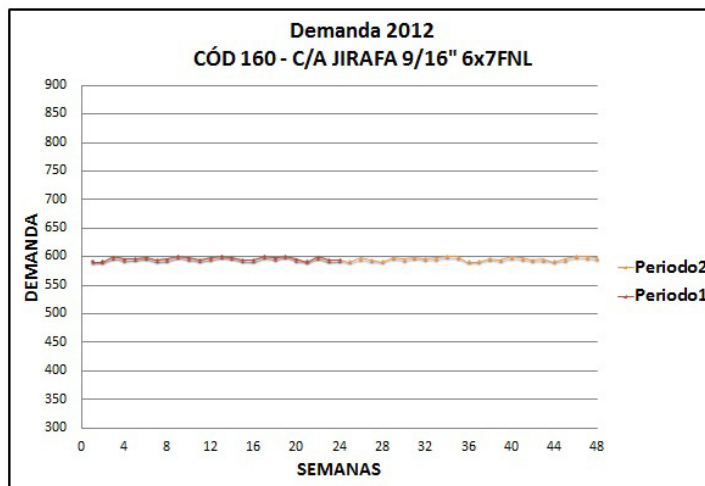


Figura 3.10: Demanda: C/A Jirafa 9/16" 6x7FNL

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

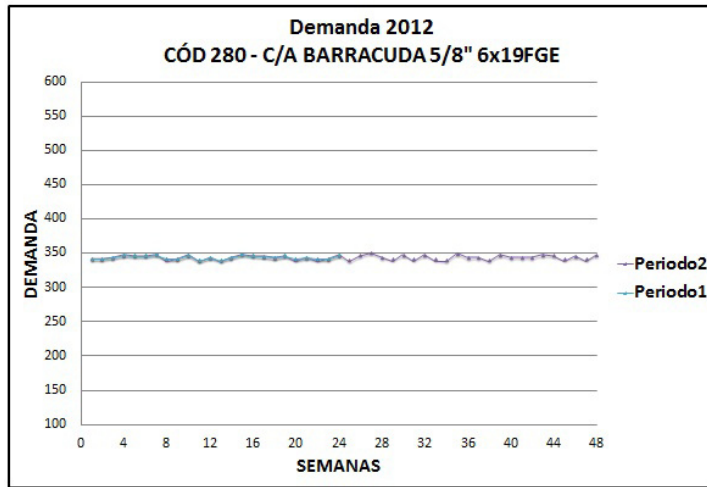


Figura 3.11: Demanda: C/A Barracuda 5/8" 6x19FGE

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

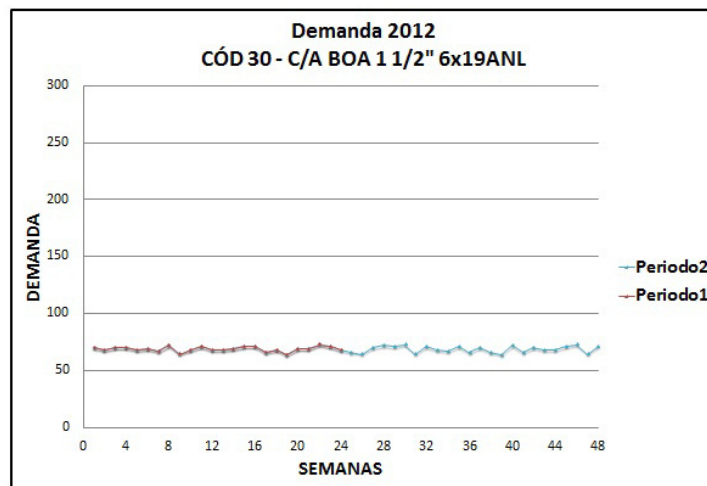


Figura 3.12: Demanda: C/A Boa 1 1/2" 6x19ANL

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

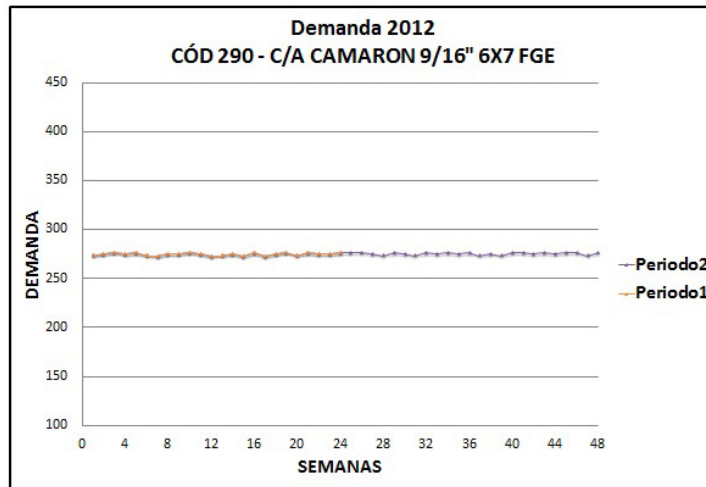


Figura 3.13: Demanda: C/A Camarón 9/16" 6X7 FGE

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

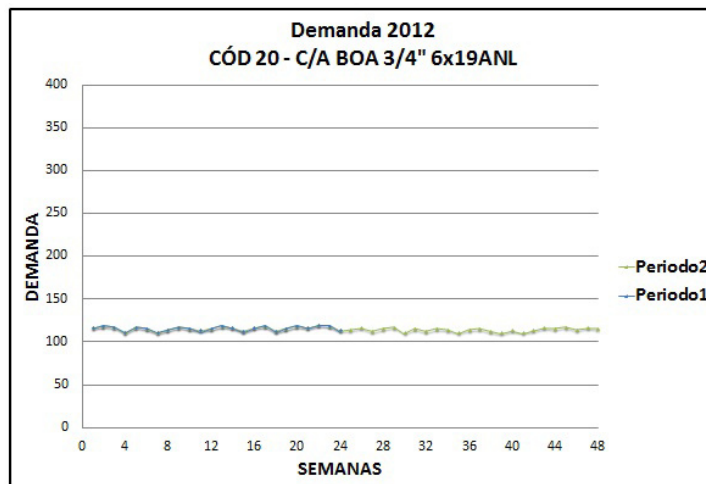


Figura 3.14: Demanda: C/A Boa 3/4" 6x19ANL

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Visualmente, ya se tiene idea de cómo la demanda de cada SKU ha ido interactuando semanalmente; sin embargo, ahora es necesario un análisis de regresión lineal simple, ya que esto permitirá conocer el tipo de demanda que presenta cada uno de los productos y así poder establecer el modelo de inventario que mejor se adapte a los mismos.

Entonces, dado el modelo de regresión lineal simple:

$$Y = B_0 + B_1X$$

Siendo B_0 y B_1 dos constantes desconocidas, se desea comprobar que B_1 es igual a cero. De esta manera, se establecerá que la demanda mensual de los productos de un periodo - previamente definido - está representada por el promedio de todos estos 24 consumos semanales. En otras palabras, se establecería que la demanda entre los meses de un periodo es constante.

Por consiguiente, se procede a elaborar una prueba de hipótesis en donde se ha decidido considerar un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Donde:

$$H_0 : b_1 = 0$$

$$H_1 : b_1 \neq 0$$

Se conoce que la hipótesis nula es verdadera, si y sólo si, $valorp > \alpha$

Con el soporte del software estadístico R, se han obtenido los resultados expresos en las tablas 3.10 y 3.11.

No.	Cód.	Valor p	α	$p > \alpha$	Comportamiento
1	272	0,680	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
2	278	0,606	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
3	22	0,611	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
4	14	0,423	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
5	274	0,187	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
6	160	0,618	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
7	280	0,817	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
8	30	0,920	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
9	290	0,766	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
10	20	0,526	0,05	Se acepta Ho	Determinístico

Tabla 3.10: Resultados prueba de hipótesis - Periodo 1

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

No.	Cód.	Valor p	α	$p > \alpha$	Comportamiento
1	272	0,843	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
2	278	0,412	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
3	22	0,603	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
4	14	0,681	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
5	274	0,713	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
6	160	0,276	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
7	280	0,824	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
8	30	0,775	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
9	290	0,841	0,05	Se acepta Ho	Determinístico
10	20	0,623	0,05	Se acepta Ho	Determinístico

Tabla 3.11: Resultados prueba de hipótesis - Periodo 2

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Tal como se observa en las tablas 3.10 y 3.11, el *valor p* de cada uno de los artículos es mayor al valor α . Por eso, con suficiente evidencia estadística se rechaza la hipótesis alternativa a favor de la hipótesis nula.

Así pues, el modelo de regresión lineal simple se sintetiza a $Y = B_o$, de modo que:

$$B_o = \bar{X}$$

En términos concretos, se afirma que la demanda mensual en cada periodo es constante, es decir, un producto en cada periodo tendrá como demanda la media de las 24 semanas que las conforman. Ver tabla 3.12.

No	Cód.	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	272	1971,8	1971,8	1971,8	1971,8	1971,8	1971,8	1970,6	1970,6	1970,6	1970,6	1970,6	1970,6
2	278	1375,5	1375,5	1375,5	1375,5	1375,5	1375,5	1376,0	1376,0	1376,0	1376,0	1376,0	1376,0
3	22	1006,6	1006,6	1006,6	1006,6	1006,6	1006,6	1010,0	1010,0	1010,0	1010,0	1010,0	1010,0
4	14	2750,5	2750,5	2750,5	2750,5	2750,5	2750,5	2749,5	2749,5	2749,5	2749,5	2749,5	2749,5
5	274	779,6	779,6	779,6	779,6	779,6	779,6	780,3	780,3	780,3	780,3	780,3	780,3
6	160	2383,8	2383,8	2383,8	2383,8	2383,8	2383,8	2382,8	2382,8	2382,8	2382,8	2382,8	2382,8
7	280	1375,8	1375,8	1375,8	1375,8	1375,8	1375,8	1376,1	1376,1	1376,1	1376,1	1376,1	1376,1
8	30	275,5	275,5	275,5	275,5	275,5	275,5	274,8	274,8	274,8	274,8	274,8	274,8
9	290	1099,6	1099,6	1099,6	1099,6	1099,6	1099,6	1101,5	1101,5	1101,5	1101,5	1101,5	1101,5
10	20	461,6	461,6	461,6	461,6	461,6	461,6	455,5	455,5	455,5	455,5	455,5	455,5

Tabla 3.12: Demanda mensual de los productos

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Por razones de análisis posteriores, se multiplica la demanda mensual por los seis meses del horizonte de estudio. Logrando lo detallado en la tabla 3.13.

No.	Cód.	$D_{(Per1)}$	$D_{(Per2)}$
1	272	11831	11824
2	278	8253	8256
3	22	6040	6060
4	14	16503	16497
5	274	4678	4682
6	160	14303	14297
7	280	8255	8257
8	30	1653	1649
9	290	6598	6609
10	20	2770	2733

Tabla 3.13: Demanda de los productos por periodo

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Se concluye, entonces, que estos resultados dados por la prueba de hipótesis muestran un comportamiento determinístico de la demanda de los artículos bajo estudio.

Capítulo 4

Propuesta de sistema de inventarios

4.1. Desarrollo de políticas de pedidos

De acuerdo a los resultados logrados en el capítulo 3, se conoce que el comportamiento de la demanda analizada es estática entre meses y dinámica entre semanas. Entonces, el modelo de inventario que mejor se ajusta a nuestros múltiples productos, es de tipo determinístico. Y el EOQ es un buen punto de partida a muchas políticas de inventario. En este caso, se ha decidido implementar dos políticas de ordenar, descritas en esta sección.

Asimismo, se estarán evaluando los diversos costos en los que incurriría la empresa en el manejo de inventarios con la aplicación de estas dos políticas propuestas.

4.1.1. Política de pedido Power of Two

Los datos que se requieren para este modelo son los expresados en la tabla 4.1:

No.	Cód.	A	h	$D_{(Per1)}$	$D_{(Per2)}$
1	272	2100	0,74	11831	11824
2	278	2100	0,94	8253	8256
3	22	2100	1,24	6040	6060
4	14	2100	0,34	16503	16497
5	274	2100	1,21	4678	4682
6	160	2100	0,32	14303	148297
7	280	2100	0,54	8255	8257
8	30	2100	2,46	1653	1649
9	290	2100	0,45	6598	6609
10	20	2100	0,61	2770	2733

Tabla 4.1: Datos de los productos

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Así pues, el modelo básico EOQ es calculado para cada artículo y en cada uno de los periodos; obteniendo las variables presentadas en las tablas 4.2 y 4.3.

Para el período comprendido de la semana 1 a la 24:

No.	Cód.	Q_P^*1	T^*	k	T'	Q'
1	272	8187,71	0,69	1	2	23662
2	278	6070,50	0,74	1	2	16506
3	22	4514,98	0,75	1	2	12080
4	14	14215,94	0,86	1	2	33006
5	274	4025,39	0,86	1	2	9356
6	160	13748,91	0,96	1	2	28606
7	280	8045,59	0,97	1	2	16510
8	30	1679,99	1,02	1	2	3306
9	290	7871,03	1,19	1	2	13196
10	20	4368,00	1,58	1	2	5540

Tabla 4.2: Resultados Power of Two en periodo 1

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Para el período comprendido de la semana 25 a la 48:

No.	Cód.	Q_P^*2	T^*	k	T'	Q'
1	272	8185,28	0,69	1	2	23648
2	278	6071,61	0,74	1	2	16512
3	22	4522,44	0,75	1	2	12120
4	14	14213,36	0,86	1	2	32994
5	274	4027,11	0,86	1	2	9364
6	160	13746,03	0,96	1	2	28594
7	280	8046,57	0,97	1	2	16514
8	30	1677,96	1,02	1	2	3298
9	290	7877,59	1,19	1	2	13218
10	20	4338,73	1,59	1	2	5466

Tabla 4.3: Resultados Power of Two en periodo 2

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Previo a interpretar los resultados, se definen las variables de las tablas por columna.

- **Columna#1 y #2:** Son los SKU's enumerados y codificados.
- **Columna# 3:** Tamaño del pedido por periodo, según cálculos EOQ.
- **Columna# 4:** Tiempo de reaprovisionamiento medido en meses.
- **Columna# 5:** Es la potencia a elevar el coeficiente 2. Nomenclatura equivalente al valor n definido en la sección de *Power of Two* en el capítulo 2.
- **Columna# 6:** Representa el intervalo de tiempo a ordenar en *Power of Two*.
- **Columna# 7:** Es el tamaño óptimo del pedido, según *Power of Two*.

En lo que se refiere a resultados, recordando que los productos están ordenados de forma ascendente en relación a su valor en los inventarios y operaciones, se resalta lo siguiente:

- A fin de evitar que ocurra un stockout, todos los artículos deben ser reaprovisionados en un intervalo de cada dos meses. Esto es para los dos periodos.
- Comparando las cantidades óptimas a ordenar entre los dos periodos para cada SKU, no hay diferencia marcada.

4.1.2. Heurística de Silver & Meal

Se determina que durante un año el número de veces a ordenar para los siguientes artículos son:

No.	Cód.	Veces a ordenar
1	272	6
2	278	6
3	22	6
4	14	6
5	274	6
6	160	6
7	280	6
8	30	5
9	290	4
10	20	3

Tabla 4.4: Resultados obtenidos mediante heurística: Silver & Meal

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

La tabla 4.4 presenta el número de veces en que un pedido debería ser ordenado durante el horizonte de planeación de un año. En el anexo C se muestran, por ítem, el tamaño del lote, el tiempo de ordenar y el costo mínimo total resultante que la empresa incurriría aplicando este método.

4.1.3. Comparación de costos resultantes: Método Power of Two Vs. Silver & Meal

Habiendo procedido con la implementación de estas dos políticas de pedido, en la tabla 4.5 se reflejan los costos totales alcanzados del manejo de los inventarios bajo estos métodos.

No.	Cód.	Costo Power of Two	Costo Silver & Meal
1	272	\$19.663,52	\$21.370,84
2	278	\$17.628,60	\$20.374,18
3	22	\$17.157,78	\$20.132,62
4	14	\$13.418,13	\$18.259,41
5	274	\$13.449,31	\$18.268,59
6	160	\$11.188,78	\$17.145,66
7	280	\$10.944,03	\$17.023,32
8	30	\$10.222,43	\$17.230,15
9	290	\$ 8.007,48	\$14.304,35
10	20	\$ 5.455,55	\$11.333,02
Total		\$127.105,61	\$175.422,14

Tabla 4.5: Comparación de resultados entre métodos aplicados

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Claramente se logra observar que la política de pedido Power of Two, en términos de ahorros, le lleva \$48.336,53 de ventaja al modelo Silver & Meal. En efecto, esto representa un 38 % de diferencia entre ambas políticas.

Definitivamente, este resultado inclina la balanza de elección hacia el método Power of Two; así pues, se concluye que esta es la política de costo óptimo de pedido aplicable para Abastecimientos Industriales S.A.

No obstante, en la siguiente sección, corresponde analizar si el Power of Two efectivamente favorece a la empresa en relación a los costos que la administración actual de sus inventarios acarrea.

4.2. Implantación de indicadores de gestión de inventarios

Abastecimientos Industriales S.A. debe adoptar y arraigar una cultura de medición para tener control y entendimiento profundo de sus procesos, productos y, consecuentemente, servicio. De esta forma, la gerencia podría tomar decisiones más acertadas, oportunas y alineadas a los objetivos de la organización.

Establecer un proceso de monitoreo, supervisión y evaluación continua focalizada al área de inventarios es uno de los objetivos del presente trabajo. Por tal razón, se propone, mediante el cuadro detallado a continuación, un esquema de implantación de los indicadores tratados en capítulos anteriores, dado que están orientados a las debilidades y oportunidades de mejora de la administración de inventarios de esta empresa. Se ha diseñado el siguiente cuadro como patrón sobre el cual la organización se soportará para el desarrollo de sus indicadores: su seguimiento, retroalimentación periódica, observación de tendencias y comportamientos o desempeños en base a los niveles de referencia definidos en conjunto con el Consejo Directivo de la organización. De esta forma se asegura que los estándares establecidos estén alineados a su capacidad de cumplimiento.

Indicador:		Entregas perfectamente recibidas		
Valor final del indicador	Frecuencia	Procedimiento de medición	Estándar de la empresa	
$\frac{\text{Pedidos rechazados}}{\text{Órdenes de compras recibidas}} \times 100$	Mensual	Solicitar al Departamento de Compras e Importaciones un informe de la cantidad de pedidos que fueron rechazados a los proveedores durante el mes y el total de las órdenes de compra realizadas durante ese periodo. El indicador se presenta al Consejo Directivo, dentro de los 5 primeros días de cada mes.	97% Cumplimiento	
			3% Inexactitud	
Escala: Porcentual				
Indicador:		Calidad de los pedidos generados		
Valor final del indicador	Frecuencia	Procedimiento de medición	Estándar de la empresa	
$\frac{\text{Pedidos generados sin problemas}}{\text{Total pedidos generados}} \times 100$	Mensual	Elaborar un registro de los pedidos generados con errores. Mensualmente se solicita al Departamento de Ventas un listado de los pedidos emitidos durante ese periodo y el reporte de los pedidos procesados con problemas. El indicador se presenta al Consejo Directivo, dentro de los 5 primeros días de cada mes.	98% Exactitud	
			2% Error	
Escala: Porcentual				
Indicador:		Rotación de mercadería		
Valor final del indicador	Frecuencia	Procedimiento de medición	Estándar de la empresa	
$\frac{\text{Ventas Acumuladas}}{\text{Inventario Promedio}}$	Semanal	Solicitar al Departamento de Ventas y Almacén un informe del valor total de las ventas mensuales y los resultados de las tomas de inventario ejecutadas en el mes, respectivamente. El indicador se presenta al Consejo Directivo, dentro de los 5 primeros días de cada mes.	0,3 veces	
Escala: Continua				
Indicador:		Exactitud del inventario		
Valor final del indicador	Frecuencia	Procedimiento de medición	Estándar de la empresa	
$\frac{\text{Valor referencias con diferencias}}{\text{Valor total del inventario}}$	Semanal	Ejecutar inventarios semanales y elaborar reportes de diferencias encontradas en el ejercicio cíclico. Solicitar al Departamento de Almacén un informe con los saldos de productos descargados del sistema versus los resultados obtenidos en la toma física del inventario por semana. El indicador se presenta al Consejo Directivo, dentro de los 5 primeros días de cada mes.	94% Exactitud	
			6% Diferencias	
Escala: Porcentual				

Figura 4.1: Cuadro modelo de indicadores

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

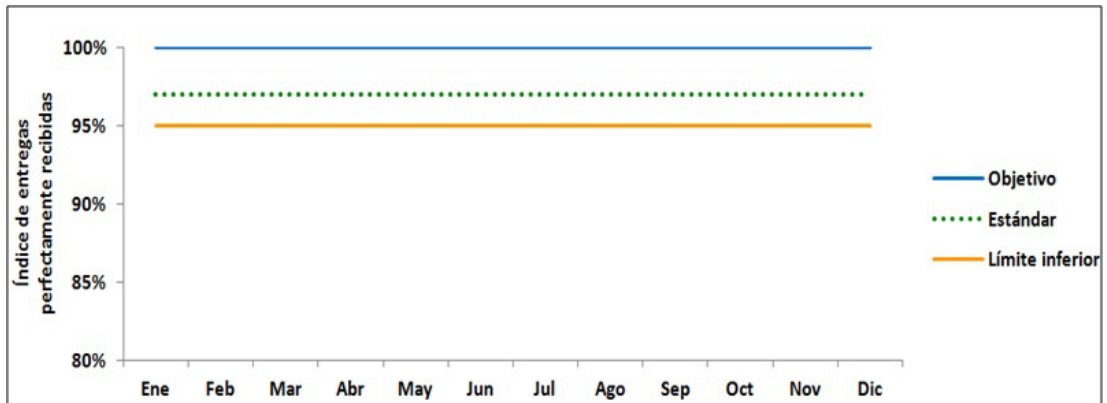


Figura 4.2: Gráfica de control - Entregas perfectamente recibidas

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

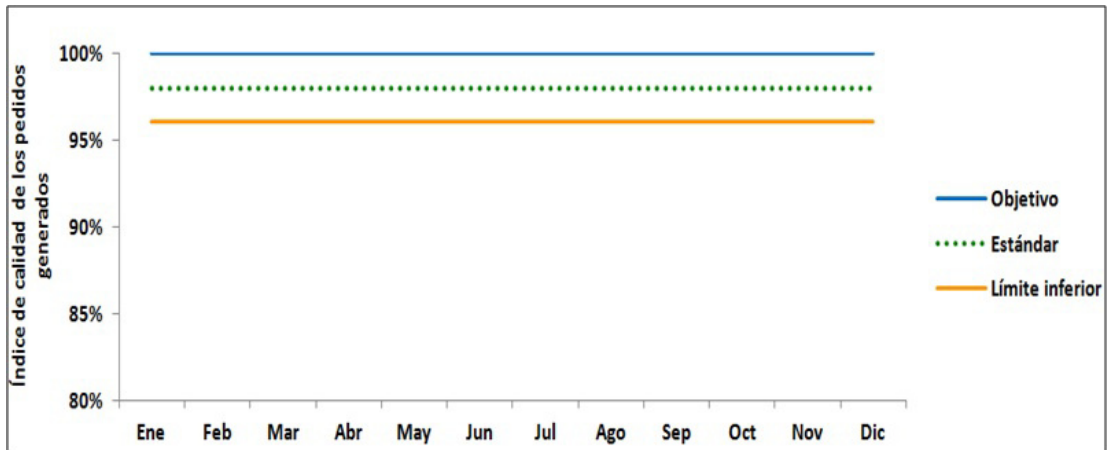


Figura 4.3: Gráfica de control - Calidad de los pedidos generados

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

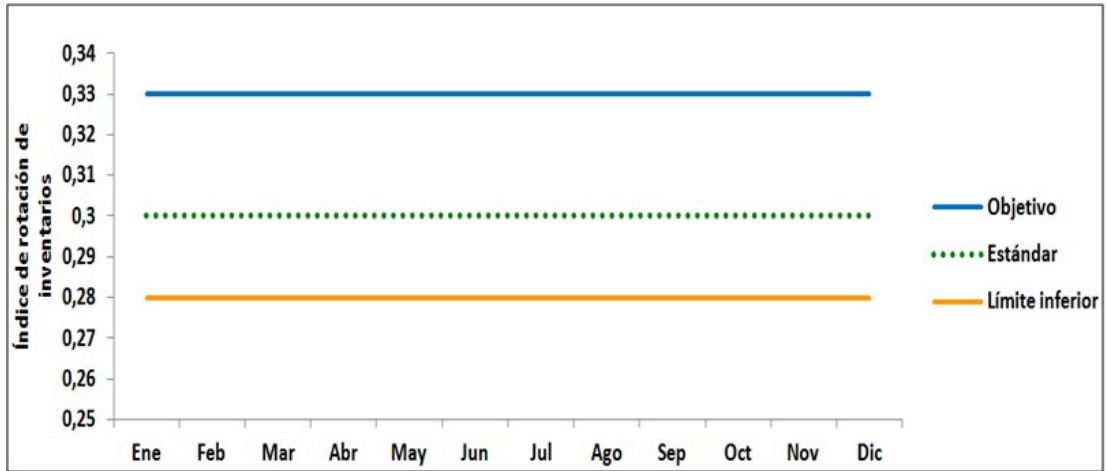


Figura 4.4: Gráfica de control - Rotación de mercadería

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

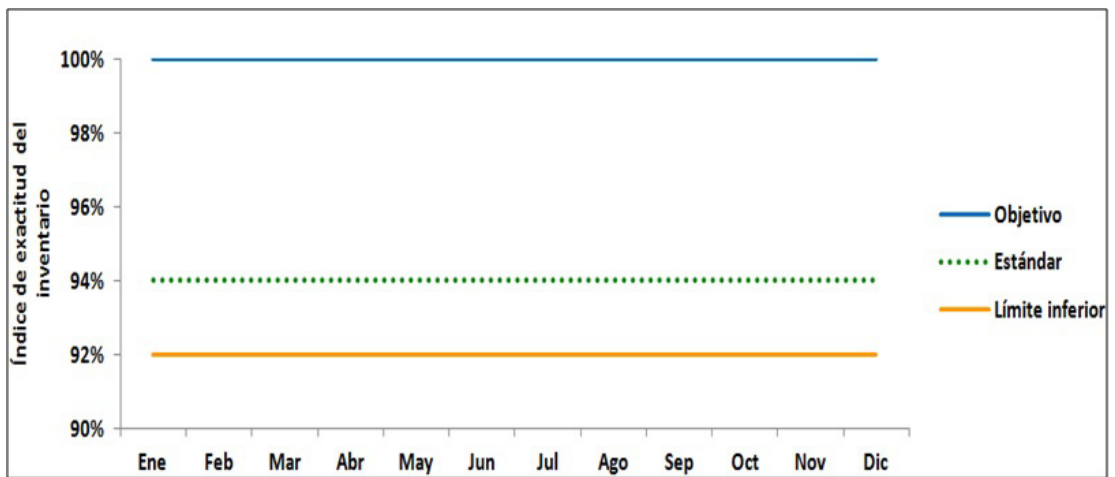


Figura 4.5: Gráfica de control - Exactitud del inventario

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

4.3. Aplicación de mejoras en las áreas de almacenamiento y producción

Se considera que no se puede reducir el costo total de los inventarios y maximizar el nivel de servicio mientras no se tomen también acciones en el sistema de manejo de los materiales.

Entre los principales problemas que tiene Abastecimientos Industriales S.A. en las áreas de almacenamiento y producción S.A son:

4.3.1. Área de almacenamiento

- Tiempos elevados para el almacenamiento de la mercadería.
- No existe una clasificación del área de almacenamiento según la rotación de los productos.

Ciertos productos de alta rotación se encuentran lejos del área de despacho y producción.

- Existe poco espacio físico para el almacenamiento, debido al tamaño volumétrico de la mayoría de sus productos. Esto causa pasillos obstruidos.
- Costos por alquiler de bodega muy altos y uso incorrecto de los espacios.

4.3.2. Área de producción

- Área de trabajo sucia y con poca seguridad que genera un ambiente peligroso e inadecuado para la operación.
- Elevado esfuerzo físico de los trabajadores para la producción.

- Tiempos largos de producción por no contar con las herramientas y equipos que optimicen recursos y espacio.

Dadas estas falencias, se identificaron oportunidades de mejoras para el área productiva y se implementó de modo parcial el concepto de las 5's. Básicamente, el enfoque está dado en la aplicación de las tres primeras técnicas: Seiri: clasificar; Seiton: organizar; Seiso: limpiar.

Los resultados logrados ejecutando estas actividades fueron los siguientes:



Figura 4.6: Implementación de 5's

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe



Figura 4.7: Implementación de 5's

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe



Figura 4.8: Implementación de 5's

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Como se puede observar se ha logrado un clima de orden, limpieza y seguridad, que tiene efecto directo sobre la motivación del empleado y eficiencia en sus labores diarias. No obstante, posterior a la aplicación de la tres primeras *S* de esta técnica, se observaron posibles cambios para el área de almacenamiento, tales como:

- Rediseño de los espacios (de almacenamiento y acceso)
- Mejoras en el sistema de almacenamiento (equipos automatizados)

Se considera que esto aportaría a una reducción de costos e incremento de la productividad.

A continuación el layout actual versus una propuesta de mejora en la distribución del espacio:

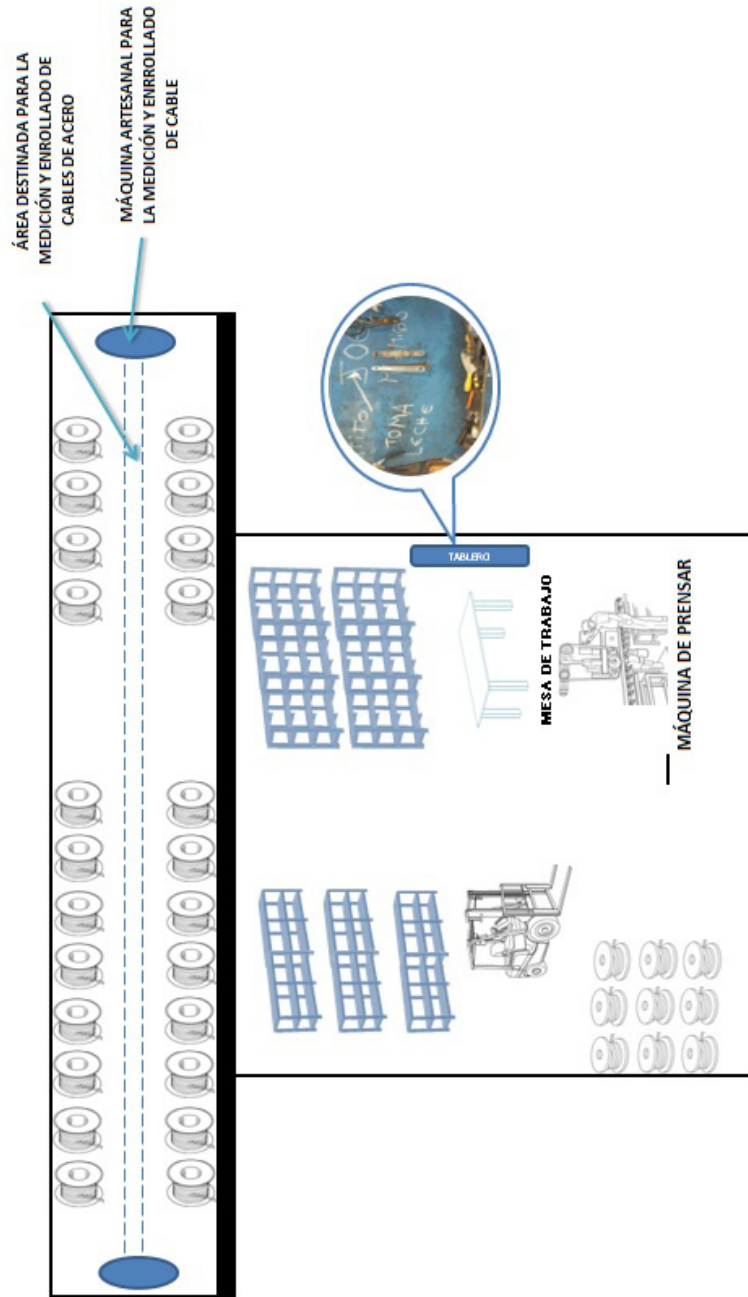


Figura 4.9: Diseño actual área de almacenamiento y producción

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

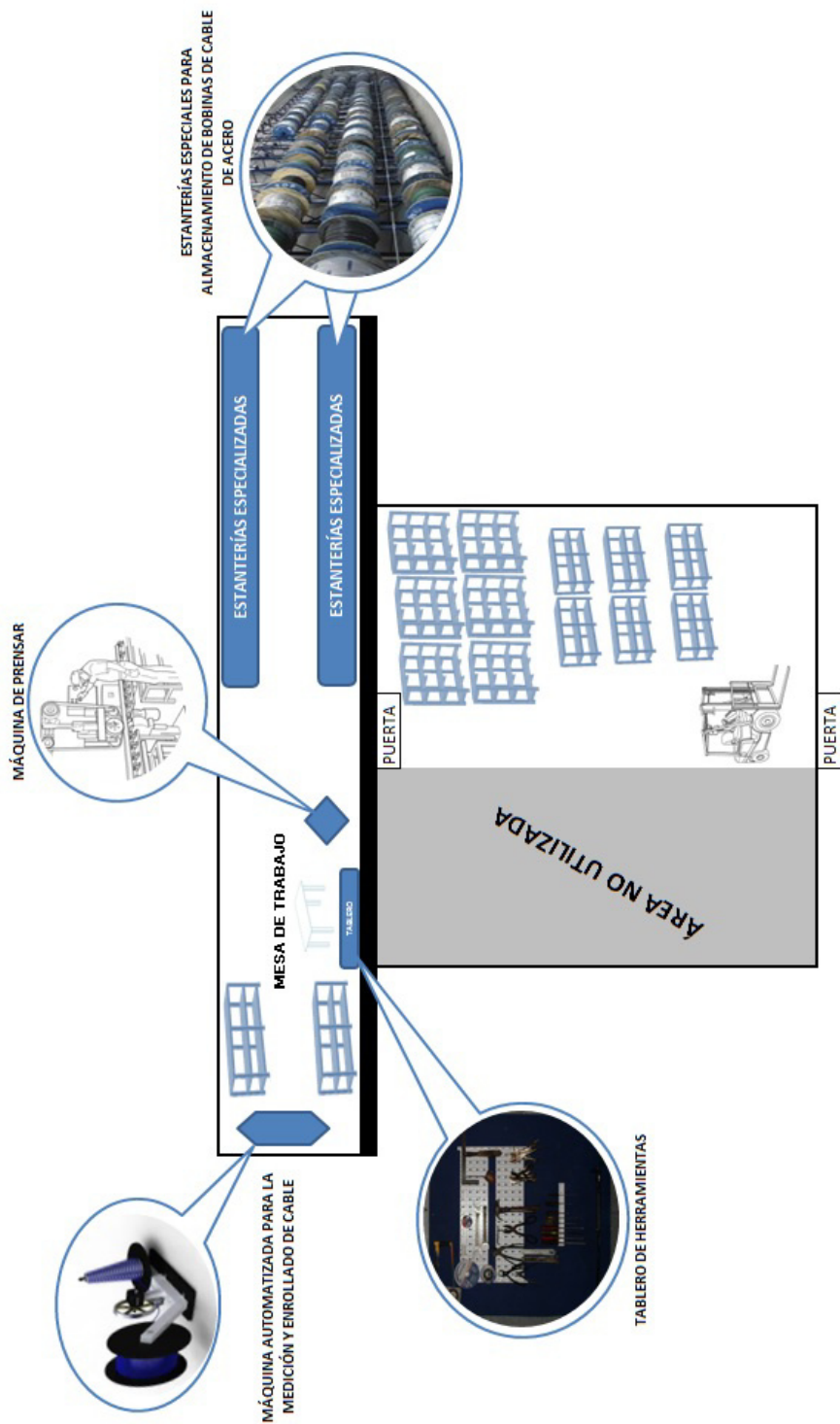


Figura 4.10: Propuesta de rediseño de la bodega

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

4.4. Resultados esperados con la implementación del sistema de inventario

Anteriormente, un factor negativo para las finanzas de Abastecimientos Industriales S.A. estaba dado por tener inventarios de rotación casi nula. Cantidades significantes de productos obsoletos fueron identificados como consumidores potenciales de espacio, recursos y costos innecesarios. Sin embargo, con esta implementación se ha logrado concentrar atención en SKU's que han representado el 61,69 % de las ventas en el 2012. De este modo, la empresa ha de considerar dar de baja a los ítems que no registraban movimientos desde hace más de 1 año; esto equivale a 284 referencias de un total de 476.

Bajo la política de pedido Power of Two se espera que la empresa minimice los costos relacionados a los inventarios y mantenga niveles correctos de existencias de acuerdo a sus consumos; contrarrestando de esta manera las frecuentes roturas de stock que la organización padece actualmente.

Recordemos que durante el año 2012 en rubros de ordenar y mantener los 10 SKU's, objetos de estudio, la empresa incurrió en un gasto de \$186.606; mientras que con la propuesta de pedido Power of Two se está ante un ahorro anual de \$59.500, alcanzando así una reducción relevante del 32 %.

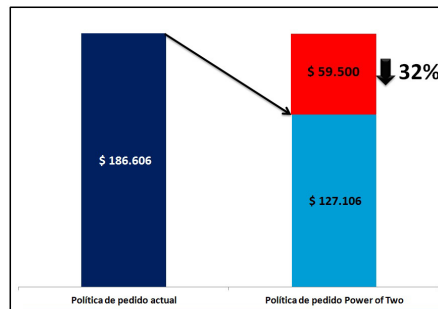


Figura 4.11: Costo total anual

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Por otro lado, la empresa no contaba con indicadores de gestión de los inventarios y por ende no tenían visibilidad del comportamiento o desempeño de los procesos o actividades relacionadas. Con los indicadores planteados, la organización ahora se alinearán a la idea de que todo se puede medir y por tanto todo se puede controlar. Estos indicadores proyectarán a la organización a una mejora continua y optimización de sus procesos de inventarios y abastecimientos.

Previo a la aplicación parcial de 5's, en Abastecimientos Industriales S.A., el área de trabajo era desorganizada y sucia; este hecho hace pensar que bajo estos entornos era difícil alcanzar niveles de productividad y eficiencia elevados, además que visualmente restaba prestigio a la empresa. Básicamente, los empleados estaban acostumbrados a operar en este ambiente. Sin embargo, con la implementación de esta estrategia, se ha logrado desarrollar un entorno de trabajo agradable y eficiente que minimiza costos por acortamientos de tiempos de respuesta e incrementa desempeños y motivación del personal. De hecho, de mantenerse esta cultura la empresa podrá obtener ventajas competitivas sostenibles.

Capítulo 5

Conclusiones

- En los inventarios de una empresa hay pocos artículos importantes y muchos triviales. Por tal razón, se deben establecer políticas de inventarios que enfoquen sus recursos en los pocos artículos importantes y no en los triviales. Es muy poco realista querer dar seguimiento a todas las mercancías de menor representatividad económica y de operación.
- Se logró determinar los artículos que representan mayor valor económico y criticidad operacional para la empresa bajo tres criterios de clasificación de materiales; siendo estos los SKU's que requieren un mayor enfoque de control en el sistema de inventarios diseñado.
- De las dos políticas de pedido desarrolladas, la política Power of Two se consideró la más conveniente para la organización dado que incurre en un costo total menor que lo que genera la administración actual y la heurística Silver & Meal.
- La implantación de indicadores logísticos de gestión de inventarios le permitirá a la empresa supervisar y evaluar sus procesos o actividades asociadas, generando

así una cultura de medición y control continuo.

- La política Power of Two contribuye a mantener niveles correctos de inventarios y a decidir el tiempo de los pedidos, de tal forma que se cumplan con los requerimientos de clientes sin necesidad de efectuar compras fuera de programación. Dicho de otra forma, se consigue evitar stockout y su impacto negativo en costos y nivel de servicio.
- Con la aplicación parcial de la técnica 5's se mejoró el ambiente de trabajo de las áreas de almacenamiento y producción, creando condiciones que facilitan las operaciones diarias. El resultado de estos cambios se ven reflejados en un personal más motivado y comprometido con la productividad de la organización.
- La reestructuración de la bodega es necesaria para lograr un mayor orden y contribuir a la reubicación de los productos mediante los métodos de clasificación de materiales.
- En aras de aumentar eficiencia a los procesos de almacenamiento y producción se plantea un rediseño de los espacios de trabajo y mejoras en el sistema de manejo de materiales con herramientas y equipos automatizados.

Capítulo 6

Recomendaciones

Para trabajos futuros, se sugiere tomar en cuenta lo expresado a continuación:

- Conforme a los resultados obtenidos sabemos que la empresa podría dar de baja a 284 ítems que no han registrado movimientos por tiempos prolongados. Esto significaría que la organización ya no contaría con 476 SKU's sino con 192 referencias de Tipo α y β , por lo que se podría considerar aplicar las políticas de pedido estudiadas de múltiples productos en los inventarios de clase α .
- Implementar, a mediano plazo indicadores adicionales para toda aquella actividad o proceso logístico relevante de la empresa.
- Utilizar software estadísticos que sirvan de plataforma para analizar históricos y patrones de demanda, que permitan obtener predicciones con mayor exactitud. Se debería considerar un histórico de datos de al menos dos años.
- Mapear en planes futuros el estudio de factibilidad de adquisición de nuevos equipos y herramientas de trabajo que optimicen espacio y tiempos de reacción en las áreas de almacenamiento y producción.

Anexos A

Demanda mensual de los productos tipo A y tipo 1 en el año 2012

No	Cód.	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1	272	1967	1971	1972	1979	1971	1971	1972	1969	1971	1972	1969	1971	23655
2	278	1382	1375	1370	1371	1375	1380	1380	1379	1374	1380	1363	1380	16509
3	22	1002	1004	1010	1011	1013	1000	1005	1006	1016	1016	1001	1016	12100
4	14	2756	2750	2746	2749	2750	2752	2748	2751	2745	2748	2754	2751	33000
5	274	791	780	771	776	785	775	776	783	784	784	778	777	9360
6	160	2377	2382	2388	2385	2393	2378	2373	2387	2387	2381	2378	2392	28600
7	280	1375	1381	1372	1378	1375	1374	1379	1376	1372	1375	1381	1374	16512
8	30	278	276	272	279	267	281	273	2780	272	272	272	280	3302
9	290	1101	1098	1100	1098	1099	1102	1102	1101	1102	1099	1102	1103	13207
10	20	462	457	460	462	463	466	457	455	454	450	45	462	5503

Tabla A.1: Demanda mensual de los productos tipo A y tipo 1 en el Año 2012

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Anexos B

Clasificación de los productos

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
272	C/A BARRACUDA 3/4" 6x19FGE	\$ 84.536,6	10,19%	10,19%	A	1	α
278	C/A BARRACUDA 7/8" 6x19FGE	\$ 74.870,0	9,03%	19,22%	A	1	α
22	C/A BOA 7/8" 6x19ANL	\$ 72.600,0	8,75%	27,97%	A	1	α
14	C/A BOA 1/2" 6x19ANL	\$ 54.569,6	6,58%	34,55%	A	1	α
274	C/A BARRACUDA 1" 6x19FGE	\$ 54.719,9	6,60%	41,15%	A	1	α
160	C/A JIRAFÁ 9/16" 6x7FNL	\$ 43.820,9	5,28%	46,44%	A	1	α
280	C/A BARRACUDA 5/8" 6x19FGE	\$ 42.640,9	5,14%	51,58%	A	1	α
30	C/A BOA 1 1/2" 6x19ANL	\$ 39.194,7	4,73%	56,30%	A	1	α
290	C/A CAMARON 9/16" 6X7 FGE	\$ 28.482,5	3,43%	59,74%	A	1	α
20	C/A BOA 3/4" 6x19ANL	\$ 16.178,5	1,95%	61,69%	A	1	α
02PE422203	ANILLA/GARETA/A 35MM C/R	\$ 16.006,6	1,93%	63,62%	A	2	α
208	C/A TIBURON 1/2" 6x7FGE	\$ 15.367,4	1,85%	65,47%	A	2	α
BOA 1"	C/A BOA 1" 6x26 ANL	\$ 14.561,9	1,76%	67,23%	A	2	α
264	C/A BALLENA 3/4" 6x24FGL	\$ 13.317,6	1,61%	68,83%	A	2	α
28	C/A BOA 1 1/4" 6x19ANL	\$ 12.049,1	1,45%	70,29%	A	2	α
KLB-13-8E	CADENA NEGRA KLB 13-8 DE 1/2" WLL: 5.3TON	\$ 10.210,2	1,23%	71,52%	A	2	α
02PE422202	ANILLA/GARETA/A 35MM S/R	\$ 8.559,3	1,03%	72,55%	A	2	α
262	C/A BALLENA 5/8" 6x24FGL	\$ 7.489,6	0,90%	73,45%	A	2	α
130	C/A CASCABEL A/A 1 1/4"	\$ 6.578,8	0,79%	74,24%	A	2	α
18	C/A BOA 5/8" 6x19ANL	\$ 6.102,8	0,74%	74,98%	A	2	α
121	C/A CASCABEL 7/8" 6x36AGL	\$ 4.525,3	0,55%	75,53%	A	2	α
1102	C/A BOA 7/8" 6X26ANL	\$ 4.421,7	0,53%	76,06%	A	2	α
24	C/A BOA 1" 6x19ANL	\$ 4.373,1	0,53%	76,59%	A	2	α
142	C/A JABALI 5/8" 19x7TGL	\$ 4.203,0	0,51%	77,09%	A	2	α
174	ZINC Z10 10KG 4P	\$ 4.107,2	0,50%	77,59%	A	3	β
10	C/A BOA 3/8" 6x19ANL	\$ 3.426,1	0,41%	78,00%	A	2	α
KLB 26-8E	CADENA DE 1"	\$ 3.380,5	0,41%	78,41%	A	2	α
KLA 16-10	CADENA AZUL KLA 16-10 DE 5/8" WLL: 10 TON	\$ 2.995,8	0,36%	78,77%	A	2	α
10037	C/A COBRA 1" 6x7FNL	\$ 2.540,4	0,31%	79,08%	A	2	α
KLB-10-8E	CADENA NEGRA KLB 10-8 DE 3/8" WLL: 3.15 TON	\$ 2.199,0	0,27%	79,34%	A	2	α
1041321	CASQUILLO S505 1 1/2" CG	\$ 2.037,2	0,25%	79,59%	A	2	α

Figura B.1: Clasificación tipo A

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
115	C/A CASCABEL 5/8" 6x36AGL	\$ 4.238,4	0,51%	80,10%	B	1	α
123	C/A CASCABEL 3/4" 6x36AGL	\$ 4.100,4	0,49%	80,60%	B	1	α
130904014	TECLE DE PALANCA DE 5 TONS.	\$ 4.046,0	0,49%	81,09%	B	3	β
10036	C/A COBRA 7/8" 6x19FNL	\$ 3.959,0	0,48%	81,56%	B	1	α
10013	ESLINGA 200MMx4CPx12MT	\$ 3.908,6	0,47%	82,03%	B	2	β
172	ZINC Z25 10.38KG 2P	\$ 3.748,4	0,45%	82,49%	B	3	β
5010310	C/A CABLEMAX 3/16" GAL 6X7 4.8MM	\$ 3.360,0	0,41%	82,89%	B	1	α
170	ZINC BE55 5KG 2P	\$ 3.232,9	0,39%	83,28%	B	3	β
52	C/A CORAL 1/2" 8x19FNL	\$ 3.113,8	0,38%	83,66%	B	1	α
119	C/A CASCABEL 1 1/8" 6x36AGL	\$ 2.983,6	0,36%	84,02%	B	1	α
405663	ESLINGA 250MMx2CX12M NARANJA	\$ 2.878,6	0,35%	84,36%	B	2	β
266	C/A BALLENA 7/8" 6x24FGL	\$ 2.787,3	0,34%	84,70%	B	1	α
KLB-22-8E	CADENA NEGRA KLB 22-8 DE 7/8" WLL: 15 TON	\$ 2.713,5	0,33%	85,03%	B	2	β
02PE410141	KIT CARRETE EJ/BOC ANILLA 35MM	\$ 2.665,6	0,32%	85,35%	B	3	β
104	CABO/NYLON 1"	\$ 2.554,0	0,31%	85,66%	B	2	β
138	C/A JABALI 1/2" 19x7TGL	\$ 2.473,4	0,30%	85,95%	B	1	α
1100	ESLINGA 100MM x2CP x 6M 5.6TON GRIS	\$ 2.337,6	0,28%	86,24%	B	2	β
194	C/A RETENIDA 5/16" 1x7AGL	\$ 2.300,0	0,28%	86,51%	B	1	α
M 32-8	ESL/MTR 1 3/4" M 32-8 CLASSI	\$ 2.290,7	0,28%	86,79%	B	3	β
125	C/A CASCABEL 1" 6x36AGL	\$ 2.250,0	0,27%	87,06%	B	1	α
1101	ESLINGA 100MM x 4CP x 6M 11.2TON GRIS	\$ 2.000,3	0,24%	87,30%	B	2	β
11027	ESLINGA 200MM x4CP x 12M 22.4TON AZUL	\$ 2.000,0	0,24%	87,54%	B	2	β
116	C/A CASCABEL 1/2" 6x36AGL	\$ 1.994,1	0,24%	87,78%	B	1	α
100	CABO/NYLON 7/8"	\$ 1.950,0	0,24%	88,02%	B	2	β
10035	C/A COBRA 3/4" 6x7FNL	\$ 1.939,8	0,23%	88,25%	B	1	α
PERR005	TENSOR DE CADENA 3/8 - 5/16	\$ 1.898,4	0,23%	88,48%	B	3	β
EKN-16-8	GANCHO/OJO/S 8T EKN-16-8	\$ 1.897,0	0,23%	88,71%	B	3	β
10102	GRILL/LIR 1 3/4" 25T ANJA 854	\$ 1.880,0	0,23%	88,94%	B	3	β
EPOC220006AZ	ESLINGA 200MM x 2CP x 6M 11.2TON AZUL	\$ 1.822,6	0,22%	89,16%	B	2	β
KLA 13-10	CADENA AZUL KLA 13-10 DE 1/2" WLL: 6.7 TON	\$ 1.737,8	0,21%	89,37%	B	2	β
222	C/A SUPERFLEX 7/16" 6X36	\$ 1.669,8	0,20%	89,57%	B	1	α
130904018	TECLE DE PALANCA 3 TONS. HER	\$ 1.600,0	0,19%	89,76%	B	3	β
101	CABO/NYLON 5/8"	\$ 1.585,0	0,19%	89,95%	B	2	β
127	CABO/SAMSON 2"	\$ 1.584,1	0,19%	90,14%	B	2	β

Figura B.2: Clasificación tipo B

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
CADENA HD GALV	PIES DE CADENA 1/2" G3 GALV.	\$ 1.501,9	0,18%	90,32%	B	3	γ
57	C/A CORAL 7/16" 8X19 FN	\$ 1.477,9	0,18%	90,50%	B	1	α
126	CABO/SAMSON 1 1/2"	\$ 1.468,0	0,18%	90,68%	B	2	β
03-01-1 HD-Y	GRILLETE LIRA 1" HD REFOR	\$ 1.441,8	0,17%	90,85%	B	3	γ
02PE540903	KIT CARTUCH C/RESOT. ANILLA 35	\$ 1.428,0	0,17%	91,02%	B	3	γ
A085552	GRILL/LR/2"35T ANJA 855	\$ 1.360,0	0,16%	91,19%	B	3	γ
13090401	TECLE MANUAL DE CADENA 3 TONS.	\$ 1.357,1	0,16%	91,35%	B	3	γ
KLB-16-8E	CADENA NEGRA KLB 16-8 DE 5/8" WLL: 8TON	\$ 1.346,8	0,16%	91,51%	B	2	β
11017	C/A JABALI 19X7 3/4"	\$ 1.330,0	0,16%	91,67%	B	1	α
144	C/A JABALIFLEX 3/4" 19x19TGL	\$ 1.309,2	0,16%	91,83%	B	1	α
03-04-0.625-HD	GRAPA GALV.5/8"HD	\$ 1.307,6	0,16%	91,99%	B	3	γ
106	CABO/NYLON 1 1/2"	\$ 1.257,8	0,15%	92,14%	B	2	β
GPGHBB38	GRILLETE TIPO LIRA GREEN PIN 1 1/2"	\$ 1.198,2	0,14%	92,29%	B	3	γ
9979	C/A COBRA 5/8" 6X19FNL	\$ 1.189,5	0,14%	92,43%	B	1	α
10034	C/A COBRA 5/8" 6X19FNL	\$ 1.189,5	0,14%	92,57%	B	1	α
GPGHBB32	GRILLETE G209 MARCA GREEN PIN 1 1/4"	\$ 1.181,1	0,14%	92,72%	B	3	γ
G-18/20-8	ESL/CAD CON. 3/4 G-18-20-8	\$ 1.168,1	0,14%	92,86%	B	3	γ
6239	TEMPLADOR 3/4"	\$ 1.140,0	0,14%	92,99%	B	3	γ
03-04-0.5HD	GRAPA GALV.1/2" HD	\$ 1.118,0	0,13%	93,13%	B	3	γ
G 26-8	ESL/CAD CON. 1" G 26-8	\$ 1.116,3	0,13%	93,26%	B	3	γ
6	C/A BOA 1/4" 6x19ANL	\$ 1.062,3	0,13%	93,39%	B	1	α
1179	ESLINGA 150MM x 2CP x6M 8.4TON CAFE	\$ 1.058,2	0,13%	93,52%	B	2	β
KLFZ 13-8 VZ 1/2	CAD/ GALV. 1/2" KLFZ 13-8 VZ	\$ 1.050,0	0,13%	93,65%	B	2	β
850818	GARRAS 850818 TSMP 1TN PL 25MM	\$ 1.043,6	0,13%	93,77%	B	3	γ
TECLE PAL HD 5T	TECLE DE CADENA 5TON	\$ 1.040,0	0,13%	93,90%	B	3	γ
EGKN-16-10	GANCHO/SLNG EGKN-16-10-10TN GR	\$ 1.034,4	0,12%	94,02%	B	3	γ
132	CABO POLIETILENO 5/8"	\$ 1.030,0	0,12%	94,15%	B	2	β
131	CABO SAMSON 1"	\$ 1.028,8	0,12%	94,27%	B	2	β
TRINCAJE01	ESLINGA TIPO RACHET 50MM X 9 MT	\$ 1.004,9	0,12%	94,39%	B	2	β
03-01-0.75 HD-Y	GRILLETE LIRA 3/4" HD REF	\$ 1.002,6	0,12%	94,51%	B	3	γ
03-04- 075- HD	GRAPA GALV.3/4"HD	\$ 992,1	0,12%	94,63%	B	3	γ
113	CABO SAMSON 3/4"	\$ 924,6	0,11%	94,74%	B	2	β
PERR004	TENSOR DE CADENA 3/8" - 1/2"	\$ 901,7	0,11%	94,85%	B	3	γ
03-04-0.875 HD-Y	GRAPA GALV 7/8" HD	\$ 885,8	0,11%	94,96%	B	3	γ

Figura B.3: Clasificación tipo B

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
135	C/A JABALI 5/16" 19x7TGL	\$ 872,8	0,11%	95,06%	C	1	α
9973	CABO/SAMSON 1 1/4"	\$ 865,4	0,10%	95,17%	C	2	β
G-22-8	ESL/CAD CON. 7/8 G-22-8	\$ 852,9	0,10%	95,27%	C	3	γ
1018534	GRILLETE G209 1" CG	\$ 788,2	0,10%	95,37%	C	3	γ
M 2016-8	ESL/MTR 1 3/8" M 2016-8 CLAS	\$ 775,0	0,09%	95,46%	C	3	γ
EKN-13-8	GANCHO/OJO/S 5.4T EKN-13-8	\$ 766,2	0,09%	95,55%	C	3	γ
111	CABO/POLIETILENO 3/4"	\$ 760,0	0,09%	95,64%	C	2	β
1010211	GRAPA G450 7/8"	\$ 711,6	0,09%	95,73%	C	3	γ
232	C/A TONINA 3/8" 6x19FGL	\$ 705,2	0,09%	95,81%	C	1	α
139	CABO POLIETILENO 1/2"	\$ 700,0	0,08%	95,90%	C	2	β
850810	GARRAS 850810 TSMP 1TN PL 18MM	\$ 693,1	0,08%	95,98%	C	3	γ
10064	CABO/SAMSON 5/8"	\$ 687,1	0,08%	96,07%	C	2	β
865800	GARRAS 865800 TSU 1TN 25MM	\$ 686,6	0,08%	96,15%	C	3	γ
KLB-19-8E	CADENA NEGRA KLB 19-8 DE 3/4" WLL: 11.20 TC	\$ 676,2	0,08%	96,23%	C	2	β
C/A TONINA 5/16	C/A TONINA 5/16" 6X19AGL	\$ 663,3	0,08%	96,31%	C	1	α
102	CABO/NYLON 3/4"	\$ 630,0	0,08%	96,39%	C	2	β
EPOC205001GR	ESLINGA POLIESTER 100mm (4") x 4 MTS GRIS	\$ 626,9	0,08%	96,46%	C	2	β
175	ZINC BEP2.3 2,4KG 2P	\$ 618,3	0,07%	96,54%	C	3	γ
70000147	ESLINGA 75MM X 2C X 8M AMARI	\$ 612,0	0,07%	96,61%	C	2	β
OBK 16-10	GANCHO/OJO OBK 16-10 CLASSIC	\$ 595,5	0,07%	96,68%	C	3	γ
11013	ESLINGA 100MM x 2CP x 4M 5.6TON GRIS	\$ 585,4	0,07%	96,75%	C	2	β
6496	GRAPAS G450 3/4" GE	\$ 578,6	0,07%	96,82%	C	3	γ
128	CABO/SAMSON 1/2"	\$ 563,5	0,07%	96,89%	C	2	β
LBK/LKBK-10-10	GANCHO/GIR LBK/LKBK-10-10	\$ 552,7	0,07%	96,96%	C	3	γ
70000158	ESLINGA 75MM x 4CP x 8M 8.4TON AMARILLA	\$ 535,0	0,06%	97,02%	C	2	β
03-01-0.5 HD-Y	GRILLETE LIRA 1/2" HD REFOR	\$ 513,6	0,06%	97,08%	C	3	γ
10060	CABO/POLIETILENO 1 1/2"	\$ 513,4	0,06%	97,14%	C	2	β
1010275	GRAPA G450 1 1/4" CG	\$ 513,0	0,06%	97,21%	C	3	γ
6141	8GIRATORIO G402 1" CG	\$ 511,0	0,06%	97,27%	C	3	γ
A085532	GRILL/LR/TP 1 1/4" 12T ANJA 855	\$ 480,0	0,06%	97,33%	C	3	γ
CL-16-10	ESL/CON/GRAB CL-16-10 10TN	\$ 477,3	0,06%	97,38%	C	3	γ
03-04-1HD	GRAPA GALV.1" HD	\$ 474,0	0,06%	97,44%	C	3	γ
G-16-8	ESL/CAD CON. 5/8 G-16-8GP	\$ 460,4	0,06%	97,50%	C	3	γ

Figura B.4: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
198	ESLINGA 200MM x3CP x 12M 16.8TON AZUL	\$ 450,0	0,05%	97,55%	C	2	β
M-1613-8	ESL/MTR 1" M-1613-8 CLASSIC	\$ 434,2	0,05%	97,60%	C	3	γ
MT 20-10	ESL/MST MT 20-10 DE DOS RAMALES	\$ 428,0	0,05%	97,65%	C	3	γ
03-01-0875 HD-Y	GRILLETE LIRA 7/8" HD REFOR	\$ 427,0	0,05%	97,71%	C	3	γ
6099	GANCHO/OJO 5T GE	\$ 400,0	0,05%	97,75%	C	3	γ
405654	ESLINGA 75MM x 2CP x4M 4.2TON AMARILLA	\$ 388,6	0,05%	97,80%	C	2	β
10012	ESLINGA 100MMx4CPx10MT GRIS	\$ 388,0	0,05%	97,85%	C	2	β
136	C/A JABALI 7/16" 19x7TGL	\$ 384,0	0,05%	97,89%	C	1	α
1171	CABO POLIPROPILENO 16MM	\$ 380,0	0,05%	97,94%	C	2	β
10145	GRLL/LIRA 7/8" 6.5T ANJA 854	\$ 372,0	0,04%	97,98%	C	3	γ
KLA 10-10	CADENA AZUL KLA 10-10 DE 3/8" WLL: 4 TON	\$ 363,7	0,04%	98,03%	C	2	β
GBK-10-10	GANCHO/SEG GBK-10-10 4TN GRABI	\$ 357,7	0,04%	98,07%	C	3	γ
10143	GRLL/LIRA 5/8"3.25T ANJA 855	\$ 356,3	0,04%	98,11%	C	3	γ
11084	CABO POLIPROPILENO DIAM. 1 1/4	\$ 356,0	0,04%	98,16%	C	2	β
226	C/A TONINA 1/2" 6x19AGL	\$ 353,0	0,04%	98,20%	C	1	α
EKN-22-8	GANCHO/OJO/S 15.5T EKN-22-8	\$ 348,8	0,04%	98,24%	C	3	γ
46	PIOLA ATUNERA #210 (2lb)	\$ 345,9	0,04%	98,28%	C	3	γ
10061	CABO/POLIETILENO 1 1/4"	\$ 340,0	0,04%	98,32%	C	2	β
7000158	ESLINGA 75MM X 2C X 6M AMARI	\$ 321,8	0,04%	98,36%	C	2	β
100445	ESLINGA 75MM x 4CP x 4M AMARILLA	\$ 317,2	0,04%	98,40%	C	2	β
92	C/A SUPERFLEX 1/2" 6x36FNL	\$ 308,4	0,04%	98,44%	C	1	α
10018	ESLINGA 75MMx4CPx6MT	\$ 307,9	0,04%	98,48%	C	2	β
10119	GRLL/LR/TP 1 3/4" 25T ANJA 855	\$ 306,0	0,04%	98,51%	C	3	γ
10098	GRILL/LIRA 1 1/8"9.5T ANJA 854	\$ 305,6	0,04%	98,55%	C	3	γ
11057	GRILL LIRA REF.1/2" 2TONS.	\$ 300,5	0,04%	98,59%	C	3	γ
258	C/A BALLENA 1/2" 6x24FGL	\$ 299,9	0,04%	98,62%	C	1	α
134	C/A JABALI 3/8" 19x7TGL	\$ 291,0	0,04%	98,66%	C	1	α
TECLE PAL 3T	TECLE DE CADENA 3TON	\$ 267,1	0,03%	98,69%	C	3	γ
03-01-0.625 HD-Y	GRILLETE LIRA 5/8" HD REFO	\$ 265,1	0,03%	98,72%	C	3	γ
405668	ESLINGA 75MMx2CX7FT AMARILLO	\$ 262,2	0,03%	98,75%	C	2	β
0148	CABO POLIETILENO 1"	\$ 262,0	0,03%	98,78%	C	2	β
1174	CABO POLIPROPILENO 24MM	\$ 256,0	0,03%	98,82%	C	2	β
241	C/A TONINA 3/8" 6x19AG	\$ 247,0	0,03%	98,85%	C	1	α

Figura B.5: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					ABC	1 2 3	α β γ
99151910	GRILLETE PARA CARGA 1-1/8" 9.5TON G-209 V	\$ 241,8	0,03%	98,87%	C	3	γ
11015	ESLINGA CAFE 150MMX2CPSX 8MTRS	\$ 240,0	0,03%	98,90%	C	2	β
405653	ESLINGA 50MMx2CPx10M VERDE	\$ 225,6	0,03%	98,93%	C	2	β
405655	ESLINGA 75MM x 2CP x6M 4.2TON AMARILLA	\$ 225,0	0,03%	98,96%	C	2	β
10118	GRLL/LR/TP 1 1/2"17T ANJA 855	\$ 225,0	0,03%	98,99%	C	3	γ
BKL-10-8	GANCHO/GIR 3.2T BKL-10-8	\$ 222,7	0,03%	99,01%	C	3	γ
EKN-10-8	GANCHO/OJO/S 3.2T EKN-10-8	\$ 222,2	0,03%	99,04%	C	3	γ
6096	GANCHO/OJO 3T GE	\$ 215,5	0,03%	99,06%	C	3	γ
02040915	ESLINGA DE NYLON C/RACHET 100MMX10M 10T	\$ 215,0	0,03%	99,09%	C	2	β
1035018	TERMINAL DE CUNA S421T CRSOBY PARA CABLE	\$ 200,0	0,02%	99,11%	C	3	γ
CABO 3H-3/16	CABO PE 3H TORCIDO 5 MM ROJO	\$ 197,6	0,02%	99,14%	C	2	β
41	PIOLA ATUNERA #120 (2lb)	\$ 196,0	0,02%	99,16%	C	3	γ
1018570	GRILLETE G209 1 1/4" CG	\$ 192,0	0,02%	99,19%	C	3	γ
1010159	GRAPA G450 9/16" CG	\$ 190,8	0,02%	99,21%	C	3	γ
GRILLETE HD 1 1/4"	GRILLETE GALVANIZADO 1 1/4" HD TIPO ANCL	\$ 190,0	0,02%	99,23%	C	3	γ
03-05-1 X12	TEMPLADOR G-G 1" X12 HD-Y	\$ 183,0	0,02%	99,25%	C	3	γ
10144	GRLL/LIRA 3/4" 4.75T ANJA 85	\$ 181,0	0,02%	99,28%	C	3	γ
M 1310-8	ESL/MTR 7/8" M 1310-8 CLASSI	\$ 180,1	0,02%	99,30%	C	3	γ
6505	GUARDACABLE 5/8"	\$ 178,7	0,02%	99,32%	C	3	γ
1178	ESLINGA 75MM x2CP x 3M 4.2TON AMARILLA	\$ 177,8	0,02%	99,34%	C	2	β
1018491	GRILLETE G209 3/4" CG	\$ 174,2	0,02%	99,36%	C	3	γ
10146	GRLL/LIRA 1" 8.5T ANJA 854	\$ 174,0	0,02%	99,38%	C	3	γ
405651	ESLINGA 50MMX2CX6M VERDE	\$ 173,2	0,02%	99,40%	C	2	β
48	PIOLA ATUNERA N. 60	\$ 173,0	0,02%	99,42%	C	3	γ
10101	GRILL/LIR 1 1/2"17T ANJA 854	\$ 172,0	0,02%	99,44%	C	3	γ
03-04-1 HD	GRAPA GALV. 1.5 HD	\$ 170,5	0,02%	99,46%	C	3	γ
10026	ESLINGA 75MMx4CPx3MT	\$ 168,0	0,02%	99,49%	C	2	β
6498	GRAPA G450 1" GE	\$ 168,0	0,02%	99,51%	C	3	γ
1173	CABO POLIPROPILENO 22MM	\$ 166,7	0,02%	99,53%	C	2	β
CE-1163	CABO/ POLIETILENO 1/4"	\$ 158,4	0,02%	99,54%	C	2	β
58	C/A CORAL 3/8" 8x19FNL	\$ 156,6	0,02%	99,56%	C	1	α
BKLK-13-8	GANCHO/GIR.ROD. BKLK-13-10	\$ 153,2	0,02%	99,58%	C	3	γ
1018455	GRILLETE G209 1/2" CG	\$ 151,6	0,02%	99,60%	C	3	γ

Figura B.6: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
97	PIOLA ATUNERA #132 (2lb)	\$ 149,9	0,02%	99,62%	C	3	γ
BKLIK-10-8	GANCHO/GIR.ROD. BKLIK-10-10	\$ 148,4	0,02%	99,64%	C	3	γ
1039691	T/VACIADO G416 3/4" CG CROSBY	\$ 148,0	0,02%	99,65%	C	3	γ
EPOC205001VE	ESLINGA POLIESTER 50mm (2") x 1mts. VERDE	\$ 145,0	0,02%	99,67%	C	2	β
C3H-PE-0750-G	CABO PE 3H TORCIDO 3/4" (18MM)	\$ 144,4	0,02%	99,69%	C	2	β
03-05-0.75 X 12	TEMPLADOR G-G 3/4" X12 HD-Y	\$ 136,0	0,02%	99,71%	C	3	γ
227	C/A DE ACERO 11MM PARA TIRFOR	\$ 135,0	0,02%	99,72%	C	1	α
1172	CABO POLIPROPILENO 18MM	\$ 130,0	0,02%	99,74%	C	2	β
03-04-0.375-HD	GRAPA GALV.3/8" HD	\$ 126,2	0,02%	99,75%	C	3	γ
405667	ESLINGA 75MMX2CX5FT AMRILLA	\$ 123,5	0,01%	99,77%	C	2	β
06-05-0.375	CADENA 3/8" GR 80 HD	\$ 120,0	0,01%	99,78%	C	2	β
MG-8-10	ESL/MST/GRAB MG-8-10-2.5TN	\$ 114,7	0,01%	99,80%	C	3	γ
10078	ESLINGA 50MM x 2CP x4M 2.8TON VERDE	\$ 114,3	0,01%	99,81%	C	2	β
6510	GUARDACABLE 1/2"	\$ 109,9	0,01%	99,82%	C	3	γ
1010177	GRAPA G450 5/8"	\$ 107,8	0,01%	99,84%	C	3	γ
10140	8GIR. 3/4" LFS-19-8"	\$ 100,0	0,01%	99,85%	C	3	γ
CABO 3H-5/32	CABO PE 3H TORCIDO 4MM AZUL	\$ 99,0	0,01%	99,86%	C	2	β
405652	ESLINGA 50MMX2CX8M VERDE	\$ 92,0	0,01%	99,87%	C	2	β
10077	ESLINGA 50MM x 2CP x2M 2.8TON VERDE	\$ 79,0	0,01%	99,88%	C	2	β
CBL-6X19AAG0375	C/A TONINA 3/8" 6x19 AAL- G	\$ 76,7	0,01%	99,89%	C	1	α
6053	TEMPLADOR OG 5/8"x8" GE	\$ 74,2	0,01%	99,90%	C	3	γ
1010195	GRAPA G450 3/4"	\$ 70,1	0,01%	99,91%	C	3	γ
A085516	GRILL/LR/TP 5/8" 3.25 ANJA 855	\$ 69,0	0,01%	99,92%	C	3	γ
EKN-7/8-8	GANCHO/OJO/S 2T EKN-7/8-8	\$ 66,2	0,01%	99,92%	C	3	γ
1027285	GANCHO A330 3/8"	\$ 60,0	0,01%	99,93%	C	3	γ
6109	GANCHO/OJO S320A 3T CG CROSBY	\$ 51,5	0,01%	99,94%	C	3	γ
10027	ESLINGA 75MM x2CP x 2M 4.2 TON AMARILLA	\$ 49,9	0,01%	99,94%	C	2	β
10024	ESLINGA 50MM x 2CP x3M 2.8TON VERDE + VER	\$ 49,4	0,01%	99,95%	C	2	β
10142	GRLL/LIRA 7/16" 1.5T ANJA 854	\$ 49,2	0,01%	99,95%	C	3	γ
10114	GRLL/LR/TP 7/8" 6.5T ANJA 855	\$ 48,0	0,01%	99,96%	C	3	γ
6504	GRAPA G450 1/2" GE	\$ 42,6	0,01%	99,97%	C	3	γ
6138	8GIRATORIO G402 3/4" CG	\$ 40,0	0,00%	99,97%	C	3	γ
10109	GRILL/V 1 1/8" 9.5T ANJA 834	\$ 37,0	0,00%	99,97%	C	3	γ

Figura B.7: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
10141	GRLL/LIRA 1/2"2T ANJA 854	\$ 34,2	0,00%	99,98%	C	3	γ
A085406	GRILL / LIR / 1/4 "0.5 T ANJA 854	\$ 33,8	0,00%	99,98%	C	3	γ
7	C/A BOA 1/8" 6x19ANL	\$ 31,0	0,00%	99,99%	C	1	α
405650	ESLINGA 50MM X2CX4M VERDE	\$ 26,0	0,00%	99,99%	C	2	β
G-13-10	ESL/ACOPLE G-13-10 6.7TN GRABI	\$ 25,0	0,00%	99,99%	C	3	γ
6511	GUARDACABLE 1 1/8"	\$ 25,0	0,00%	100,00%	C	3	γ
405665	ESLINGA 50MMX2CX7FT VERDE	\$ 20,0	0,00%	100,00%	C	2	β
GRI027	GRAPA 5/16"	\$ 8,3	0,00%	100,00%	C	3	γ
6252	TEMPLADOR OG 1/2"x6" GE	\$ 6,0	0,00%	100,00%	C	3	γ
1010131	GRAPA G450 1/2"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
02PE420715	ANILLA/GARETA/A 30MM C/R	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
173	ZINC 1 X 1 X 3/4" 12.3KG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
11083	ZINC PELLETS	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
06-07-0.625 GA	CADENA NEGRA 5/8" GR30 GALV HD	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
MLFZ 13-8	CADENA/GALV MLFZ 13-8 Z801562	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
1041205	CASQUILLO S505 3/4" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
1041241	CASQUILLO S505 1" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
03-04-1.5 HD	GRAPA GALV. 1 1/2" HD	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GUARDACABLE H	GUARDACABOS GALV. 1/2" HD	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
KLB 8-8	CADENA NEGRA DE 5/16" KLB 8-8 WLL: 2 TON	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
6507	GUARDACABLE 7/8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1041189	CASQUILLO S505 5/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
1041269	CASQUILLO S505 1 1/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
6152	FALSA MALLA G335 CERO 7/16"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1041107	CASQUILLO S505 3/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
1041143	CASQUILLO S505 1/2" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
1164	ID TAG GRABIQ	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GRAPA HD1 1/4"	PERROS GALVANIZADOS (CLIPS) 1 1/4" HD	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1041223	CASQUILLO S505 7/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
A085408	GRILL/LIR 5/6" 0.75 ANJA 854	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
A085508	GRILL/LR/TP 5/16" 0.75T ANJA 855	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
A085513	GRILL/LR/TP1/2" 2T ANJA 855	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10115	GRLL/LR/TP 1" 8.5T ANJA 855	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ

Figura B.8: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
6508	GUARDACABLE 1"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
VARIOS19	GANCHO CHOKER - CABLE 9/16"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1010257	GRAPA G450 1 1/8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GRILLETE HD 1 1/2"	GRILLETE GALVANIZADO 1 1/2" HD TIPO ANCL	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1018419	GRILLETE G209 3/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10113	GRLL/LIR/TP 3/4"4.75T ANJA 834	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
03-03-1.125-1.25HD	GUARDACABLE 1 1/8" - 1 1/4" HD	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6097	CADENA A/N 1/2" G8 CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
CAD022	CADENA GALVANIZADA 3/8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
6532	TOPE	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CGD 13-10	ESL/CON/CGD13-10- 9.5TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GBK-13-10	GANCHO/SEG. GBK-13-10-6.7TN GR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
G 7/8-8	ESL/CAD DE 5/16"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
11081	CASQUILLO 3/16	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
GRIX075	GRILLETE LYRA 5/16 INOX	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GUARDACABLE HD	GUARDACABOS GALV. 1 1/2" HD	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
C-10 B-14914	SEG/ACOT/CDN C-10 B-14914-GRAB	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
41104183	GANCHO CADENA 1/2" A-331 VU	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1041287	CASQUILLO S505 1 1/4" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
A085506	GRILL/LR/TP 1/4" 0.5T ANJA 855	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10116	GRLL/LR/TP 1 1/8"9.5T ANJA 855	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
SLC - 13	SLC - 13 SEGURO GRABIQ	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CONECTOR HD 1/2"	ESLABON UNION/CADENA 1/2" G-80	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1010319	GRAPA G450 1 1/2"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1010051	GRAPA G450 1/4"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10105	GRILL/V 1/2" 2T ANJA 834	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10106	GRILL/V 5/8" 3 1/2T ANJA 834	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
A085511	GRILLETE LIRA DE 7/16" GU WLL:1.5 TON	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
L-10 B14915	SEG/ACORT/CADN L-10 B14915-GR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CGD-10-10	ESL/CON/C-GRAB/D CGD-10-10 4TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
EGKN/GKN-16-8	GANCHO/CAD/S 5/8EGKN-16-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1018516	GRILLETE G209 7/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MIG 13-10	ACORT/CDN MIG-13-10 B14320GRAB	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ

Figura B.9: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
CG-13-10	ESL/CON/C-GRAB CG-13-10 6.7TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CG-8-10	ESL/CON/C-GRAB CG-8-10-2.5TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CL-8-10	ESL/CON/GRAB CL-8-10 2.5TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CLD 13-10	ESL/CON/GRAB/D CLD 13-10 9.5TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CONECTOR HD 3/	ESLABON UNION/CADENA 3/8" G-80	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6509	GUARDACABLE 1 1/2"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MFV-1310-10	ESLB/CON. MFV-1310-10-6.7TN GR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6512	GUARDACABLE 1 1/4"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6250	TEMPLADORES	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1032	ESL/CON/GRAB/C G 10-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GBK-8-10	GANCHO/SEG. GBK-8-10 2.5TN GR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GRI092	GRILLETE LIRA 5/8" GREEN PIN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
C-13 GRABIQ	ACORTADOR DE CADENA DE 1/2"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CH-3 STRAIGHT	GANCHO/CON/ CH-3 STRAIGHT GRAB	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
EKN-18/20-8	GANCHO/OJO/S 12.5T EKN-18/20-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6522	GRILLETE G209 3/4" GE	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
L-13 GRABIQ	SEGURO DE ACORTADOR DE CADENA DE 1/2"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CLS-10-10 SEGURO	CLS-10-10 SEGURO GRABIQ	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CG-16-10	ESL/CON/C-GRAB CG-16-10 10TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CL-13-10	ESL/CON/GRAB CL-13-10 6.7TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
LK-10-8	GANCHO/CORRD. LK-10-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
KCUS3350	GUARDACABLE GREEN PIN 1 1/2" REFORZADO	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10136	8GIR. 3/8" LFS-10-8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10138	8GIR. 5/8" LFS-16-8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MIG 10-10	ACORTAD/CDN MIG-10-10 B14310GR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
11089	CLS-8 EGURO GRABIQ	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
G-8-10	ESL/ACOPLE G-8-10-2.5TN GRABI	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CGD-8-10	ESL/CON/C-GRAB/D CGD-8-10 3.5T	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CLD-10-10	ESL/CON/GRAB/D CLD-10-10 5.6TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CLD-16-10	ESL/CON/GRAB/D CLD-16-10 14TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CLD-8-10	ESL/CON/GRAB/D CLD-8-10 3.5TON	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GF 13 SP	ESL/CONEC. GF 13 SP B80203 GR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GF 16 SP	ESL/CONEC. GF 16 SP B80204 GR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ

Figura B.10: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
CH-3 LEFT	GANCHO/CON CH-3 LEFT GRABIQ	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CH-3 RIGHT	GANCHO/CON CH-3 RIGHT GRABIQ	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
99111238	GRILLETE PARA CARGA 1-1/4" 12 TON G-2130 V	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6068	GUARDACABLE G411 3/4"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10137	8GIR. 1/2 LFS-13-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MGD-10-10	ESL/MST/GRAB/D MGD-10-10-5.6TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MPX-1613-10	ESLB/CON. MPX-1613-10-10TN GRA	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
TVKH 600 KG	GANCHO DE BARRIL DE 600 KG GUNNEBO	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
60966099	GANCHO OJOS 7T	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
LK-13-8	GANCHO/CORRED. LK-13-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6105	GANCHO/OJO S320A 2T CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6101	GANCHO/OJO S320A 7T CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
EGKN-13-10	GANCHO/SLNG EGKN-13-10-6.7TN G	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CG-10-10	ESL/CON/C-GRAB CG-10-10- 4TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CGD-16-10	ESL/CON/C-GRAB/D CGD-16-10 14T	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MGD-8-10	ESL/MST/GRAB/D MGD-8-10-3.5TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
M 4536-8	ESL/MTR 2 3/8" M 4536-8 CLAS	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
41104193	GANCHO/GIRATORIO 7 TON S-322 V	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6102	GANCHO/OJO 10T GE	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10104	GRILL/V 7/16"1.5T ANJA 834	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6134	8GIRATORIO G402 1/2" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
9900226	CANCAMO S279 5/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
CL-10-10	ESL/CON/GRAB CL-10-10 4TON	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MGD-13-10	ESL/MST/GRAB/D MGD-13-10-9.5TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1014388	ESLABON A342 1 3/4" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1027329	GANCHO A330 1/2"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6115	GANCHO/CAD A338 5/8" GE	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
EGKN-8-10	GANCHO/SLING EGKN-8-10-2.5TNGR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
850000	GARRAS 850000 TS 0.75TN PL13MM	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
850010	GARRAS 850010 TSMP 0.75TN PL13	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
855000	GARRAS 855000 TSU 0.75TN PL 13	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1018614	GRILLETE G209 1 1/2" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1019466	GRILLETE G2130 1/4" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ

Figura B.11: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
1039673	T/VACIADO G416 9/16-5/8 CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6400	ANILLAS	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
BL-10-8	CONECTOR/CAD BL-10-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1157	GANCH/GIR LBK/LKBK-7/8-10-2.5T	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1027347	GANCHO A330 5/8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GG-16-8	GANCHO/CAD G-G-16-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1010097	GRAPA G450 3/8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10117	GRLL/LR/TP 1 3/8"13.5T ANJ 855	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
L-8 B14905	SEG/ACORT/CDN L-8 B14905-GRABI	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1039977	T/VACIADO G417 3/4" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1039995	T/VACIADO G417 7/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6136	SGIRATORIO G402 5/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6140	SGIRATORIO G402 7/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MIG 8-10	ACORTAD/CDN MIG-8-10 B14300GR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
273536	CADENA NEGRA 5/16" GRADO 80	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
1041063	CASQUILLO S505 1/4" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
G-10-8	ESL/CAD CON. 3/8 G-10-8GP	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1014342	ESLABON A342 1 1/4" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1014324	ESLABON A342 1" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
OG-13-8	GANCHO CON SEG POSITIVO OG-13-8 DE 5.4 TON	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
OG-19/20-8	GANCHO CON SEG POSITIVO OG-19/20-8 DE 12.5 TON	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
EKN 26-8	GANCHO DE OJO/SEG DE 1" WLL:21.60 TON	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
BKL 18/20-10	GANCHO GIRATORIO BKL 18/20-10 DE 3/4" WLL	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
850800	GARRAS 850800 TS 1TN PL 18MM	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
865100	GARRAS 865100 TSU 1TN PL 18MM	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1039735	T/VACIADO G416 1" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1040019	T/VACIADO G417 1" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
TWIST LOCK	TWIST LOCK CONTENEDOR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1148	C-8 SEG/ACORT/CON B14904 GRAB	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1041090	CASQUILLO S505 5/16" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
MF-2016-10-17TN	ESL/MSTR MF-2016-10-17TN GRABY	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
LBK-10-10	GANCH/GIR/SR LBK-10-10 GRABIQ	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
11082	GANCHO DE TRABA 1/2" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ

Figura B.12: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
6111	GANCHO GIRAT. S-322- 3T CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
EGKN/GKN-13-8	GANCHO/CAD/S 1/2 EGKN-13-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6110	GANCHO/OJO S320A 5T CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
A085564	GRILL/LR/TP 2 1/2" 55T ANJA 855	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10108	GRILL/V 3/4" 4.75T ANJA 834	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10107	GRILL/V 7/8" 6.5T ANJA 834	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
130904011	TECLE MANUAL DE CADENA 10 TONS.	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6091	CONECTOR A1337 1/2" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6092	CONECTOR A1337 5/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
SKLI-18/20-8	DESTORCEDOR CON RODAMIENTO DE RODILL	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
11080	ESL/CROSBY A-345ROJO	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MG-16-10	ESL/MST/GRAB MG-16-8-10TN	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1014360	ESLABON A342 1 1/2" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GRAPA HD 1 1/2"	GANCHO GIRATORIO ALLOY 11T "Y"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6095	GANCHO/CAD A1339 1/2" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6148	GANCHO/CAD A1339 3/8" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6104	GANCHO/OJO S320A 1T CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
BKG-16-10	GANCHO/SEG BKG-16-10-GRABIQ	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
EGKN-10-10	GANCHO/SLNG EGKN-10-10-4TN GRA	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
960150	GARRAS 960150 TPA 1.5TN GAN-TU	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10110	GRILL/V 1 3/8" 13.5T ANJA 834	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GRI657	GRILLETE LIRA 1 1/2 REFORZADO	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
11011	GUARDACABLE 3/8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6089	GUARDACABLE G414 1 5/8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
11050	T/VACIADO G-416- 1 1/4"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1039959	T/VACIADO G417 9/16" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
6350	CASQUILLO VACIADO 3/4	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
7000	CASQUILLO VACIADO 7/16 - 1/2	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
G-13-8	ESL/CAD CON. 1/2 G-13-8GP	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MF-1310-10-7.5TN	ESL/MST MF-1310-10-7.5TN GRABI	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
MPX-108-10	ESLB/CON. MPX-108-10 4TN GRABI	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GCORR 3/4" HD	GANCHO CORREDIZO 3/4" P/CABLE	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1028024	GANCHO PELICANO A378 CR	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ

Figura B.13: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
6094	GANCHO/AGARRADERA	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GG- 13-8	GANCHO/CAD GG- 13-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
EKN-6-8	GANCHO/OJO/S 1 1/2T EKN-6-8	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
960600	GARRAS 960600 TPA 6TN GAN-TUB	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
GRAPA 1 1/2"	GRAPA G 450 1 1/2" REF	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
1018393	GRILLETE G209 5/16" CG	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
99151964	TEMPLADOR 1 1/4 X 18 V	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
26	C/A BOA 1 1/8" 6x19ANL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
BOA 5/8" T IZQ	C/A BOA 5/8" 6x19 T IZQ.	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
10038	C/A COBRA 1 1/4" 6x7FNL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
190	C/A RETENIDA 3/8" 1x7AGL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
234	C/A TONINA 3/4" 6x19FGL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
10031	C/A SUPERFLEX 1 1/4" 6x36FNL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
10051	C/A JABALIFLEX 7/8" 19X19TGL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
11021	C/A BARRACUDA PLUS 7/8 6x19 AF	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
137	C/A JABALI 9/16" 19x7TGL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
8	C/A BOA 5/16" 6x19ANL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
124	C/A CASCABEL 9/16" 6x36AGL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
16	C/A BOA 9/16" 6x19ANL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
96	C/A SUPERFLEX 5/8" 6x36FNL	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
CABU010	C/A INOX 6X19 1/4" BOA	\$ -	0,00%	100,00%	C	1	α
CABL032	C/A 7X19 GALVANIZADO 5/16"	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
10052	CABO/POLIETILENO 7/8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
107	CABO/NYLON 1 3/4"	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
10063	CABO/SAMSON 7/8"	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
105	CABO/NYLON 1 1/4"	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
112	CABO/NYLON 1/2"	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
44	PIOLA ATUNERA #300 (2lb)	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
35	PIOLA ATUNERA #42 (2lb)	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
108	CABO/NYLON 2"	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
36	PIOLA ATUNERA #54 (2lb)	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
38	PIOLA ATUNERA #72 (2lb)	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
47	PIOLA ATUNERA #84 (2lb)	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ

Figura B.14: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Cód.	Descripción	Ventas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	CLASIFICACIONES		
					A B C	1 2 3	α β γ
161	BOYA RADIO RYOKUSEI	\$ -	0,00%	100,00%	C	3	γ
405658	ESLINGA 100MM x 2CP x 5M 5.6TON GRIS	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
10040	ESLINGA 25MM x 2CP x 1M 1.4TON VIOLETA	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
405660	ESLINGA 100MMX2CX12M GRIS	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
1175	ESLINGA 25MM x 2CP x2M 1.4TON VIOLETA	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
405657	ESLINGA 75MMX2CX10M AMARILLO	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
1176	ESLINGA 150MMX2CAPX10MTRS CAFE	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
405661	ESLINGA 150MM X 2C X 10M CAFE	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
405662	ESLINGA 150MMX2CX12M CAFE	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
7000412	ESLINGA CIRC 50MMX2M	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
11056	ESLINGA GRIS 100MM X4CP X 20MT	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
10022	ESLINGA TUBULAR GRISx2MT	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β
7000411	ESLINGA CIRC 50MMX1.5M	\$ -	0,00%	100,00%	C	2	β

Figura B.15: Clasificación tipo C

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Anexos C

Desarrollo heurística Silver & Meal

Resolución Heurística Silver & Meal para los productos de tipo A y tipo 1.

A	\$	2.100	COSTOS											
i		28%	Costo llevar inventario											
c	\$	2,65	Costo ordenar											
h = ic		0,74	Costo total											
t			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
D			1971,0	1971,0	1972,0	1979,0	1971,0	1971,0	1972,0	1969,0	1971,0	1972,0	1969,0	1971,0
Q			3938,0	0,0	3951,0	0,0	3942,0	0,0	3941,0	0,0	3943,0	0,0	3940,0	0,0
Inventario final			1971,0	0,0	1979,0	0,0	1971,0	0,0	1969,0	0,0	1972,0	0,0	1971,0	0,0
Inventario final (\$)	\$	1.460,94	\$ -	\$ -	\$ 1.466,87	\$ -	\$ 1.460,94	\$ -	\$ 1.459,46	\$ -	\$ 1.461,68	\$ -	\$ 1.460,94	\$ -
Costo ordenar (\$)	\$	2.100,00	\$ -	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -
$\sum_{i=1}^D$	\$	2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00
$\sum_{i=1}^D$	\$	1.780,47	\$ 1.780,84	\$ 1.780,84	\$ 1.783,44	\$ 1.780,47	\$ 1.780,84	\$ 1.780,84	\$ 1.779,73	\$ 1.780,47	\$ 1.780,84	\$ 1.779,73	\$ 1.780,47	\$ 1.780,000
$\sum_{i=1}^D$	\$	2.161,44	\$ 2.165,14	\$ 2.162,92	\$ 2.162,92	\$ 2.160,94	\$ 2.161,44	\$ 2.160,20	\$ 2.160,45	\$ 2.161,44	\$ 2.160,20	\$ 2.160,45	\$ 2.160,000	\$ 2.160,000
$\sum_{i=1}^D$	\$	2.721,23	\$ 2.719,56	\$ 2.717,89	\$ 2.717,89	\$ 2.716,97	\$ 2.715,86	\$ 2.715,86	\$ 2.716,60	\$ 2.715,67	\$ 2.715,86	\$ 2.715,67	\$ 2.715,86	\$ 2.715,86
$\sum_{i=1}^D$	\$	3.345,74	\$ 3.344,40	\$ 3.343,66	\$ 3.343,66	\$ 3.341,14	\$ 3.341,29	\$ 3.342,03	\$ 3.340,84	\$ 3.341,29	\$ 3.341,29	\$ 3.341,29	\$ 3.341,29	\$ 3.341,29
$\sum_{i=1}^D$	\$	4.005,57	\$ 4.005,07	\$ 4.002,60	\$ 4.002,60	\$ 4.001,74	\$ 4.002,48	\$ 4.001,24	\$ 4.001,49	\$ 4.001,49	\$ 4.001,49	\$ 4.001,49	\$ 4.001,49	\$ 4.001,49
Veces a ordenar (meses)		2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2

Figura C.1: S&M: C/A Barracuda 3/4"6x19FGE

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

		COSTOS											
A	\$	2,100											
i		28%											
c	\$	3,36											
h = ic		0,94											
t	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
D	1382,0	1375,0	1370,0	1371,0	1375,0	1380,0	1380,0	1379,0	1374,0	1380,0	1363,0	1380,0	
Q	2757,0	0,0	2741,0	0,0	2755,0	0,0	2759,0	0,0	2754,0	0,0	2743,0	0,0	
Inventario final	1375,0	0,0	1371,0	0,0	1380,0	0,0	1379,0	0,0	1380,0	0,0	1380,0	0,0	
Inventario final (\$)	\$ 1.293,34	\$ -	\$ 1.289,58	\$ -	\$ 1.298,05	\$ -	\$ 1.297,11	\$ -	\$ 1.298,05	\$ -	\$ 1.298,05	\$ -	
Costo ordenar (\$)	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 1.696,67	\$ 1.694,32	\$ 1.694,79	\$ 1.696,67	\$ 1.699,02	\$ 1.699,02	\$ 1.698,55	\$ 1.696,20	\$ 1.699,02	\$ 1.691,03	\$ 1.699,02	\$ 1.699,02	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 1.990,21	\$ 1.989,27	\$ 1.992,09	\$ 1.996,48	\$ 1.998,05	\$ 1.997,42	\$ 1.993,97	\$ 1.996,17	\$ 1.987,39	\$ 1.992,72	\$ 1.992,72	\$ 1.992,72	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 2.459,84	\$ 2.461,96	\$ 2.467,60	\$ 2.470,90	\$ 2.471,37	\$ 2.467,37	\$ 2.469,01	\$ 2.458,67	\$ 2.464,08	\$ 2.464,08	\$ 2.464,08	\$ 2.464,08	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 3.002,55	\$ 3.008,01	\$ 3.012,32	\$ 3.014,40	\$ 3.011,02	\$ 3.012,33	\$ 3.000,86	\$ 3.005,37	\$ 3.005,37	\$ 3.000,86	\$ 3.000,86	\$ 3.000,86	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 3.583,83	\$ 3.588,38	\$ 3.591,36	\$ 3.589,00	\$ 3.590,89	\$ 3.578,66	\$ 3.582,42	\$ 3.582,42	\$ 3.582,42	\$ 3.582,42	\$ 3.582,42	\$ 3.582,42	
Veces a ordenar (meses)	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	

Figura C.2: S&M: C/A Barracuda 7/8"6x19FGE

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

		COSTOS											
A	\$	2,100											
i		28%											
c	\$	4,44											
h = ic		1,24											
t	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
D	1002,0	1004,0	1010,0	1011,0	1013,0	1000,0	1005,0	1006,0	1016,0	1016,0	1016,0	1016,0	1016,0
Q	2006,0	0,0	2021,0	0,0	2013,0	0,0	2011,0	0,0	2032,0	0,0	2017,0	0,0	0,0
Inventario final	1004,0	0,0	1011,0	0,0	1000,0	0,0	1006,0	0,0	1016,0	0,0	1016,0	0,0	0,0
Inventario final (\$)	1.249,42	-	1.258,13	-	1.244,44	-	1.251,91	-	1.264,36	-	1.264,36	-	-
Costo ordenar (\$)	2.100,00	-	2.100,00	-	2.100,00	-	2.100,00	-	2.100,00	-	2.100,00	-	-
$\sum_{i=1}^1 D$	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00
Costo ordenar $\sum_{i=1}^2 D$	1.674,71	1.678,44	1.679,07	1.680,31	1.672,22	1.675,33	1.675,96	1.682,18	1.682,18	1.672,84	1.682,18	1.682,18	10.000,000
Costo ordenar $\sum_{i=1}^3 D$	1.954,40	1.957,72	1.959,79	1.949,84	1.948,59	1.951,50	1.960,21	1.964,36	1.951,91	1.958,13	1.958,13	1.958,13	10.000,000
Costo ordenar $\sum_{i=1}^4 D$	2.409,40	2.413,76	2.403,18	2.400,38	2.400,38	2.411,89	2.418,42	2.407,53	2.412,20	2.400,000	2.400,000	2.400,000	10.000,000
Costo ordenar $\sum_{i=1}^5 D$	2.936,02	2.926,56	2.923,08	2.921,83	2.931,79	2.941,00	2.931,29	2.937,51	2.931,29	2.931,29	2.931,29	2.931,29	10.000,000
Costo ordenar $\sum_{i=1}^6 D$	3.483,72	3.481,02	3.479,16	3.488,49	3.496,79	3.488,90	3.496,37	3.496,37	3.496,37	3.496,37	3.496,37	3.496,37	10.000,000
Veces a ordenar (meses)	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2

Figura C.3: S&M: C/A Boa 7/8"6x19ANL

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

		COSTOS											
A	\$	2.100											
i		28%											
c	\$	1,22											
h = ic		0,34											
t	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
D	2756,0	2750,0	2746,0	2749,0	2750,0	2752,0	2748,0	2751,0	2745,0	2748,0	2754,0	2751,0	
Q	5506,0	0,0	5495,0	0,0	5502,0	0,0	5499,0	0,0	5493,0	0,0	5505,0	0,0	
Inventario final	2750,0	0,0	2749,0	0,0	2752,0	0,0	2751,0	0,0	2748,0	0,0	2751,0	0,0	
Inventario final (\$)	\$ 943,18	\$ -	\$ 942,83	\$ -	\$ 943,86	\$ -	\$ 943,52	\$ -	\$ 942,49	\$ -	\$ 943,52	\$ -	
Costo ordenar (\$)	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	
$\sum_{i=1}^1 D$	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^2 D$	\$ 1.521,59	\$ 1.520,90	\$ 1.521,42	\$ 1.521,59	\$ 1.521,93	\$ 1.521,25	\$ 1.521,76	\$ 1.520,73	\$ 1.521,25	\$ 1.522,27	\$ 1.521,76	\$ 1.521,76	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^3 D$	\$ 1.642,26	\$ 1.642,49	\$ 1.643,06	\$ 1.643,63	\$ 1.642,95	\$ 1.643,18	\$ 1.642,15	\$ 1.642,15	\$ 1.643,86	\$ 1.643,86	\$ 1.643,86	\$ 1.643,86	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^4 D$	\$ 1.938,82	\$ 1.939,25	\$ 1.940,20	\$ 1.939,59	\$ 1.939,85	\$ 1.938,48	\$ 1.938,48	\$ 1.940,02	\$ 1.940,54	\$ 1.940,00	\$ 1.940,00	\$ 1.940,00	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^5 D$	\$ 2.305,60	\$ 2.306,49	\$ 2.306,15	\$ 2.306,49	\$ 2.305,05	\$ 2.304,78	\$ 2.306,42	\$ 2.306,84	\$ 2.306,84	\$ 2.306,84	\$ 2.306,84	\$ 2.306,84	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^6 D$	\$ 2.707,89	\$ 2.707,49	\$ 2.708,06	\$ 2.706,63	\$ 2.706,29	\$ 2.707,77	\$ 2.708,29	\$ 2.708,29	\$ 2.708,29	\$ 2.708,29	\$ 2.708,29	\$ 2.708,29	
Veces a ordenar (meses)	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	

Figura C.4: S&M: C/A Boa 1/2"6x19ANL

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

		COSTOS											
		Costo llevar inventario \$ 5.668,59											
		Costo ordenar \$ 12.600,00											
		Costo total \$ 18.268,59											
A	\$	2.100											
i		28%											
c	\$	4,33											
h = ic		1,21											
t	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
D	791,0	780,0	771,0	776,0	785,0	775,0	776,0	783,0	784,0	784,0	778,0	777,0	
Q	1571,0	0,0	1547,0	0,0	1560,0	0,0	1559,0	0,0	1568,0	0,0	1555,0	0,0	
Inventario final	780,0	0,0	776,0	0,0	775,0	0,0	783,0	0,0	784,0	0,0	777,0	0,0	
Inventario final (\$)	\$ 945,78	\$ -	\$ 940,93	\$ -	\$ 939,71	\$ -	\$ 949,41	\$ -	\$ 950,63	\$ -	\$ 942,14	\$ -	
Costo ordenar (\$)	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	
$\sum_{i=1}^1 D$	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^2 D$	\$ 1.522,89	\$ 1.517,43	\$ 1.520,46	\$ 1.525,92	\$ 1.519,86	\$ 1.520,46	\$ 1.524,71	\$ 1.525,31	\$ 1.525,31	\$ 1.521,68	\$ 1.521,07	\$ 1.521,07	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^3 D$	\$ 1.638,50	\$ 1.638,91	\$ 1.648,20	\$ 1.643,76	\$ 1.640,52	\$ 1.646,58	\$ 1.650,22	\$ 1.650,63	\$ 1.645,78	\$ 1.642,54	\$ 1.642,54	\$ 1.642,54	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^4 D$	\$ 1.934,57	\$ 1.943,06	\$ 1.940,94	\$ 1.938,51	\$ 1.942,45	\$ 1.947,91	\$ 1.950,64	\$ 1.945,48	\$ 1.940,94	\$ 1.940,94	\$ 1.940,94	\$ 1.940,94	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^5 D$	\$ 2.309,13	\$ 2.306,22	\$ 2.305,49	\$ 2.310,34	\$ 2.314,46	\$ 2.318,83	\$ 2.315,19	\$ 2.310,10	\$ 2.310,10	\$ 2.310,10	\$ 2.310,10	\$ 2.310,10	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^6 D$	\$ 2.707,37	\$ 2.705,95	\$ 2.712,42	\$ 2.717,47	\$ 2.720,91	\$ 2.718,48	\$ 2.714,44	\$ 2.714,44	\$ 2.714,44	\$ 2.714,44	\$ 2.714,44	\$ 2.714,44	
Veces a ordenar (meses)	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	

Figura C.5: S&M: C/A Barracuda 1"6x19FGE

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

		COSTOS													
A	\$	2.100											Costo llevar inventario	\$	4.545,66
i		28%											Costo ordenar	\$	12.600,00
c	\$	1,13											Costo total	\$	17.145,66
h = ic		0,32													
t	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
D	2377,0	2382,0	2388,0	2385,0	2393,0	2378,0	2373,0	2387,0	2387,0	2381,0	2378,0	2391,0			
Q	4759,0	0,0	4773,0	0,0	4771,0	0,0	4760,0	0,0	4768,0	0,0	4769,0	0,0			
Inventario final	2382,0	0,0	2385,0	0,0	2378,0	0,0	2387,0	0,0	2381,0	0,0	2391,0	0,0			
Inventario final (\$)	756,97	-	757,93	-	755,70	-	758,56	-	756,66	-	759,84	-			
Costo ordenar (\$)	2.100,00	-	2.100,00	-	2.100,00	-	2.100,00	-	2.100,00	-	2.100,00	-			
$\sum_{i=1}^1$	Costo ordenar	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	
$\sum_{i=1}^2$	Costo ordenar	1.428,49	1.429,44	1.428,96	1.430,24	1.427,85	1.429,28	1.429,28	1.428,33	1.427,85	1.429,92	1.429,92	10.000,000		
$\sum_{i=1}^3$	Costo ordenar	1.458,25	1.458,25	1.459,62	1.457,29	1.454,64	1.457,08	1.457,29	1.456,02	1.458,46	1.458,46	1.458,46	10.000,000		
$\sum_{i=1}^4$	Costo ordenar	1.662,13	1.664,04	1.661,50	1.658,56	1.659,91	1.661,73	1.661,42	1.661,89	1.661,89	1.661,89	1.661,89	10.000,000		
$\sum_{i=1}^5$	Costo ordenar	1.938,08	1.935,79	1.932,49	1.933,70	1.934,78	1.934,71	1.933,70	1.935,67	1.935,67	1.935,67	1.935,67	10.000,000		
$\sum_{i=1}^6$	Costo ordenar	2.244,82	2.241,59	2.242,54	2.243,55	2.242,86	2.242,01	2.244,61	2.244,61	2.244,61	2.244,61	2.244,61	10.000,000		
Veces a ordenar (meses)	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	

Figura C.6: S&M: C/A Jirafa 9/16"6x7FNL

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

		COSTOS														
A	\$	2.100											Costo llevar inventario	\$	4.423,32	
i		28%											Costo ordenar	\$	12.600,00	
c	\$	1,91											Costo total	\$	17.023,32	
h = ic		0,536														
t			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
D			1375,0	1381,0	1372,0	1378,0	1375,0	1374,0	1379,0	1376,0	1376,0	1375,0	1375,0	1381,0	1374,0	
Q			2756,0	0,0	2750,0	0,0	2749,0	0,0	2755,0	0,0	2747,0	0,0	2755,0	0,0	0,0	
Inventario final			1381,0	0,0	1378,0	0,0	1374,0	0,0	1376,0	0,0	1375,0	0,0	1374,0	0,0	0,0	
Inventario final (\$)	\$	739,72	\$ -	\$ -	\$ 738,11	\$ -	\$ 735,97	\$ -	\$ 737,04	\$ -	\$ 736,51	\$ -	\$ 735,97	\$ -	\$ -	
Costo ordenar (\$)	\$	2.100,00	\$ -	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ -	
$\sum_{i=1}^1 D$	\$	2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	
$\sum_{i=1}^2 D$	\$	1.419,86	\$ 1.417,45	\$ 1.417,45	\$ 1.419,06	\$ 1.418,25	\$ 1.417,98	\$ 1.419,32	\$ 1.418,52	\$ 1.417,45	\$ 1.418,25	\$ 1.419,86	\$ 1.417,98	\$ 1.417,98	\$ 1.417,98	
$\sum_{i=1}^3 D$	\$	1.436,51	\$ 1.437,04	\$ 1.437,04	\$ 1.437,04	\$ 1.436,15	\$ 1.437,75	\$ 1.437,58	\$ 1.435,61	\$ 1.435,97	\$ 1.438,65	\$ 1.437,22	\$ 1.437,22	\$ 1.437,22	\$ 1.437,22	
$\sum_{i=1}^4 D$	\$	1.630,96	\$ 1.630,16	\$ 1.630,16	\$ 1.629,76	\$ 1.631,10	\$ 1.631,10	\$ 1.629,36	\$ 1.629,09	\$ 1.631,77	\$ 1.630,96	\$ 1.630,96	\$ 1.630,96	\$ 1.630,96	\$ 1.630,96	
$\sum_{i=1}^5 D$	\$	1.895,97	\$ 1.892,90	\$ 1.892,90	\$ 1.894,72	\$ 1.894,51	\$ 1.892,80	\$ 1.892,69	\$ 1.895,05	\$ 1.894,19	\$ 1.894,19	\$ 1.894,19	\$ 1.894,19	\$ 1.894,19	\$ 1.894,19	
$\sum_{i=1}^6 D$	\$	2.191,62	\$ 2.192,96	\$ 2.192,96	\$ 2.193,14	\$ 2.191,17	\$ 2.191,08	\$ 2.193,67	\$ 2.192,51	\$ 2.192,51	\$ 2.192,51	\$ 2.192,51	\$ 2.192,51	\$ 2.192,51	\$ 2.192,51	
Veces a ordenar (meses)		2	0	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0

Figura C.7: S&M: C/A Barracuda 5/8"6x19FGE

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

		COSTOS											
A	\$	2,100											
i		28%											
c	\$	8,79											
h = ic		2,46											
t		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
D		278,0	276,0	272,0	279,0	267,0	281,0	273,0	280,0	272,0	272,0	272,0	280,0
Q		826,0	0,0	0,0	546,0	0,0	834,0	0,0	816,0	0,0	0,0	0,0	280,0
Inventario final		548,0	272,0	0,0	267,0	0,0	553,0	280,0	544,0	272,0	0,0	0,0	0,0
Inventario final (\$)	\$	1.348,00	669,08	-	656,78	-	1.360,30	688,76	-	1.338,16	669,08	-	-
Costo ordenar (\$)	\$	2.100,00	-	-	2.100,00	-	2.100,00	-	-	2.100,00	-	-	2.100,00
$\sum_{i=1}^D$	\$	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00	2.100,00
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$	1.389,46	1.384,54	1.393,15	1.378,39	1.393,61	1.385,77	1.394,38	1.384,54	1.384,54	1.384,54	1.394,38	1.394,38
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$	1.372,36	1.380,56	1.366,62	1.379,74	1.378,10	1.383,02	1.375,64	1.369,08	1.369,08	1.382,20	1.382,20	1.382,20
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$	1.543,99	1.528,00	1.543,38	1.538,46	1.550,14	1.539,07	1.533,54	1.528,62	1.543,38	1.543,38	1.543,38	1.543,38
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$	1.760,62	1.775,38	1.771,93	1.781,77	1.775,38	1.766,52	1.762,10	1.773,90	1.773,90	1.773,90	1.773,90	1.773,90
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$	2.043,20	2.039,10	2.050,58	2.042,38	2.037,05	2.029,67	2.042,38	2.042,38	2.042,38	2.042,38	2.042,38	2.042,38
Veces a ordenar (meses)		3	0	0	2	0	3	0	0	3	0	0	1

Figura C.8: S&M: C/A Boa 1 1/2"6x19ANL

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

A	\$	2.100	COSTOS																	
i		28%	Costo llevar inventario	\$	5.904,35															
c	\$	1,60	Costo ordenar	\$	8.400,00															
h = ic		0,45	Costo total	\$	14.304,35															
t	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic								
D	1102,0	1098,0	1100,0	1095,0	1102,0	1106,0	1104,0	1103,0	1095,0	1100,0	1097,0	1096,0								
Q	3300,0	0,0	0,0	3306,0	0,0	0,0	3305,0	0,0	0,0	3293,0	0,0	0,0								
Inventario final	2198,0	1100,0	0,0	2208,0	1106,0	0,0	2201,0	1098,0	0,0	2193,0	1096,0	0,0								
Inventario final (\$)	983,16	492,03	-	987,64	494,71	-	984,51	491,13	-	980,93	490,24	-								
Costo ordenar (\$)	2.100,00	-	-	2.100,00	-	-	2.100,00	-	-	2.100,00	-	-								
$\sum_{i=1}^1 D$	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00								
$\sum_{i=1}^2 D$	\$ 1.295,57	\$ 1.296,01	\$ 1.295,57	\$ 1.296,46	\$ 1.297,36	\$ 1.296,91	\$ 1.296,69	\$ 1.295,57	\$ 1.296,01	\$ 1.295,34	\$ 1.295,12	\$ 1.295,12								
$\sum_{i=1}^3 D$	\$ 1.191,73	\$ 1.191,43	\$ 1.192,33	\$ 1.194,12	\$ 1.194,12	\$ 1.193,52	\$ 1.191,88	\$ 1.191,73	\$ 1.191,13	\$ 1.190,39	\$ 1.190,00	\$ 1.190,00								
$\sum_{i=1}^4 D$	\$ 1.262,15	\$ 1.263,27	\$ 1.265,28	\$ 1.265,95	\$ 1.265,62	\$ 1.263,49	\$ 1.262,93	\$ 1.261,81	\$ 1.261,03	\$ 1.260,00	\$ 1.260,00	\$ 1.260,00								
$\sum_{i=1}^5 D$	\$ 1.404,06	\$ 1.406,38	\$ 1.407,28	\$ 1.407,46	\$ 1.405,40	\$ 1.404,42	\$ 1.402,90	\$ 1.401,64	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00								
$\sum_{i=1}^6 D$	\$ 1.582,31	\$ 1.583,50	\$ 1.583,88	\$ 1.582,16	\$ 1.581,19	\$ 1.579,25	\$ 1.577,61	\$ 1.576,00	\$ 1.575,00	\$ 1.574,00	\$ 1.573,00	\$ 1.572,00								
Veces a ordenar (meses)	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0								

Figura C.9: S&M: C/A Camarón 9/16"6X7 FGE

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

		COSTOS											
		Costo llevar inventario \$ 5.033,02											
		Costo ordenar \$ 6.300,00											
		Costo total \$ 11.333,02											
A	\$	2.100											
i		28%											
c	\$	2,18											
h = ic		0,61											
t	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
D	462,0	457,0	460,0	462,0	463,0	466,0	457,0	455,0	454,0	450,0	455,0	462,0	
Q	1841,0	0,0	0,0	0,0	1841,0	0,0	0,0	0,0	1821,0	0,0	0,0	0,0	
Inventario final	1379,0	922,0	462,0	0,0	1378,0	912,0	455,0	0,0	1367,0	917,0	462,0	0,0	
Inventario final (\$)	\$ 840,87	\$ 562,20	\$ 281,71	\$ -	\$ 840,26	\$ 556,11	\$ 277,44	\$ -	\$ 833,55	\$ 559,16	\$ 281,71	\$ -	
Costo ordenar (\$)	\$ 2.100,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.100,00	\$ -	\$ -	\$ -	
$\sum_{i=1}^D$	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	\$ 2.100,00	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 1.189,33	\$ 1.190,25	\$ 1.190,86	\$ 1.191,16	\$ 1.192,08	\$ 1.189,33	\$ 1.188,72	\$ 1.188,42	\$ 1.187,20	\$ 1.188,72	\$ 1.190,86	\$ 1.190,000	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 979,88	\$ 981,31	\$ 982,12	\$ 983,54	\$ 980,49	\$ 977,85	\$ 977,04	\$ 975,21	\$ 976,43	\$ 980,29	\$ 980,000	\$ 10.000,000	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 946,20	\$ 947,72	\$ 949,70	\$ 946,65	\$ 943,45	\$ 941,01	\$ 938,57	\$ 939,49	\$ 945,60	\$ 940,000	\$ 940,000	\$ 10.000,000	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 982,81	\$ 985,50	\$ 982,69	\$ 979,28	\$ 976,23	\$ 972,33	\$ 972,81	\$ 976,96	\$ 976,96	\$ 976,96	\$ 976,96	\$ 10.000,000	
Costo ordenar $\sum_{i=1}^D$	\$ 1.055,81	\$ 1.053,47	\$ 1.050,11	\$ 1.046,76	\$ 1.042,19	\$ 1.041,48	\$ 1.045,44	\$ 1.045,44	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Veces a ordenar (meses)	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	

Figura C.10: S&M: C/A Boa 3/4"6x19ANL

Elaborado por: Andrea Armijos y Juan Tixe

Bibliografía

- [1] Moya Navarro Marcos Javier, “*Libro: Investigación de operaciones*”, 1990.
- [2] Perdomo Moreno Abraham, “*Libro: Fundamentos de control interno*”, 2004, Página 97.
- [3] Gutiérrez Ferrín “*Libro: Gestión de Stocks: Optimización de almacenes,*”, 2000, Página 113.
- [4] Sharma, S.C “*Libro: Operation Research: Inventory control and queuing theory*”, 2006, Página 39.
- [5] Schroeder, R.G “*Libro: Administración de operaciones*”, 1992, Página 458.
- [6] Heizer, J. y Render, B “*Libro: Principios de administración de operaciones*”, 2004, Página 453.
- [7] López, Carlos “*El movimiento de las 5’s* ”, 2001, Página Web: “www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/24/5s.htm”
- [8] Vidal C. Julio “*Libro: Fundamentos de gestión de inventarios*”, 2006.
- [9] Balderas, Patricio “*Paper: Teoría de inventarios*”, 2012, Página 42.
- [10] Sabater J., Cardós M “*Libro: Gestión de stocks de demanda independiente*”, 2004, Página 69.
- [11] García J., Cardós M “*Libro: Modelos de gestión de stocks independiente*”, 2011, Página 27.
- [12] Marco, Rocío “*Tablas de probabilidad*”, Página Web: “www.uam.es/personal_pdi/economicas/rociomar/tablas-probabilidad.pdf”
- [13] Mora García, Luis “*Libro: Los indicadores claves del desempeño logístico*”, 2010.
- [14] Arango Martínez Carlos, “*Definición, desarrollo e implementación de una propuesta metodológica para determinar el modelo de inventarios para productos terminados en las empresas que fabrican elementos de fijación en Colombia*”, 2009, Trabajo de Tesis de la Universidad Nacional de Colombia, sede de Medellín.

- [15] Mejía Orellana Iván, "*Diseño de políticas de inventarios para productos para una planta de producción de tuberías grandes*", 2010, Tesina de Seminario de la ESPOL, Ecuador.
- [16] Lucero Córdova Juan Pablo Bracho Ibarra Carlos Eduardo, "*Diseño de políticas de inventario para una planta de fabricación y comercialización de materiales de empaques plásticos*", 2010, Tesina de Seminario de la ESPOL, Ecuador.