

UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil Logística



**PROPUESTA DE UNA GESTION DE INVENTARIOS PARA LA MEJORA DE LA
PLANIFICACION Y CONTROL DEL CICLO LOGISTICO DE DISTRIBUIDORA
CORMI LTDA.**

CLAUDIA ANDREA OÑATE LÓPEZ

INFORME DE PROYECTO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL
LOGISTICO

Profesor Guía: Sr. Patricio Cea E.

Profesor Informante: Sr. Marcial Sáez L.

CONCEPCION, OCTUBRE 2016

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolla en la empresa Distribuidora Cormi Ltda., dedicada a la venta y distribución de productos alimenticios, abarrotes, vinos y licores, ubicada en la ciudad de Los Ángeles. Sus principales clientes son aquellos supermercados que no pertenecen a cadenas nacionales.

El estudio se basó en diseñar propuestas de mejora en las operaciones logísticas tanto en la planificación como en el control del ciclo logístico interno de la empresa, enfocándose principalmente en la gestión de aprovisionamiento y almacenamiento de los productos.

Las principales problemáticas de la empresa se reflejan en el exceso de inventario, gran crecimiento de *Skus*, desorganización en el *layout* en bodega y ubicación poco sistematizada de los productos.

Para dar respuesta a tal disyuntiva, lo primero en llevarse a cabo es la recolección y agrupación de los datos respecto a los productos que la distribuidora comercializa durante un tiempo transcurrido desde enero 2014 a abril 2016. Estos datos arrojaron un total de 1461 ítems de productos, los cuales fueron agrupados en 107 familias según el uso que caracteriza a cada uno de ellos. Luego se procedió a realizar una discriminación de los datos mediante la técnica de clasificación ABC de Pareto, con el objetivo de enfocarse en los bienes que poseen mayor rotación y generan un alto ingreso para la empresa.

Luego, se estudió la demanda de cada producto, analizando las ventas históricas para luego realizar un pronóstico de ellas utilizando un enfoque cuantitativo con la técnica de series de tiempo, dentro de las cuales se estudiaron las de promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavizamiento exponencial simple, suavizamiento exponencial doble y proyección de tendencia, en donde la mejor opción fue aquel que entregue un menor error de pronóstico.

Dado que se trata de productos con demanda independiente e incierta, se aplicó el sistema de revisión continua y periódica relativos a modelos de inventario probabilísticos. Para determinar cuál de los modelos anteriores mencionados es el mejor, se compararon los costos

total mensual que entregó cada uno de ellos, para luego escoger el del mínimo costo durante el periodo analizado.

Por último se diseñó el *layout* de bodega de almacenamiento de Distribuidora Cormi, de tal manera que permita optimizar el flujo de los productos, aprovechar los espacios utilizados y cumplir con los procedimientos de manejo de los mismos.

Se concluyó que se debe realizar una revisión continua, es decir, el inventario tiene que ser revisado luego de cada transacción. Para cada artículo se estimó el costo total del modelo de inventario establecido y se designó un mínimo de existencias que se deben ordenar para el próximo lote y en qué tamaño, todo esto para un periodo mensual.

SUMMARY

This project is developed in Cormi Distributor Ltda., dedicated to the sale and distribution of food products, groceries, wines and spirits, located in the city of Los Angeles. Its main customers are those supermarkets that do not belong to national chains.

The study was based on design proposals for improvement in logistics operations in both the planning and control of internal logistics cycle of the company, focusing primarily on the supply management and storage of products.

The main problems of the company are reflected in excess inventory, high growth of SKUs, disorganization in the cellar layout and unsystematic product placement.

To address this dilemma, the first to carry out is the collection and ordering of data about products that the distributor sells for the time elapsed from January 2014 to April 2016. These data showed a total of 1461 products items, which were grouped into 107 families according to their characteristic use. Then proceeded to make a discrimination of the data using the ABC classification technique of Pareto, in order to focus on the assets that have higher turnover and generate high income for the company.

Later on, the demand for each product was studied by analyzing historical sales and then make a forecast of them using a quantitative approach with the technique of time series. This techniques were: simple mobile average, weighted mobile average, smoothing simple exponential, double exponential smoothing trend projection. Where the best option was the one that delivers a lower prognosis error.

Since they are products with independent and uncertain demand, was applied a system of continuous and periodic review concerning probabilistic inventory models. To determine which of the before mentioned models is the best, were compared all the models and the total monthly costs handed each of them, then choose the minimum cost during the period analyzed.

Finally the layout of storage cellar of Cormi Distributor was designed in a way that allows to optimize the flow of products, take advantage of the spaces used and fulfill with the process of their management.

It was concluded that is necessary to realize constant revisions, in other words, the inventory has to be revised after each transaction. For each item the total cost of inventory model was estimated and established a minimum stock to be ordered for the next batch and what size is designated, all for a monthly period.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Dios por darme la fortaleza de seguir adelante y no rendirme cuando se presentaron obstáculos en mi camino. También por darme la bendición de tener una hermosa familia que me pudo contener en este proceso.

A mi abuela Vivi, por acompañarme espiritualmente en todo momento, sé que siempre que necesité de ti, estuviste presente, porque estas en mi mente y en mi corazón.

A mi madre que es un pilar fundamental en mi vida, mi motivación y ejemplo a seguir, gracias por todo tu apoyo, consejos y tu amor infinito. Depositaste tu entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

A mi tío Pedro por todo su apoyo incondicional, por sus consejos y por inculcarme desde pequeña la importancia de estudiar una carrera profesional para tener las armas necesarias para hacerle frente a la vida.

También quiero agradecer a mi tía Marcela, quien me acogió en su hogar durante gran parte del transcurso de mi carrera, gracias por su apoyo y por entregarme siempre una palabra de aliento cuando más lo necesitaba.

A mi padre por creer en mí y brindarme todo su apoyo hasta el último momento.

A mis hermanos; Felipe, como mi hermano mayor eres mi ejemplo a seguir, destacándote siempre como un gran profesional. Conito, espero que sigas el gran legado que te hemos dejado como hermanos, lucha por tus sueños y jamás te rindas.

A mis amigas, sin excluir a ninguna, gracias por todos los momentos que hemos compartido a lo largo de estos años. Son muy especiales para mí.

A Randy, gracias por compartir estos momentos tan esperados y especiales para mí. Te quiero mucho amor.

A mi querido amigo José gracias por compartir mis penas y alegrías junto a ti. Eres el mejor.

Agradezco a mis profesores Patricio Cea y Marcial Sáez, quienes me brindaron su apoyo y su tiempo, gracias por su paciencia y compartir sus conocimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	i
SUMMARY	iii
AGRADECIMIENTOS	v
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Justificación del problema	3
1.4. Delimitación del problema	4
1.5. Metodología aplicada	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Logística	7
2.2. Gestión logística	8
2.3. Aprovisionamiento	9
2.3.1. Logística de aprovisionamiento	10
2.3.2. Ciclo de aprovisionamiento	10
2.4. Almacén	10
2.4.1. Tipos de almacenes	11
2.5. Clasificación del inventario	12
2.6. Análisis ABC Pareto	12
2.7. Pronóstico de la demanda	14
2.7.1. Características de los pronósticos	14
2.7.2. Enfoques de pronósticos	16
2.7.3. Pronósticos de series de tiempo	17
2.7.3.1. Enfoque intuitivo	18
2.7.3.2. Promedios móviles	18
2.7.3.3. Promedio móvil ponderado	18
2.7.3.4. Suavizamiento exponencial simple	19
2.7.3.5. Suavizamiento exponencial doble (Modelo de Holt)	20

2.7.3.6. Proyección de tendencias -----	21
2.7.4. Medición del error de pronósticos -----	23
2.8. Inventario -----	24
2.8.1. Administración de inventarios -----	24
2.8.2. Propósitos de los inventarios -----	24
2.8.3. Tipos de inventarios -----	25
2.8.4. Costos asociados al inventario -----	26
2.9. Gestión de inventarios -----	28
2.9.1. Artículos con demanda independiente y dependiente -----	28
2.9.2. Tipos de demanda -----	28
2.10. Modelos de inventarios -----	29
2.10.1. Modelo determinístico -----	29
2.10.1.1. Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) -----	29
2.10.2. Modelos probabilísticos -----	35
2.10.2.1 Sistema de revisión continua -----	35
2.10.2.2. Sistema de revisión periódica -----	40
2.11. <i>Layout</i> -----	44
2.11.1. Objetivos del <i>layout</i> -----	44
2.11.2. Tipos de <i>layout</i> -----	44
CAPÍTULO III: SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA -----	46
3.1. Descripción de empresa Distribuidora Cormi Ltda. -----	46
3.1.1. Estructura organizacional -----	47
3.1.2. Descripción de funciones -----	47
3.1.3. Misión -----	48
3.1.4. Visión -----	48
3.1.5. Productos almacenados -----	49
3.1.6. Manejo de la información de los productos -----	49
3.1.8. Formas de venta -----	50
3.2. Descripción del ciclo logístico de Distribuidora Cormi Ltda. -----	50
CAPÍTULO IV: CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS -----	54
4.1. Análisis ABC -----	54

4.2. Etapas de clasificación ABC -----	54
4.2.1. Primera etapa de clasificación ABC -----	58
4.2.2. Segunda etapa de clasificación ABC -----	64
CAPÍTULO V: MÉTODO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA -----	66
5.1. Selección del método de pronóstico-----	66
5.2. Aplicación del método de pronóstico -----	67
CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS-----	81
6.1. Evaluación de los costos de inventario -----	81
6.2. Desarrollo y determinación del modelo de inventario-----	86
6.2.1. Sistema de revisión continua-----	86
6.2.2. Sistema de revisión periódica -----	88
6.3. Elección del sistema de revisión de inventario -----	90
CAPÍTULO VII: PROPUESTA DE UN REDISEÑO DE <i>LAYOUT</i> -----	93
7.1. Ubicación y organización de <i>layout</i> -----	96
7.2. Observaciones de <i>layout</i> mejorado -----	102
CONCLUSIÓN -----	103
RECOMENDACIONES-----	105
BIBLIOGRAFÍA -----	107
ANEXO A -----	108
ANEXO B -----	114
ANEXO C -----	124
ANEXO D -----	127
ANEXO E-----	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de horizonte de tiempo del pronóstico.-----	15
Tabla 2: Principales cargos y labores de la organización de Distribuidora Cormi Ltda. ----	48
Tabla 3: Distribución de productos por familia.-----	55
Tabla 4: Distribución de productos por familia.-----	56
Tabla 5: Familia de productos sin clasificación ABC en primera etapa. -----	58
Tabla 6: Resumen de resultados de clasificación ABC en primera etapa.-----	60
Tabla 7: Resumen de resultados de clasificación ABC en primera etapa.-----	61
Tabla 8: Resumen de resultados de clasificación ABC en primera etapa.-----	62
Tabla 9: Resumen de resultados de clasificación ABC en primera etapa.-----	63
Tabla 10: Resumen de los resultados obtenidos de la clasificación ABC en segunda etapa. -----	64
Tabla 11: Demanda histórica de la familia de higiénicos. -----	68
Tabla 12: Cálculo del pronóstico y error cuadrático medio (MSE).-----	71
Tabla 13: Demanda histórica de la familia de alimento de mascotas.-----	74
Tabla 14: Resultado del error cuadrático medio global de modelos de pronósticos.-----	78
Tabla 15: Resumen del costo total mensual incurridos al realizar un pedido. -----	83
Tabla 16: Costo total mensual y anual del mantenimiento y almacenaje de los productos. 84	
Tabla 17: Resumen del costo de adquisición de higiénico (código 321).-----	85
Tabla 18: Resumen del costo de adquisición de alimento de mascotas (código 300).-----	85
Tabla 19: Resumen de los datos necesarios para la aplicación del modelo de sistema de revisión continua. -----	86
Tabla 20: Resumen de los datos necesarios para la aplicación del modelo de sistema de revisión periódica. -----	88
Tabla 21: Costo total mensual del periodo de estudio del sistema de revisión continua.----	90
Tabla 22: Costo total mensual del periodo de estudio del sistema de revisión periódica.---	91
Tabla 23: Resultado de los costos totales de los sistemas de inventarios propuestos. -----	91
Tabla 24: Identificación de los productos para layout propuesto. -----	96
Tabla 25: Distribución por zona en el nivel I de los productos del sistema clasificación ABC.-----	97

Tabla 26: Distribución por zona en el nivel II de los productos del sistema clasificación ABC. -----	98
--	----

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1: Ciclo logístico. -----	9
Esquema 2: Estructura organizacional de Distribuidora Cormi Ltda. -----	47
Esquema 3: Diagrama de flujo del producto. -----	51
Esquema 4: Esquema de las etapas de clasificación ABC de los productos. -----	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación gráfica del método ABC Pareto. -----	14
Figura 2: Representación del nivel de inventario del modelo EOQ durante el tiempo. -----	30
Figura 3: Representación de la función del costo total del inventario. -----	32
Figura 4: Curva del punto de reorden del modelo EOQ. -----	34
Figura 5: Comportamiento del sistema de revisión continua durante el tiempo. -----	36
Figura 6: Distribución de probabilidad de la demanda para el cálculo de z. -----	39
Figura 7: Comportamiento del sistema de revisión periódica durante el tiempo. -----	41
Figura 8: Ubicación satelital de Distribuidora Cormi Ltda. -----	46
Figura 9: Gráfico del resumen de la clasificación ABC por el Valor total de ventas. -----	65
Figura 10: Gráfico de la demanda de la familia de las ampolletas. -----	67
Figura 11: Gráfico de la demanda de la familia de higiénicos. -----	69
Figura 12: Gráfico de la demanda y los pronósticos de los higiénicos. -----	72
Figura 13: Gráfico de la demanda de alimento de perro de 30 kg. -----	73
Figura 14: Gráfico de la demanda de alimento de perro de 10 kg. -----	73
Figura 15: Gráfico de la demanda de alimento de gato de 10 kg. -----	74
Figura 16: Gráfico de la demanda y los pronósticos del alimento de perro de 30kg. -----	79
Figura 17: Gráfico de la demanda y los pronósticos del alimento de perro de 10kg. -----	79
Figura 18: Gráfico de la demanda y los pronósticos del alimento de gato de 10kg. -----	80
Figura 19: Productos apilados en racks II nivel. -----	93
Figura 20: Productos apilados sobre pallets. -----	93
Figura 21: Productos en pasillos. -----	94

Figura 22: Productos apilados sobre pallets. -----	94
Figura 23: Diseño de layout actual de Distribuidora Cormi Ltda. -----	95
Figura 24: Zonificación de los productos en layout propuesto. -----	99
Figura 25: Posicionamiento de los productos en el nivel I del layout propuesto. -----	100
Figura 26: Posicionamiento de los productos en el nivel II del layout propuesto. -----	101

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

Un importante porcentaje de las empresas presentan problemas en la gestión que se realiza en los inventarios al no ser de manera óptima o indique resultados favorables para la empresa, esto no solo ocurre en Chile sino también a nivel mundial.

Es por tal motivo, que cualquier empresa que tenga como finalidad la comercialización de productos terminados, y tenga entre sus metas mantener al mínimo el riesgo de pérdida de dinero debe poner en práctica un sistema logístico eficaz como herramienta necesaria para una correcta administración de sus bienes, puesto que con frecuencia, se toman decisiones sobre compras, ventas, servicio al cliente y otras actividades que van directamente ligadas con la planeación y control de los inventarios.

La gestión de los inventarios y un modelo adecuado para el mismo es de vital relevancia, para así generar; satisfacción en la demanda de manera apropiada y oportuna, conocer al final de cada periodo un estado confiable de la situación económica de la empresa, un correcto registro del inventario, establecimiento de mínimos y máximos de manera adecuada, buena calidad del producto y que no exista sub almacenamiento ni sobre almacenamiento de productos.

En tal sentido, un descontrol presta oportunidades a grandes diferencias en cantidades monetarias y volúmenes, ocasionando directamente pérdidas para la empresa. Es por ello, que buena gestión de inventario, mejora las operaciones empresariales, de manera que estas actividades se desarrollen de manera eficiente y eficaz para poder competir con éxito en los mercados actuales.

Basado en lo anterior, por medio del presente proyecto se propone una solución a las problemáticas que presenta la empresa Distribuidora Cormi Ltda., en donde el objetivo se basa en la propuesta de un modelo de inventario, que permita la planeación de las operaciones de manera más adecuada, una mejor manera de pronosticar la demanda y sobre todo una mejor gestión de los inventarios.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Proponer un modelo de inventario para el control y planificación del aprovisionamiento y almacenamiento en bodega de productos de la empresa Distribuidora Cormi Ltda., con el fin de mejorar las operaciones internas y crear ventajas competitivas dentro del mercado.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar la situación actual del ciclo logístico interno de la empresa distribuidora, mediante técnicas de recolección de datos, para así determinar los factores que influyen en la problemática.
- Identificar los productos con mayor criticidad dentro del inventario, mediante la herramienta de clasificación ABC.
- Definir un sistema de pronósticos cuantitativos para determinar la demanda a corto plazo para los productos más relevantes de la empresa.
- Determinar un modelo de inventario que minimice los costos totales de inventario.
- Proponer un diseño del *layout* en bodega, que permita un uso más eficiente del espacio.
- Realizar recomendaciones para la implementación del modelo de inventario para lograr el control y la planificación de los mismos.

1.3. Justificación del problema

La importancia del presente proyecto, se basa en construir propuestas de mejora, mediante una metodología que se ajuste a distintos puntos clave, la cual implique una solución para la planificación y el control del inventario en Distribuidora Cormi Ltda., generando de esta forma, aumento en la eficiencia y rentabilidad para la empresa.

Distribuidora Cormi a pesar del poco tiempo que lleva en el rubro, ha logrado un crecimiento continuo mediante la incorporación de importantes proveedores. Sin embargo, no han conseguido elaborar procesos que le permitan planificar sus operaciones, puesto que el día a día los consume.

En la actualidad, no cuenta con un control de inventarios adecuado, presentando problemáticas de gran relevancia, causando así, desfases en la compra de mercancías y baja coordinación entre entes de la organización, los cuales afectan directamente la situación financiera de la empresa. Por otro lado, se generan quiebres de stock y también altos niveles de inventarios que no tienen movimiento, razón por la cual, quedan estancados y con el tiempo se transforman en productos obsoletos, al tener desconocimiento de la información debido a la ausencia de un sistema de revisiones en su inventario.

Todo lo anterior, conlleva a la organización a tomar decisiones equivocadas a la hora de realizar compras de mercancías para abastecer su stock, al no contar con una eficiente planificación de compras.

En tal sentido, el presente proyecto tiene como finalidad presentar una propuesta de mejora mediante un sistema de control de inventario, contribuyendo información más confiable, que permita evaluar pronósticos de demanda, para así tomar decisiones más acertadas. Además ayuda a mejorar la rotación de inventario, evitando extensas permanencias en bodega y a su vez aumentar el rendimiento financiero, generando liquidez para la adquisición de nuevos productos.

1.4. Delimitación del problema

Las limitaciones que se presentan en la realización de este proyecto son las siguientes:

- El presente proyecto se realiza en Distribuidora Cormi Ltda., ubicada en la ciudad de Los Ángeles. Se estudia el ciclo logístico, enfocándose principalmente en los procesos de aprovisionamiento y almacenamiento de los productos.
- El análisis de los datos se basa en la información histórica de las unidades vendidas, en un periodo transcurrido entre enero 2014 a abril 2016.
- La observación de las actividades que se llevan a cabo en bodega de productos, se efectuó durante los meses de marzo a julio del año 2016.
- Debido a la gran cantidad de productos comercializados por la distribuidora, estos son clasificados y agrupados por familia, de acuerdo a las características y uso que éstos presenten. Luego sólo se analizan los productos más importantes.
- No será objetivo de este proyecto evaluar la posibilidad de adquisición de un nuevo software o creación de planilla electrónica para registros de existencias.
- Disponibilidad de los trabajadores de la distribuidora para la recolección y entrega de datos.
- Disponibilidad del software que se utiliza actualmente en la empresa para la entrega de información.
- Este proyecto no contempla el estudio de los procesos de distribución y de logística inversa.

1.5. Metodología aplicada

Tanto para el desarrollo del presente proyecto, así como para alcanzar los objetivos propuestos, se utilizará la metodología de análisis de la situación actual de la empresa de todo proceso involucrado a las problemáticas que presenta tanto en materia de control y planificación de inventario.

A continuación se presentan cada una de las etapas de la metodología utilizada para el desarrollo de un modelo de gestión, donde se detalla el orden lógico de las actividades de recolección de datos y puesta en marcha del proyecto:

- Primera Etapa: Revisión Bibliográfica.

En primera instancia se investigará todo aquello que tenga relación en el concepto de inventario y almacenamiento. Es de gran relevancia indagar acerca de los tipos de inventarios, los costos que conlleva, los modelos de inventarios, etc. Por otra parte, también es necesario conocer e identificar los productos que se comercializan en la empresa.

- Segunda Etapa: Conocimiento de las actividades que se llevan a cabo en bodega.

Esta etapa consta de reiteradas visitas a las instalaciones de la empresa, con el fin de interiorizar al autor con las actividades que se llevan a cabo en el proceso de abastecimiento y almacenamiento de los productos. El primer análisis se realiza mediante el método de observación del movimiento de las mercancías desde el momento de recepción hasta que el producto es despachado al cliente. Para una mayor comprensión de las actividades, se aplicará una encuesta y entrevistas semiestructuradas al personal que llevan a cabo las actividades en la empresa, quienes serán una fuente de información relevante para el estudio.

- Tercera Etapa: Recolección de la información.

La empresa utiliza un sistema de información llamado CHILEDAT, un software que fue diseñado a la medida de las necesidades de la empresa y brinda información relevante con respecto a los bienes almacenados en bodega, costos, precios, demanda de los artículos, etc.

- Cuarta Etapa: Identificación de los problemas y las causas que los originaron.

Luego de la observación directa y del análisis de la información de todas las actividades en bodega, se desprenden los principales problemas situados en el ciclo logístico interno de la empresa, enfocados principalmente en la gestión de planificación y control de inventario.

- Quinta Etapa: Clasificación de los productos en bodega.

Distribuidora Cormi, comercializa una amplia gama de productos, los cuales para su mejor discernimiento se agruparán por familia de productos, dependiendo de las características que presente cada uno de ellos. Para ello se utiliza el sistema de clasificación ABC de Pareto, que consiste en reagrupar los productos en base a diversos criterios, dando así a conocer, cuáles de ellos poseen mayor rotación y rentabilidad para la distribuidora, con el fin de mantener un adecuado control de inventario.

- Sexta Etapa: Definir un método de pronóstico de la demanda.

Esta etapa comienza con el análisis del comportamiento de la demanda de cada tipo de producto que forme parte del inventario de la empresa. Junto con lo anterior se determinará si el producto tiene una demanda dependiente o independiente, lo cual permite el hallazgo del método de pronóstico que más se ajuste a la demanda de cada producto.

- Séptima Etapa: Selección de modelo de inventario.

Para mejorar el control de inventario es necesario seleccionar un modelo de inventario que permita reducir los costos del mismo. Dado a que se trata de productos con demanda incierta, se analizará y compararán los siguientes sistemas de inventarios:

- Sistema de revisión continua
- Sistema de revisión periódica.

- Octava Etapa: Rediseño del *layout* en bodega.

El diseño del *layout* en bodega permite a la empresa mantener un uso eficiente de los espacios utilizados para el almacenamiento de los bienes, además conceder un mayor control de las existencias en bodega. Este diseño se realiza mediante el Software AUTOCAD, respecto a las mediciones en terreno en las dependencias de la empresa.

- Novena Etapa: Construcción de conclusiones y recomendaciones.

Posterior a los resultados obtenidos en el estudio, es necesario diseñar recomendaciones para una mejora continua, que permitan reducir o eliminar ineficiencias, manteniendo estrategias en la cantidad óptima a pedir para el reabastecimiento, políticas de pedidos, políticas de revisión de existencias para la clasificación de inventario ABC que mejoren el manejo de inventario.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Logística

En la literatura actual se encuentra una variada cantidad de definiciones de logística y en su mayoría, orientadas hacia las mismas necesidades, mejorar la satisfacción del cliente, eficiencia en la cadena de abastecimiento y mantener una posición competitiva dentro del mercado.

Mediante la revisión extensa bibliográfica que hace referencia a la definición a este término, se logró detectar la que más se ajusta a la realidad de hoy.

Dentro de las definiciones recopiladas por Giraldo López (2011) se define a la logística como “la parte del proceso de la cadena de suministro encargada de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada con el punto de origen y el de consumo con el propósito de satisfacer las necesidades del consumidor”.

El objetivo de la logística es simplificar la cadena de suministro para controlar los costos totales, mejorar la calidad total, maximizar el servicio al cliente y aumentar su beneficio. (Escalona, 2000)

La logística no es una disciplina sencilla, pues conseguir el equilibrio de la compra, traslado y almacenamiento de las mercancías implica hacer juegos con malabares. Pero conseguirlo es extraordinariamente recompensado, puesto que proporciona la visión necesaria respecto a la demanda, el almacenamiento, manejo de materiales, el transporte y de inventarios, comprendido de esta forma, muchas empresas se han visto en la necesidad de incorporar la logística en sus procesos como una herramienta gerencial para el mejoramiento de la rentabilidad de su negocio.

La logística es un sistema de actividades independientes, que pueden variar de una empresa a otra, dependiendo de su estructura organizacional de cada una de ellas. Pero estas actividades siempre incluirán (Valenzuela Sepúlveda, 2004): Transporte, almacenamiento,

compras, inventarios, planeación de producción, gestión de personal, embalaje, servicios al cliente, manejo de materiales, sistemas de información.

2.2. Gestión logística

La gestión logística se define como el proceso de planificar, implementar y controlar el flujo y almacenamiento eficiente y económico de la materia prima, producto semi terminados y terminados, así como también la información asociada.

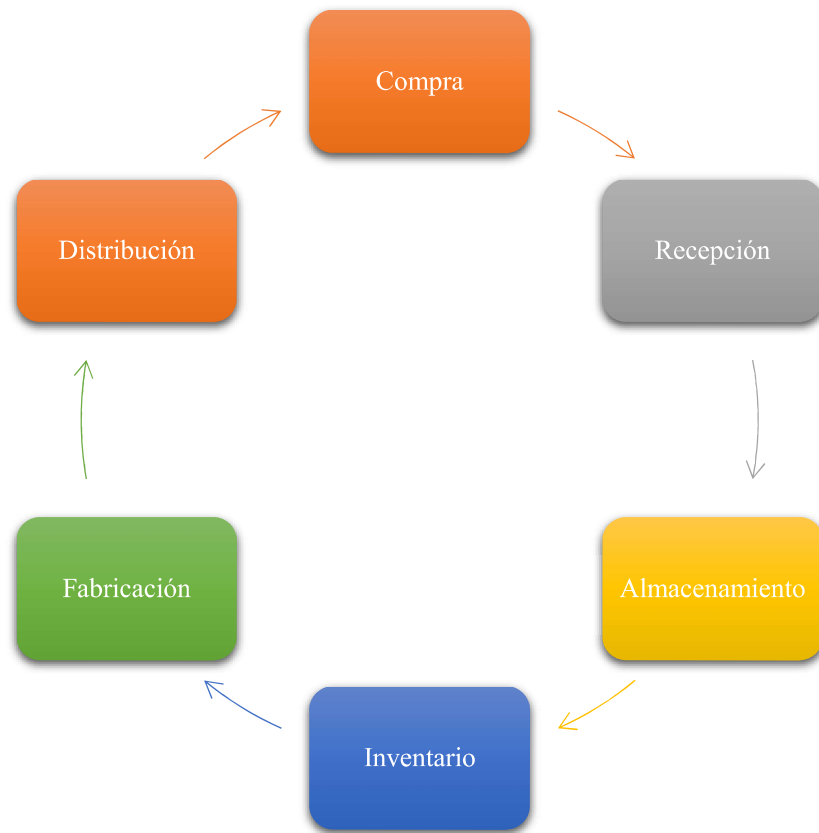
Con el pasar del tiempo la gestión logística ha tomado gran importancia al demostrar que el conjunto de procedimientos operativos que la componen son claves para la competitividad de las empresas.

Este conjunto de procedimientos deben estar estrechamente interrelacionados para un correcto funcionamiento, el cual permita cumplir con los propósitos preestablecidos por la compañía u organización.

Ciclo logístico

La gestión logística comprende una serie de actividades que se interrelacionan entre sí, los cuales se muestran en la figura 1:

Esquema 1: Ciclo logístico.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 1, el ciclo es de forma circular lo que indica que son actividades repetitivas dependiendo unas de otras, por lo que si una falla, las siguientes actividades también se verán afectadas.

2.3. Aprovisionamiento

La función de aprovisionamiento consiste en comprar los materiales necesarios para la actividad de la empresa (producción y venta) y almacenarlos mientras se inicia cada proceso de producción o comercialización. (Escudero Serrano, 2009)

El objetivo global de la función de aprovisionamiento es suministrar al departamento de producción los materiales necesarios (materias primas, recambios, envases, etc) para la

fabricación y al departamento de ventas los productos que comercializa, además de organizar las diferentes existencias que se generan en este proceso.

La función de aprovisionamiento fundamentalmente se compone de tres aspectos los cuales son: las compras, el almacenamiento y la gestión de inventarios.

2.3.1. Logística de aprovisionamiento

Comprende la planificación y gestión de compras, almacenaje de los productos necesarios y planificación de técnicas que permitan mantener unas existencias mínimas de cada material, procurando esencialmente que éstas se efectúen en condiciones óptimas al menor costo posible.

2.3.2. Ciclo de aprovisionamiento

El ciclo de aprovisionamiento se define como el periodo que existe entre la realización de la compra y el momento en que son entregados los productos vendidos a los clientes.

- En una empresa industrial:

Compra – Existencias- Producción- Existencias- Ventas.

- En una empresa comercial:

Compra- Existencias- Ventas.

El ciclo de aprovisionamiento en una empresa comercial implica menos movimientos dentro de su ciclo de actividades, ya que se dedican a comercializar y distribuir sus productos, es decir, una actividad de compraventa sin ninguna transformación.

2.4. Almacén

El almacén es un lugar o espacio físico designado para ubicar, mantener y manipular bienes y materiales para realizar el ciclo de abastecimiento de la empresa.

En el almacén se pueden custodiar tanto materias primas destinadas para el proceso de producción como también productos terminados o semi terminados para luego ser distribuidos.

El objetivo del almacén será guardar la mercancía, protegerla y conservarla apropiadamente durante un periodo de tiempo determinado, entregando un buen servicio al cliente. Por otro lado, una mala gestión de almacén puede generar derroches de dineros y a su vez pérdida de clientes.

2.4.1. Tipos de almacenes

Según Urzelai (2006) los almacenes se pueden agrupar atendiendo dos criterios. El primero de ellos es según la naturaleza de los artículos almacenados:

- Almacén de materias primas
- Almacén de productos semielaborados
- Almacén de productos terminados
- Almacén de piezas de recambio
- Almacén de materiales auxiliares.

Y segundo, según la función logística que desempeñen los almacenes:

- Almacén de fábrica: almacén que se encuentra en las propias instalaciones de la fábrica, en donde recibe el producto, lo almacena y lo despacha.
- Almacén regulador: almacén situado a poca distancia de la planta de fabricación, su función consiste en regular el flujo de los productos, a lo largo de los canales de distribución, recibiendo el producto y despachándolo a los puntos de destinos.
- Almacén distribuidor: almacén de carácter local y consiste en dar servicio a una zona geográfica concreta.
- Almacén de plataforma en tránsito: se trata de espacios logísticos en el que la mercancía no se encuentra en una ubicación permanente, es decir el artículo transita a través de plataformas, tales como la consolidación y desconsolidación de cargas.

2.5. Clasificación del inventario

En 1907 el economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923) expresó su creencia de que en Italia entre el 80 y 85 por ciento del dinero lo tenía sólo entre el 15 y el 20 de la población del país. Al grupo pequeño le denominó “minoría vital” y a todos los demás “mayoría trivial”. Con el tiempo se le conoció a esto como la “Regla 80-20” o ley de Pareto. (Muller, 2007)

El principio de Pareto, es utilizado en el área de gestión y control de inventarios, en el que sugiere que no todos los ítems del inventario dentro de una empresa deben ser controlados de la misma manera, puesto que hay ítems más relevantes que otros.

2.6. Análisis ABC Pareto

El análisis ABC sirve para la categorizar los artículos existentes en tres grupos de acuerdo a su importancia, para los cuales se pueden definir diferentes criterios, estos pueden ser; compras, ventas, presteza de la venta de un producto, costo por mantener inventarios, roturas de stock, etc.

En el presente estudio se utilizó el criterio de la venta mensual de los artículos demandados en pesos chilenos.

La clasificación es la siguiente:

- Ítems A: Son aquellos artículos que generalmente equivalen al 20% de unidades físicas del inventario y alcanzan el 80% del valor de los artículos del mismo. Dichos artículos estratégicamente son considerados más importantes debido a su criticidad en términos de costos o en el tiempo de su rotación. Para ello se recomienda:
 - Tratamiento especial
 - Reabastecimiento semanal
 - Inexistencia de quiebres de stock
 - Almacenar de forma segura y cerca de puntos de carga.
- Ítems B: Estos artículos normalmente incluyen el 30% de las referencias del inventario y alcanzan un 15% del valor total del inventario. Generalmente se encuentran en un nivel medio de los costos de inventario, lo que justifica un menor control ejercido sobre los productos del tipo A, para lo cual se recomienda:

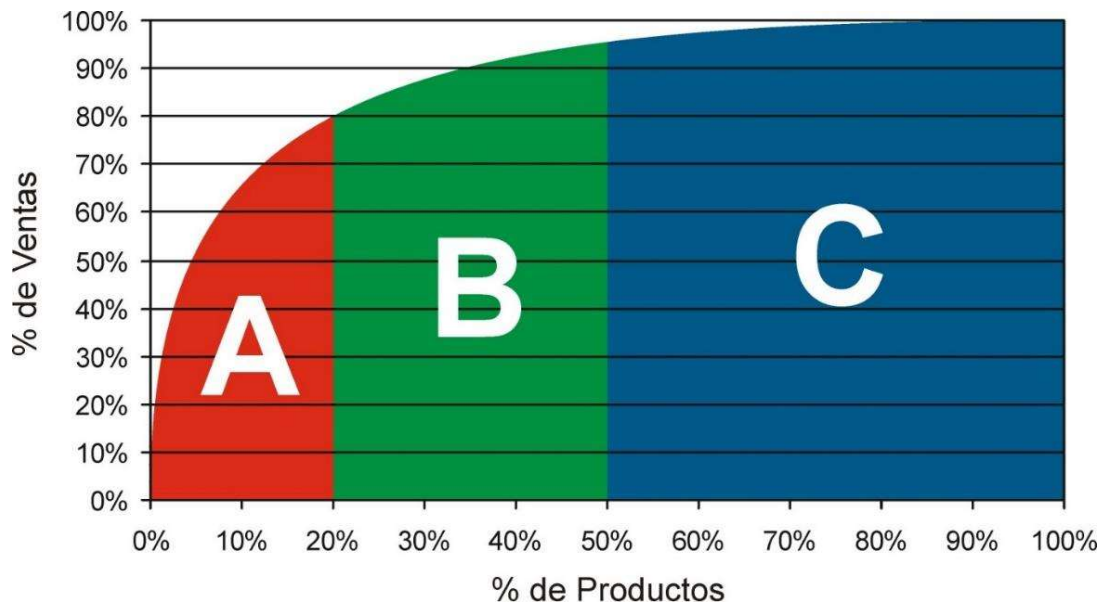
- Reabastecimiento semanal
- Permanencia normal
- Almacenamiento y ubicación en niveles medios.
- Ítems C: Son aquellos que comúnmente incorpora cerca del 50% de las referencias del inventario, y alcanzan un 5% del valor total del inventario. Estos artículos usualmente son de bajo costo, con alta disponibilidad, poco críticos y evidencia un menor control ejercido sobre los productos del tipo B. Lo constituyen un gran número de artículos, pero que representan un pequeño porcentaje de ventas, por ello no se justifica un esfuerzo significativo sobre ellos. Se recomienda:
 - Reabastecimiento mensual o bimensual
 - Se deben agotar
 - Almacenamiento en niveles altos
 - Localizados lejos del transporte.

Para llevar a cabo la clasificación ABC de Pareto, se deben seguir los siguientes pasos:

- Primer Paso: Se deben ordenar los artículos de mayor a menor valor, dependiendo de la variable a utilizar, las cuales pueden ser existencias medias, ventas, beneficio, valor de la inversión, etc.
- Segundo Paso: Se procede a realizar el cálculo del porcentaje que representa cada artículo por sobre la inversión total.
- Tercer Paso: Se obtiene la inversión acumulada del stock, es decir, las existencias absolutas acumuladas.
- Cuarto Paso: Se realiza el cálculo del porcentaje de inversión acumulada.
- Quinto Paso: Finalmente se debe representar gráficamente los valores obtenidos.

Para la representación de la gráfica de los resultados obtenidos mediante el análisis ABC, se utiliza la gráfica llamada Curva de Pareto, la cual establece la relación entre el valor de la inversión y los productos almacenados de la siguiente forma:

Figura 1: Representación gráfica del método ABC Pareto.



Fuente: Mora Garcia, 2010.

2.7. Pronóstico de la demanda

Es necesario proyectar las demandas de los artículos mediante técnicas para el análisis de ventas pasadas que permitan pronosticar el volumen de existencias de un almacén y como se han de gestionar éstas. Con el objetivo de satisfacer las necesidades reales de stock y no quedarse sin existencias o almacenar más de lo necesario.

2.7.1. Características de los pronósticos

Chopra & Meindl (2008) explica que toda organización dentro de una empresa deben estar conscientes de las siguientes características de los pronósticos:

1. Los pronósticos siempre están equivocados y, por ende deben incluir, tanto el valor esperado del pronóstico como una media de error del mismo.
2. Los pronósticos a largo plazo son menos precisos que los de corto plazo; ello se debe a que los primeros tienen una desviación estándar mayor con relación a la media que los segundos.
3. Los pronósticos agregados en general son más precisos que los desagregados ya que tienden a tener una desviación estándar menor del error con relación a la media.

4. En general, mientras más arriba en la cadena este una compañía (más lejos del consumidor) mayor será la distorsión de la información que recibe para desarrollar los pronósticos.

El horizonte de tiempo del pronóstico se puede clasificar de la siguiente manera:

Tabla 1: Clasificación de horizonte de tiempo del pronóstico.

	Horizonte de tiempo del pronóstico		
Aplicabilidad	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Duración	Generalmente menos de 3 meses, máximo de 1 año.	De 3 meses a 3 años.	Más de 3 años.
Cantidad pronosticada	Productos o servicios individuales.	Total de ventas, grupos o familias de productos o servicios.	Total de ventas.
Área de decisión	<ul style="list-style-type: none"> - Administración de inventario. - Programación del ensamblaje final. - Programación de horarios de los trabajadores. - Programación maestra de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación de personal. - Planificación de la producción. - Programación maestra de producción. - Compras distribución. 	<ul style="list-style-type: none"> - Localización de instalaciones. - Planificación de la cantidad. - Administración de procesos.
Técnica de pronóstico	<ul style="list-style-type: none"> - Series de tiempo. - Causal. - De juicio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Causal. - De juicio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Causal. - De juicio.

Fuente: Elaboración propia con datos Krajewski, Ritzman & Malhotra (2008).

2.7.2. Enfoques de pronósticos

Heizer & Render (2004) definen dos enfoques generales utilizados para pronosticar la demanda, los cuales son: El enfoque cualitativo y cuantitativo.

- **Pronóstico Cualitativo:** Son principalmente subjetivos e incorporan aquellos factores como la intuición, emociones, experiencias personales, vale decir, se apoya en el juicio humano para llegar al pronóstico esperado. Este tipo de pronóstico es apropiado cuando se trata de una empresa que posee nula o escasa información sobre los datos históricos asociados a la venta de sus productos, lo cual puede afectar al pronóstico en sí.

A continuación se enumeran las técnicas utilizadas por los pronósticos cualitativos:

1. Jurado de opinión de ejecutivos: Esta técnica considera la opinión de un pequeño grupo de expertos o administrativos de alto nivel, para lograr una estimación de la demanda de forma grupal.
 2. Método Delphi: Existen tres tipos de participantes dentro de esta técnica; los que toman la decisión, el personal y los entrevistados. Mediante el proceso grupal permite a los expertos realizar pronósticos.
 3. Composición de la fuerza de ventas: Técnica que se basa en la estimación de las ventas esperadas por parte de los vendedores de cada región, para luego combinarlas y llegar a una proyección a nivel global.
 4. Encuesta en el mercado de consumo: Este método requiere de información por parte de los clientes o futuros clientes sobre sus planes de compra futuros, mediante la realización de encuestas.
- **Pronóstico Cuantitativo:** Se utiliza cuando la situación es estable y se conocen datos históricos de la demanda, lo cual involucra técnicas matemáticas para su desarrollo. Para este tipo de pronóstico se describen 5 tipos de métodos de pronósticos cuantitativos que pertenecen a dos categorías:

- | | | |
|------------------------------|---|-----------------------------|
| 1. Enfoque intuitivo | } | Modelos de Series de tiempo |
| 2. Promedios móviles | | |
| 3. Suavizamiento exponencial | | |
| 4. Proyección de tendencias | | |
| 5. Regresión lineal | } | Modelo Asociativo |

Modelo de Series de tiempo: Los métodos de pronósticos de series de tiempo utilizan la demanda histórica para hacer pronósticos para predecir el futuro. Se basan en la suposición de que la historia de la demanda pasada es un buen indicador para la demanda futura. Este método es apropiado cuando el patrón de demanda básica no varía significativamente de un año al siguiente. Es uno de los métodos más simples de emplear y sirve como un buen punto de inicio para el pronóstico de la demanda.

Modelos Asociativos: Los métodos de pronósticos asociativos o causales suponen que los pronósticos de la demanda está relacionada con uno o más factores del medio, como por ejemplo el estado de la economía, las tasas de interés, etc. Este método de pronóstico encuentra una correlación entre la demanda y recurren a estimados de lo que serán los factores del medio para pronosticar la demanda futura. Las empresas utilizan este pronóstico para determinar el impacto de las promociones de precio de la demanda.

2.7.3. Pronósticos de series de tiempo

Una serie de tiempo se basa en la secuencia de datos puntuales separados por intervalos estrictamente iguales, las cuales pueden ser; semanas, meses, trimestres, semestres, etc.

Los datos utilizados en las series de tiempo para realizar el pronóstico implican que los valores futuros predicen a partir de sus valores pasados.

- Descomposición de una serie de tiempo: Significa desglosar los datos históricos en componentes para luego proyectarlos al futuro. Una serie de tiempo contiene cuatro componentes las cuales son:
 1. Tendencia: Se refiere al movimiento gradual ascendente o descendente de los datos a través del tiempo.
 2. Estacionalidad: Es un patrón de datos que se repite después de un periodo de días, semanas, meses o trimestres.

3. Ciclos: Son patrones en los datos que se repiten después de varios años.
4. Variaciones aleatorias: Son señales en los datos causadas por situaciones inusuales. No siguen ningún patrón por lo tanto es imposible predecirlos.

2.7.3.1. Enfoque intuitivo

Esta es una de las formas más sencillas de pronosticar la demanda del siguiente periodo. Consiste en que la demanda del mes siguiente será igual a la demanda del periodo más reciente.

2.7.3.2. Promedios móviles

Para construir un pronóstico con el método promedio móvil, se deben utilizar los datos históricos reales de la demanda. Pues este método es útil al suponer que la demanda permanecerá de manera estable a través del tiempo.

Este pronóstico se obtiene mediante el cálculo del promedio de los datos a lo largo de un número de periodos deseado, generalmente la variable n (número de periodos) suele variar entre tres (3) a cinco (5), dependiendo de la cantidad de elementos que contenga la serie de datos. Por ejemplo si se quiere el promedio móvil de 4 meses, se debe sumar la demanda de los últimos 4 meses y luego dividir por los 4 mismos meses.

Matemáticamente para el cálculo de la estimación de la demanda queda expresada por la ecuación 1:

$$PD_t = \frac{\sum \text{Demanda de los últimos } n \text{ periodos anteriores}}{n \text{ periodos}} \quad (1)$$

2.7.3.3. Promedio móvil ponderado

Cuando se observa tendencia en los datos se deben utilizar ponderaciones para dar importancia a los últimos periodos más recientes. Esta técnica de pronóstico permitirá ser más sensible a cambios en la demanda.

La elección de la ponderación es de manera arbitraria, puesto que no existe una fórmula establecida para determinarla. Sin embargo, se tiene que si la ponderación del último periodo es demasiado alta, el pronóstico puede presentar cambios inusuales.

Matemáticamente el promedio móvil ponderado queda expresado por la ecuación 2:

$$PDP_t = \frac{\sum(\text{Ponderación para el periodo}) (\text{Demanda en periodo } n)}{\sum \text{Ponderaciones}} \quad (2)$$

2.7.3.4. Suavizamiento exponencial simple

Esta es una técnica de pronóstico de promedios móviles, la cual tiene como objetivo aminorar las fluctuaciones de la demanda, añadiendo una constante alfa (α) en su función exponencial, dándole más vigor a las demandas más recientes.

La fórmula básica para el suavizamiento exponencial se expresa de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Nuevo pronóstico} &= \text{Pronóstico periodo anterior} + \\ &\quad \alpha (\text{demanda real del mes anterior} - \text{pronóstico periodo anterior}) \end{aligned}$$

Lo que matemáticamente se expresa en la ecuación 3:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (3)$$

donde;

$$F_t = \text{Nuevo pronóstico}$$

$$F_{t-1} = \text{Pronóstico anterior}$$

$$\alpha = \text{Constante de suavizado } (0 \leq \alpha \leq 1)$$

$$A_{t-1} = \text{Demanda real en el periodo anterior.}$$

Por lo tanto, el nuevo pronóstico es igual a la demanda anterior más alguna fracción α multiplicada por la diferencia entre la demanda real del último periodo y la estimación del pronóstico anterior.

El valor de la constante de suavizamiento α por lo general toma un valor entre 0,1 y 0,3. Cuando α toma un valor alto es porque el promedio subyacente tiene probabilidad de cambiar por lo tanto, le da más peso a los datos recientes. Cuando se emplean valores bajos para la constante α es porque el promedio es estable, por lo que toma más en cuenta a los datos históricos de muchos periodos anteriores.

2.7.3.5. Suavizamiento exponencial doble (Modelo de Holt)

El suavizamiento exponencial es un enfoque común en los negocios, pero es necesario estudiarlo con más detalle, es por ello que este método debe modificarse cuando se observa una tendencia.

Este método realiza un ajuste de la tendencia, calculando el promedio suavizado exponencialmente de los datos y después ajustando el retraso positivo o negativo en la tendencia. La nueva ecuación queda expresada de la siguiente forma:

$$FIT_{t+1} = F_t + T_t \quad (4)$$

Con el suavizamiento exponencial ajustado por tendencia, las estimaciones del promedio y la tendencia se suavizan, y para este procedimiento se necesitan dos constantes de suavizado; α para el nivel y β para la tendencia.

Luego para calcular el nivel y la tendencia para cada periodo se siguen las siguientes ecuaciones matemáticamente expresadas:

Estimación del nivel: $F_t = \alpha(A_t) + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \quad (5)$

Estimación de la tendencia: $T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (6)$

donde;

$F_t =$ Pronóstico exponencialmente suavizado en el periodo t

$T_t =$ Tendencia exponencialmente suavizada en el periodo t

$A_t =$ Demanda real en el periodo t

$\alpha =$ Constante de suavizado para el promedio ($0 \leq \alpha \leq 1$)

$\beta =$ Constante de suavizado para la tendencia ($0 \leq \beta \leq 1$).

La elección de las constantes de suavización α y β afectan al valor de los resultados. Por lo tanto un valor pequeño de α da mayor peso a los datos antiguos y un alto valor para α dará mayor peso a los datos recientes. Igualmente un valor pequeño para β da mayor peso a los datos antiguos de la tendencia y un valor alto para la constante dará más peso a las tendencias

de la serie de datos más recientes. Por lo general y lo más recomendado, es que el valor de β sea el doble del valor asignado para α .

2.7.3.6. Proyección de tendencias

Este es el último método de pronóstico de series de tiempo y es una técnica en que la recta de la tendencia se ajusta a los datos históricos para que la recta pueda ser proyectada y obtener pronóstico a mediano y largo plazo.

En este método se utilizará la tendencia lineal (línea recta) mediante un método estadístico preciso denominado como el *método de mínimos cuadrados*, la cual se describe en términos de su ordenada o intersección en el eje y y su pendiente, como se expresa en la ecuación 7:

$$\hat{y} = a + bx \quad (7)$$

donde;

\hat{y} = Valor calculado de la variable que debe predecirse

a = Ordenada

b = Pendiente de la recta de regresión

x = Variable independiente (en este caso es el periodo).

Luego para encontrar los valores de a y b para cualquier recta de regresión, se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$b = \frac{\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\Sigma x^2 - n\bar{x}^2}} \quad (8)$$

donde;

b = Pendiente de la recta de regresión

Σ = Signo de suma

x = Valores conocidos de la variable independiente

y = Valores conocidos de la variable dependiente

\bar{x} = Promedio del valor de la x

\bar{y} = Promedio del valor de la y

n = Número de datos puntuales u observaciones.

Y ahora para el cálculo de a se tiene:

$$a = \bar{y} + b\bar{x} \quad (9)$$

El uso del método de mínimos cuadrados para la proyección de tendencias, debe cumplir con tres requisitos:

1. Al graficar los datos, estos deben presentar una relación lineal y no en curva.
2. No se predicen periodos lejanos a los existentes en la base de datos, puesto que pronosticar por mucho tiempo estos tendrán poca validez estadística.
3. Las desviaciones alrededor de la recta de mínimos cuadrados son aleatorias y siguen una distribución normal, por lo que la desviación debería encontrarse cerca de la recta o sólo a unas cuantas más lejos.

Finalmente se puede concluir que para una organización es complejo decidir que método de pronóstico es el más apropiado para implementar, pues muchos estudios indican que es más efectivo emplear múltiples métodos de pronóstico combinados en vez de emplear uno por sí solo.

En el presente estudio se utilizará el método de pronóstico de series de tiempo, puesto que es el más apropiado cuando la demanda futura está relacionada con la demanda histórica de las ventas de los productos de Distribuidora Cormi Ltda.

Los pronósticos de series de tiempo como se pudo ver anteriormente, se componen de variados métodos, por lo que en este proyecto se utilizarán aquellos que se ajusten de mejor manera al comportamiento de la demanda de cada familia de productos y también que éstas presenten un menor error en su pronóstico.

2.7.4. Medición del error de pronósticos

El objetivo principal de estudiar la demanda es obtener un propósito confiable para un periodo futuro. La exactitud general de cualquier método de pronóstico ya sea de promedios móviles, suavizamiento exponencial entre otros, se puede determinar comparando los valores pronosticados versus los valores reales. Esto se puede expresar matemáticamente en la siguiente ecuación:

$$\text{Error del pronóstico} = A_t - F_t \quad (10)$$

donde;

$$A_t = \text{Demanda real}$$

$$F_t = \text{Demanda pronosticada.}$$

Existen distintas formas para calcular los errores de pronósticos y estos sirven para comparar métodos, asegurando el buen desempeño de este. A continuación se presentan las tres medidas más comunes de calcular el error:

Desviación absoluta media:

$$MAD = \frac{\Sigma|\text{real} - \text{pronóstico}|}{n} \quad (11)$$

Error cuadrático medio:

$$MSE = \frac{\Sigma(\text{error de pronóstico})^2}{n} \quad (12)$$

Error porcentual absoluto:

$$MAPE = \frac{100 \sum_{i=1}^n |\text{real}_i - \text{pronóstico}_i| / \text{real}_i}{n} \quad (13)$$

2.8. Inventario

Se define el inventario como “la existencia de cualquier artículo o recurso utilizado en una organización” (Chase, Aquilano, & Jacobs, 2004). Esto se refiere a la existencia de bienes tangibles en la espera de ser utilizados o vendidos.

Krajewski, Ritzman, & Malhotra (2008) explican que los inventarios se crean cuando el volumen de materiales, partes o bienes terminados que se reciben es mayor que el volumen de los mismos que se distribuye; el inventario se agota cuando la distribución es mayor que la recepción de materiales.

Los inventarios no tan solo comprenden materias primas, productos en proceso y productos terminados, sino también repuestos y accesorios que dan apoyo a las operaciones de mantenimiento y protección contra fallas de equipos.

2.8.1. Administración de inventarios

La administración de inventarios es un proceso que requiere información sobre las demandas esperadas, las cantidades de inventario disponibles y en procesos de pedido de todos los artículos que almacena la empresa en todas sus instalaciones y el momento y tamaño indicados de las cantidades de reorden. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

La administración de los inventarios, se basa en mantener bienes disponibles cuándo y dónde estos se requieran, acompañado de políticas que permitan determinar cuánto y cuándo reabastecer el inventario.

2.8.2. Propósitos de los inventarios

Los inventarios existen para muchos propósitos (Leenders, Fearon, & England, 1999) incluyen lo siguiente:

- Para proveer y mantener un buen servicio al cliente.
- Para facilitar el flujo de artículos por medio del proceso de fabricación.
- Para proporcionar protección contra incertidumbre en la oferta y la demanda.
- Para lograr la utilización razonable del esfuerzo personal y del equipo.

2.8.3. Tipos de inventarios

Cuando se habla de inventario en el contexto de empresas manufactureras, surge un esquema de clasificación de acuerdo al uso y movimiento de estos materiales que se almacenan, de los cuales se pueden identificar los siguientes:

- **Inventarios de materia prima:** Este inventario se compone de los recursos necesarios para la actividad de fabricación de un producto determinado de la empresa.
- **Inventario en proceso:** El inventario en proceso está compuesto por aquellos artículos parcialmente elaborados, pero que aún no han sido terminados, por ende éstos se encuentran en el proceso de producción.
- **Inventario producto terminado:** Este inventario que está constituido por aquellos productos finales del proceso de producción.
Durante el proceso de producción se les añade valor al inventario en cada nivel de operación que finaliza con el producto terminado.
- **Inventario de mantenimiento, reparación y operación:** Inventario que brinda apoyo al proceso productivo, el cual no está destinado para la venta.

Además, los inventarios también se pueden clasificar según su función dentro de la cadena logística:

- **Inventario cíclico:** Estos inventarios se generan del hecho de producir u ordenar en lotes en vez de unidad por unidad, estos se acumulan en variados puntos de los sistemas de operación.
Las principales razones por las cuales se genera el inventario cíclico son para alcanzar economías de escala al rehuir altos costos de ordenamiento y también para obtener descuentos por cantidad en costos de compra y/o transporte.
- **Inventario de seguridad:** Se genera como resultado de la incertidumbre en la demanda o para cubrir errores en el pronóstico de la misma. El inventario de seguridad está ligado directamente con el nivel de servicio al cliente que se desee entregar.
En empresas productoras, los inventarios de seguridad de materias primas protegen frente a la incertidumbre en el desempeño del proveedor en tales casos que se

presenten retardos en el tiempo de envío, calidad deficiente, huelgas, etc. Por otro lado los inventarios de seguridad de materiales para los procesos de producción, dan protección contra imprevistos en la falla de maquinarias.

- **Inventario de anticipación:** Este tipo de inventario surge mediante la necesidad de satisfacer demandas futuras de las cuales ya se tiene una previsión real de ellas.
- **Inventario en tránsito o en distribución:** Inventario que va en camino de un lugar a otro, que pertenecen a la empresa, pero no se encuentran físicamente en sus instalaciones.

El inventario en tránsito se sitúa dentro del canal de distribución, ya sea desde o hacia la ubicación del proveedor, empresa o cliente.

Es importante destacar que este inventario no tan sólo supe la necesidad de entender cómo se desplazan los productos sino también cómo y cuándo aparece en los registros de la empresa.

2.8.4. Costos asociados al inventario

Las empresas al mantener productos en inventarios incurren en diferentes costos, los cuales no sólo tratan de la inversión en inventario, sino también a costos asociados a la administración de ellos, es por esto que se hace relevante identificarlos y estudiarlos para así lograr una óptima gestión de inventarios, ya que el éxito de ésta brindará a la empresa disminuir considerablemente dichos costos.

Schroeder (1992) define los siguientes tipos de costos de inventarios:

- **Costo del artículo:** Costo directo asociado a la compra o producción unitaria de un bien. Generalmente se expresa el costo unitario multiplicado por la cantidad adquirida o producida. Este costo puede presentar descuentos dependiendo de la cantidad a ordenar.
- **Costo de ordenar pedidos (o preparación):** Son aquellos costos relacionados a la emisión de una orden de pedido para el reaprovisionamiento de un grupo o lote de artículos. Por lo que la empresa debe incurrir en costos de oficina o administración, es decir, cotizaciones, procesamiento de factura, etc., costos de transporte, costos de

recepción, etc. El costo de emitir un pedido es un costo fijo el cual es independiente a la cantidad de pedido, mientras esta no sea cero.

- **Costos de inventario (o conservación):** Los costos de inventario o de conservación están relacionados con la permanencia de los productos en inventario durante un periodo de tiempo. Este costo usualmente se carga como un porcentaje del valor por unidad en el tiempo.

Los costos de inventario generalmente consisten en tres componentes:

1. **Costo de capital:** Cuando los productos se tienen en inventario, el capital invertido no está disponible para otros propósitos. Esto representa el costo de oportunidades perdidas para otras inversiones.
 2. **Costo de almacenamiento:** Este costo incluye costos variables del espacio, seguros e impuestos por almacenar los productos. En algunos casos, una parte del costo del almacenamiento es fijo, por ejemplo, cuando se posee un almacén y no se puede utilizar para otros fines. Tales costos fijos no deben incluirse en el costo del almacenamiento de inventario.
 3. **Costo de obsolescencia, deterioro y pérdida:** Los costos de obsolescencia se le asignan a los productos con alto riesgo de hacerse obsoletos, por lo que mayor es el riesgo, mayor será el costo. Los productos perecederos deben cargarse con los costos de deterioro cuando el artículo se daña con el tiempo. Los costos de pérdida incluyen costos de hurto y daños relacionados con la conservación de los productos en inventario.
- **Costos de inexistencia:** Se refiere al costo incurrido por la falta de existencias de productos o materiales cuándo y dónde se necesiten. Esta situación sucede cuando la demanda es mayor al nivel de inventario que dispone la empresa, puesto que para las organizaciones es difícil precisar con exactitud la demanda tanto presente como futura. La ruptura o escasez de stock provoca demandas insatisfechas, lo que en algunos casos se traduce en la pérdida de clientes.

2.9. Gestión de inventarios

La gestión de inventarios representa uno de los pilares fundamentales para los procesos de la logística de entrada. Su actividad principal es manejar los niveles de existencias de los productos, para lo cual se deben utilizar técnicas de optimización que le permita maximizar el nivel de servicio al cliente y minimizar el nivel de inventario, esto implica mantener un equilibrio entre evitar productos agotados y excesos de existencias, puesto que llegar a estos extremos generará costos relacionados a ventas perdidas y costos de mantener capital en bodega.

2.9.1. Artículos con demanda independiente y dependiente

Es de gran importancia realizar una distinción referente a los tipos de demanda que existen para cada inventario, puesto que al usar un método para la gestión de inventarios, éstos variarían según la de demanda al que esté sujeto. Dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- **Demanda independiente:** Es aquella que depende únicamente de las condiciones del mercado, por lo tanto la demanda de un artículo es independiente cuando no depende de la demanda de otro artículo. El inventario de este tipo de demanda consta de productos terminados y de partes de algún repuesto. Para calcular las demandas independientes usualmente se requiere de alguna clase de pronóstico.
- **Demanda dependiente:** Es aquella que depende de la demanda de otro artículo, generalmente está compuesta por materias primas, partes y/o sub ensamblajes que son utilizados para la fabricación de productos finales.

2.9.2. Tipos de demanda

Para un buen funcionamiento de un modelo de gestión de inventario es importante conocer qué tipo de demanda va a alimentar el modelo. Existen dos tipos de demanda y estas son:

- **Determinística:** La demanda de un producto se conoce con exactitud en un periodo de tiempo futuro. Este tipo de demanda se puede hallar en empresas que trabajan bajo pedidos.
- **Probabilística:** La demanda de un producto es incierta para un periodo futuro, pero a ésta se le puede asignar una distribución de probabilidad a su ocurrencia.

2.10. Modelos de inventarios

Surgen a través de la idea de aplicar métodos que ayuden a reducir al mínimo los costos relacionados con el mantenimiento de las existencias y a su vez cumplir con la demanda del cliente, respondiendo las interrogantes: ¿Cuándo se debe pedir un producto? y ¿Cuánto se debe pedir del producto?

2.10.1. Modelo determinístico

2.10.1.1. Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ)

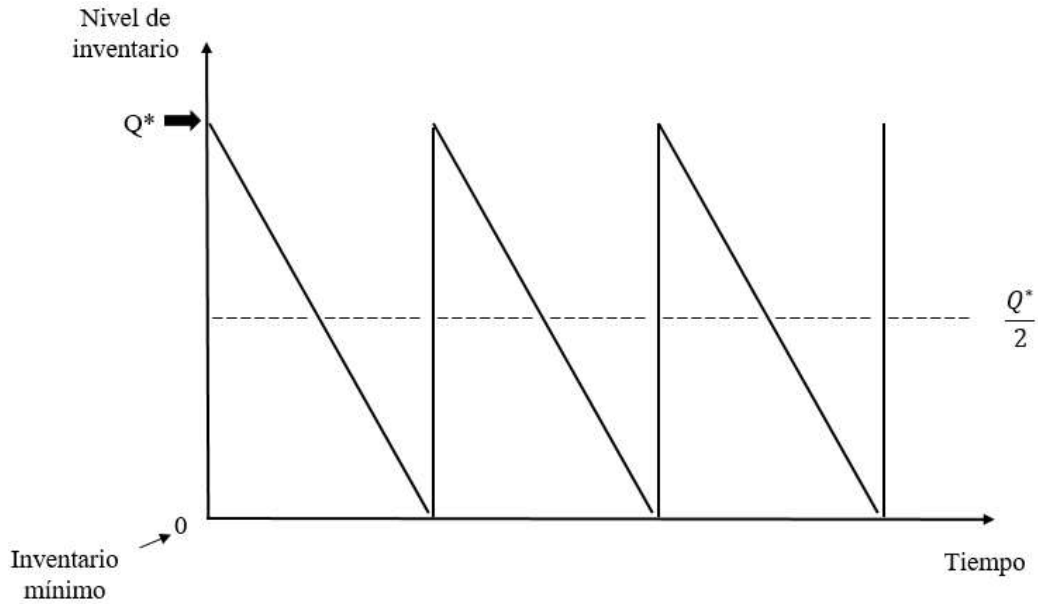
Este modelo fue desarrollado por F. W. Harris el año 1915 y tiempo después mejorada por F. E. Raymond en 1930, quien ilustra los manejos de inventarios en base a modelos de gestión claros y didácticos con demanda independiente. El objetivo de este modelo es minimizar el costo total del inventario anual, mediante el hallazgo de la cantidad óptima a pedir.

Los supuestos sobre los que este modelo se constituye, son los siguientes:

- La demanda es determinística y ocurre a tasa constante.
- Los costos permanecen constantes (no hay descuento por volumen de pedido).
- La cantidad de pedido por orden es la misma.
- El tiempo de entrega de pedido es conocido y constante.
- La recepción del inventario es instantánea y completa, es decir el proveedor surte las cantidades solicitadas en un solo lote.
- Se considera un horizonte infinito y continuo de tiempo.

Bajo estos supuestos, el nivel de inventario en el tiempo se muestra en la siguiente figura:

Figura 2: Representación del nivel de inventario del modelo EOQ durante el tiempo.



Fuente: Elaboración propia con información de Heizer & Render (2004).

El gráfico de la figura 2 es denominado “diente de sierra”, y su perfecto patrón se debe a que la demanda es constante y los artículos son adquiridos en tamaños de lote fijo, donde Q^* representa la cantidad óptima a ordenar, $Q^*/2$ es el inventario promedio en existencia. Cada vez que el nivel de inventario llega a 0, se coloca y recibe una nueva orden, por lo cual el nivel de inventario vuelve a Q^* unidades.

El objetivo es elegir Q^* de manera que minimice el costo promedio por unidad de tiempo. Se pueden utilizar unidades de tiempo como día, mes, año siempre y cuando todas las variables relacionadas con el tiempo se expresen en las mismas unidades.

La ecuación matemática que representa a esta compensación entre compras y nivel de inventario es la siguiente:

$$TC = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H + PD \quad (14)$$

donde;

$TC = \text{Costo anual total}$

$D = \text{Demanda anual en unidades}$

$Q = \text{Cantidad de unidades por orden}$

$S = \text{Costo de realizar un pedido}$

$H = \text{Costo anual de mantener y almacenar inventario por unidad}$

$P = \text{Precio por unidad}$

$D = \text{Demanda anual en unidades.}$

Por lo que, para determinar los costos asociados a la ecuación 14 se utilizan las siguientes ecuaciones:

1. Costo anual de realizar pedido:

$$\text{Costo anual de realizar pedido} = \frac{D}{Q}K \quad (15)$$

donde;

$D = \text{Demanda anual}$

$Q = \text{Cantidad de unidades a ordenar}$

$K = \text{Costo de realizar un pedido.}$

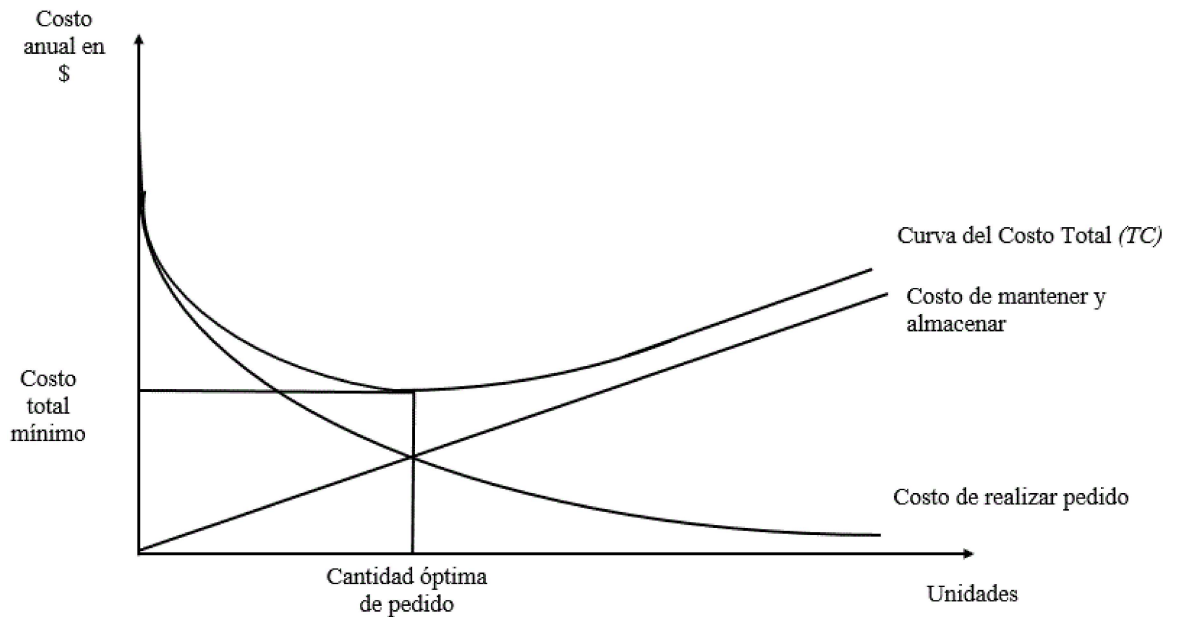
2. Costo anual de mantener inventario:

$$\text{Costo anual de mantener} = \frac{Q}{2}H \quad (16)$$

donde;

$H = \text{Costo anual de mantener inventario por unidad}$

Figura 3: Representación de la función del costo total del inventario.



Fuente: Elaboración propia con información de Heizer & Render (2004).

De acuerdo a la figura del gráfico del costo total del inventario éste toma un valor mínimo en el punto donde la inclinación de la curva es cero.

Luego obtener todos los costos asociados al inventario, se procede a la aplicación del Método de Cantidad Económica de Pedido a partir de la siguiente secuencia de pasos:

1. Se calcula el pedido óptimo, para la cual se aplica la siguiente ecuación 17:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 D K}{H}} \quad (17)$$

donde;

Q^* = Cantidad óptima de productos a ordenar (EOQ)

D = Demanda anual en unidades

K = Costo de realizar un pedido

H = Costo anual de mantener y almacenar inventario por unidad.

Cabe destacar que en la ecuación 17 se puede utilizar cualquier unidad de tiempo siempre que las tasas de demanda e interés sean compatibles. Por ejemplo, si la demanda se expresa de manera mensual, también la tasa de interés se debe expresar por mes.

2. Cálculo del número esperado de ordenes al año que se deben realizar:

$$N = \frac{\text{Demanda anual}}{\text{Cantidad a ordenar}} = \frac{D}{Q^*} \quad (18)$$

3. Luego de haber encontrado el pedido óptimo y el número de pedidos que se realizan anualmente se puede calcular el tiempo entre dos pedidos, con la siguiente ecuación 19:

$$T = \frac{\text{Número de días hábiles por año}}{N} \quad (19)$$

4. Ahora se debe analizar el *cuándo ordenar*, identificando el punto de reorden de pedido, el cual se identifica con las siglas ROP (Reorden Point):

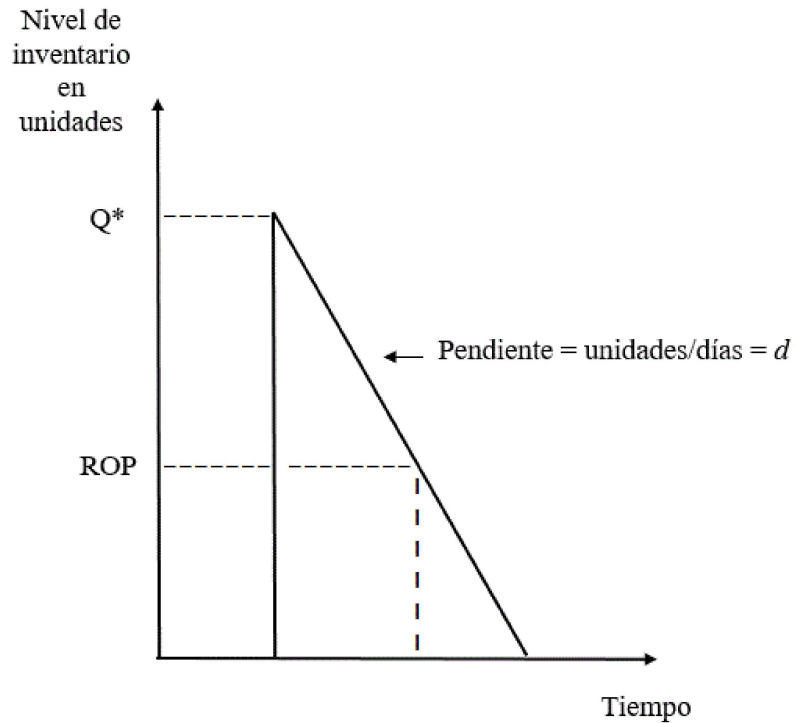
$$\begin{aligned} ROP &= (\text{Demanda diaria})(\text{Tiempo de entrega de nueva orden en días}) \\ &= d * L \end{aligned} \quad (20)$$

5. La demanda diaria (d), se puede hallar dividiendo la demanda anual (D) por el número de días hábiles al año:

$$\text{Demanda diaria} = \frac{D}{\text{Número de días hábiles por año}} \quad (21)$$

A continuación se muestra en la siguiente grafica la curva del punto de reorden respecto a la cantidad óptima de productos a ordenar y el tiempo de entrega desde que se emite una orden hasta que se recibe.

Figura 4: Curva del punto de reorden del modelo EOQ.



Fuente: Elaboración propia con información de Heizer & Render (2004).

Desventajas del modelo:

- En algunas ocasiones se pueden generar gastos innecesarios.
- Faltantes de materia prima o reducción de ventas.
- Genera alto costo al mantener el modelo.
- Peligro de obsolescencia.

Sin embargo, con el tiempo este modelo se ha transformado en una herramienta valiosa para las empresas que lo aplican, por minimizar considerablemente los costos de inventario dado la facilidad de aplicación y cálculo de pedido.

Cabe mencionar que el Modelo de Cantidad Económica de Pedido no considera descuentos por grandes volúmenes que pueda beneficiar directamente a la empresa al momento de calcular la cantidad de pedido.

2.10.2. Modelos probabilísticos

El modelo de inventario anteriormente analizado presenta limitaciones al suponer que la demanda de un producto es constante y conocida. Los modelos probabilísticos eliminan estos supuestos y aceptan que la demanda de un producto es aleatoria, pero si se puede especificar mediante una distribución de probabilidad.

En los modelos probabilísticos se deben considerar fluctuaciones en la demanda, en las entregas de los pedidos de proveedores, en los procesos de producción y otros factores que suelen ser incontrolables para la organización, pero podrán ser medidos y pronosticados para limitar los riesgos en la toma de decisiones sobre el abastecimiento, el control de materiales y productos.

Las variables que pueden ser controladas por la administración para desarrollar un sistema de gestión son: el tamaño del lote económico, la frecuencia de reabastecimiento, el pronóstico de los niveles de consumo y el método de información por el cual se basa la frecuencia de revisiones.

Existen dos modelos de inventarios probabilísticos los cuales son:

- Sistema de revisión continua
- Sistema de revisión periódica

2.10.2.1 Sistema de revisión continua

Este sistema es también llamado como “sistema de punto de reorden” o también “sistema de cantidad de pedido fijo”, consiste en ordenar pedidos de cantidad fija y para ello se deben realizar un seguimiento continuo al inventario para mantener un control sobre los registros de las existencias disponibles de cada artículo. Una vez que este haya hecho abandono del inventario, se emite una orden para determinar si es necesario reponer el producto por lote, para así lograr minimizar los costos totales de inventario. El monitoreo se debe hacer de forma continua, es decir después de cada transacción.

Muchas empresas realizan estas revisiones diariamente y más aún después de cada retiro. La principal ventaja de este tipo de sistema es mantener información en tiempo real sobre el estado del inventario, en especial para el suministro crítico de materias primas. Sin embargo

el mantener un sistema de este tipo puede generar gran desventaja debido al costo incurrido por la revisión constante del inventario.

Por otro lado, el tiempo de adquisición o tiempo de entrega del producto o material solicitado (L) se considera desde que se comienza a elaborar una orden hasta que entra al almacén lo ordenado.

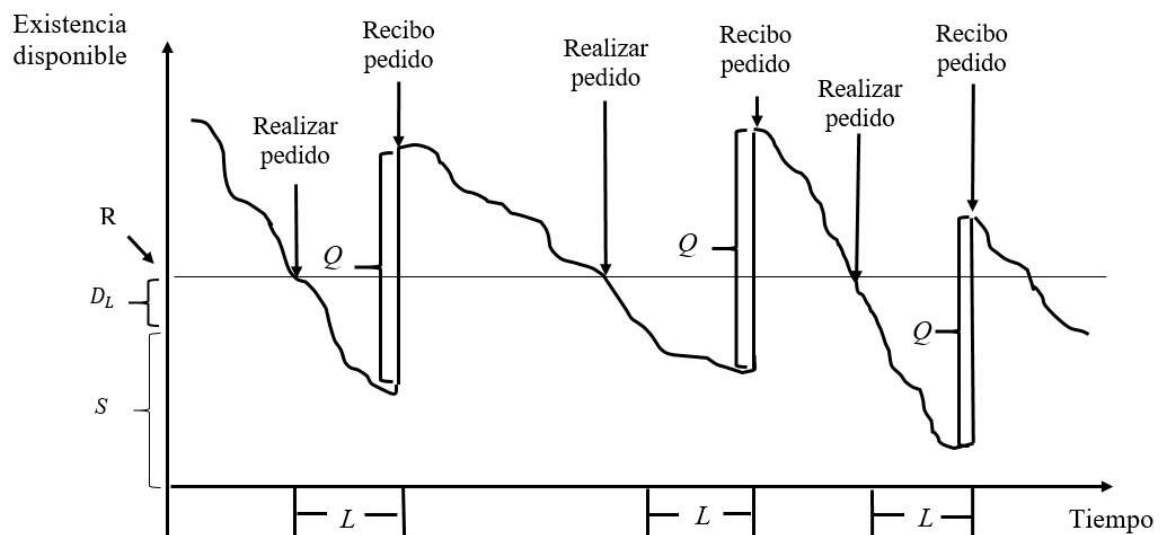
Cuando la demanda se conoce con certeza

En este caso la demanda y el tiempo se consideran conocidos y constantes puesto que el punto de reorden (R) es igual a la demanda durante el tiempo de espera.

Cuando la demanda es incierta

Este sistema se aplica cuando la demanda y los tiempos de entrega no son constantes ni predecibles. Por lo cual considera la hipótesis de que la demanda sigue una distribución normal, con un punto de reorden determinado por la demanda promedio durante un tiempo de espera D_L más un inventario de seguridad para evitar roturas de stock, dada la variabilidad de la demanda. Este sistema tiene la siguiente representación gráfica:

Figura 5: Comportamiento del sistema de revisión continua durante el tiempo.



Fuente: Elaboración propia con datos de Krajewski, Ritzman, & Malhotra (2008).

En la Figura 5 se observa la línea ondulada con pendiente decreciente lo cual indica que la demanda varia en el tiempo.

El sistema de revisión continua se determina mediante dos parámetros fundamentales para su aplicación las cuales son:

- Cantidad óptima de lote (Q)
- Punto de reorden (R)

A continuación se definirá la ecuación para cada una de ellas:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DK}{iC}} \quad (22)$$

donde;

Q^* = Cantidad óptima de productos a ordenar

D = Demanda anual en unidades

K = Costo de realizar un pedido

i = Tasa anual del costo de mantener y almacenar

C = Costo del bien.

La selección del punto de reorden (R) compete al inventario de seguridad, es por ello que la gerencia debe establecer una política de nivel de servicio de inventario, para luego determinar el inventario de seguridad que satisfaga el nivel de servicio que se desea entregar.

Suponiendo que la demanda en el tiempo se comporta con una distribución normal, el punto de reorden queda así:

$$\text{Punto de reorden } (R) = D_L + S \quad (23)$$

$$\text{Demanda promedio } (D_L) = D'L \quad (24)$$

donde;

R = Punto de reorden

D_L = Demanda promedio durante el periodo de entrega

$S = \text{Inventario de seguridad}$

$D' = \text{Demanda promedio estimada por periodo}$

$L = \text{Tiempo de entrega.}$

Para determinar el nivel de inventario de seguridad (S), se considera una distribución normal de la demanda, el cual se puede expresar como:

$$S = Z * \sigma_{D(L)} \quad (25)$$

donde;

$S = \text{Inventario de seguridad}$

$Z = \text{Factor de seguridad}$

$\sigma_{D(L)} =$

Desviación estandar de la demanda promedio durante el tiempo de entrega.

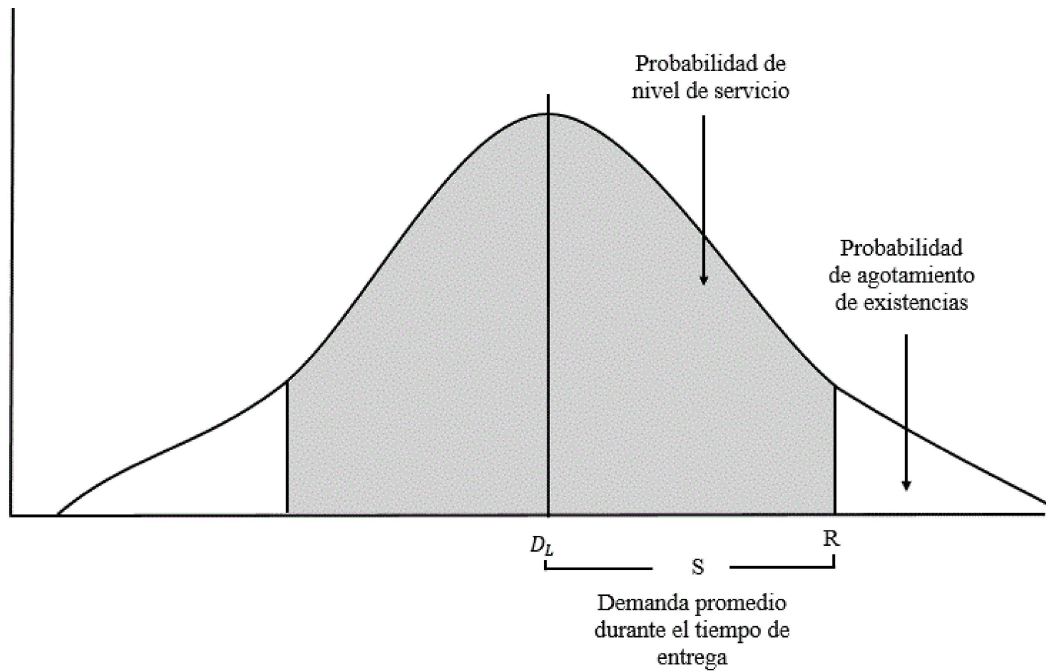
Por lo que se tiene:

$$R = D_L + Z * \sigma_{D(L)} \quad (26)$$

El punto de reorden R se hace igual a la demanda promedio durante el periodo de entrega D_L más el factor de seguridad de la desviación estándar de la demanda durante el periodo de entrega $\sigma_{D(L)}$ con el objetivo de protegerse contra inexistencias.

La siguiente figura representa la distribución de probabilidad durante el tiempo de entrega:

Figura 6: Distribución de probabilidad de la demanda para el cálculo de z .



Fuente: Elaboración propia con información de Heizer & Render (2007).

La figura 6 muestra que mientras más alto sea el valor de z , más grande será el nivel de inventario de seguridad.

Para la selección de un excelente nivel de servicio puede ser sumamente costosa, dado a que la diferencia de unos pocos puntos porcentuales en el nivel de servicio podría incrementar sustancialmente el nivel de inventario requerido. Es de gran importancia lograr un equilibrio entre el nivel de servicio y el nivel de inventario, por lo tanto si la demanda presenta una gran variación durante el tiempo de espera, el nivel de inventario de seguridad debe ser grande o de lo contrario debe ser pequeño.

Un ejemplo de ello sería un nivel de servicio deseado de $\alpha = 0,97$ establecido por la empresa la cual desea satisfacer la demanda en al menos un 97%, para ello se debe conocer cuál será el inventario de seguridad SS que será la cantidad de reserva durante el periodo de entrega para no caer en quiebres de stock junto con la determinación de la demanda promedio durante el tiempo de entrega (D_L).

En el presente estudio se utilizará una distribución normal estandarizada $N(1,0)$ con los valores de la tabla D.1. del anexo D.

Finalmente se debe calcular el costo total mensual para el modelo de revisión continua con demanda incierta en un periodo de tiempo.

La cual queda expresado por la siguiente ecuación:

$$\text{Costo total mensual} = \left(K \frac{1}{Q^*}\right) + CD + \left[\left(\frac{Q^*}{2} + S\right)H\right] \quad (27)$$

donde;

$K = \text{Costo de realizar un pedido}$

$D = \text{Demanda promedio estimada por periodo}$

$Q^* = \text{Cantidad óptima de pedido por periodo}$

$C = \text{Costo del bien}$

$S = \text{Inventario de seguridad}$

$H = \text{Costo de mantener y almacenar inventario por unidad.}$

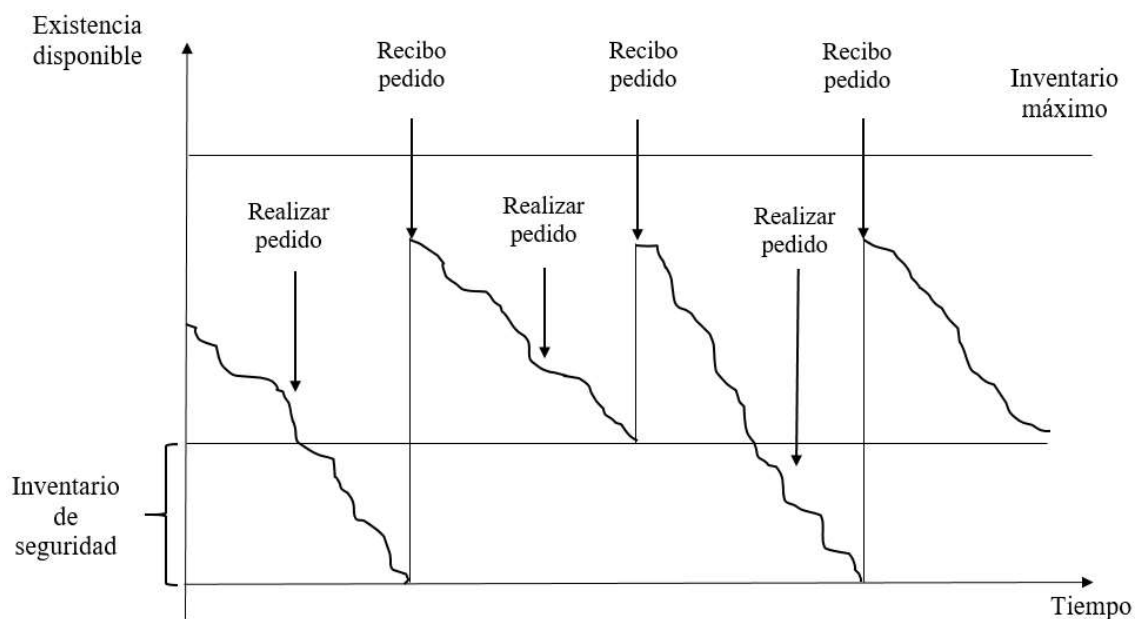
2.10.2.2. Sistema de revisión periódica

Se trata de un modelo tradicional de fácil aplicación, que permite controlar el inventario mediante la verificación de la cantidad de materiales o artículos para un determinado periodo de tiempo fijo y no continuamente. La periodicidad puede fijarse de manera semanal, quincenal, mensual o de acuerdo a cualquier otro ciclo para sobrellevar las fluctuaciones del consumo entre periodos. Sin embargo, la cantidad a ordenar varía de un periodo a otro debido a las alteraciones en la demanda y la cantidad de producto o material para el periodo de abastecimiento se aumenta con la cantidad razonablemente calculada de reserva (inventario de seguridad).

“El nivel objetivo se fija para cubrir la demanda hasta la siguiente revisión periódica más el tiempo de entrega del embarque.” (Schroeder, 1992)

Este tipo de modelo de inventarios se aplica cuando la incertidumbre de las fluctuaciones por causas internas y externas no permite establecer un patrón de cantidades de forma uniforme en cada periodo, sin embargo permite establecer políticas de reabastecimiento automático en periodos cíclicos uniformes, pues así lo refleja la siguiente gráfica:

Figura 7: Comportamiento del sistema de revisión periódica durante el tiempo.



Fuente: Elaboración propia con datos de Leenders, Fearon, & England (1999).

El gráfico de la figura 7 muestra la línea ondulada con pendiente descendente que representa el nuevo inventario con variación en la demanda. Cuando el tiempo P , ha transcurrido desde la última revisión realizada se coloca un nuevo pedido para que el nivel de inventario vuelva al inventario máximo o deseado.

Para la selección del tiempo entre revisiones (P), se tienen que decidir:

- Cantidad de tiempo entre revisiones (P)
- Nivel de inventario objetivo (M).

Este último se puede establecer según el nivel de servicio fijado por la empresa. El sistema de revisión periódica se determina por los parámetros P y L y requiere de un sistema de

protección más prolongado que el modelo anterior, puesto que las fechas para revisar el inventario son más prolongadas, por lo tanto en este caso el intervalo equivale a $P + L$.

Como se mencionó anteriormente, luego de cada revisión se realiza un nuevo pedido igual al inventario objetivo M menos la cantidad de artículos que hay aun en bodega, esto se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad a pedir } (Q) = M - I(t) \quad (28)$$

donde;

$M = \text{Inventario objetivo}$

$I(t) = \text{Inventario en bodega en el tiempo } t.$

Ahora bien, para cumplir con el nivel de servicio deseado, la demanda debe ser abarcada durante todo el periodo $P + L$, más un inventario de seguridad, lo que sería mediante las siguientes formulas:

$$\text{Inventario objetivo } (M) = D_{(P+L)} + s \quad (29)$$

donde;

$D_{(P+L)} = \text{Demanda promedio durante el tiempo } P + L$

$s = \text{Inventario de seguridad.}$

$$\text{Demanda promedio } (D_{(P+L)}) = D'(P + L) \quad (30)$$

donde;

$D' = \text{Demanda promedio estimada por periodo}$

$P = \text{Periodo de revisión}$

$L = \text{Tiempo de entrega.}$

El inventario de seguridad debe ser lo suficientemente elevado para asegurar un nivel de servicio ordenado y este se calcula de la siguiente manera:

$$s = Z \sigma_{D_{P+L}} \quad (31)$$

donde;

$s =$ *Inventario de seguridad*

$Z =$ *Factor de seguridad*

$\sigma_{D_{P+L}}$

$=$ *Desviación estandar de la demanda durante el tiempo de previsión real.*

Finalmente se realiza el cálculo del costo total anual de un modelo de sistema de revisión periódica con demanda incierta y con la cuantificación del valor de la implementación del mismo en un periodo de tiempo.

Lo que expresado matemáticamente queda:

$$\text{Costo total mensual} = \left(K \frac{1}{P} \right) + CD + \left[\left(\frac{D}{2} P + s \right) H \right] \quad (32)$$

donde;

$K =$ *Costo de realizar un pedido*

$P =$ *Periodo de previsión*

$D =$ *Demanda promedio estimada por periodo*

$C =$ *Costo por unidad de producto*

$s =$ *Inventario de seguridad*

$H =$ *Costo de mantener y almacenar por unidad.*

2.11. Layout

Un diseño de *layout* consiste en la integración de las diferentes áreas funcionales en un edificio único. Abarca no sólo el arreglo y composición de las secciones funcionales de dicho edificio sino también las demás áreas externas a él. (Arroyo, 2008)

Para comenzar un diseño de *layout*, se debe realizar primero que nada un listado de las principales áreas tales como, zona de recepción, y expedición, almacenamiento, preparación de pedidos (*picking*), control e inspección de calidad, patios de maniobra y estacionamientos, entre otros. Luego, realizar mediciones en cada una de las áreas mencionadas anteriormente, la que debe contemplar, dimensionado de superficie y altura, procesos, horarios, equipamiento, etc.

2.11.1. Objetivos del layout

El objetivo estratégico es desarrollar un *layout* económico que permita satisfacer las necesidades competitivas de la empresa.

2.11.2. Tipos de layout

Heizer & Render (2007) define siete tipos de *layout*:

- **Layout de oficinas:** Sitúa a los trabajadores, equipos y espacios de forma que se asegure un lugar de trabajo cómodo, seguro y que a su vez facilite el movimiento de la información. Este tipo de *layout* se encuentra en permanentes cambios, debido a los adelantos tecnológicos, alterando la forma del funcionamiento de éstas.
- **Layout de comercios:** Organiza y distribuye el espacio de estantes/ expositores y responde al comportamiento del cliente, independientemente del tamaño que presente el almacén o tienda.

Estudios demuestran que mientras más se exponga el producto o exista más visibilidad del producto al cliente, mayores serán las ventas y los beneficios respecto a la inversión realizada dentro de la empresa.

- **Layout de almacenes:** Su objetivo es buscar el equilibrio entre las necesidades de espacio y el manejo de materiales, basado en los costos incurridos en ello. Por consiguiente se requiere maximizar la utilización del volumen total de almacenamiento y al mismo tiempo mantener los costos de manipulación de los

materiales, el cual se refiere a los costos de transporte de entrada, almacenamiento y transporte de salida de producto o material a almacenar. Esto incluye, equipos, personal, material, supervisión, seguros y depreciación.

- **Layout de posición fija o de proyecto:** Trata de los requerimientos del *layout* de grandes y voluminosos proyectos (producto), como barcos, edificios, autopistas, etc. Los cuales permanecen fijos, y los trabajadores y equipos acuden a esa única área de trabajo.
- **Layout orientado al proceso:** Este tipo de *layout* es utilizado para empresas que fabrican productos en bajos volúmenes y con variedad tanto en el producto como en los requerimientos de los clientes con necesidades diferentes.
- **Layout de células de trabajo:** Organiza la maquinaria y los equipos que normalmente estarían dispersas en distintos departamentos de un grupo, de forma que pueda centrarse en la producción de un único producto o grupo de productos relacionados.
- **Layout orientado al producto:** Este tipo de *layout* es utilizado en empresas que fabrican productos en altos volúmenes y baja variabilidad, en donde busca la mejor utilización del personal y la maquinaria en una producción repetitiva o continúa.

CAPÍTULO III: SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1. Descripción de empresa Distribuidora Cormi Ltda.

Distribuidora Cormi Ltda. fue creada en diciembre de 2013 por los socios Juan Miranda y Ramón Córdova. Esta empresa se encuentra localizada en Avenida Gabriela Mistral N°1255 Bodega N°32 en la ciudad de Los Ángeles, región del Bio Bio.

Cormi Ltda. se dedica a la venta y distribución de productos alimenticios, abarrotos, vinos y licores tanto en la Región del Bio Bio como también parte de la Región de la Araucanía. Sus principales clientes son supermercados que no pertenecen a cadenas nacionales, ubicados en los sectores aledaños a la ciudad de Los Ángeles, tales como Cabrero, Monte Aquila, Yumbel, Laja, Santa Fe, Millantú, Chacayal, Cantera, Huepil, Tucapel, Polcura, Trupan, Yungay, Mulchén, Santa Bárbara, Collipulli, Nacimiento, Negrete, Coihue, Angol, Victoria, Traiguen, Los Ángeles, El Peral, Candelaria, La Esperanza.

La empresa actualmente cuenta con vehículos de transporte propios, lo cual les permite brindar a sus clientes un servicio óptimo y seguro en el proceso de distribución de sus productos, además cuentan con 4 vendedores los cuales entregan una atención personalizada y amena a sus más de 500 clientes.

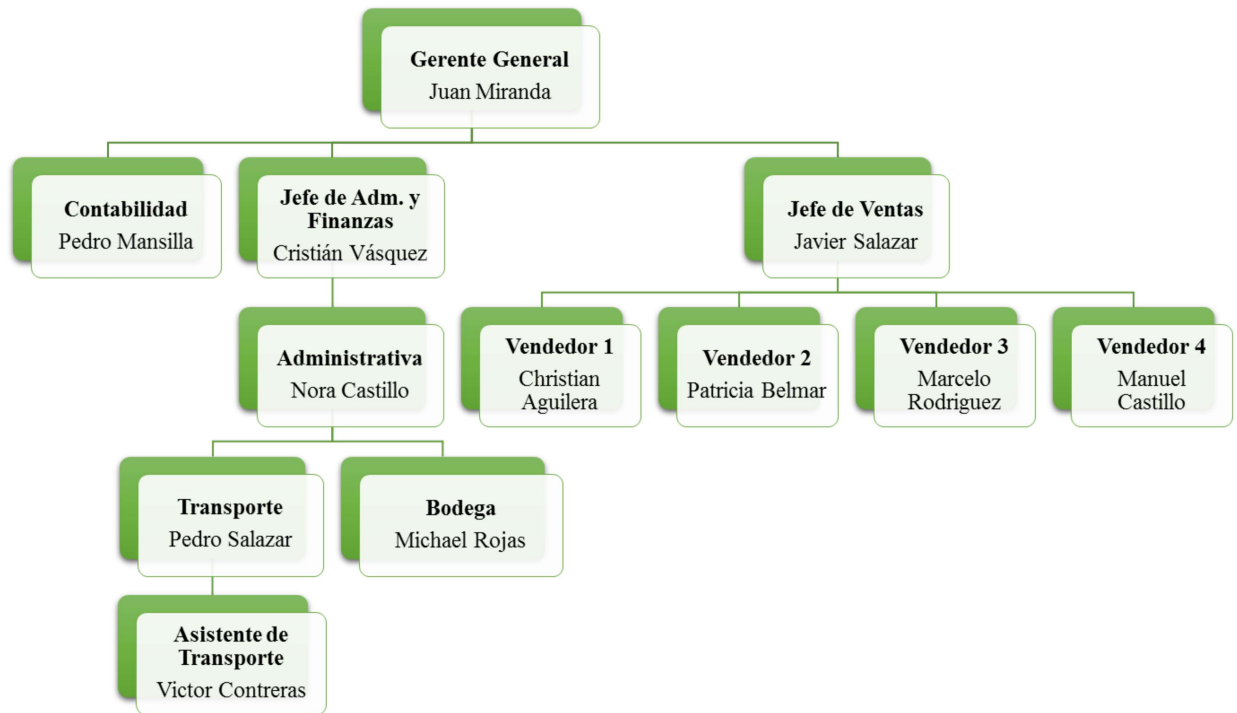
Figura 8: Ubicación satelital de Distribuidora Cormi Ltda.



Fuente: Google Earth.

3.1.1. Estructura organizacional

Esquema 2: Estructura organizacional de Distribuidora Cormi Ltda.



Fuente: Elaboración propia con información entregada por Distribuidora Cormi Ltda.

3.1.2. Descripción de funciones

A continuación se detalla las actividades y/o funciones específicas de los principales cargos dentro de la estructura organizacional de la empresa.

Tabla 2: Principales cargos y labores de la organización de Distribuidora Cormi Ltda.

Cargo	Funciones
Gerente General	Es el encargado de planificar, controlar, dirigir y supervisar el cumplimiento de las actividades dentro de la organización de la empresa. Además de diseñar y establecer planes estratégicos para el cumplimiento de los objetivos.
Jefe de Administración y Finanzas	Es el encargado de realizar las gestiones financieras de la empresa incluyendo la planificación de los presupuestos para la adquisición de nuevos productos. Además se encarga del control de pago de los clientes.
Contador	Lleva a cabo los balances y los estados de resultados de la empresa.
Jefe de Ventas	Reclutar, seleccionar y capacitar vendedores. Establecer metas y objetivos cada cierto periodo de tiempo. Motivar a los vendedores para el cumplimiento de metas fijadas. Velar por el cumplimiento eficiente y eficaz de las funciones de cada vendedor. Revisa sugerencias, quejas y reclamo por parte del cliente.
Administrativa	Supervisar que los productos que ingresan a bodega cumplan con los requerimientos establecidos. Ingresar productos al sistema. Llevar el control de los pagos a proveedores.

Fuente: Elaboración propia, con información suministrada por Distribuidora Cormi Ltda.

3.1.3. Misión

Entregar una amplia y completa gama de productos, para así satisfacer las necesidades de sus clientes de forma integral, con productos de calidad y con los precios más convenientes.

3.1.4. Visión

Ser una empresa reconocida e importante dentro del mercado.

3.1.5. Productos almacenados

Distribuidora Cormi comercializa productos de consumo final, esto quiere decir que se la empresa se abastece de productos terminados, los cuales son almacenados en bodega para luego ser despachados hacia sus clientes.

Estos productos corresponden a abarrotes, vinos y licores. Dentro de los abarrotes podemos destacar los productos enlatados, confitería, lácteos, y también artículos para el aseo del hogar.

Dada a la gran variedad de artículos comercializados, estos ascienden a una cantidad de más de mil *sku*'s, los cuales tienen una clasificación engorrosa, ya que éstas no se encuentran bien definidas.

3.1.6. Manejo de la información de los productos

La administración de la empresa para realizar los registros del inventario, cuenta con un software CHILEDAT, el cual permite ingresar datos cada vez que se realiza una transacción, esto quiere decir, que en el momento que ingresa o sale un producto de la empresa, este se ingresa al sistema y esto queda registrado, permitiendo así, saber la cantidad de unidades que se tiene en inventario de cada producto. Sin embargo el software utilizado no presta la utilidad esperada, puesto que éste arroja errores con información poco confiable, lo que genera un control de los inventarios poco adecuado.

En el sistema se ingresan los siguientes datos: descripción del producto, cantidad que ingresa o sale, valor unitario, fecha. Luego de tener el registro de cada producto, la administradora de la empresa realiza los cálculos de los costos del valor total de las transacciones pertinentes a cada procedimiento, éste sea de compra o de venta.

El sistema no determina la cantidades económicas de pedidos (EOQ) o puntos de reorden, tampoco indica la ubicación de los productos dentro de bodega, por lo tanto el software utilizado, es básicamente un sistema de registro y no entrega información relevante a la hora de tomar decisiones con respecto a la administración del inventario de la empresa.

3.1.7. Adquisición de productos

Este proceso comienza cuando el encargado de bodega realiza la revisión de stock en bodega, para luego la administrativa pueda verificar en el sistema computacional la información de la falta de stock, para así dar aviso al encargado de compras que en este caso es directamente el gerente de la empresa.

Para iniciar el proceso de pedido a proveedores, el gerente realiza una junta semanal con el jefe de ventas y la administrativa de la empresa para determinar en conjunto cuáles son los productos que la empresa debe abastecerse. Por otro lado, un factor no menos importante que se debe considerar a la hora de realizar un pedido, es el presupuesto con el cual la empresa cuenta, puesto que, muchas veces este presupuesto no es suficiente y por ende no se puede realizar un pedido por las cantidades óptimas para abastecerse, provocando quiebres de stock.

Por último, luego de realizar el pedido, cada proveedor se encarga de despachar la mercadería hacia la bodega de almacenamiento de distribuidora Cormi.

3.1.8. Formas de venta

Distribuidora Cormi tiene dos formas de realizar sus ventas hacia sus clientes; la primera es la venta en terreno, en donde ellos cuentan con 4 vendedores que visitan 3 días a la semana a sus clientes (lunes, miércoles y viernes) en los distintos sectores, tanto en la región del Bio Bio como en la Araucanía. Una vez que el vendedor hace la nota de pedido, el cliente recibe su pedido dentro de las 48 horas próximas. Es por ello que una vez que el pedido llega al cliente, éste realiza el pago del mismo.

La segunda forma de venta, es la directa, la cual consiste en que los clientes visitan la distribuidora para adquirir los productos que deseen comprar. En este caso el pago debe ser inmediato, puesto que los productos se entregan en el mismo instante.

3.2. Descripción del ciclo logístico de Distribuidora Cormi Ltda.

Para poder realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa es necesario realizar una descripción general acerca de las actividades que se llevan a cabo a lo largo del flujo del producto al interior de la empresa. Para ello se realizarán entrevistas directas al personal encargado de las actividades relacionadas con el inventario.

En el esquema 3 se describe la secuencia de actividades que se realizan al interior de bodega de almacenamiento, desde el arribo del producto hasta que este es despachado al cliente.

Esquema 3: Diagrama de flujo del producto.



Fuente: Elaboración propia.

Recepción de los productos

Una vez realizado el pedido a proveedores, comienza la etapa de recepción, en donde los pedidos son recibidos según los plazos de entrega establecidos por ambas partes. La administrativa de la empresa es quien aprueba la recepción del pedido para luego así, proceder a ubicar las cajas de mercadería en la bodega para su posterior revisión.

Inspección de los productos

El proceso de inspección de ejecuta en bodega y esta labor la lleva a cabo tanto la persona administrativa como el encargado de bodega.

La inspección de la mercadería consiste en revisar que el pedido coincida en su totalidad a lo estipulado en la orden de compra.

Si el producto se encuentra en óptimas condiciones, éste es aceptado y enviado a la zona de almacenamiento en bodega. Por otro lado, si el producto presenta alteraciones en su contenido tales como, productos incorrectos o evidentes problemas en su elaboración, éstos son rechazados y notificados a los respectivos proveedores, quienes se encargan de reponer los productos alterados. Además, si el producto no corresponde al solicitado por distribuidora Cormi, este es devuelto en su totalidad al proveedor que corresponda.

Almacenamiento de los productos

El proceso de almacenamiento comienza cuando el encargado de bodega transporta los productos a la zona de almacenamiento con la ayuda de una *transpallets*.

La forma de almacenar los productos es volumétrica y sobre pallets de madera (120 cm por 100 cm), donde el volumen dependerá del tipo de producto que se almacene, provocando inestabilidad en su almacenamiento, aumento en la probabilidad de caída de los productos, falta de aprovechamiento de la altura de bodega, etc.

El sistema de almacenaje utilizado (productos apilados sin estantería), no permite mantener un almacenamiento con una doctrina *FIFO (First In First Out)* generando una rotación de manera inadecuada de los productos, dado a que éstos se mantenían durante largos periodos en bodega, lo que finalmente aumenta considerablemente la presencia de productos obsoletos y mermas.

Ahora bien, si se analiza el *layout* actual de bodega, éste no contiene lugares establecidos para cada tipo de producto que se requiera almacenar, por lo que éstos se almacenan de acuerdo al espacio que se encuentre disponible en el momento. Esto genera desorden en bodega y a la vez pérdida de tiempo a la hora de buscar un artículo, puesto que el tiempo de búsqueda se extiende significativamente, más aun tratándose de un inventario con artículos con diferentes características.

Picking

Una vez que el producto es demandado por un cliente, éste se retira y se traslada hacia la zona de preparación de pedidos. Este proceso se realiza antes del empaquetado y posterior

despacho, con el objetivo de corroborar si los productos seleccionados y extraídos desde su almacén son los correctos para la conformación del pedido.

Preparación del pedido

Luego de que los productos pasan por el proceso de *picking*, se procede a inspeccionar que el inventario físico a despachar versus la guía de despacho sea el correspondiente. Si los productos son los correctos, el encargado de bodega debe dar aviso a la administradora de la empresa para que así éstos sean rebajados del stock del sistema de inventario utilizado.

Despacho

Finalmente cuando el pedido está consolidado y listo para ser enviado al cliente, éste se despacha en un medio de transporte propio de la empresa, el cual se ubica en el espacio definido en la bodega de almacenamiento para el andén de carga.

CAPÍTULO IV: CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS

4.1. Análisis ABC

La aplicación del sistema de clasificación ABC permite visualizar la forma más idónea de administrar los inventarios, puesto a que ayuda a determinar cuáles productos son los que requieren un control más riguroso en el sistema de gestión y control de inventarios.

Para el desarrollo del análisis de la clasificación ABC, se requiere realizar una separación de productos dependiendo de su uso y características que éstos presenten, debido a la gran cantidad de artículos que se tiene en bodega.

En el estudio se utilizará como criterio de evaluación el valor de ventas, basado en la cantidad de unidades vendidas de cada uno de los productos, comprendido en un periodo de tiempo transcurrido desde enero 2014 a abril 2016.

Como se acaba de mencionar, Distribuidora Cormi comercializa una amplia gama de productos por lo que es necesario desarrollar dos etapas de clasificación de productos.

De esta forma el análisis de clasificación permitirá segmentar desde los productos más importantes a los menos importantes, para llevar así un control sobre los ítems según el grupo que este pertenezca.

4.2. Etapas de clasificación ABC

Antes de dar comienzo a las dos etapas de clasificación se realizará la separación de los 1461 productos en subgrupos, las cuales fueron distribuidas en 107 ítems de familias, utilizando como criterio el uso o función que caracteriza a cada producto.

Adicionalmente para su mejor discernimiento del estudio, se les asignó un código que represente a cada subgrupo de productos, los cuales resultaron de la siguiente manera:

Tabla 3: Distribución de productos por familia.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Familia	Código familia	Nombre de familia
1	100	Cerveza	35	224	Harina
2	101	Espumantes	36	225	Huevos
3	102	Licores	37	226	Jugo de limón
4	103	Pisco	38	227	Jugos
5	104	Ponche	39	228	Kétchup
6	105	Ron	40	229	Leche
7	106	Tequila	41	230	Levadura
8	107	Vinos	42	231	Maní
9	108	Vodka	43	232	Manjar
10	109	Whisky	44	233	Manteca
11	200	Aceite	45	234	Mantequilla
12	201	Ají	46	235	Margarinas
13	202	Aliños	47	236	Mayonesa
14	203	Arroz	48	237	Mermeladas
15	204	Azúcar	49	238	Mostaza
16	205	Bebidas	50	239	Néctar
17	206	Café	51	240	Pack fideos
18	207	Caldo	52	241	Preparado helado
19	208	Cereal	53	242	Pulpa
20	209	Chancaca	54	243	Queso
21	210	Chuño	55	244	Saborizantes
22	211	Confites	56	245	Sal
23	212	Conserva atún	57	246	Salsa de soja
24	213	Conserva frutas	58	247	Salsa de tomate
25	214	Conserva jurel	59	248	Sémola
26	215	Conserva mariscos	60	249	Sopa
27	216	Conserva verduras	61	250	Trigo mote
28	217	Crema	62	251	Vinagre
29	218	Decoración	63	252	Yerba mate
30	219	Dulce	64	300	Alimento mascotas
31	220	Fideos	65	301	Acondicionador
32	221	Flan	66	302	Ampolletas
33	222	Galletas	67	303	Aromatizantes
34	223	Gelatina			

Fuente: Elaboraron propia.

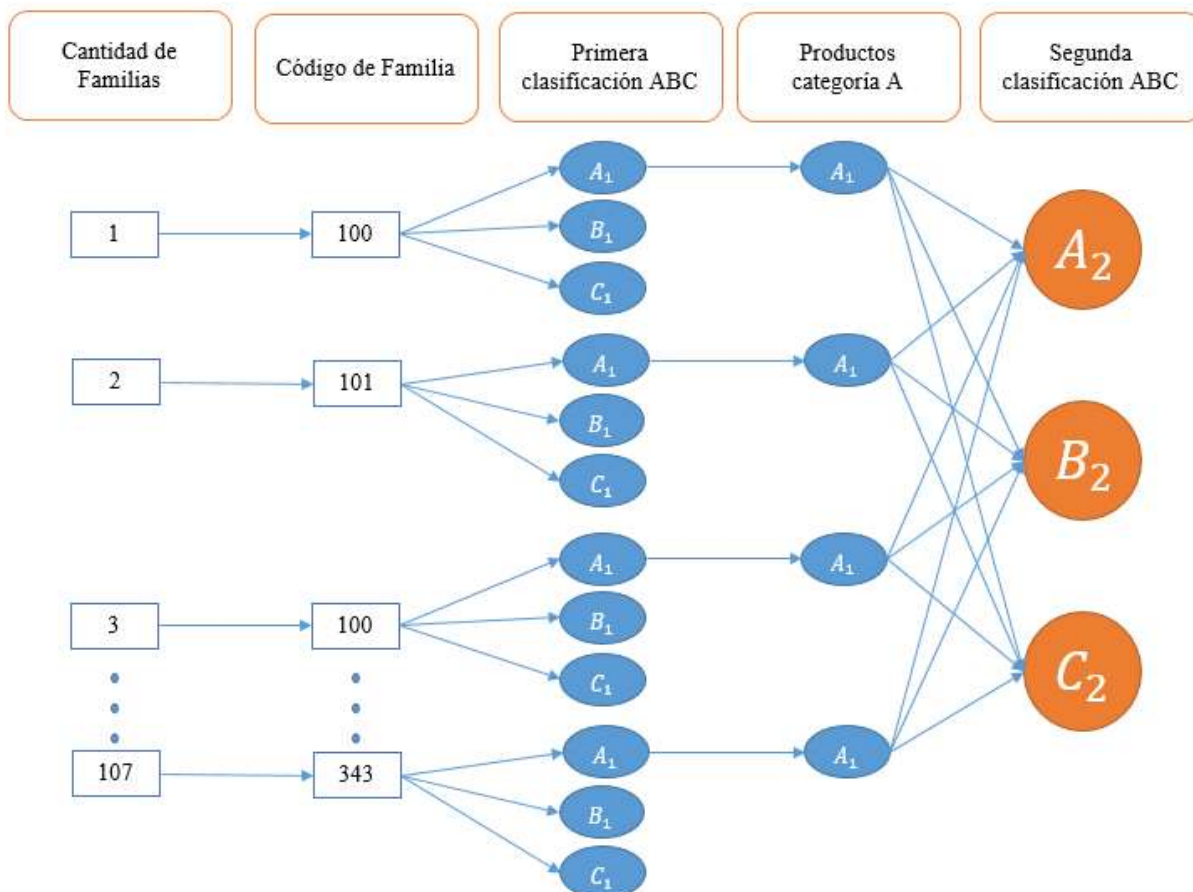
Tabla 4: Distribución de productos por familia.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Familia	Código familia	Nombre de familia
68	304	Betún	101	337	Suavizantes
69	305	Blanqueador	102	338	Tinturas
70	306	Bloqueador solar	103	339	Toalla de papel
71	307	Bolsa basura	104	340	Toalla femenina
72	308	Carbón	105	341	Toalla húmeda
73	309	Cera pisos	106	342	Velas
74	310	Colonia	107	343	Virutilla
75	311	Desengrasante			
76	312	Desinfectantes			
77	313	Desodorante ambiental			
78	314	Detergente			
79	315	Dispensadores			
80	316	Encendedores			
81	317	Escobas			
82	318	Esponja multiuso			
83	319	Fósforos			
84	320	Guantes			
85	321	Higiénico			
86	322	Insecticida			
87	323	Jabón			
88	324	Lava lozas			
89	325	Limpiadores			
90	326	Linternas			
91	327	Llavero			
92	328	Máquina afeitar			
93	329	Palas			
94	330	Pañales			
95	331	Paño multiuso			
96	332	Pañuelos			
97	333	Pasta dental			
98	334	Pilas			
99	335	Servilleta			
100	336	Shampoo			

Fuente: Elaboraron propia.

En el siguiente diagrama se esquematizó el procedimiento de las dos etapas de clasificación ABC para el desarrollo del método:

Esquema 4: Esquema de las etapas de clasificación ABC de los productos.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el esquema 4, la primera etapa del análisis de clasificación ABC se efectuará para cada una de las familias de productos por separado, esto quiere decir, que si hay 107 familias se deberán realizar 107 clasificaciones. Lo anterior se debe a que no todos los productos que conforman una familia representan la misma participación monetaria. Por lo tanto, para efectos del estudio se hace relevante conocer y distinguir cuáles de éstos productos son más relevantes y sobre ellos trabajar en la siguiente etapa. Luego para la segunda etapa se clasificaron sólo los productos que anteriormente clasificaron en la categoría A, para luego formar las nuevas categorías.

4.2.1. Primera etapa de clasificación ABC

Para dar comienzo a la primera etapa de clasificación ABC es necesario mencionar que dentro de estas 107 familias existen 22 de ellas que están compuestas por 1, 2 o 3 productos, para las cuales no se aplicará la primera clasificación ABC, puesto a que por su escasa cantidad de productos no se justifica la aplicación del método. Sin embargo, también se les asignó un nombre y código para su identificación, y estas son las siguientes:

Tabla 5: Familia de productos sin clasificación ABC en primera etapa.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Cantidad de productos por familia
5	104	Ponche	2
12	201	Ají	2
20	209	Chancaca	1
21	210	Chuño	1
29	218	Decoración	3
41	230	Levadura	1
47	236	Mayonesa	1
49	238	Mostaza	2
56	245	Sal	2
57	246	Salsa de Soja	2
59	248	Sémola	1
61	250	Trigo Mote	1
69	305	Blanqueador	2
70	306	Bloqueador Solar	2
83	319	Fósforos	1
84	320	Guantes	2
86	322	Insecticida	2
91	327	Llavero	1
93	329	Palas	2
96	332	Pañuelos	2
97	333	Pasta Dental	2
105	341	Toalla Húmeda	2
Suma Total de Productos			37

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, para las demás familias que sí se componen por más de 3 productos, se le aplicó la clasificación ABC, para lo cual, se analizó un periodo de tiempo comprendido desde enero 2014 hasta a abril 2016.

Para realización de los cálculos y posteriores resultados, se siguió la siguiente serie de pasos:

1. Sumar la cantidad de unidades vendidas, durante enero 2014 hasta abril 2016.
2. Multiplicar el total de las unidades vendidas por el precio de venta de cada una de ellas.
3. Ordenar de manera decreciente los resultados totales obtenidos.
4. Calcular el porcentaje del valor total.

$$\% \text{ Valor Total} = \frac{CTi}{\sum_{i=1}^n CTi} \quad (33)$$

donde;

$$CTi = \text{Valor total del producto } i.$$

5. Calcular el porcentaje del valor total acumulado.
6. Calcular el porcentaje de participación de cada artículo.

$$\% \text{ Participación de cada artículo} = \frac{1}{n} 100\% \quad (34)$$

donde;

$$n = \text{Número total de ítems de productos.}$$

7. Calcular el % de participación de cada artículo acumulada.

A continuación se puede observar en la tabla 6 un resumen de los resultados obtenidos en la primera etapa de la clasificación ABC:

Tabla 6: Resumen de resultados de clasificación ABC en primera etapa.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Cantidad de productos por familia	% del Valor total por categoría			Cantidad de productos por categoría		
				A	B	C	A	B	C
1	100	Cerveza	20	80,94%	14,27%	4,79%	2	4	14
2	101	Espumantes	6	75,17%	16,61%	8,21%	2	2	2
3	102	Licores	33	79,11%	16,00%	4,89%	14	11	8
4	103	Pisco	10	73,18%	21,54%	5,28%	2	2	6
6	105	Ron	15	75,54%	19,59%	4,87%	2	5	8
7	106	Tequila	3	65,57%	31,62%	2,81%	1	1	1
8	107	Vinos	119	80,93%	14,93%	4,14%	34	42	43
9	108	Vodka	9	75,73%	17,99%	6,28%	4	3	2
10	109	Whisky	16	80,49%	13,44%	6,07%	6	4	6
11	200	Aceite	9	70,31%	23,56%	6,13%	3	3	3
13	202	Alíños	15	80,10%	14,13%	5,77%	6	3	6
14	203	Arroz	5	51,53%	43,07%	5,41%	1	2	2
15	204	Azúcar	9	61,03%	33,72%	5,25%	2	3	4
16	205	Bebidas	24	79,68%	14,96%	5,36%	6	6	12
17	206	Café	18	79,09%	15,48%	5,42%	5	6	7
18	207	Caldo	4	77,62%	16,45%	5,93%	2	1	1
19	208	Cereal	6	79,59%	13,15%	7,26%	4	1	1
22	211	Confites	19	78,37%	16,49%	5,15%	7	5	7
23	212	Conserva Atún	10	70,14%	22,66%	7,20%	3	2	5
24	213	Conserva Frutas	23	80,08%	14,62%	5,30%	6	6	11

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del análisis ABC.

Tabla 7: Resumen de resultados de clasificación ABC en primera etapa.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Cantidad de productos por familia	% del Valor total por categoría			Cantidad de productos por categoría		
				A	B	C	A	B	C
25	214	Conserva Jurel	7	70,94%	24,06%	5,01%	3	2	2
26	215	Conserva Mariscos	18	80,67%	14,96%	4,37%	7	6	5
27	216	Conserva Verduras	6	71,11%	26,49%	2,40%	2	2	2
28	217	Crema	6	66,56%	19,10%	14,34%	2	1	3
30	219	Dulce	4	68,12%	27,43%	4,45%	1	1	2
31	220	Fideos	69	79,31%	16,58%	4,21%	19	13	37
32	221	Flan	4	62,43%	18,81%	18,76%	2	1	1
33	222	Galletas	19	77,63%	16,34%	6,03%	7	5	7
34	223	Gelatina	5	69,98%	16,08%	13,94%	3	1	1
35	224	Harina	5	88,03%	9,54%	2,43%	1	2	2
36	225	Huevos	7	81,22%	16,82%	1,96%	2	2	3
37	226	Jugo de limón	15	76,88%	17,32%	5,80%	5	4	3
38	227	Jugos	42	79,29%	16,05%	4,66%	16	10	16
39	228	Kétchup	4	76,51%	11,80%	11,69%	1	1	2
40	229	Leche	44	80,60%	14,53%	4,86%	11	13	20
42	231	Maní	8	73,00%	18,14%	8,86%	3	2	3
43	232	Manjar	5	78,28%	13,90%	7,82%	2	1	2
44	233	Manteca	12	76,68%	18,29%	5,02%	2	3	7
45	234	Mantequilla	5	64,44%	30,70%	4,86%	1	2	2
46	235	Margarinas	25	78,93%	15,91%	5,16%	7	6	12
48	237	Mermeladas	37	79,48%	15,63%	4,88%	14	8	15
50	239	Néctar	49	78,78%	16,62%	4,61%	9	11	29

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del análisis ABC.

Tabla 8: Resumen de resultados de clasificación ABC en primera etapa.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Cantidad de productos por familia	% del Valor total por categoría			Cantidad de productos por categoría		
				A	B	C	A	B	C
51	240	Pack Fideos	7	72,90%	22,10%	5,01%	3	3	1
52	241	Preparado Helado	13	80,61%	14,72%	4,68%	6	4	3
53	242	Pulpa	3	58,68%	22,76%	18,57%	1	1	1
54	243	Queso	6	77,37%	17,38%	5,25%	2	2	2
55	244	Saborizantes	8	72,20%	20,29%	7,50%	1	2	5
58	247	Salsa de Tomate	6	76,47%	18,49%	5,04%	3	2	1
60	249	Sopa	28	78,77%	15,71%	5,52%	11	9	8
62	251	Vinagre	13	79,19%	16,23%	4,59%	7	4	2
63	252	Yerba Mate	18	80,35%	14,06%	5,60%	8	4	6
64	300	Alimento Mascotas	21	79,31%	15,43%	5,26%	8	4	9
65	301	Acondicionador	47	80,64%	14,53%	4,82%	14	17	16
66	302	Ampolletas	37	79,42%	15,48%	5,09%	14	10	13
67	303	Aromatizantes	4	64,47%	24,74%	10,79%	2	1	1
68	304	Betún	4	72,90%	15,49%	11,62%	2	1	1
71	307	Bolsa Basura	12	55,77%	38,27%	5,96%	2	5	5
72	308	Carbón	4	64,00%	21,15%	14,86%	2	1	1
73	309	Cera Pisos	9	80,86%	12,73%	6,42%	3	2	4
74	310	Colonia	12	79,10%	14,64%	6,26%	7	3	2
75	311	Desengrasante	3	67,21%	17,52%	15,27%	1	1	1
76	312	Desinfectantes	17	78,93%	16,83%	4,24%	5	5	7
77	313	Desodorante Ambiental	16	79,57%	16,35%	4,08%	5	6	5

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del análisis ABC.

Tabla 9: Resumen de resultados de clasificación ABC en primera etapa.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Cantidad de productos por familia	% del Valor total por categoría			Cantidad de productos por categoría		
				A	B	C	A	B	C
78	314	Detergente	19	79,22%	16,01%	4,77%	4	3	12
79	315	Dispensadores	9	71,38%	23,34%	5,27%	4	3	2
80	316	Encendedores	6	79,01%	15,18%	5,81%	3	2	1
81	317	Escobas	7	71,08%	21,93%	6,99%	2	1	4
82	318	España multiuso	6	68,72%	22,27%	9,02%	2	2	2
85	321	Higiénico	7	78,49%	19,77%	1,73%	3	2	2
87	323	Jabón	61	80,73%	14,82%	4,45%	22	20	19
88	324	Lava lozas	18	80,82%	15,03%	4,15%	4	7	7
89	325	Limpiadores	17	78,69%	16,45%	4,85%	3	5	9
90	326	Linternas	5	75,49%	14,01%	10,50%	3	1	1
92	328	Máquina afeitár	10	76,46%	18,30%	5,23%	4	3	3
94	330	Pañales	16	75,71%	19,04%	5,25%	6	5	5
95	331	Paño multiuso	6	73,13%	19,40%	7,46%	3	2	1
98	334	Pilas	13	70,71%	24,16%	5,13%	3	5	5
99	335	Servilleta	9	80,83%	14,34%	4,83%	5	2	2
100	336	Shampoo	68	80,24%	15,70%	4,06%	21	26	21
101	337	Suavizantes	10	74,18%	17,06%	8,76%	5	2	3
102	338	Tinturas	34	80,86%	14,99%	4,15%	19	11	4
103	339	Toalla de papel	14	75,96%	19,85%	4,19%	4	5	5
104	340	Toalla femenina	20	78,28%	17,31%	4,41%	9	7	4
106	342	Velas	5	79,81%	12,75%	7,44%	3	1	1
107	343	Virutilla	5	60,07%	33,02%	6,91%	2	2	1

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del análisis ABC.

4.2.2. Segunda etapa de clasificación ABC

La segunda clasificación ABC se efectuó para todos los ítems de familias de productos sin excluir aquellas que contenían menos de 3 productos. Hay que recordar que sólo se considerarán los productos que anteriormente clasificaron en la categoría A en cada una de las familias, puesto a que son estos los productos con mayor criticidad y por ende son más representativos para el estudio en cuestión.

Al igual que la clasificación anterior el periodo de estudio será desde enero 2014 hasta abril 2016.

En el anexo A se puede observar más en detalle los resultados de la segunda clasificación ABC de todos los ítems de familias.

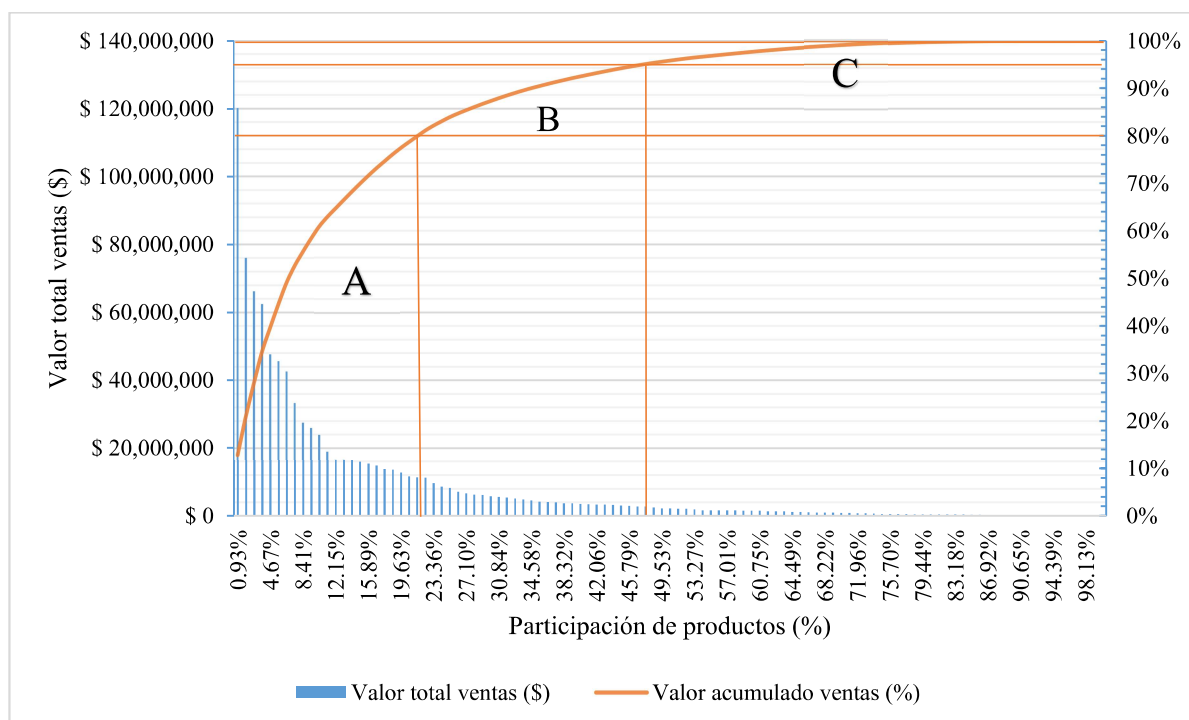
A continuación se muestra en la tabla 10, el resumen de la segunda clasificación:

Tabla 10: Resumen de los resultados obtenidos de la clasificación ABC en segunda etapa.

Tipo	Criticidad	N° de familias de productos	% Valor total ventas	% Participación de productos
A	Alta	23	79,87%	21,50%
B	Media	28	15,20%	26,17%
C	Baja	56	4,93%	52,34%
Total		107	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9: Gráfico del resumen de la clasificación ABC por el Valor total de ventas.



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la gráfica y la tabla 10 se puede concluir que:

El 79, 87% del valor total, representa el 21,50% de los artículos clasificados en la categoría A, con 23 ítems de familias, las cuales están asociados a los productos con mayor rotación y/o mayor precio de venta, y estos son: higiénico, ampolletas, cervezas, alimento de mascotas, detergente, fideos, preparado de helado, yerba mate, vinos, leche, shampoo, manteca, jugos, whisky, mermeladas, margarinas, jabón, pisco, néctar, máquina de afeitar, acondicionador, bebidas y aceite.

El 15,20% del valor total, representa el 26,17% de los artículos clasificados en la categoría B, con 28 ítems de familias, con mediana rotación, las cuales son: conservas de mariscos, huevos, confites, ron, entre otros.

El 4,93% del valor total, representa el 52,34% de los artículos clasificados en la categoría C, con 53 ítems de familias, donde se encuentran aquellos productos con baja rotación y/o bajo precio de venta, las cuales son: crema, arroz, sopa, desodorante ambiental, entre otros.

CAPÍTULO V: MÉTODO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

5.1. Selección del método de pronóstico

La selección de un adecuado método de pronóstico debe considerar diversos factores, tales como:

- Nivel de detalle del pronóstico, vale decir uno específico o uno general.
- Si se requiere un pronóstico a corto o largo plazo.
- Dependiendo del tipo de información que se tiene, preguntarse, ¿Cual método es el más apropiado, si cualitativo o cuantitativo?

Para realizar el presente estudio, se optó por la aplicación del método cuantitativo, el cual requiere de datos históricos de mínimo doce periodos para que así funcione de manera correcta y arroje pronósticos más confiables. En este caso, se dispone de un periodo de 28 meses, correspondientes al año 2014, 2015 y parte del año 2016. En base a esta información se determinó que la demanda es de tipo independiente, debido a que distribuidora Cormi, comercializa productos de consumo final y el nivel de inventario depende de las ventas y no de la demanda de otros productos.

Para efectos del estudio, únicamente se trabajará con los productos clasificados en la categoría A en la segunda etapa de clasificación ABC, siendo éstas un número de 24 familias.

El análisis del comportamiento se desarrolló mediante gráficas de cada una de las familias de productos, por el cual se pudo visualizar que los datos seguían un comportamiento creciente o decreciente.

Estas representaciones gráficas se pueden observar en el anexo B, las cuales se construyeron a partir de los datos de las demandas de cada una de las familias correspondientes a un periodo de tiempo comprendido entre enero 2014 a abril 2016 que se encuentran en las tablas del mismo anexo B.

Cabe resaltar que este método es sólo una herramienta para pronosticar la demanda de las ventas que servirá como dato de entrada para la aplicación de un modelo de gestión de

inventarios. Estos pronósticos pueden ser mejorados, acompañados del juicio humano para así obtener un pronóstico final más ajustado a la realidad de cada empresa.

5.2. Aplicación del método de pronóstico

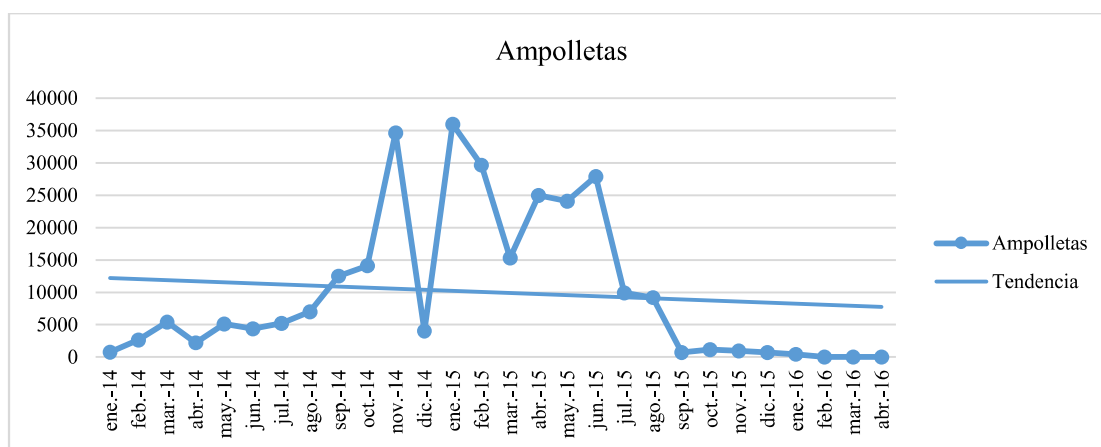
Para el presente estudio se utilizará el método de pronósticos de series de tiempo el cual (como se mencionó en capítulos anteriores) está constituido por 4 métodos y todos ellos se analizarán y se compararán mediante el cálculo del error de sus pronósticos. Estos métodos son:

1. Enfoque intuitivo
2. Promedio móvil
3. Suavizamiento exponencial simple y doble
4. Proyección de tendencia

A continuación se presenta el análisis de cada uno de los productos.

- Familia de ampolletas (código 302)

Figura 10: Gráfico de la demanda de la familia de las ampolletas.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la gráfica, la demanda de familia de las ampolletas decreció bruscamente, debido a que su comercialización se vio afectada luego de que el ministerio de energía prohibiera la comercialización de las ampolletas incandescentes, siendo éstas reemplazadas por ampolletas LED para el ahorro de energía.

Dado lo anterior Distribuidora Cormi se vio afectada por dos motivos. El primero de ellos y el más importante fue que en bodega quedo un alto saldo de productos que ya no se podrán vender y el segundo motivo fue que los proveedores al ver una alta demanda de ampollitas LED elevaron sus precios y además sufrieron quiebres de stock.

- Familia de higiénicos (código 321)

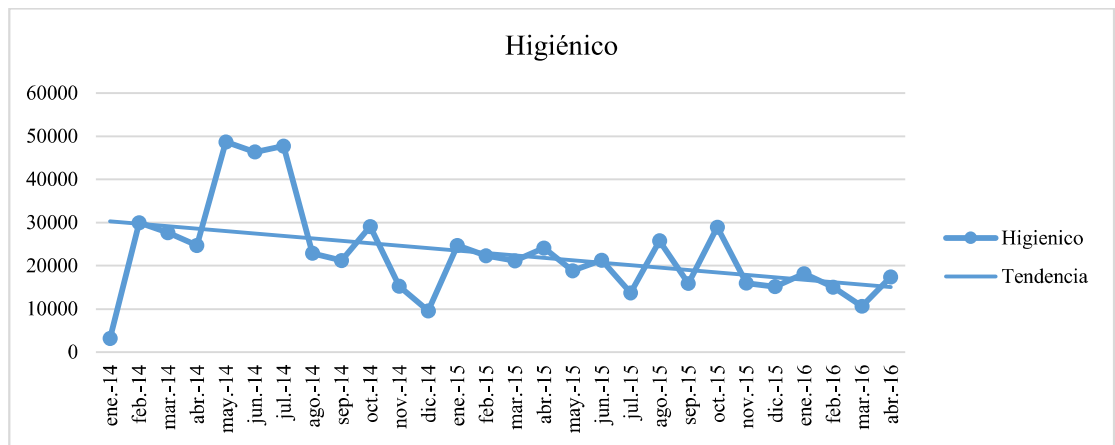
La familia de los higiénicos es una de las que entrega mayor rentabilidad a la empresa, por ende tienen mayor criticidad y necesitan un control más riguroso. En la tabla 11, se muestra la demanda histórica que presentó el conjunto de higiénicos que conforman esta familia durante un periodo comprendido desde enero 2014 hasta abril 2016. Cabe mencionar que esta demanda se analizará de forma conjunta, puesto que su unidad de medida es por rollo de papel higiénico.

Tabla 11: Demanda histórica de la familia de higiénicos.

Mes	U. de medida	2014	2015	2016
Enero	UN.	3.209	24.720	18.192
Febrero	UN.	29.946	22.320	15.024
Marzo	UN.	27.647	21.168	10.618
Abril	UN.	24.698	24.144	17.448
Mayo	UN.	48.684	18.864	
Junio	UN.	46.350	21.312	
Julio	UN.	47.737	13.728	
Agosto	UN.	22.898	25.776	
Septiembre	UN.	21.272	15.888	
Octubre	UN.	29.117	28.992	
Noviembre	UN.	15.239	15.984	
Diciembre	UN.	9.572	15.168	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11: Gráfico de la demanda de la familia de higiénicos.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura, en la gráfica no existe estacionalidad y la tendencia es relativamente decreciente, esto se debe a una fuerte demanda desde mayo hasta agosto del año 2014, sin embargo, la venta de este producto se mantuvo de manera regular para el periodo de los próximos meses.

Para llevar a cabo el estudio del pronóstico, se descartará la aplicación de métodos que estudian estacionalidad y tendencia en los datos históricos, como lo son; promedio móvil ponderado, suavizamiento exponencial doble y proyección de tendencia. Por lo tanto los métodos de pronósticos a utilizar son los que se ajustan al comportamiento de la demanda de los higiénicos que son:

Promedios móviles

Para el cálculo del pronóstico se considerará un n igual 3, puesto que los tres últimos meses del periodo estudiado son representativos para pronosticar los próximos meses.

Con lo anterior, se puede determinar que la demanda para el mes de mayo queda expresada de la siguiente manera, de acuerdo a la ecuación 1:

$$PD_{\text{mayo } 2016} = \frac{15.024 + 10.618 + 17.448}{3} = 14.363 \text{ unidades.}$$

Por lo tanto, empleando este modelo de pronóstico de la demanda, se obtiene que para mayo 2016 hay un pronóstico de 14.363 unidades de rollos de papel higiénico.

Suavizamiento exponencial simple

Recordando que este tipo de método de pronóstico es a corto plazo se escogerá $\alpha = 0,7$ dado a que el pronóstico se basará casi por completo en los datos más recientes y de tal forma que entregue un menor MSE posible. Recordando la ecuación 3, el cálculo se expresa de la siguiente manera:

Con $\alpha = 0,7$

$$F_{\text{mayo } 2016} = 12.173 + 0,7(17.448 - 12.173) = 15.866 \text{ unidades.}$$

Por lo tanto el pronóstico de la demanda para mayo 2016 es de 15.866 unidades de rollos de papel higiénico.

Error cuadrático medio (MSE)

Al seleccionar un modelo de pronóstico se debe considerar la exactitud del mismo, es por ello que en este estudio se optó por utilizar el error cuadrático medio, esperando además que este error sea lo más pequeño posible, con el objetivo de asegurar un buen funcionamiento del pronóstico para el periodo. Recordemos que el MSE se calcula respecto a la ecuación 16:

MSE de Promedio Móvil

$$MSE = \frac{2.333.098.522}{25} = 93.323.941$$

MSE de Suavizamiento Exponencial

$$MSE = \frac{2.933.223.817}{28} = 104.757.993$$

A continuación la tabla 12 muestra los resultados de los cálculos realizados para los pronósticos de las demandas para cada mes del periodo de estudio y junto a ello, el error cuadrático medio.

Tabla 12: Cálculo del pronóstico y error cuadrático medio (MSE).

Meses	Periodo	Demanda	Promedio móvil	MSE	Suavizamiento exponencial	MSE
Ene-14	1	3.209			3.209	0
Feb-14	2	29.946			3.209	714.867.169
Mar-14	3	27.647			21.925	32.742.428
Abr-14	4	24.698	20.267	19.630.807	25.930	1.518.736
May-14	5	48.684	27.430	451.718.347	25.068	557.729.106
Jun-14	6	46.350	33.676	160.621.827	41.599	22.570.924
Jul-14	7	47.737	39.911	61.251.493	44.925	7.908.840
Ago-14	8	22.898	47.590	609.711.325	46.893	575.775.391
Sept-14	9	21.272	38.995	314.104.729	30.097	77.873.496
Oct-14	10	29.117	30.636	2.306.348	23.919	27.015.266
Nov-14	11	15.239	24.429	84.456.100	27.558	151.750.706
Dic-14	12	9.572	21.876	151.388.416	18.935	87.658.543
Ene-15	13	24.720	17.976	45.481.536	12.381	152.256.246
Feb-15	14	22.320	16.510	33.752.227	21.018	1.694.591
Mar-15	15	21.168	18.871	5.277.740	21.929	579.837
Abr-15	16	24.144	22.736	1.982.464	21.396	7.549.080
May-15	17	18.864	22.544	13.542.400	23.320	19.853.551
Jun-15	18	21.312	21.392	6.400	20.201	1.234.944
Jul-15	19	13.728	21.440	59.474.944	20.979	52.571.431
Ago-15	20	25.776	17.968	60.964.864	15.903	97.472.480
Sept-15	21	15.888	20.272	19.219.456	22.814	47.971.629
Oct-15	22	28.992	18.464	110.838.784	17.966	121.576.058
Nov-15	23	15.984	23.552	57.274.624	25.684	94.092.987
Dic-15	24	15.168	20.288	26.214.400	18.894	13.883.420
Ene-16	25	18.192	20.048	3.444.736	16.286	3.633.546
Feb-16	26	15.024	16.448	2.027.776	17.620	6.739.964
Mar-16	27	10.618	16.128	30.360.100	15.803	26.882.599
Abr-16	28	17.448	14.611	8.046.678	12.173	27.820.846
Suma de errores				2.333.098.522		2.933.223.817
Error global				93.323.941		104.757.993

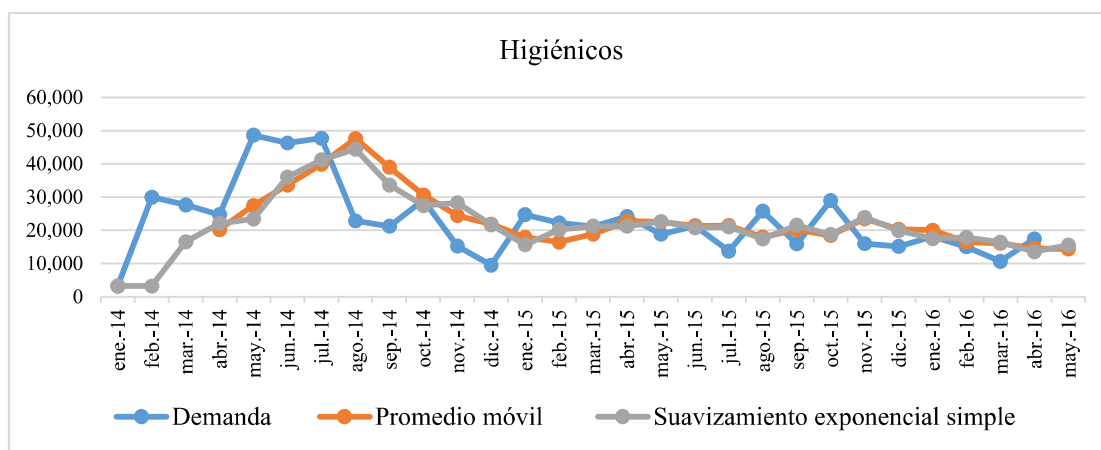
Fuente: Elaboración propia.

Tal como se mencionó al principio de este capítulo, los meses más representativos para la demanda de esta familia de productos son los más recientes, por lo que al utilizar un valor de α más elevado permite responder rápidamente a cambios impredecibles de la demanda.

Como resultado del pronóstico realizado, ambos métodos presentaron un error cuadrático medio muy alto, sin embargo al escoger uno, el mejor fue el promedio móvil seguido por el de suavizamiento exponencial simple por una estrecha diferencia.

La figura siguiente muestra la gráfica de los datos históricos de los periodos analizados de las demandas de los higiénicos junto a los métodos de pronósticos aplicados:

Figura 12: Gráfico de la demanda y los pronósticos de los higiénicos.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los modelos de pronósticos.

Al observar la gráfica se puede concluir que el periodo proyectado mediante el promedio móvil presentó grandes diferencias al compararla con la demanda real de los primeros meses del año 2014, ya que la demanda fue muy variable, por lo que se recomienda realizar una evaluación de los factores externos que puedan influir en su consumo, para así obtener un pronóstico más acertado respecto a su demanda real.

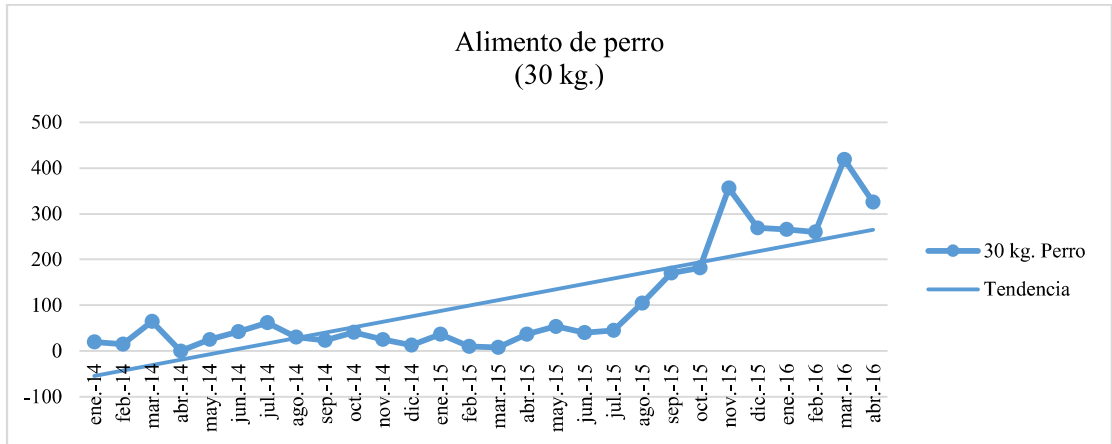
- Familia de alimento de mascotas (código 300)

La familia de alimento de mascotas, se compone tanto de alimento para perros como para gatos. Su unidad de venta corresponde a paquetes de 10 y 30 kilos respectivamente.

En la primera etapa de clasificación ABC se observó que dentro de ésta familia, los productos más demandados fueron: alimento de perro de 30 kg., alimento de perro de 10 kg. y alimento de gato de 10 kg. Cada uno de estos productos presenta diferentes comportamientos de

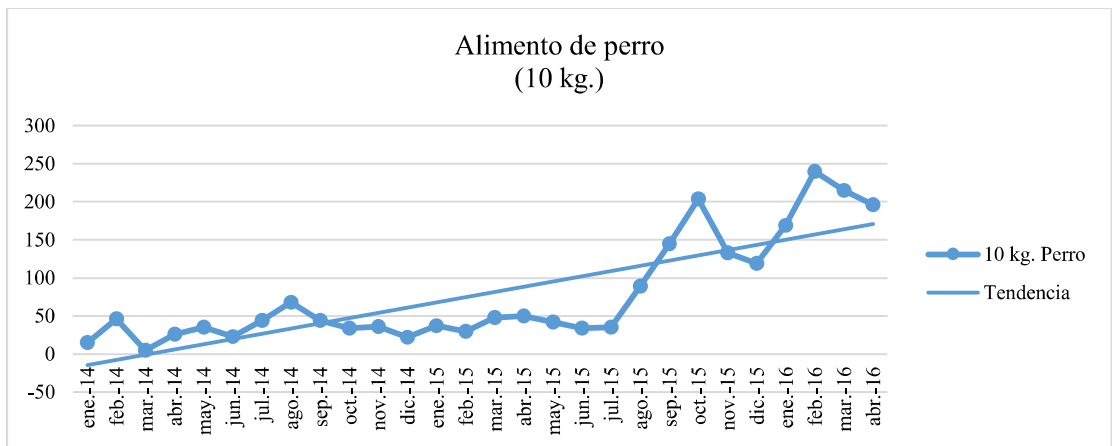
demanda, para lo cual es necesario estudiarlos cada uno por separado, ya que esto ayudará a conocer la proyección de sus demandas futuras en base a sus datos históricos.

Figura 13: Gráfico de la demanda de alimento de perro de 30 kg.



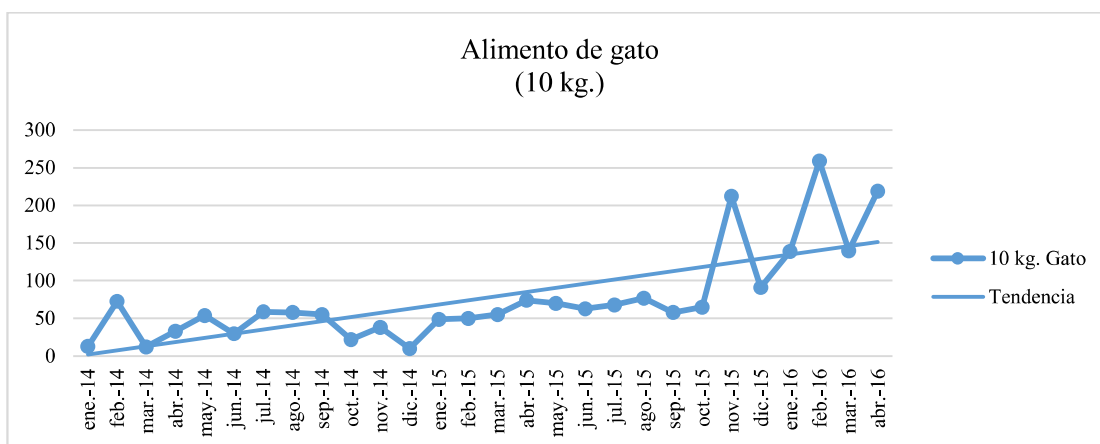
Fuente: Elaboración propia.

Figura 14: Gráfico de la demanda de alimento de perro de 10 kg.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15: Gráfico de la demanda de alimento de gato de 10 kg.



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en las figuras 13, 14 y 15, los datos históricos de la demanda del alimento de mascotas, presentan una notoria tendencia creciente, generando así, una alta rentabilidad para la empresa.

La tabla siguiente muestra los datos de las demandas históricas de cada uno de los productos dentro de la familia de los alimentos para mascotas, obtenidas del sistema computacional de la empresa:

Tabla 13: Demanda histórica de la familia de alimento de mascotas.

Periodos	U. de medida	Alimento de perro 30 kg.	Alimento de perro 10 kg.	Alimento de gato 10 kg.
Ene-14	kg.	20	15	13
Feb-14	kg.	15	46	73
Mar-14	kg.	65	5	12
Abr-14	kg.	0	26	33
May-14	kg.	25	35	54
Jun-14	kg.	42	23	30
Jul-14	kg.	62	44	59
Ago-14	kg.	31	68	58
Sept-14	kg.	23	44	55

Oct-14	kg.	41	34	22
Nov-14	kg.	25	36	38
Dic-14	kg.	13	22	10
Ene-15	kg.	37	37	49
Feb-15	kg.	10	30	50
Mar-15	kg.	8	48	55
Abr-15	kg.	37	50	74
May-15	kg.	54	42	70
Jun-15	kg.	40	34	63
Jul-15	kg.	45	35	68
Ago-15	kg.	105	89	77
Sept-15	kg.	170	145	58
Oct-15	kg.	182	204	65
Nov-15	kg.	356	133	212
Dic-15	kg.	269	119	91
Ene-16	kg.	266	169	139
Feb-16	kg.	260	240	259
Mar-16	kg.	419	215	140
Abr-16	kg.	326	196	219

Fuente: Elaboración propia.

Ya que se han conocido los tipos de productos que componen la alta demanda de la familia de alimentos de mascotas acompañado con el comportamiento de sus demandas, sólo resta analizar sus pronósticos y los errores asociados a ellas.

Para realizar el pronóstico de esta familia con una tendencia creciente a lo largo del periodo de estudio, se utilizarán los siguientes métodos:

Promedio móvil ponderado

Para el cálculo del pronóstico de las demandas mediante promedios móviles se utilizarán ponderaciones, puesto que como se mencionó en capítulos anteriores cuando se observa una tendencia se deben ponderar los periodos más recientes para que así el pronóstico sea más sensible ante cambios de la demanda. Se consideró un n igual a 3 y las ponderaciones a utilizadas son las siguientes:

Periodo	Ponderaciones
Febrero	1
Marzo	2
Abril	3
Σ Ponderaciones	6

Cabe mencionar que estas ponderaciones serán utilizadas para los tres productos de alimentos de mascotas que se estudiarán, por lo tanto el pronóstico para mayo 2016 son los siguientes:

$$\text{Alimento de perro de 30 kg. } PDP_{\text{mayo 2016}} = \frac{(1 * 260) + (2 * 419) + (3 * 326)}{6} = 346$$

$$\text{Alimento de perro de 10 kg. } PDP_{\text{mayo 2016}} = \frac{(1 * 240) + (2 * 215) + (3 * 196)}{6} = 210$$

$$\text{Alimento de gato de 10 kg. } PDP_{\text{mayo 2016}} = \frac{(1 * 259) + (2 * 140) + (3 * 219)}{6} = 199$$

Por lo tanto las cantidades pronosticadas para mayo 2016 son de 346 paquetes de alimento de perro de 30 kg., 210 paquetes de alimento de perro de 10 kg. y 199 paquetes de alimento para gato de 10 kg.

Suavizamiento exponencial doble (modelo de Holt)

Se aplicará el método de suavizamiento exponencial con ajuste de tendencia, asignándole a las constantes de suavizado los valores de $\alpha = 0,3$ y $\beta = 0,6$, debido a que es la tasa de ajuste que presentó menor error en los pronósticos. Por otra parte, para encontrar la estimación del nivel y la tendencia en el periodo cero ($t = 0$) se utiliza regresión lineal mediante Excel, lo cual arroja lo siguiente:

	F_0	T_0
Alimento de perro de 30 kg.	-66,45	11,84
Alimento de perro de 10 kg.	-21,33	6,85
Alimento de gato de 10 kg.	-3,68	5,54

Esta estimación del nivel y la tendencia en $t = 0$ servirá para determinar el pronóstico de la demanda hasta llegar al periodo $t = 29$ correspondiente a mayo 2016 que es el objetivo, para lo cual se utilizará la ecuación 4:

$$\text{Alimento de perro de 30 kg.} \quad FIT_{\text{mayo } 2016} = 386,8 + 17,1 = 404$$

$$\text{Alimento de perro de 10 kg.} \quad FIT_{\text{mayo } 2016} = 230,0 + 9,2 = 239$$

$$\text{Alimento de gato de 10 kg.} \quad FIT_{\text{mayo } 2016} = 215,9 + 20,4 = 236$$

Finalmente mediante el modelo de suavizamiento exponencial doble, el pronóstico para mayo 2016 es de 404 paquetes de alimento de perro de 30 kg., 239 paquetes de alimento de perro de 10 kg. y 236 paquetes de alimento de gato de 10 kg.

Proyección de tendencias

El modelo de proyección de tendencias es el último que se aplicará. En el cual se utilizará una recta de mínimos cuadrados que se escribe en términos de su intersección con el eje y y su pendiente, la cual se puede expresar con la ecuación 7:

$$\hat{y} = a + bx$$

Por otro lado la utilización de regresión lineal permitió encontrar la intersección de la recta para los valores de a y b , entonces el pronóstico de la demanda para el periodo $t = 29$ mayo 2016 es:

$$\text{Alimento de perro de 30 kg.} \quad \hat{y} = -66,452 + (11,8391 * 29) = 277$$

$$\text{Alimento de perro de 10 kg.} \quad \hat{y} = -21,34 + (6,85126 * 29) = 177$$

$$\text{Alimento de gato de 10 kg.} \quad \hat{y} = -3,6825 + (5,53968 * 29) = 157$$

Por lo tanto el pronóstico de la demanda mediante el modelo de proyección de tendencia para mayo 2016 es de 277 paquetes de alimento de perro de 30 kg., 177 paquetes de alimento de perro de 10 kg. y 157 paquetes de alimento de gato de 10 kg.

Error cuadrático medio (ECM)

Por otro lado se calculó el error cuadrático medio (ECM) para luego comparar cuál de los modelos aplicados representa un menor error global entre los valores pronosticados. Para ello se elaboró la siguiente tabla con los resultados:

Tabla 14: Resultado del error cuadrático medio global de modelos de pronósticos.

Producto	Promedio móvil ponderado	Suavizamiento exponencial doble	Proyección de tendencia
Alimento de perro de 30 kg.	3.353	3.365	5.385
Alimento de perro de 10 kg.	1.395	1.368	1.591
Alimento de gato de 10 kg.	1.937	1.893	1.768

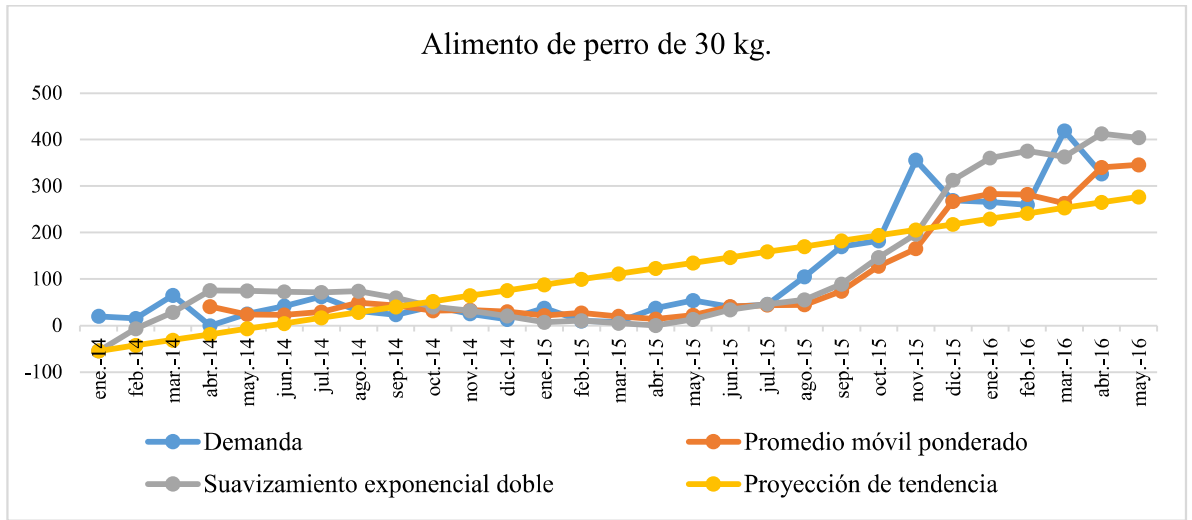
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 14, el mejor método para pronosticar la demanda del alimento de perro de 30 kg. es el promedio móvil ponderado con un error global de 3.353 unidades. Para el alimento de perro de 10 kg. el mejor método es el suavizamiento exponencial doble con un error de 1.368 unidades, mientras que para el alimento de gato de 10 kg. el mejor método de pronóstico es el de proyección de tendencia, presentando un error global en el periodo de estudio 1.768 unidades.

Se considera que los datos del periodo proyectado para los tres productos del alimento de mascotas fueron buenos, ya que se acercaron bastante a los consumos reales del año 2014, 2015 y parte del 2016.

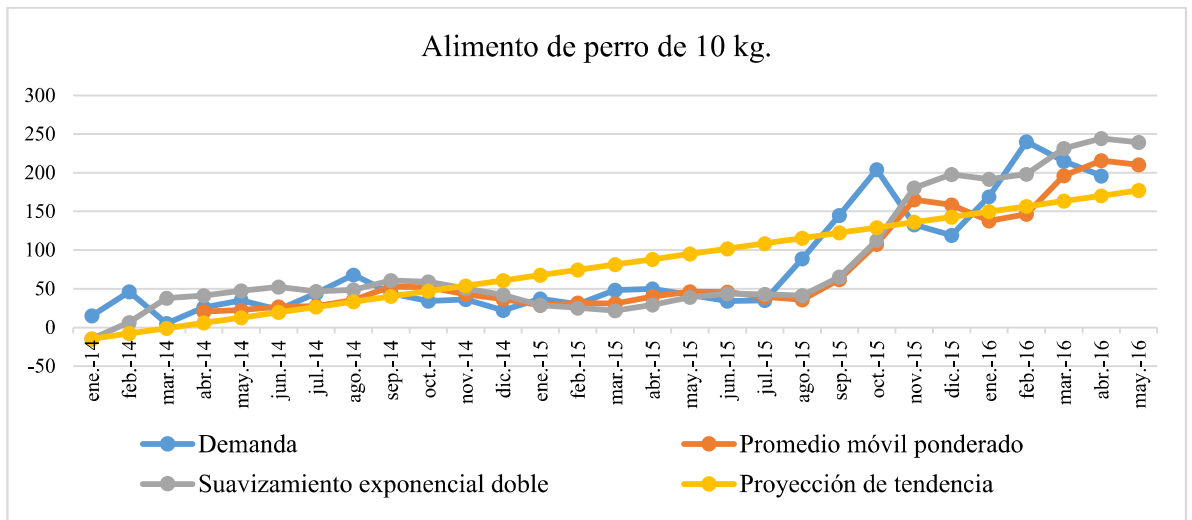
A continuación se puede observar de manera gráfica cómo se comportan los datos históricos de la demanda junto con los pronósticos utilizados en el estudio:

Figura 16: Gráfico de la demanda y los pronósticos del alimento de perro de 30kg.



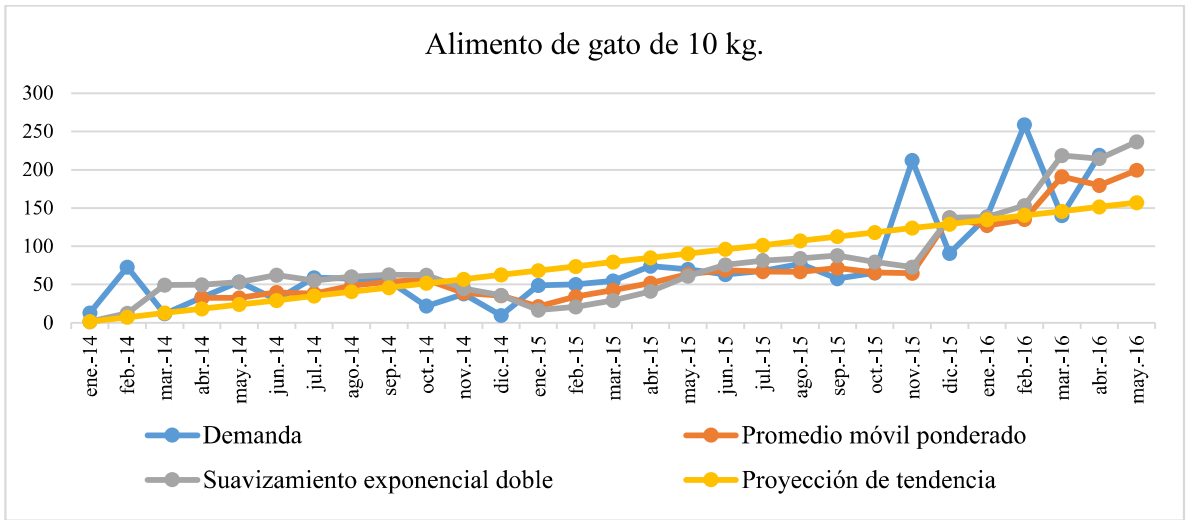
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los métodos de pronósticos.

Figura 17: Gráfico de la demanda y los pronósticos del alimento de perro de 10kg.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los métodos de pronósticos.

Figura 18: Gráfico de la demanda y los pronósticos del alimento de gato de 10kg.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los métodos de pronósticos.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS

Previo a la determinación de un adecuado modelo de inventario es preciso evaluar los costos asociados a éste. Como se definió en capítulos anteriores, los costos de inventario sobre los cuales la empresa debe incurrir son los de: pedido, almacenamiento, mantenimiento, entre otros. Éstos junto con el comportamiento de la demanda de los productos y el tiempo de reposición de los mismos, son los elementos determinantes para que la empresa aumente sus ganancias.

La información suministrada fue por parte de la asistente administrativa de la organización, para lo cual se consideraron los datos de los costos incurridos durante mayo 2015 a abril del 2016, siendo éste el periodo más reciente.

6.1. Evaluación de los costos de inventario

Costo total de inventario

El costo total de inventario representa la suma de los costos anuales de pedidos, costos anuales de almacenamiento y el costo anual de adquisición durante un determinado periodo de tiempo. Este costo se puede determinar mediante el uso de la ecuación 35:

$$CTI = K + H + C \quad (35)$$

donde;

CTI = Costo total de inventario

K = Costo total anual de realizar un pedido

H = Costo total anual de mantener y almacenar

C = Costo total anual de adquisición.

Costos de realizar un pedido (K)

Para realizar la estimación de costos incurridos por la empresa para efectuar sus pedidos, se consideraron los siguientes: sueldos de mano de obra del encargado de bodega quien debe

revisar la carga una vez que el proveedor llega con los productos a bodega y también el sueldo de la asistente administrativa quien debe realizar los trámites de adquisición de productos.

Por otro lado se considerarán los costos asociados a artículos de oficina, plan de línea telefónica e internet, puesto a que los pedidos a proveedores se realizan tanto de forma telefónica como también directamente en oficina administrativa.

Este tipo de costo es considerado por lo general fijo y se puede calcular en base al número de pedidos realizados en un periodo de tiempo dado. Matemáticamente el cálculo de este costo queda expresado por la siguiente ecuación:

$$\text{Costo de realizar pedido } (K) = \frac{\sum \text{Costo total mensual de pedido}}{n^{\circ} \text{ de pedidos mensualmente}} \quad (36)$$

En Distribuidora Cormi actualmente cuentan con un bodeguero quien se encarga de recibir y revisar la mercadería que llega a bodega, para esta labor se necesita como máximo 30 minutos aproximadamente. La asistente administrativa para efectuar sus labores de emisión de pedido, pago de proveedores y posteriores registros en el sistema de inventario, necesita 1 hora en total. Si en el mes se realizan 17 órdenes aproximadamente, el total de horas hombre que se necesitan son:

➤ Total H.H. mensual = 25,5

Las remuneraciones que perciben los encargados de estas labores son:

Asistente administrativa:	\$ 450.500
Encargado de bodega:	\$ 390.500
Remuneración Total:	\$ 841.000

Considerando que cada empleado trabaja 180 horas mensuales, el valor de H.H. es de:

Asistente administrativa:	\$ 2.503
Encargado de bodega:	\$ 2.170
Valor Total H.H.:	\$ 4.673

Por lo tanto para realizar los 17 pedidos mensuales, el valor total de mano de obra es de: \$60.996.

El costo mensual de teléfono fijo e internet es de \$33.569, el cual es utilizado para distintos fines, los cuales son; para la emisión de pedidos y para mantener comunicación con vendedores y clientes. Por lo que se estima que el 30% del costo total mensual en telefonía e internet, es utilizado para la realización de pedidos.

Los artículos de oficina también forman parte del costo mensual para la emisión de pedidos, el cual corresponde a \$70.000 mensuales, en donde se estima que el 25% del valor total es utilizado para la realización de pedidos.

Ahora bien, para estimar los valores anteriormente mencionados, se consideraron los gastos mensuales desde mayo 2015 a abril 2016 siendo éstos los más recientes para realizar un balance mensual.

Tabla 15: Resumen del costo total mensual incurridos al realizar un pedido.

Costos asociados a la realización de un pedido	Valor mensual
Mano de obra	\$60.996
Teléfono fijo e internet	\$10.071
Artículos de oficina	\$17.500
Costo total	\$88.567

Fuente: Elaboración propia, con información suministrada por Cormi Ltda.

Por lo tanto, si los costos asociados a la emisión de pedidos mensualmente es de: \$88.567 y el número de pedidos al mes son 17, el costo total por pedido es de:

$$\text{Costo de realizar pedido (K)} = \frac{\$88.567}{17} = \$5.210 \text{ por pedido.}$$

Costo de mantener y almacenar (H)

Este costo hace referencia a los gastos que incurre la empresa para darle al producto almacenamiento, protección, preservación y un aseguramiento óptimo del inventario almacenado, evitando mermas, robos, etc.

La expresión matemática para realizar el cálculo de la tasa del costo de mantener y almacenar los productos es la siguiente:

$$Tasa\ del\ costo\ de\ mant.\ y\ alm.\ (i) = \frac{\sum Costo\ total\ de\ mant.\ y\ alm.}{Valor\ promedio\ inventario} \quad (37)$$

El bodeguero de la distribuidora realiza variadas funciones en bodega, sin embargo el 80% de las actividades corresponden al recibo, almacenamiento y despacho de las mercancías. Por lo que si el trabajador recibe un sueldo de \$390.500 mensuales, el costo mensual de almacenaje es de \$312.400.

La cantidad de dinero en pérdidas, a causa de productos vencidos, dañados y/o robados, no está calculado, puesto que no se mantiene un registro de esta perdida. Pero el gerente de la empresa estima que el valor promedio es de \$40.000 mensuales aproximadamente.

Tabla 16: Costo total mensual y anual del mantenimiento y almacenaje de los productos.

Costo de almacenaje	Valor mensual	Valor anual
Arriendo de bodega	\$ 557.701	\$ 6.692.412
Sueldo personal que interviene en el recibo, almacenamiento y despacho	\$ 312.400	\$ 3.748.800
Mantenimiento de las instalaciones	\$ 70.000	\$ 840.000
Seguro contratado	\$ 127.702	\$1.532.424
Mermas y robos	\$ 40.000	\$ 480.000
Costo total	\$ 1.107.803	\$ 13.293.636

Fuente: Elaboración propia, con información suministrada por Cormi Ltda.

Por otro lado el cálculo del valor promedio del inventario durante los meses del periodo de estudio, estima un valor de \$64.028.214. Entonces el costo total mensual de mantener y almacenar (expresado en %) es:

$$Tasa\ del\ costo\ de\ mantener\ y\ almacenar\ (i) = \frac{\$ 1.107.803}{\$ 64.028.214} = 0,0173$$

Esto quiere decir que la proporción mensual del costo de almacenamiento es de un 1,73%, ya que todos los costos que se estudian están medidos mensualmente.

Por otro lado el costo de mantener y almacenar cada unidad del inventario se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Costo de mantener y almacenar (H)} = i * C \quad (38)$$

donde;

$i = \text{Tasa del costo por mantener y almacenar}$

$C = \text{Costo de adquisición}$

Se define como costo de oportunidad a una decisión económica respecto a las alternativas disponibles. En el caso del presente estudio, se representa como el costo de haber invertido en una determinada cantidad de artículos y no en otra alternativa financiera disponible en el mercado. Un ejemplo de ello podría ser la alternativa de invertir a una cuenta de depósito a plazo de un año en el banco BBVA quien es el que entrega la mejor rentabilidad financiera en el mercado con un 4,92% anual, lo que mensualmente representaría una tasa de oportunidad de un 0,41%.

Costo de adquisición (C)

Este costo hace referencia al costo unitario de adquisición de un producto, el cual muchas veces puede presentar variaciones, sin embargo de forma más representativa, se utilizará el valor de compra actual que tiene cada producto. En la tabla 17 y 18 se resumen los costos de las familias estudiadas:

Tabla 17: Resumen del costo de adquisición de higiénico (código 321).

Producto	Costo de compra
Higiénico	\$122 UN.

*UN.= Rollo papel higiénico.

Tabla 18: Resumen del costo de adquisición de alimento de mascotas (código 300).

Producto	Costo de compra
Alimento de perro de 30 kg.	\$7.026 UN.
Alimento de perro de 10 kg.	\$2.508 UN.
Alimento de gato de 10 kg.	\$5.202 UN.

*UN.= Paquete de alimento de mascota.

6.2. Desarrollo y determinación del modelo de inventario

Para el desarrollo de un modelo de control de inventario es pertinente identificar cuál de ellos se ajusta de mejor manera al tipo de productos que se requiere analizar.

Los productos comercializados por Distribuidora Cormi presentan una demanda independiente y con un comportamiento variable dentro del periodo de tiempo estudiado, es por esto que el modelo propuesto es del tipo probabilístico.

Los modelos probabilísticos están definidos por el sistema de revisión continua y sistema de revisión periódica, los cuales serán aplicados sobre aquellos productos que clasificaron en la categoría A de la segunda etapa de clasificación ABC, puesto que son éstos los que requieren mayor atención. El criterio definido para la elección entre estos dos modelos, será el que entregue un menor costo total.

6.2.1. Sistema de revisión continua

El siguiente modelo considera los datos tomados del sistema actual, para lo cual se procedió a realizar los cálculos siguientes:

Tabla 19: Resumen de los datos necesarios para la aplicación del modelo de sistema de revisión continua.

Producto	K	i	C	$L_{(mes)}$	σ_D	$\sigma_{D(L)}$	α	z	S
Higiénicos	\$5.210	1,7%	\$122	0,15	5.147	772	95%	1,645	1.270
Alimento de perro de 30 kg.	\$5.210	1,7%	\$7.026	0,2	128	27	95%	1,645	44
Alimento de perro de 30 kg.	\$5.210	1,7%	\$2.508	0,2	73	15	95%	1,645	25
Alimento de gato de 10 kg.	\$5.210	1,7%	\$5.202	0,2	71	14	95%	1,645	23

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19 se resume la información y cálculos necesarios para el sistema de revisión continua. Los cuales representan lo siguiente:

- K = Costo por realizar cada orden (\$/orden)
- i = Tasa mensual del costo de mantener y almacenar (%)
- C = Costo por cada unidad de bien (\$/unidad)
- L = Tiempo de llegada, es decir el tiempo que transcurre entre el momento de realizar un pedido hasta que este es recibido por los encargados de adquisiciones.

Dado que los resultados del estudio se necesitan de manera mensual, el mes se deberá dividir por 20 días correspondientes a los días hábiles trabajados al mes y así obtener el tiempo de revisión del inventario. Esta conversión queda expresada de la siguiente manera:

$$\text{Higiénicos} \quad L_{(mes)} = 3 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,15 \text{ mes}$$

$$\text{Alimento de perro 30 kg.} \quad L_{(mes)} = 4 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,20 \text{ mes}$$

$$\text{Alimento de perro 10 kg.} \quad L_{(mes)} = 4 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,20 \text{ mes}$$

$$\text{Alimento de gato 10 kg.} \quad L_{(mes)} = 4 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,20 \text{ mes}$$

- σ_D = La desviación estándar se obtiene a través de la demanda mensual durante el periodo de estudio.
- $\sigma_{D(L)}$ = La desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega L , se obtiene de la multiplicación de los días de espera (con conversión mensual) por la desviación estándar mensual de la demanda.
- α = El nivel de servicio deseado fue definido y entregado por la administración de la empresa. Para los productos clasificados en la categoría A, se requiere cumplir un nivel de servicio igual para todos.
- z = El valor del factor de seguridad es extraído de la tabla D.1 del anexo D dependiendo el nivel de servicio definido.
- S = El inventario de seguridad fue calculado mediante la multiplicación del factor de seguridad por la desviación estándar de la demanda durante el periodo de entrega L .

6.2.2. Sistema de revisión periódica

El siguiente modelo considera los datos tomados del sistema actual, para lo cual se procedió a realizar los cálculos siguientes:

Tabla 20: Resumen de los datos necesarios para la aplicación del modelo de sistema de revisión periódica.

Producto	K	i	C	$L_{(mes)}$	$P_{(mes)}$	σ_D	$\sigma_{D(P+L)}$	α	z	s
Higiénicos	\$5.210	1,7%	\$ 122	0,15	0,2	5.147	1.801	95%	1,645	2.963
Alimento de perro de 30 kg	\$5.210	1,7%	\$ 7.026	0,2	0,2	128	51	95%	1,645	84
Alimento de perro de 30 kg	\$5.210	1,7%	\$2.508	0,2	0,2	73	29	95%	1,645	25
Alimento de gato de 10 kg.	\$5.210	1,7%	\$5.202	0,2	0,2	71	28	95%	1,645	23

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se resume la información y cálculos necesarios para el sistema de revisión periódica. Los cuales representan lo siguiente:

- K = Costo por realizar cada orden (\$/orden)
- i = Tasa mensual del costo de almacenamiento (%)
- C = Costo por cada unidad de bien (\$/unidad)
- L = Tiempo de previsión, es decir el tiempo que transcurre entre el momento de realizar un pedido hasta que este es recibido por los encargados de adquisiciones. Dado que los resultados del estudio se necesitan de manera mensual, el mes se deberá dividir por 20 días correspondientes a los días hábiles trabajados al mes y así obtener el tiempo de revisión del inventario. Esta conversión queda expresada de la siguiente manera:

$$\text{Higiénicos} \quad L_{(mes)} = 3 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,15 \text{ mes}$$

$$\text{Alimento de perro 30 kg.} \quad L_{(mes)} = 4 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,20 \text{ mes}$$

$$\text{Alimento de perro 10 kg.} \quad L_{(mes)} = 4 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,20 \text{ mes}$$

$$\text{Alimento de gato 10 kg.} \quad L_{(mes)} = 4 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,20 \text{ mes}$$

- P = El tiempo de revisión de inventario tarda a lo más 4 días en ser revisado. Esta conversión queda expresada de la siguiente manera:

$$\text{Higiénicos} \quad P_{(mes)} = 4 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,20 \text{ mes}$$

$$\text{Alimento de perro 30 kg.} \quad P_{(mes)} = 4 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,20 \text{ mes}$$

$$\text{Alimento de perro 10 kg.} \quad P_{(mes)} = 4 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,20 \text{ mes}$$

$$\text{Alimento de gato 10 kg.} \quad P_{(mes)} = 4 \text{ días} * \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 0,20 \text{ mes}$$

- σ_D = La desviación estándar se obtiene a través de la demanda mensual durante el periodo de estudio.
- $\sigma_{D(P+L)}$ = La desviación estándar de la demanda durante $P + L$, se obtiene de la multiplicación de la suma de los días de espera más los días de revisión de inventario (ambos con conversión a mes) por la desviación estándar mensual de la demanda.
- α = El nivel de servicio deseado fue definido y entregado por la administración de la empresa. Para los productos clasificados en la categoría A, se requiere cumplir un nivel de servicio igual para todos.
- z = El valor del factor de seguridad es extraído de la tabla D.1. del anexo D dependiendo el nivel de servicio definido.
- s = El inventario de seguridad fue calculado mediante la multiplicación del factor de seguridad por la desviación estándar de la demanda durante $P + L$.

6.3. Elección del sistema de revisión de inventario

Como se mencionó anteriormente, el criterio de selección para un sistema de inventario es el que presente un menor costo total.

En las siguientes tablas se puede visualizar el resultado obtenido con los métodos de inventario de revisión continua y periódica aplicados a cada artículo seleccionado para el estudio del proyecto:

Tabla 21: Costo total mensual del periodo de estudio del sistema de revisión continua.

Producto	D'	$D_{(L)}$	Q^*	R	Costo total
Higiénico	18.083	2.712	9.449	3.982	\$ 2.218.778
Alimento de perro 30 kg.	208	42	134	86	\$ 1.474.911
Alimento de perro 10 kg.	135	27	180	52	\$ 343.600
Alimento de gato 10 kg.	122	24	119	47	\$ 642.106

Fuente: Elaboración propia.

Los variables calculadas en la tabla 21 para determinar el costo total mensual de inventario, representan lo siguiente:

- D' = Demanda promedio estimada por periodo.
- $D_{(L)}$ = La demanda promedio durante el periodo de entrega se calcula multiplicando la demanda promedio estimada (D') por los días de periodo de entrega (L).
- Q^* = La cantidad óptima a pedir se calcula con la ecuación 22, en donde su resultado se expresa la cantidad de unidad a pedir mensualmente.
- R = El punto de reorden se calculó mediante la suma de la demanda promedio durante el periodo de entrega $D_{(L)}$ más el inventario de seguridad S .

Dado los resultados que muestra la tabla 21, se puede concluir que el costo total mensual para el sistema de revisión continua en cada familia es:

- Familia de higiénicos: \$ 2.218.778
- Familia de alimento de mascotas: \$ 2.460.616.

Tabla 22: Costo total mensual del periodo de estudio del sistema de revisión periódica.

Producto	D'	$D_{(P+L)}$	M	Q^*	Costo Total
Higiénico	18.083	6.329	9.292	$9.292 - I(t)$	\$ 2.242.246
Alimento de perro 30 kg.	208	83	167	$167 - I(t)$	\$ 1.500.196
Alimento de perro 10 kg.	135	54	102	$102 - I(t)$	\$ 367.298
Alimento de gato 10 kg.	122	49	95	$95 - I(t)$	\$ 665.932

Fuente: Elaboración propia.

Los variables calculadas en la tabla 22 para determinar el costo total mensual de inventario, representan lo siguiente:

- D' = Demanda promedio estimada por periodo.
- $D_{(P+L)}$ = La demanda promedio durante el tiempo de previsión real ($P + L$) la cual se calcula multiplicando la demanda promedio estimada (D') por los días de previsión real ($P + L$).
- M = El inventario objetivo se calcula mediante la suma de la demanda promedio durante el periodo de previsión real $D_{(P+L)}$ más el inventario de seguridad s .
- Q^* = La cantidad óptima a pedir se calcula mediante la suma del inventario objetivo M más el inventario en bodega durante el tiempo $I(t)$ en donde su resultado se expresa la cantidad de unidad a pedir mensualmente.

Dado los resultados que muestra la tabla 22, se puede concluir que el costo total mensual para el sistema de revisión periódica en cada familia es:

- Familia de higiénicos: \$ 2.242.246
- Familia de alimento de mascotas: \$ 2.533.426.

A continuación en la tabla 23, se puede observar los resultados de ambos modelos, con el objetivo de comparar cuál de ellos presenta un menor costo total:

Tabla 23: Resultado de los costos totales de los sistemas de inventarios propuestos.

Familia	Sistema de revisión continua	Sistema de revisión periódica
Higiénico	\$ 2.218.778	\$ 2.242.246
Alimento de mascotas	\$ 2.460.616	\$ 2.533.426

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 23 el modelo que entrega un menor costo total mensual es el modelo de revisión continua. Pues en el caso de la familia de los higiénicos, el costo total fue de \$2.218.778 versus \$2.242.246 que entregó el sistema de revisión periódica y por otro lado la familia de alimento de mascotas, entregó un costo total de \$2.242.246 versus \$2.533.426 que entregó el sistema de revisión periódica.

Finalmente se puede agregar, que la variación de los costos entre ambos sistemas revisión de inventario es relativamente pequeña, por lo que cualquiera de los dos sistemas estudiados sería una metodología apropiada para el control de inventarios de la empresa.

CAPÍTULO VII: PROPUESTA DE UN REDISEÑO DE *LAYOUT*

Después del estudio realizado en los capítulos anteriores, se puede desarrollar una propuesta de mejora al diseño o distribución física del *layout* actual de la bodega de almacenamiento de Distribuidora Cormi. Este diseño dependerá de varios factores y es fundamental proponer una buena distribución, para así optimizar los recursos y no tener problemas en su manipulación, puesto a que muchas veces se producen cuellos de botella y pérdidas de tiempo al no contar con una correcta distribución física en bodega.

Como se dijo anteriormente en el diseño del *layout* intervienen factores que se deben considerar y estos son; los materiales, las personas, las líneas de circulación, equipos y maquinarias, entre otros.

El tipo de *layout* a diseñar será el del almacén, en el cual se busca reducir las actividades y operaciones que no generen valor, puesto que busca la eficiencia en el manejo de materiales y la preparación de pedidos.

Para una mejor concepción del diseño y condiciones actuales del *layout* de la empresa, se presentarán a continuación imágenes de los productos apilados y pasillos.

Figura 19: Productos apilados en racks II nivel.



Figura 20: Productos apilados sobre pallets.



Figura 21: Productos en pasillos.

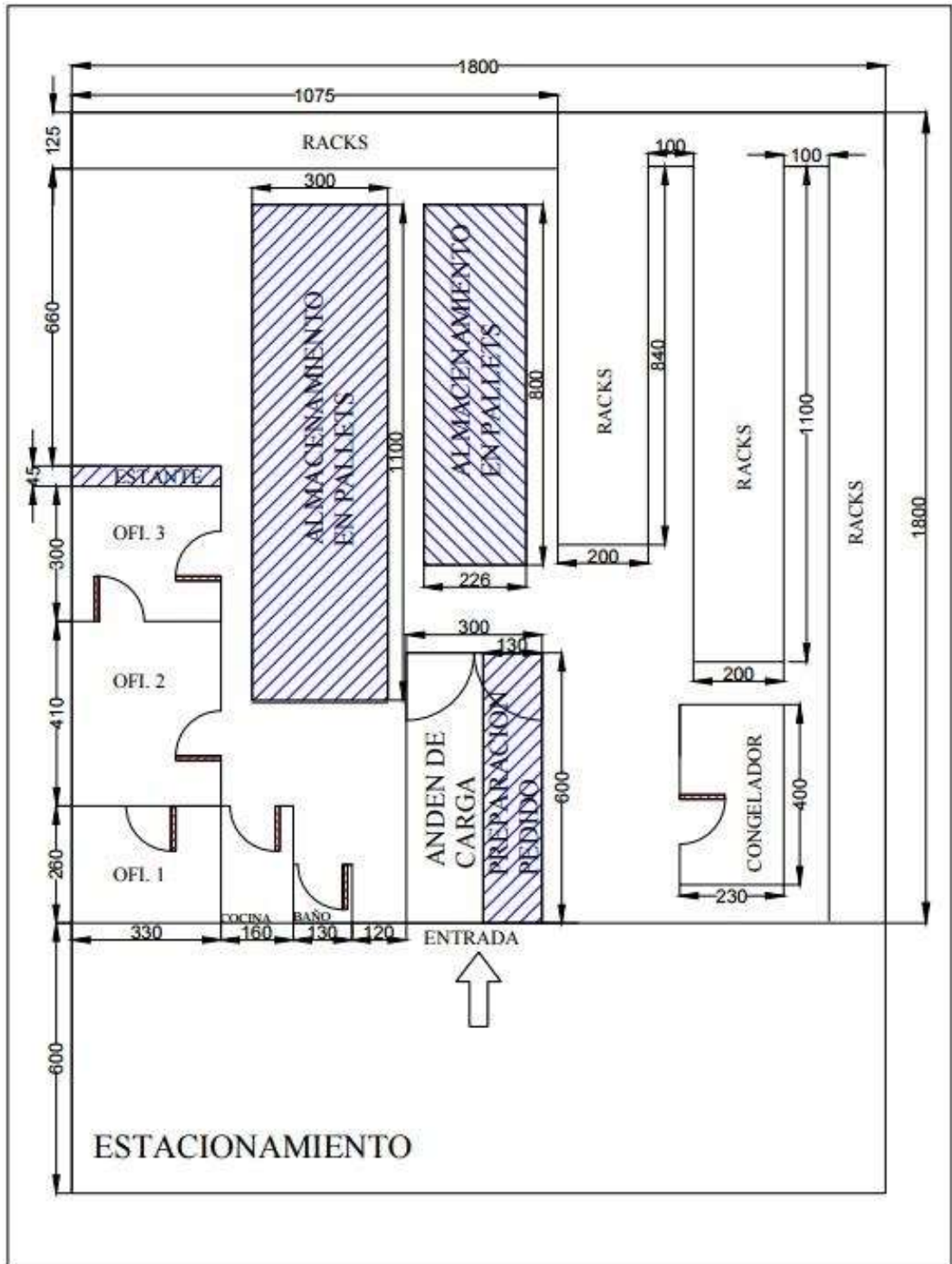


Figura 22: Productos apilados sobre pallets.



A continuación en la figura 23 se presenta el *layout* general actual de la empresa, el cual fue desarrollado a través de la toma de mediciones en las instalaciones de la bodega de almacenamiento y con la ayuda del software AUTOCAD, puesto que la empresa no cuenta con el diseño de un plano definido y estable.

Figura 23: Diseño de *layout* actual de Distribuidora Cormi Ltda.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información suministrada por Distribuidora Cormi Ltda.

7.1. Ubicación y organización de *layout*

- Determinación de la carga unitaria.

El pallet estándar utilizado en distribuidora Cormi tiene un largo de 1m x 1,20m de ancho, por lo que la carga unitaria de almacenamiento utilizada es sobre pallet.

El volumen almacenado de cada producto difiere al momento de ser apilado en cajas sobre el pallet, puesto que cada uno tiene dimensiones distintas y ocupan espacios diferentes. En tal sentido se pueden distinguir alturas que generalmente varían entre 1m y 1,5m.

- Ubicación del sistema de clasificación ABC en *layout*.

El planteamiento de una propuesta del diseño de *layout* se realizará en base a la clasificación ABC de los productos y también sobre los inconvenientes que presenta el diseño físico actual de la empresa.

En el Capítulo IV se realizó la clasificación de los 1461 productos que comercializa la empresa distribuidora, distribuyéndolos en 107 sub- grupos de familia de productos, dependiendo de sus características y rotación. Luego el sistema de clasificación se desarrolló mediante dos etapas, por lo tanto, para identificar los productos en el *layout* propuesto, se identificarán las categorías (A, B, C) con el subíndice 1 los productos de la primera etapa de clasificación y con el subíndice 2 los productos de la segunda clasificación ABC:

Tabla 24: Identificación de los productos para *layout* propuesto.

Etapas del sistema de clasificación ABC:	Categorías		
	Primera etapa	A_1	B_1
Segunda etapa	A_2	B_2	C_2

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, como se pudo observar en la figura 23, Distribuidora Cormi en su bodega de almacenamiento cuenta con cuatro hileras de racks, los cuales están compuestos por dos niveles de almacenamiento. El primer nivel tiene una altura de 1,5m en donde los productos son apilados en cajas y almacenados sobre pallets, mientras que en el segundo nivel se almacenan productos más livianos y a su vez con mayor volumen.

El espacio que se dispone en bodega para almacenar los productos debe ser dividido por zonas en distintos lugares específicos del almacén, distinguiéndose de la siguiente manera:

Tabla 25: Distribución por zona en el nivel I de los productos del sistema clasificación ABC.

Zonas	Tipo de producto	Número de pallets
Zona 1a : nivel I		
• Zona 1.1	B_1, C_1	18
• Zona 1.2	A_2, B_2	7
• Zona 1.3	A_2, B_2	7
• Zona 1.4	B_2	8
• Zona 1.5	C_2	8
• Zona 1.6	C_2	16
Zona 2:		
• Zona 2.1	C_2	5
• Zona 2.2	B_2	5
Zona 3:		
• Zona 3.1	A_2, B_2	7
• Zona 3.2	A_2, B_2	7
• Zona 3.3	A_2, B_2	7
Zona 4:		
• Zona 4.1	A_2, B_2	7
• Zona 4.2	A_2, B_2	7
Zona 5:		
• Zona 5.1	P	3
Zona 6:		
• Zona 6.1	A_2, B_2, C_2	6
Zona 7:		
• Zona 7.1	B_2	2
Zona 8:		

• Zona 8.1	B_1, C_1, A_2, B_2, C_2	5
------------	---------------------------	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: Distribución por zona en el nivel II de los productos del sistema clasificación ABC.

Zonas	Tipo de producto	Numero de pallets
Zona 1b: nivel II		
• Zona 1.1	B_1, C_1	18
• Zona 1.2	A_2	7
• Zona 1.3	A_2	7
• Zona 1.4	B_1	8
• Zona 1.5	B_1	8
• Zona 1.6	C_1	16

Fuente: Elaboración propia.

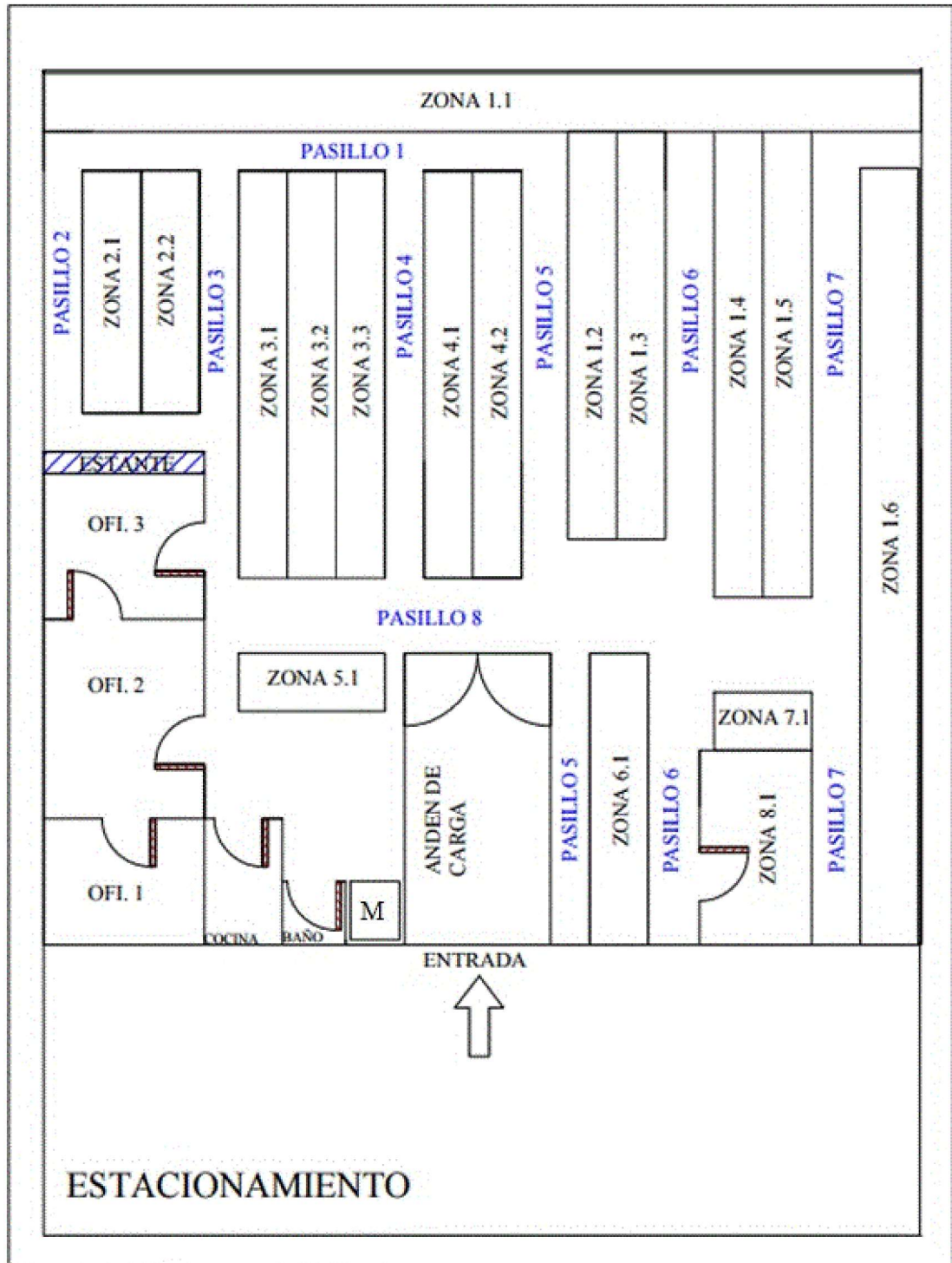
Observaciones de la tabla 25:

- Cada zona se subdivide dependiendo la cantidad de hileras de pallets que éstas contengan. La zona 1 representa los espacios de almacenamiento en racks, el cual está subdividido en 1a y 1b del nivel I y II respectivamente.
- La zona 5.1 se identifica la zona de *picking* con la letra P, ésta zona cuenta con 3 pallets de almacenamiento para realizar la preparación de pedido.
- La zona 3.2 contiene el inventario de seguridad de los productos ubicados en la zona 3.1 y 3.3. Éstos pertenecen a productos clasificados en la categoría A, los cuales presenta mayor rotación, por lo tanto es importante mantener un stock necesario para satisfacer la demanda.

Por otro lado, en el *layout* de posicionamiento de productos que se observará a continuación, se identifica con la letra M la ubicación de los productos que por defecto se han convertido en mermas o pérdidas por diversas causas.

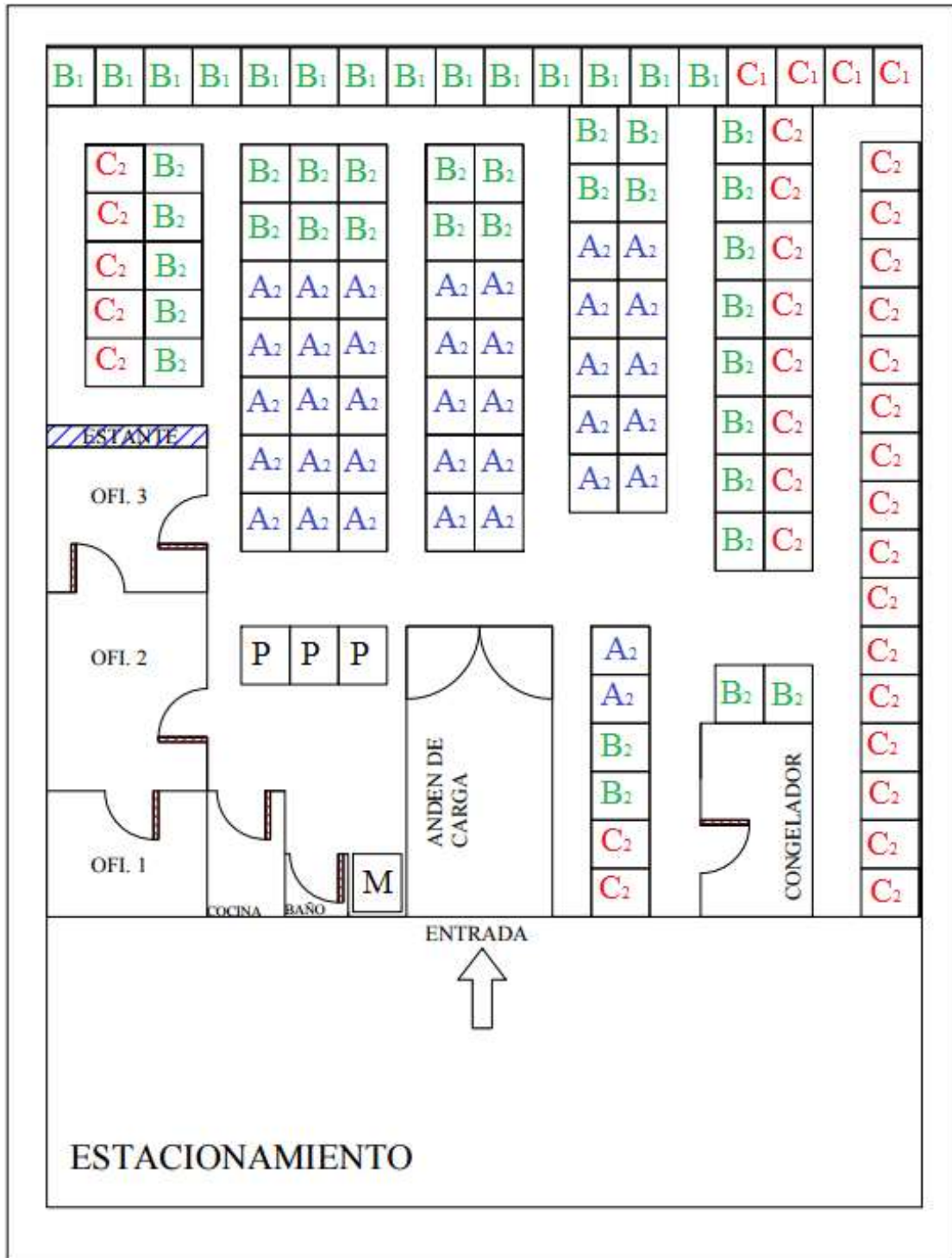
Finalmente, considerando todos los factores anteriormente mencionados el diseño del *layout* propuesto a Distribuidora Cormi queda expresado mediante la figura 24, 25 y 26 presentadas a continuación:

Figura 24: Zonificación de los productos en *layout* propuesto.



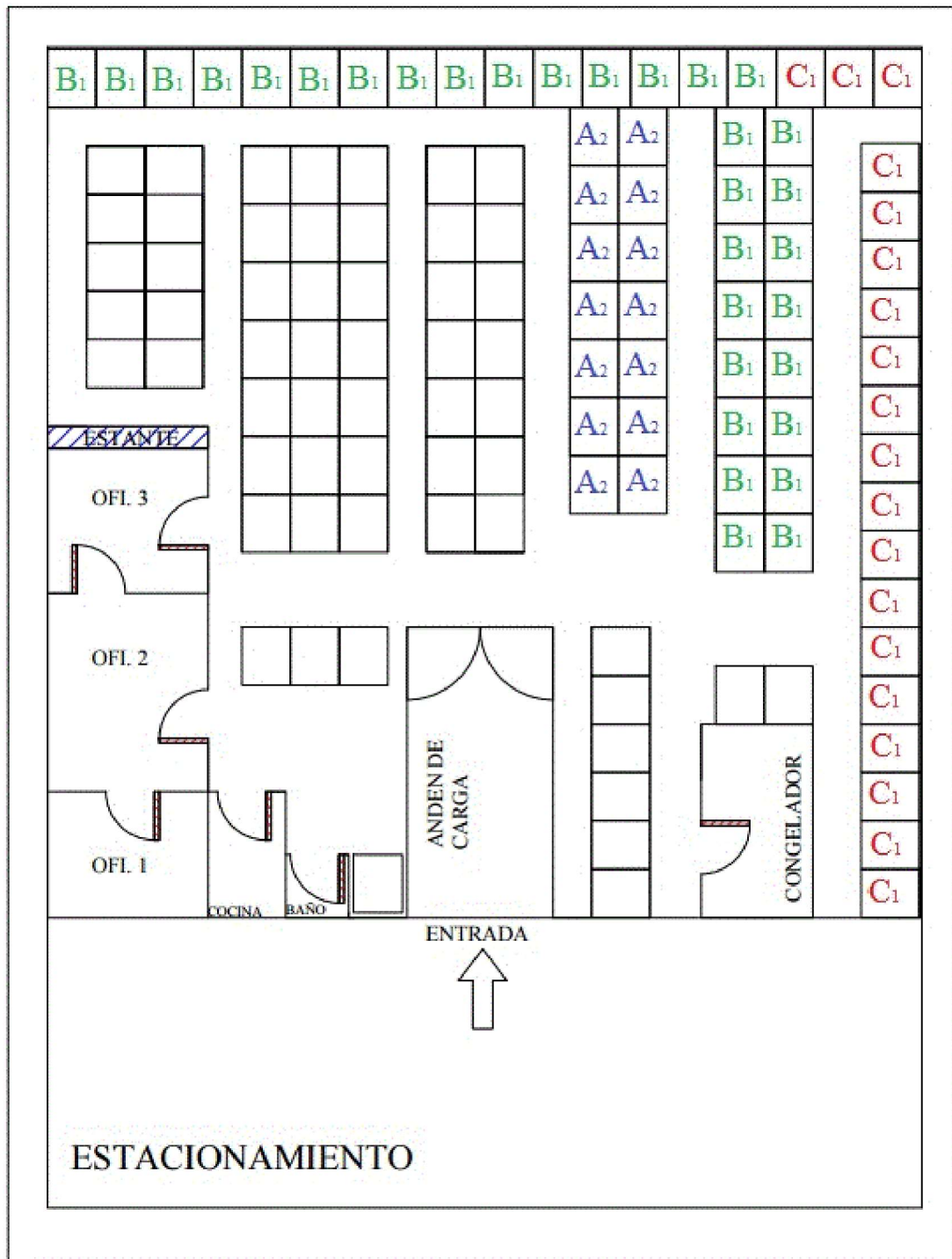
Fuente: Elaboración propia con información suministrada por la empresa.

Figura 25: Posicionamiento de los productos en el nivel I del *layout* propuesto.



Fuente: Elaboración propia con información suministrada por la empresa.

Figura 26: Posicionamiento de los productos en el nivel II del *layout* propuesto.



Fuente: Elaboración propia con información suministrada por la empresa.

7.2. Observaciones de *layout* mejorado

Las figuras muestran que los artículos fueron ubicados según la clasificación ABC empleada en los artículos que componen el inventario en bodega.

En la figura 26 se observan zonas en blanco, lo cual se debe a que éstas no contienen un nivel II de almacenamiento.

Los artículos de la categoría A, se ubicaron en una zona específica cercana a la entrada y salida de la bodega permitiendo una rotación más eficiente, puesto que éstos presentan un alto movimiento debido a sus elevadas ventas.

La ubicación fija de los artículos, permitirá a la empresa saber con más claridad la ubicación de un producto y también mantener una mayor descongestión en las zonas de trabajo y pasillos de tránsito.

El producto de los higiénicos clasificados en la categoría A, ocupan gran espacio en bodega, por lo ello, que éstos se almacenarán en un nivel II de los racks al interior de la bodega.

El *layout* debe ser revisado mensualmente, para ver los cambios de volumen y analizar la capacidad de almacenaje en el momento de comenzar el proceso de reaprovisionamiento, ya que no existe un programa de automatización definido e implementado, por lo que éste deberá ser manual y controlado por el encargado de bodega.

CONCLUSIÓN

Luego de la aplicación de modelo de un sistema de control de inventario en Distribuidora Cormi Ltda. ha permitido formular lo siguiente:

- A través de la información suministrada por la empresa, se pudo detectar que la distribuidora cuenta con una gran cantidad de productos que no tuvieron consumo durante varios meses, lo que indica que existe una gran cantidad de capital inmovilizado en bodega.
- El inventario de la empresa está constituido por productos que presentan variabilidad en su demanda a lo largo del periodo estudiado, lo cual hace complejo el control, por lo que se desarrollaron métodos cuantitativos para este tipo de comportamiento en la demanda. Los resultados de dichos métodos se acercan bastante a las ventas reales durante el periodo estudiado, por lo que se considera que las herramientas utilizadas fueron apropiadas para este análisis.
- Para el manejo de los productos con mayor criticidad para la empresa, se decidió implementar el modelo de inventario que presente el mínimo costo total, el cual fue el sistema de revisión continua, también denominado como la cantidad fija de reorden, la cual favorecerá a la administración del inventario, ya que éste se estaría monitoreando continuamente, impidiendo que se produzcan quiebres de stock ante variaciones repentinas que se pueden producir en la demanda proyectada con anterioridad, ocasionando directamente una disminución de las utilidades.
- El modelo de control de inventarios propuesto, mejorará el proceso de abastecimiento de la empresa, mejora en el flujo de los artículos dentro de la empresa, evitando así, mantener dinero inmovilizado en el inventario.
- El modelo planteado involucra a todas las áreas de la empresa, puesto que se trata de una planeación integral, ya que éste garantiza la disponibilidad de las mercancías en el momento y lugar requerido, minimizando las restricciones financieras existentes.
- El Software actualmente utilizado por la empresa, no les permite mantener un adecuado control de las entradas y salidas de mercadería, además, no se tiene una planificación de compras según las salidas con respecto a los productos en existencia,

debido a que el mismo sistema no les brinda el apoyo suficiente para el control de las mercancías, entregando información poco confiable en los registros que éste entrega.

- La gerencia no ha implementado un manual de normas y procedimientos para el control de inventario en bodega.
- El fin del modelo de gestión de inventario es garantizar un desempeño operacional de la empresa eficiente, puesto que asegura la posesión de los artículos dentro de bodega acorde al flujo de las ventas.
- Distribuidora Cormi ha mantenido exceso en los niveles de inventarios en bodega, resultado de las malas decisiones que ha tomado la organización a la hora de determinar la cantidad de productos necesarios para abastecer su inventario. Es por tal motivo de los costos en su inventario han aumentado significativamente.
- Finalmente se puede determinar que la minimización del costo total del inventario se puede ver reflejada en el ahorro en los costos incurridos en la compra de productos, en el almacenamiento, y en la realización de pedidos, considerando en este caso, la cantidad de productos que mensualmente se tienen en bodega independientemente de la demanda, puesto que hoy, la empresa no cuenta con un método que les permita determinar el pronóstico de la demanda.
- Por tanto, el sistema de revisión continua en términos de porcentajes disminuirá el costo total de inventarios para la familia de los higiénicos en un 26,4% y para la familia de alimento de mascotas en un 25%.

RECOMENDACIONES

En base a la aplicación del modelo sugerido, se proponen las siguientes recomendaciones a Distribuidora Cormi Ltda.:

- La aplicación del modelo propuesto en el presente proyecto, le permitirá evitar el exceso de mercadería sin movimiento dentro de la empresa.
- Con el modelo propuesto, se recomienda la implementación de un stock de seguridad efectivo, que permita evitar quiebres de stock a causa de factores externos incontrolables para la empresa.
- Para los productos que se clasificaron en la categoría C y que presentan consumo nulo en largos periodos, no sería recomendable mantener inventarios de seguridad elevados.
- Controlar continuamente el nivel de existencias e inventario, con el objetivo de realizar el pedido en el momento y cantidad exacta que se requiera para una nueva orden de pedido.
- Establecer políticas de comunicación integrales dentro de las áreas de la empresa, con el fin de que exista una óptima relación entre ellos.
- Junto a lo anterior, para optimizar las mejoras propuestas en este proyecto, es conveniente y necesario que la empresa capacite a su personal, para adquirir experiencia acerca de los métodos y procedimientos inherentes al manejo y control de inventario.
- Por otra parte, se recomienda estudiar la posibilidad de aplicación de un manual de normas y procedimientos adecuados en cuanto a los procesos de adquisición, recepción y almacenamiento de mercadería, el cual permita un control interno más efectivo.
- Establecer alianzas con los proveedores, con el objetivo de proponer nuevas estrategias que permitan minimizar los tiempos de entrega y mejorar el cumplimiento de los pedidos cuando surjan inconvenientes.

- Se requiere mejorar el flujo de información entre áreas, a través de reportes periódicos de todos los movimientos que se originen como las de entradas y salidas de materiales, lo que para ello es imprescindible modificar el actual software utilizado.
- Por último, se recomienda verificar los productos en bodega que ya no son necesarios, ya sea por su baja o nula rotación o simplemente por su deterioro, viendo la forma de llevarlos a otro lugar o venderlos a precios razonables, con el fin de reducir los costos de mantención y control de inventario.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo, J. (2016 de Junio de 2008). *¿Cómo diseñar un buen layout?* Obtenido de <http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/10034->
- Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, F. (2004). *Administración de producción y operaciones*. Colombia.: McGraw- Hill Interamericana S.A.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, Planeación y Operación*. México: Pearson Educación.
- Escalona, I. (2000). *Logística y diseño estructural de la red logística*. México: El Cid Editor.
- Escudero Serrano, M. (2009). *Gestión logística y comercial*. Madrid: Ediciones Paraninfo S.A.
- Giraldo López , J. A. (14 de septiembre de 2011). *Logística. Gestión de compras, almacenes y transporte*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/logistica-gestion-compras-almacenes-transporte/>
- Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principio de administración de operaciones*. México.: Pearson Education.
- Heizer, J., & Render, B. (2007). *Dirección de la producción y operaciones: Decisiones tácticas*. Madrid: Pearson Education.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Asministración de operaciones: Procesos y cadena de valor*. México: Editorial Pearson Education.
- Leenders, M., Fearon, H., & England, W. (1999). *Administración de compras y materiales*. México: Continental S.A de C.V.
- Mora Garcia, L. (2010). *Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Muller, M. (2007). *Fundamentos de administración de inventarios*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
- Schroeder, R. (1992). *Administración de operaciones*. México: McGraw- Hill.
- Urzelai, A. (2006). *Manual Básico de logística integral*. Madrid: Díaz Dantos, S.A.
- Valenzuela Sepúlveda, R. (2004). *Logística de distribución física internacional*. Santiago: Lexis nexis Chile.

ANEXO A: Resumen de los datos obtenidos de la segunda clasificación ABC para cada familia de productos.

Tabla A. 1: Clasificación ABC de cada familia.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Valor total ventas (\$)	% del Valor total ventas	% del Valor acumulado ventas	% de participación de cada producto	% acumulado de participación de cada producto	Categoría
85	321	Higiénico	\$ 120.150.135	12,81%	12,81%	0,93%	0,93%	A
66	302	Ampolletas	\$ 75.995.221	8,10%	20,91%	0,93%	1,87%	A
1	100	Cerveza	\$ 66.169.426	7,05%	27,96%	0,93%	2,80%	A
64	300	Alimento mascotas	\$ 62.397.835	6,65%	34,61%	0,93%	3,74%	A
78	314	Detergente	\$ 47.643.781	5,08%	39,69%	0,93%	4,67%	A
31	220	Fideos	\$ 45.648.201	4,87%	44,56%	0,93%	5,61%	A
52	241	Preparado helado	\$ 42.614.418	4,54%	49,10%	0,93%	6,54%	A
63	252	Yerba mate	\$ 33.320.327	3,55%	52,65%	0,93%	7,48%	A
8	107	Vinos	\$ 26.774.528	2,94%	55,59%	0,93%	8,41%	A
40	229	Leche	\$ 25.959.185	2,77%	58,36%	0,93%	9,35%	A
100	336	Shampoo	\$ 23.938.060	2,55%	60,91%	0,93%	10,28%	A
44	233	Manteca	\$ 18.963.269	2,02%	62,93%	0,93%	11,21%	A
38	227	Jugos	\$ 16.619.902	1,77%	64,70%	0,93%	12,15%	A
10	109	Whisky	\$ 16.570.002	1,77%	66,47%	0,93%	13,08%	A
48	237	Mermeladas	\$ 16.386.570	1,75%	68,21%	0,93%	14,02%	A
46	235	Margarinas	\$ 15.935.859	1,70%	69,91%	0,93%	14,95%	A
87	323	Jabón	\$ 15.428.132	1,64%	71,56%	0,93%	15,89%	A
4	103	Pisco	\$ 14.812.380	1,58%	73,14%	0,93%	16,82%	A
50	239	Néctar	\$ 13.848.184	1,48%	74,61%	0,93%	17,76%	A

Fuente: Elaboración propia, con los datos obtenidos en la clasificación ABC.

Tabla A. 2: Clasificación ABC de cada familia.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Valor total ventas (\$)	% del Valor total ventas	% del Valor acumulado ventas	% de participación de cada producto	% acumulado de participación de cada producto	Categoría
92	328	Máquina afeitar	\$ 13.613.794	1,45%	76,06%	0,93%	18,69%	A
65	301	Acondicionador	\$ 12.712.174	1,36%	77,42%	0,93%	19,63%	A
16	205	Bebidas	\$ 11.625.853	1,24%	78,66%	0,93%	20,56%	A
11	200	Aceite	\$ 11.380.173	1,21%	79,87%	0,93%	21,50%	A
25	214	Conserva jurel	\$ 11.288.403	1,20%	81,07%	0,93%	22,43%	B
26	215	Conserva mariscos	\$ 9.643.627	1,03%	82,10%	0,93%	23,36%	B
36	225	Huevos	\$ 8.578.860	0,91%	83,02%	0,93%	24,30%	B
22	211	Confites	\$ 8.272.773	0,88%	83,90%	0,93%	25,23%	B
6	105	Ron	\$ 7.123.971	0,76%	84,66%	0,93%	26,17%	B
15	204	Azúcar	\$ 6.538.962	0,70%	85,36%	0,93%	27,10%	B
103	339	Toalla de papel	\$ 6.225.887	0,66%	86,02%	0,93%	28,04%	B
88	324	Lava Lozas	\$ 6.107.539	0,65%	86,67%	0,93%	28,97%	B
17	206	Café	\$ 5.714.536	0,61%	87,28%	0,93%	29,91%	B
24	213	Conserva frutas	\$ 5.608.886	0,60%	87,88%	0,93%	30,84%	B
73	309	Cera pisos	\$ 5.352.480	0,57%	88,45%	0,93%	31,78%	B
37	226	Jugo de limón	\$ 5.081.406	0,54%	88,99%	0,93%	32,71%	B
43	232	Manjar	\$ 4.852.724	0,52%	89,51%	0,93%	33,64%	B
3	102	Licores	\$ 4.541.236	0,48%	89,99%	0,93%	34,58%	B
56	245	Sal	\$ 4.157.469	0,44%	90,43%	0,93%	35,51%	B
23	212	Conserva atún	\$ 4.115.048	0,44%	90,87%	0,93%	36,45%	B

Fuente: Elaboración propia, con los datos obtenidos en la clasificación ABC.

Tabla A. 3: Clasificación ABC de cada familia.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Valor total ventas (\$)	% del Valor total ventas	% del Valor acumulado ventas	% de participación de cada producto	% acumulado de participación de cada producto	Categoría
9	108	Vodka	\$ 4.003.724	0,43%	91,30%	0,93%	37,38%	B
58	247	Salsa de tomate	\$ 3.742.416	0,40%	91,70%	0,93%	38,32%	B
76	312	Desinfectantes	\$ 3.719.221	0,40%	92,09%	0,93%	39,25%	B
35	224	Harina	\$ 3.424.608	0,37%	92,46%	0,93%	40,19%	B
51	240	Pack fideos	\$ 3.350.325	0,36%	92,82%	0,93%	41,12%	B
89	325	Limpiadores	\$ 3.298.862	0,35%	93,17%	0,93%	42,06%	B
33	222	Galletas	\$ 3.289.025	0,35%	93,52%	0,93%	42,99%	B
72	308	Carbón	\$ 3.145.203	0,34%	93,85%	0,93%	43,93%	B
104	340	Toalla femenina	\$ 3.003.471	0,32%	94,17%	0,93%	44,86%	B
45	234	Mantequilla	\$ 2.890.911	0,31%	94,48%	0,93%	45,79%	B
27	216	Conserva verduras	\$ 2.755.492	0,29%	94,78%	0,93%	46,73%	B
98	334	Pilas	\$ 2.720.073	0,29%	95,07%	0,93%	47,66%	B
99	335	Servilleta	\$ 2.441.453	0,26%	95,33%	0,93%	48,60%	C
102	338	Tinturas	\$ 2.200.352	0,23%	95,56%	0,93%	49,53%	C
101	337	Suavizantes	\$ 2.158.036	0,23%	95,79%	0,93%	50,47%	C
106	342	Velas	\$ 2.107.831	0,22%	96,02%	0,93%	51,40%	C
28	217	Crema	\$ 2.052.796	0,22%	96,23%	0,93%	52,34%	C
14	203	Arroz	\$ 1.881.080	0,20%	96,44%	0,93%	53,27%	C
60	249	Sopa	\$ 1.641.145	0,17%	96,61%	0,93%	54,21%	C

Fuente: Elaboración propia, con los datos obtenidos en la clasificación ABC.

Tabla A. 4: Clasificación ABC de cada familia.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Valor total ventas (\$)	% del Valor total ventas	% del Valor acumulado ventas	% de participación de cada producto	% acumulado de participación de cada producto	Categoría
77	313	Desodorante ambiental	\$ 1.626.746	0,17%	96,78%	0,93%	55,14%	C
42	231	Maní	\$ 1.621.383	0,17%	96,96%	0,93%	56,07%	C
55	244	Saborizantes	\$ 1.591.590	0,17%	97,13%	0,93%	57,01%	C
13	202	Aliños	\$ 1.586.291	0,17%	97,29%	0,93%	57,94%	C
71	307	Bolsa basura	\$ 1.569.824	0,17%	97,46%	0,93%	58,88%	C
30	219	Dulce	\$ 1.552.320	0,17%	97,63%	0,93%	59,81%	C
94	330	Pañales	\$ 1.499.230	0,16%	97,79%	0,93%	60,75%	C
39	228	Ketchup	\$ 1.354.584	0,14%	97,93%	0,93%	61,68%	C
80	316	Encendedores	\$ 1.320.670	0,14%	98,07%	0,93%	62,62%	C
2	101	Espumantes	\$ 1.314.000	0,14%	98,21%	0,93%	63,55%	C
81	317	Escobas	\$ 1.190.476	0,13%	98,34%	0,93%	64,49%	C
19	208	Cereal	\$ 1.183.894	0,13%	98,47%	0,93%	65,42%	C
62	251	Vinagre	\$ 1.080.728	0,12%	98,58%	0,93%	66,36%	C
41	230	Levadura	\$ 1.012.662	0,11%	98,69%	0,93%	67,29%	C
47	236	Mayonesa	\$ 964.608	0,10%	98,79%	0,93%	68,22%	C
68	304	Betún	\$ 945.706	0,10%	98,89%	0,93%	69,16%	C
54	243	Queso	\$ 913.305	0,10%	98,99%	0,93%	70,09%	C
83	319	Fósforos	\$ 902.698	0,10%	99,09%	0,93%	71,03%	C
34	223	Gelatina	\$ 796.953	0,08%	99,17%	0,93%	71,96%	C

Fuente: Elaboración propia, con los datos obtenidos en la clasificación ABC.

Tabla A.5.: Clasificación ABC de cada familia.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Valor total ventas (\$)	% del Valor total ventas	% del Valor acumulado ventas	% de participación de cada producto	% acumulado de participación de cada producto	Categoría
96	332	Pañuelos	\$ 787.440	0,08%	99,26%	0,93%	72,90%	C
7	106	Tequila	\$ 682.062	0,07%	99,33%	0,93%	73,83%	C
21	210	Chuño	\$ 538.461	0,06%	99,39%	0,93%	74,77%	C
82	318	Esponja multiuso	\$ 530.978	0,06%	99,44%	0,93%	75,70%	C
49	238	Mostaza	\$ 510.300	0,05%	99,50%	0,93%	76,64%	C
32	221	Flan	\$ 503.095	0,05%	99,55%	0,93%	77,57%	C
107	343	Virutilla	\$ 439.446	0,05%	99,60%	0,93%	78,50%	C
18	207	Caldo	\$ 438.957	0,05%	99,64%	0,93%	79,44%	C
67	303	Aromatizantes	\$ 374.582	0,04%	99,68%	0,93%	80,37%	C
53	242	Pulpa	\$ 305.552	0,03%	99,72%	0,93%	81,31%	C
69	305	Blanqueador	\$ 303.480	0,03%	99,75%	0,93%	82,24%	C
74	310	Colonia	\$ 299.688	0,03%	99,78%	0,93%	83,18%	C
105	341	Toalla húmeda	\$ 295.569	0,03%	99,81%	0,93%	84,11%	C
86	322	Insecticida	\$ 275.576	0,03%	99,84%	0,93%	85,05%	C
79	315	Dispensadores	\$ 266.185	0,03%	99,87%	0,93%	85,98%	C
20	209	Chancaca	\$ 153.272	0,02%	99,89%	0,93%	86,92%	C
75	311	Desengrasante	\$ 150.840	0,02%	99,90%	0,93%	87,85%	C
61	250	Trigo mote	\$ 149.600	0,02%	99,92%	0,93%	88,79%	C
97	333	Pasta dental	\$ 96.945	0,01%	99,93%	0,93%	89,72%	C
29	218	Decoración	\$ 96.000	0,01%	99,94%	0,93%	90,65%	C

Fuente: Elaboración propia, con los datos obtenidos en la clasificación ABC.

Tabla A.6.: Clasificación ABC de cada familia.

Familia	Código familia	Nombre de familia	Valor total ventas (\$)	% del Valor total ventas	% del Valor acumulado ventas	% de participación de cada producto	% acumulado de participación de cada producto	Categoría
59	248	Sémola	\$ 81.832	0,01%	99,95%	0,93%	91,59%	C
90	326	Linternas	\$ 81.298	0,01%	99,96%	0,93%	92,52%	C
95	331	Paño multiuso	\$ 79.527	0,01%	99,96%	0,93%	93,46%	C
70	306	Bloqueador solar	\$ 78.960	0,01%	99,97%	0,93%	94,39%	C
5	104	Ponche	\$ 78.528	0,01%	99,98%	0,93%	95,33%	C
12	201	Ají	\$ 62.928	0,01%	99,99%	0,93%	96,26%	C
57	246	Salsa de soja	\$ 51.336	0,01%	99,99%	0,93%	97,20%	C
84	320	Guantes	\$ 29.820	0,00%	100,00%	0,93%	98,13%	C
91	327	Llavero	\$ 29.227	0,00%	100,00%	0,93%	99,07%	C
93	329	Palas	\$ 2.999	0,00%	100,00%	0,93%	100,00%	C
Suma Total			\$ 937.339.391	1		100,00 %		

Fuente: Elaboración propia, con los datos obtenidos en la clasificación ABC.

ANEXO B: Demanda de cada familia de productos clasificada en la categoría A.

Tabla B.1: Demanda de las familias de productos durante un periodo de tiempo.

Mes	Demanda							
	Higiénico	Ampolleta	Cerveza	Alimento mascotas	Detergente	Fideos	Preparado o helado	Yerba mate
Ene-14	3.209	800	1.479	48	96	110	54	295
Feb-14	29.946	2.680	1.238	134	361	9.119	0	386
Mar-14	27.647	5.391	4.582	82	2.138	5.685	72	730
Abr-14	24.698	2.230	1.431	59	826	18.199	156	688
May-14	48.684	5.130	2.172	114	725	11.868	0	1.458
Jun-14	46.350	4.400	4.308	95	1.336	6.638	84	663
Jul-14	47.737	5.220	6.900	165	989	8.314	0	771
Ago-14	22.898	7.002	11.964	157	1.608	8.205	72	971
Sept-14	21.272	12.514	4.692	122	1.696	6.246	250	833
Oct-14	29.117	14.108	2.328	97	1.375	10.361	1.392	691
Nov-14	15.239	34.633	6.864	99	396	5.633	1.200	777
Dic-14	9.572	4.039	5.616	45	1.147	2.295	2.256	419
Ene-15	24.720	35.960	7.152	123	1.590	5.603	1.812	440
Feb-15	22.320	29.680	4.512	90	721	2.182	2.160	390
Mar-15	21.168	15.304	13.512	111	1.275	2.279	1.620	302
Abr-15	24.144	25.009	2.904	161	660	2.392	504	502
May-15	18.864	24.084	10.608	166	411	882	0	697
Jun-15	21.312	27.903	9.768	137	1.210	508	120	465
Jul-15	13.728	9.933	1.200	148	1.155	397	0	367
Ago-15	25.776	9.195	6.408	271	677	680	48	365
Sept-15	15.888	738	4.536	373	227	94	1.176	314
Oct-15	28.992	1.160	3.984	451	510	2.516	3.024	784
Nov-15	15.984	961	4.656	701	354	2.286	4.392	447
Dic-15	15.168	720	7.344	479	59	694	6.492	553
Ene-16	18.192	469	4.824	574	163	1.418	6.372	399
Feb-16	15.024	30	2.400	759	191	4.443	6.461	263
Mar-16	10.618	0	1.968	774	90	19.228	4.051	440
Abr-16	17.448	0	1.920	741	212	4.745	384	242
Demanda Total	635.715	279.293	141.270	7.276	22.198	143.020	44.152	15.652
Demanda Promedio	22.704	9.975	5.045	260	793	5.108	1.577	559

Fuente: Elaboración propia.

Tabla B.2: Demanda de las familias de productos durante un periodo de tiempo.

Mes	Demanda							
	Vinos	Leche	Shampoo	Manteca	Jugos	Whisky	Mermeladas	Jabón
Ene-14	135	200	896	15	160	8	123	589
Feb-14	68	2.016	1.493	150	1.950	5	133	764
Mar-14	188	2.057	1.477	20	3.783	2	294	1.203
Abr-14	378	2.637	1.126	675	8.090	2	1.666	1.740
May-14	78	3.027	1.660	825	4.220	0	948	1.331
Jun-14	591	1.764	1.842	930	2.890	81	1.430	3.115
Jul-14	517	2.368	1.523	339	6.710	51	1.806	1.517
Ago-14	866	1.367	1.763	1.070	5.050	48	990	1.927
Sept-14	1.167	2.131	1.339	538	2.200	66	1.472	1.900
Oct-14	255	2.277	2.311	396	4.779	40	2.057	1.692
Nov-14	540	2.268	1.844	574	7.120	34	1.134	795
Dic-14	643	2.640	2.274	680	7.640	84	1.638	468
Ene-15	180	2.600	8.508	302	7.730	3	1.221	1.314
Feb-15	379	3.801	22.025	1.045	11.200	4	1.409	554
Mar-15	524	5.679	9.664	747	7.220	26	1.187	1.740
Abr-15	660	2.990	2.956	771	4.050	16	719	898
May-15	382	3.064	1.662	340	2.160	614	837	370
Jun-15	1.171	3.649	1.704	402	3.886	222	959	244
Jul-15	1.010	2.658	888	580	2.540	40	1.048	162
Ago-15	906	1.336	1.915	702	3.070	52	907	369
Sept-15	660	2.119	1.116	358	1.472	26	506	256
Oct-15	518	1.307	1.773	525	2.020	2	683	405
Nov-15	344	1.688	1.305	1.012	2.100	66	664	86
Dic-15	640	1.932	2.609	783	5.580	39	894	152
Ene-16	242	2.118	2.883	910	6.810	24	748	252
Feb-16	196	1.914	3.211	1.050	3.670	24	420	207
Mar-16	109	862	2.207	1.335	2.080	3	521	46
Abr-16	354	585	2.339	2.391	1.050	221	309	374
Demanda Total	13.701	63.054	86.313	19.465	12.230	1.803	26.723	24.470
Demanda Promedio	489	2.252	3.083	695	4.330	64	954	874

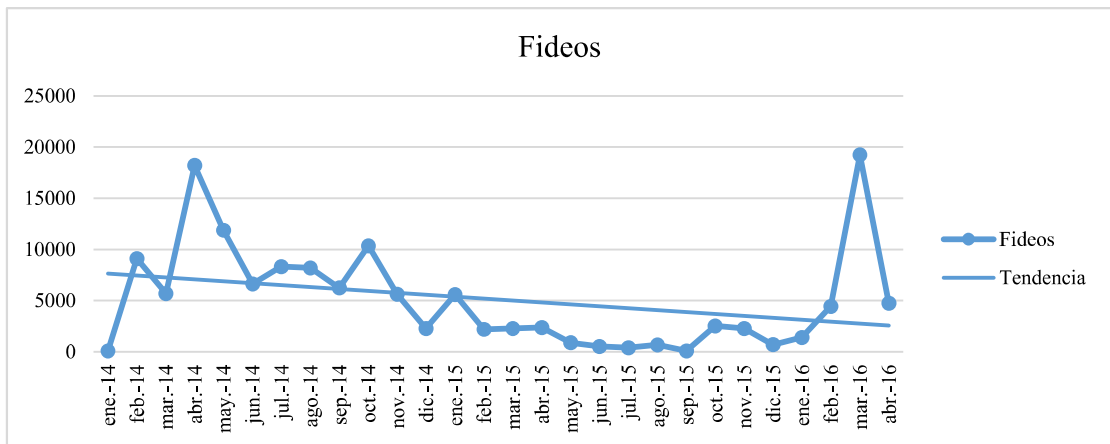
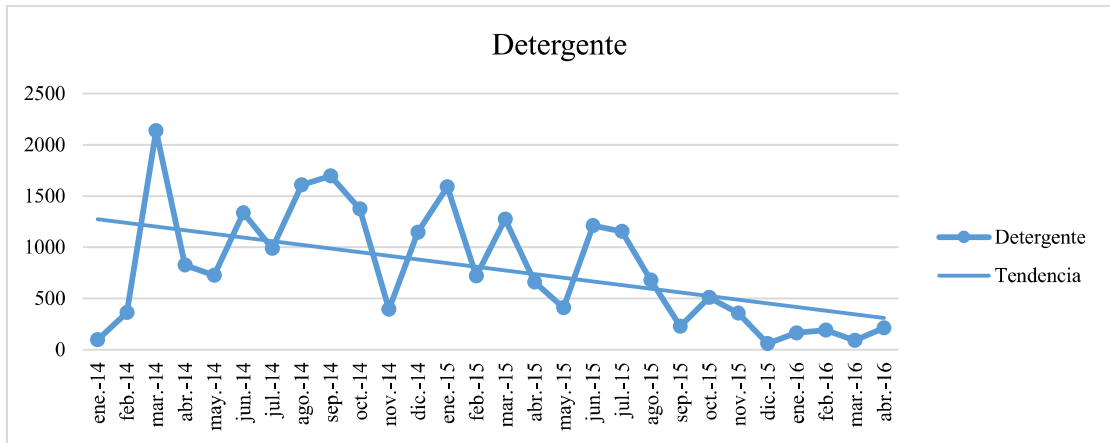
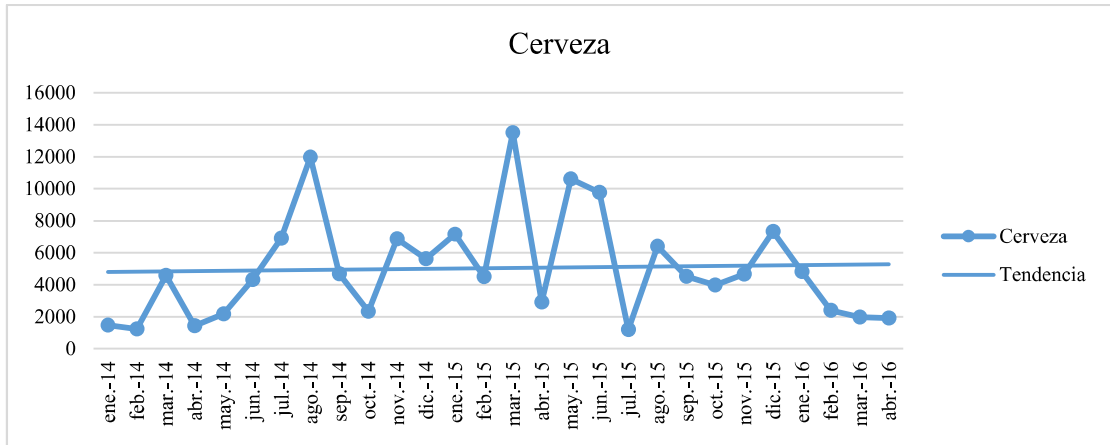
Fuente: Elaboración propia.

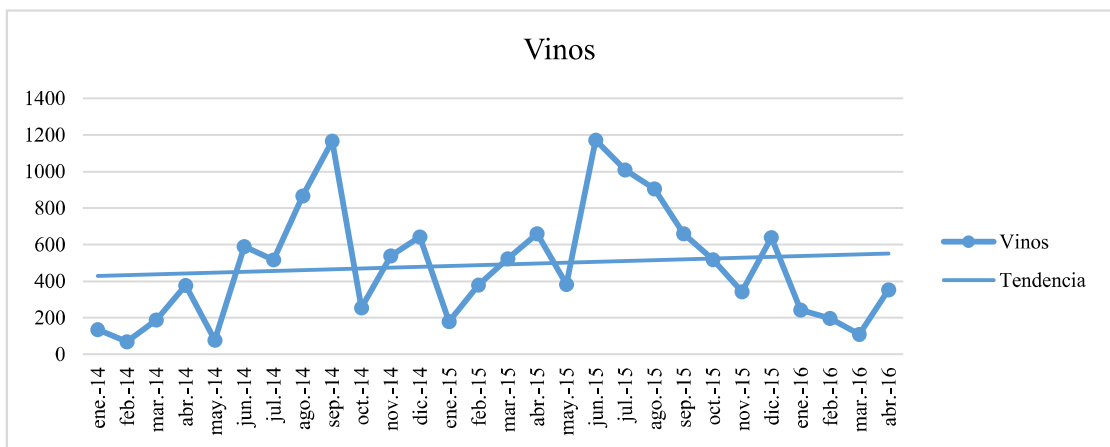
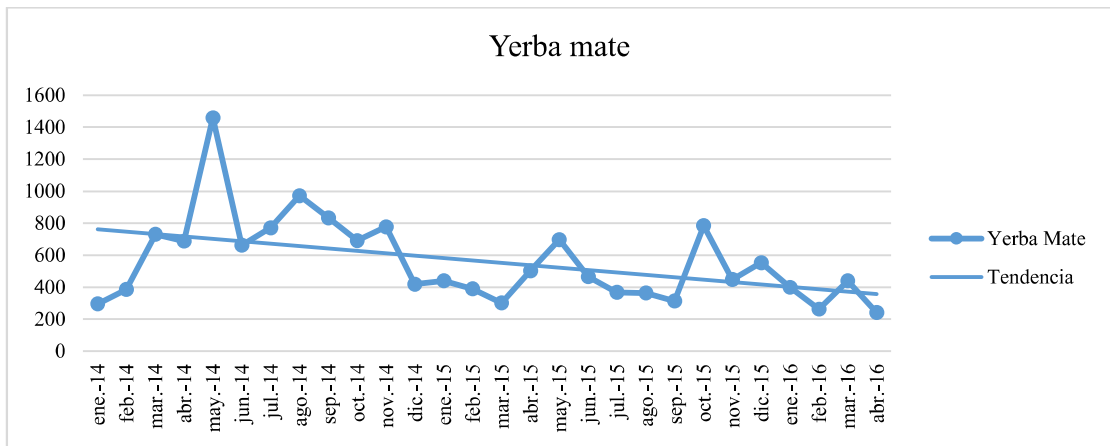
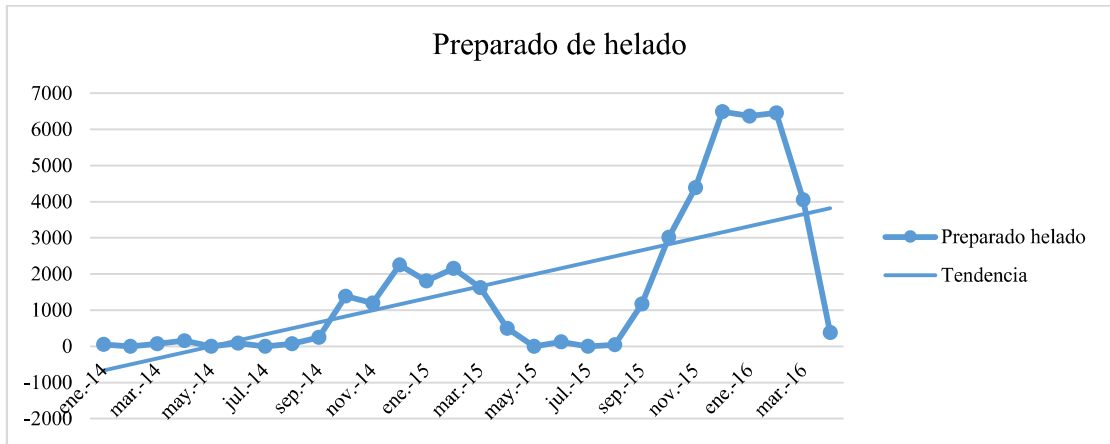
Tabla B.3: Demanda de las familias de productos durante un periodo de tiempo.

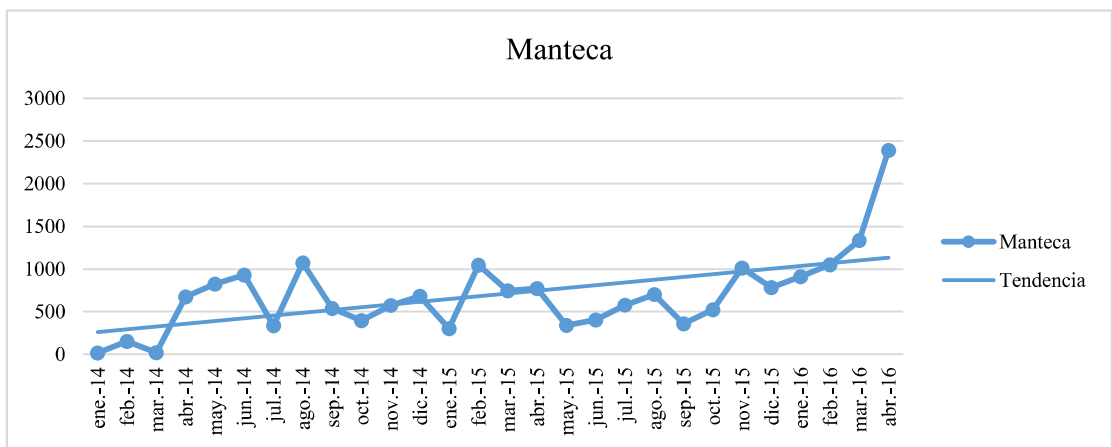
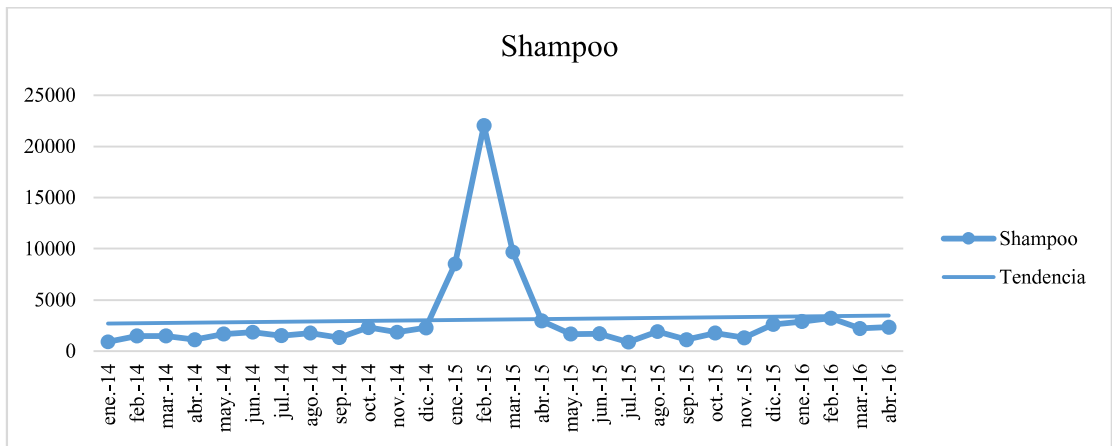
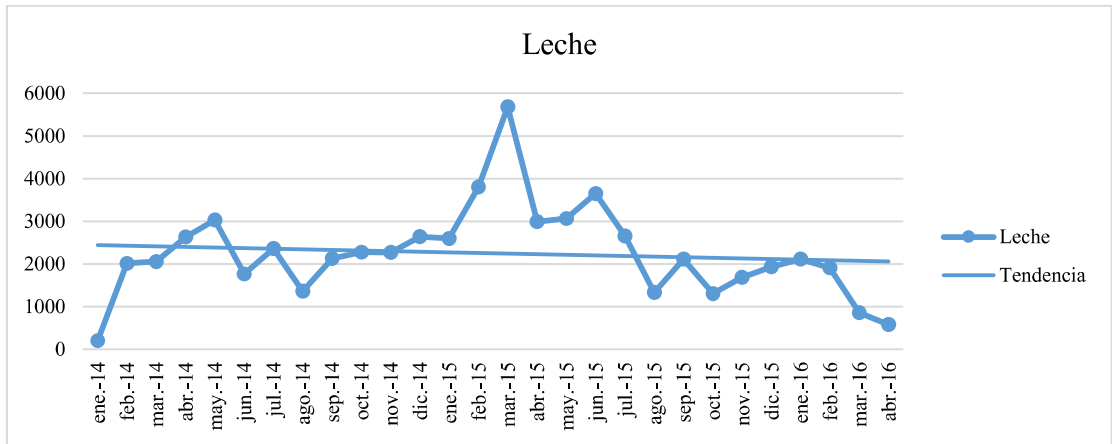
Mes	Demanda						
	Margarinas	Néctar	Máquina afeitar	Acondicionador	Pisco	Bebidas	Aceite
Ene-14	299	150	180	987	30	158	59
Feb-14	339	162	181	1.057	40	598	136
Mar-14	265	993	260	918	21	104	149
Abr-14	417	5.651	166	992	120	338	3.674
May-14	322	2.664	536	1.684	84	138	2.378
Jun-14	207	2.008	605	812	74	90	1.072
Jul-14	687	2.223	1.191	1.215	55	466	581
Ago-14	715	2.172	441	1.331	140	1.604	803
Sept-14	598	2.907	392	1.631	236	828	514
Oct-14	571	2.936	324	1.536	314	1.038	382
Nov-14	338	3.819	341	1.277	257	425	331
Dic-14	420	1.835	1.186	1.457	206	698	381
Ene-15	376	1.942	856	2.776	12	600	345
Feb-15	549	2.636	4.683	3.795	22	246	623
Mar-15	749	2.904	1.283	3.241	44	386	453
Abr-15	383	3.850	1.118	2.384	151	394	285
May-15	621	2.155	1.007	1.588	197	186	194
Jun-15	687	1.415	997	1.529	76	256	345
Jul-15	565	1.770	1.321	758	270	37	263
Ago-15	411	1.213	4.840	1.412	463	136	324
Sept-15	481	1.371	703	748	181	44	51
Oct-15	512	1.751	596	922	137	225	496
Nov-15	740	1.837	644	1.212	90	286	188
Dic-15	974	2.278	1.288	1.435	107	209	208
Ene-16	661	2.373	1.104	1.572	19	555	567
Feb-16	565	1.141	1.144	2.109	82	508	484
Mar-16	790	1.010	580	1.511	0	608	104
Abr-16	725	843	475	1.719	38	90	205
Demanda Total	14.967	58.009	28.442	43.608	3.466	11.251	15.595
Demanda Promedio	535	2.072	1.016	1.557	124	402	557

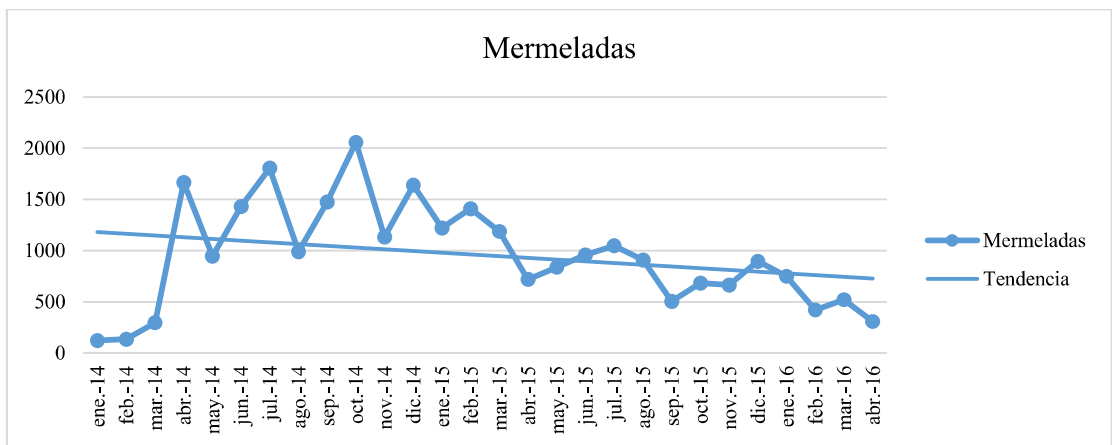
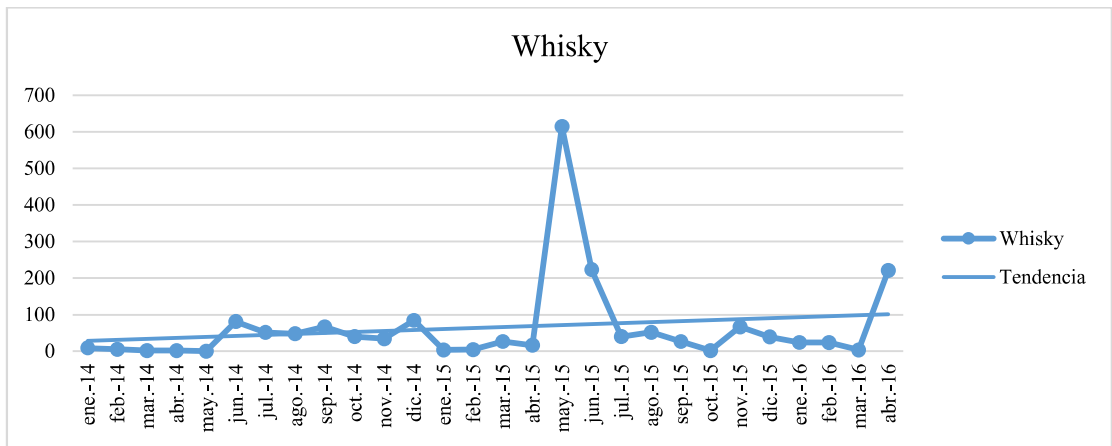
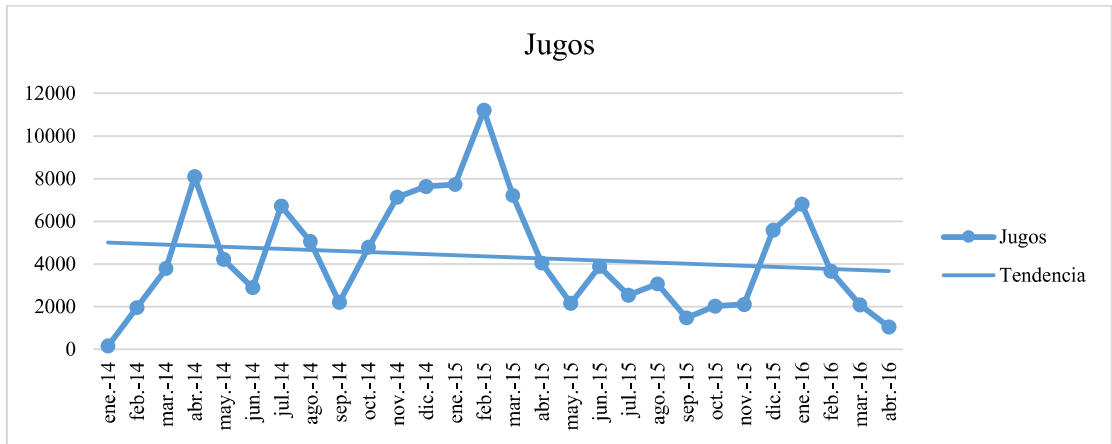
Fuente: Elaboración propia.

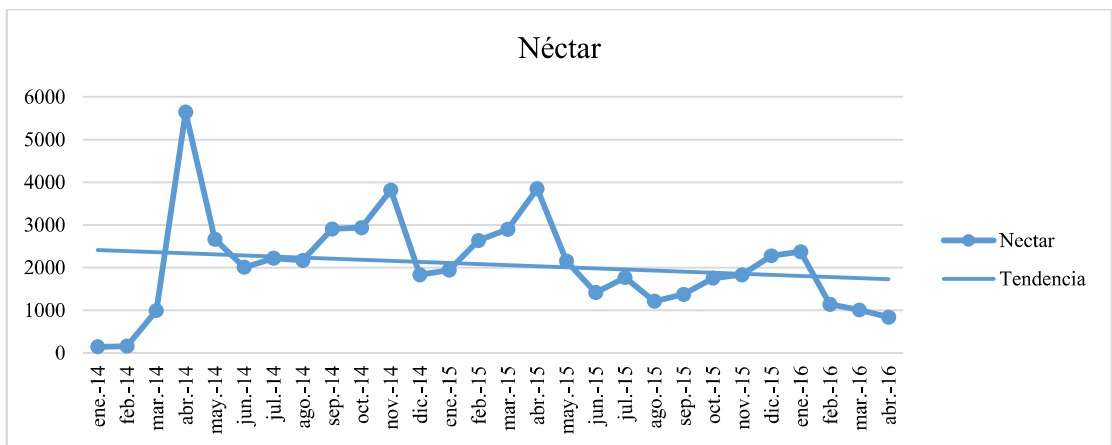
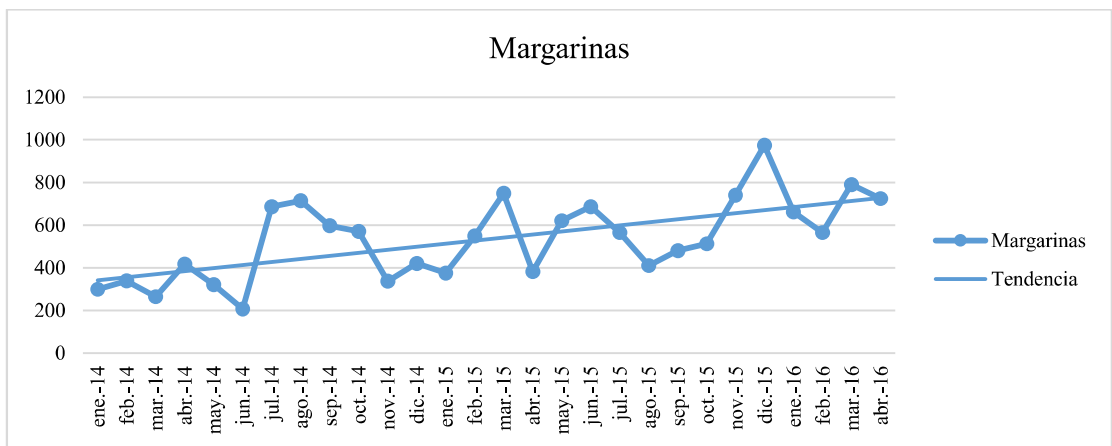
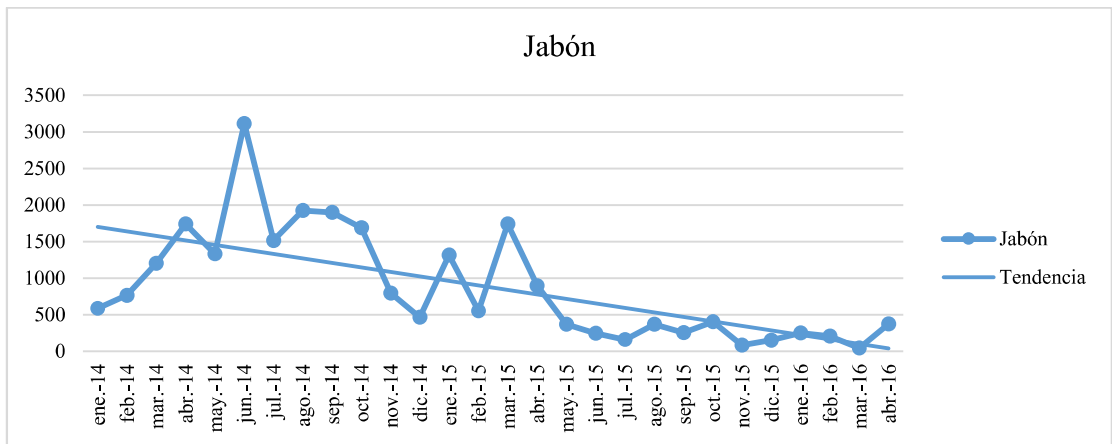
Figura B.1: Representación gráfica de la demanda total para cada familia de productos.

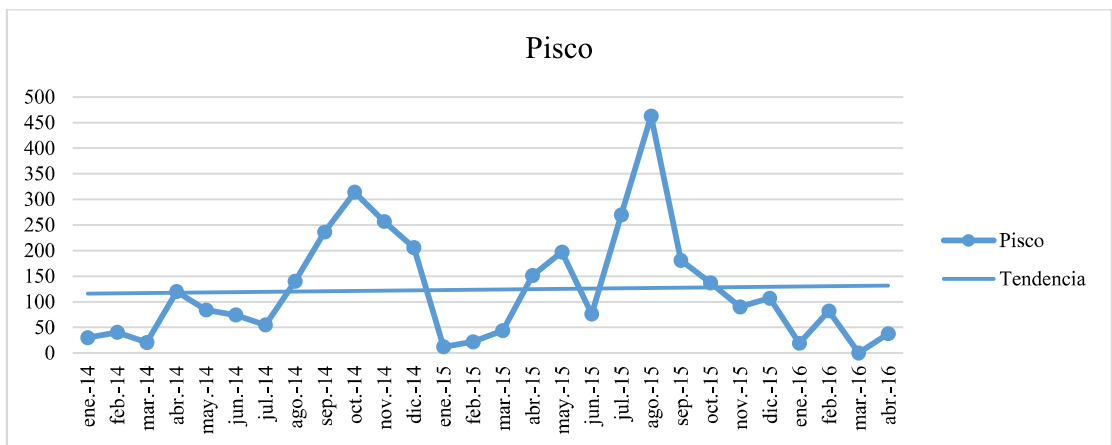
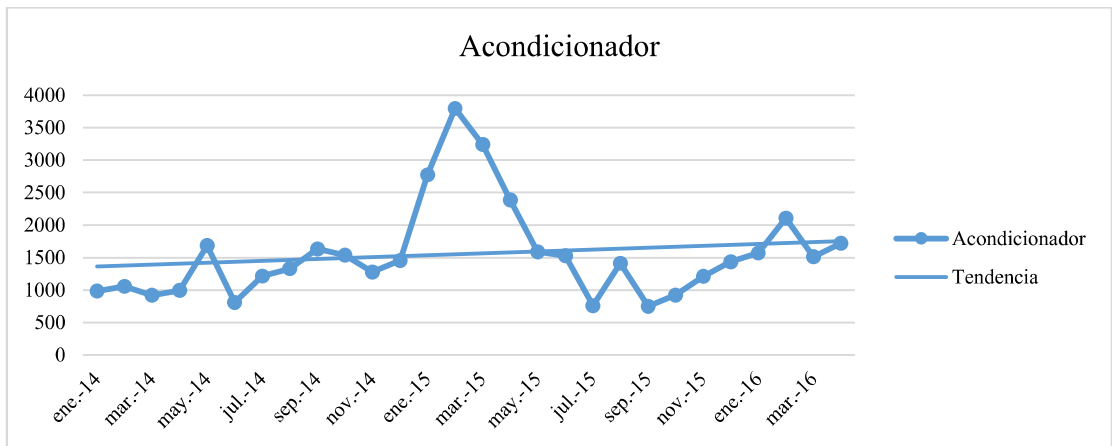
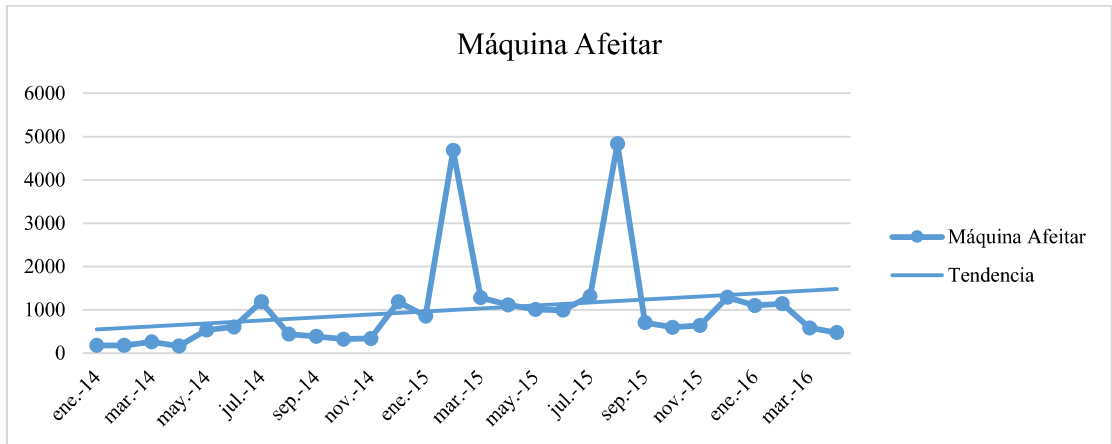


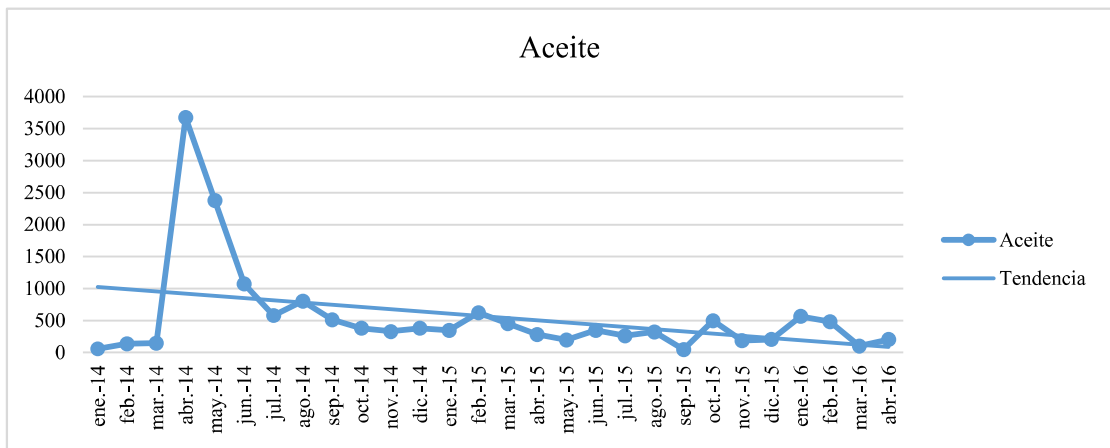
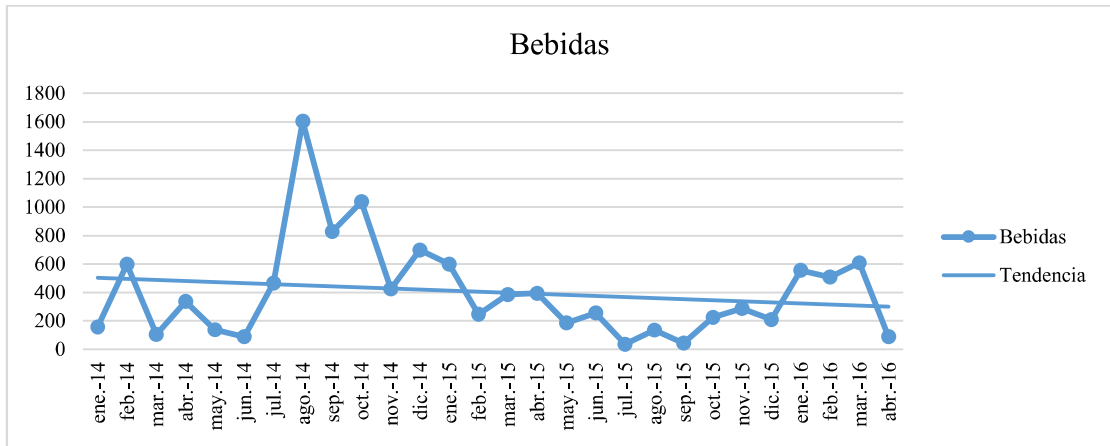












ANEXO C: Resultado de las predicciones de la demanda.

Tabla C.1: Resultado de predicciones de la demanda para la familias de clasificación A.

Familia	Código	Descripción de unidad	Modelo utilizado	Pronóstico mayo 2016	MSE global
Cerveza	100	355 ml.	Proyección de tendencia	5.305	10.540.912
Detergente	314	3 lt.	Proyección de tendencia	216	60.392
		1 kg.	Proyección de tendencia	112	40.463
		800 gr.	Promedio móvil	3	92.681
Fideos	220	400 gr.	Proyección de tendencia	2.389	22.550.775
Preparado helado	241	1 lt.	Suavizamiento exponencial simple	384	1.247.617
Yerba mate	252	5 kg.	Proyección de tendencia	43	157
		1 kg.	Proyección de tendencia	-15	1.415
		500 gr.	Promedio móvil	0	3.515
		250 gr.	Proyección de tendencia	359	33.305
Vinos	107	3 lts.	Proyección de tendencia	37	547
		2 lts.	Proyección de tendencia	113	16.934
		1,5 lts.	Proyección de tendencia	-19	10.090
		1 lt.	Promedio móvil	84	17.648
		750 ml.	Proyección de tendencia	96	8.143
		375 ml.	Proyección de tendencia	39	1.051
Leche	229	1 lts.	Suavizamiento exponencial simple	173	167.901
		500 ml.	Proyección de tendencia	41	7.249
		200 ml.	Promedio móvil ponderado	587	413.559
		120 gr.	Suavizamiento exponencial simple	1	4.110
Shampoo	336	60 ml.	Suavizamiento exponencial simple	1.110	312.517
		10 ml.	Proyección de tendencia	1.272	11.573.591
		1 lt.	Suavizamiento exponencial simple	927	212.810

Fuente: Elaboración propia.

Tabla C.2: Resultado de predicciones de la demanda para las familias de clasificación A.

Familia	Código	Descripción de unidad	Modelo utilizado	Pronóstico mayo 2016	MSE global
Manteca	233	1 kg.	Proyección de tendencia	1.164	142.561
Jugos	227	45 gr.	Suavizamiento exponencial simple	1.050	5.580.241
Whisky	109	1 lt.	Proyección de tendencia	10	179
		750 ml.	Proyección de tendencia	94	13.262
Mermelada	237	5 kg.	Suavizamiento exponencial simple	38	45
		250 gr.	Suavizamiento exponencial simple	345	166.432
		200 gr.	Suavizamiento exponencial simple	48	8.142
Jabón	323	1 lt.	Suavizamiento exponencial simple	243	39.236
		350 ml.	Suavizamiento exponencial simple	5	117
		150 gr.	Proyección de tendencia	-189	111.635
		90 gr.	Proyección de tendencia	-50	39.987
Margarina	235	1 kg.	Suavizamiento exponencial simple	621	13.932
		500 gr.	Proyección de tendencia	24	540
		250 gr.	Suavizamiento exponencial simple	36	2.096
		125 gr.	Proyección de tendencia	144	5.083
Néctar	239	1 lt.	Promedio móvil ponderado	117	11.914
		200 ml.	Proyección de tendencia	1.498	1.132.347
Máq. de afeitar	328	1 unidad	Proyección de tendencia	1.517	1.138.643
Acondicionador	301	60 ml.	Suavizamiento exponencial simple	950	255.925
		1 lt.	Suavizamiento exponencial simple	459	66.764
Pisco	103	1 lt.	Suavizamiento exponencial simple	23	4.299
		700 ml.	Suavizamiento exponencial doble	81	7.035

Fuente: Elaboración propia.

Tabla C.3: Resultado de predicciones de la demanda para las familias de clasificación A.

Familia	Código	Descripción de unidad	Modelo utilizado	Pronóstico mayo 2016	MSE global
Bebida	205	3 lts.	Suavizamiento exponencial simple	0	1.551
		1,5 lts.	Suavizamiento exponencial simple	0	789
		500 ml.	Proyección de tendencia	147	11.491
		250 ml.	Proyección de tendencia	136	80.331
Aceite	200	10 lts.	Suavizamiento exponencial simple	14	5
		250 ml.	Proyección de tendencia	12	261.183
		900 ml.	Proyección de tendencia	33	46.581

Fuente: Elaboración propia.

.
.

ANEXO D: Distribución de probabilidades para el valor de z estandarizada.

Tabla D.1: Valores de z correspondientes a una normal estandarizada con media 0 y varianza 1. Para diferentes probabilidades de satisfacer la demanda en un ciclo de inventario.

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9924	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9958	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986

ANEXO E: Resultado del costo total mensual calculado para cada familia de la categoría A.

Tabla E.1: Costo total mensual del periodo de estudio del sistema de inventario de revisión continua para las familias de clasificación A.

Producto	Descripción de unidad	S	$D_{mensual}$	$D_{(L)}$	Q^*	R	Costo total
Cerveza	355 ml.	503	4.968	497	3.305	1.000	\$1.371.451
Detergente	3 lt.	154	209	104	249	259	\$431.656
	1 kg.	153	127	64	286	216	\$123.813
	800 gr.	195	103	51	295	247	\$77.351
Fideos	400 gr.	871	3.158	316	2.974	1.186	\$687.651
P. de helado	1 lt.	451	2.710	271	1.583	722	\$1.778.211
Yerba Mate	5 kg.	15	38	38	43	52	\$462.954
	1 kg.	0	0	0	0	0	\$0
	500 gr.	0	0	0	0	0	\$0
	250 gr.	263	407	407	566	670	\$319.069
Vinos	3 lts.	4	33	3	124	7	\$44.527
	2 lts.	30	138	14	274	44	\$157.378
	1,5 lts.	4	11	1	78	5	\$11.838
	1 lt.	21	243	24	549	45	\$120.590
	750 ml.	18	83	8	113	26	\$329.940
	375 ml.	6	37	4	132	9	\$48.515
Leche	1 lts.	67	776	78	971	145	\$389.726
	500 ml.	15	62	6	339	21	\$20.848
	200 ml.	70	1.049	105	2.109	175	\$151.736
	120 gr.	10	49	5	280	15	\$19.668

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E.2: Costo total mensual del periodo de estudio del sistema de inventario de revisión
continua para las familias de clasificación A.

Producto	Descripción de unidad	S	$D_{mensual}$	$D_{(L)}$	Q^*	R	Costo Total
Shampoo	60 ml.	561	1.121	1.121	3.441	1.681	\$66.139
	10 ml.	529	354	354	1.733	883	\$26.851
	1 lt.	614	493	493	672	1.107	\$334.349
Manteca	1 kg.	94	866	87	886	180	\$580.977
Jugos	45 gr.	281	3.037	304	4.639	585	\$261.927
Whisky	1 lt.	3	6	1	22	4	\$48.876
	750 ml.	28	105	11	125	39	\$428.815
Mermelada	5 kg.	2	17	2	29	4	\$214.747
	250 gr.	38	611	61	1.046	99	\$208.536
	200 gr.	11	80	8	318	19	\$39.418
Jabón	1 lt.	181	157	157	357	338	\$121.534
	350 ml.	9	7	7	92	16	\$4.025
	150 gr.	118	57	57	332	175	\$19.132
	90 gr.	61	23	23	390	83	\$2.410
Margarina	1 kg.	33	394	39	430	72	\$510.870
	500 gr.	4	31	3	145	7	\$28.180
	250 gr.	10	81	8	315	18	\$41.415
	125 gr.	10	139	14	702	24	\$24.700
Néctar	1 lt.	12	173	17	493	30	\$75.936
	200 ml.	76	1.424	142	2.520	219	\$195.296
Ma. de afeitar	1 un.	1.933	1.225	1.225	1.579	3.158	\$376.519
Acondicionador	60 ml.	446	1.121	1.121	3.503	1.566	\$63.738
	1 lt.	374	255	255	470	630	\$185.546

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E.3: Costo total mensual del periodo de estudio del sistema de inventario de revisión
continua para las familias de clasificación A.

Producto	Descripción de unidad	S	$D_{mensual}$	$D_{(L)}$	Q^*	R	Costo Total
Pisco	1 lt.	9	56	6	119	14	\$136.982
	700 ml.	20	82	8	176	28	\$135.172
Bebida	3 lts.	0	0	0	0	0	\$0
	1,5 lts.	1	3	0	40	1	\$3.992
	500 ml.	25	106	11	346	36	\$58.495
	250 ml.	19	153	15	401	34	\$89.200
Aceite	10 lts.	1	9	1	19	2	\$128.508
	250 ml.	15	194	19	385	34	\$156.238
	900 ml.	25	83	8	396	33	\$27.719

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E.4: Costo total mensual del periodo de estudio del sistema de inventario de revisión periódica para las familias de clasificación A.

Producto	Descripción de unidad	s	$D_{mensual}$	$D_{(P+L)}$	M	Q	Costo Total
Cerveza	355 ml.	1.510	4.968	1.490	3.000	3.000 - I (t)	\$1.396.793
Detergente	3 lt.	216	209	146	362	362 - I (t)	\$456.210
	1 kg.	214	127	89	303	303 - I (t)	\$148.727
	800 gr.	274	103	72	346	346 - I (t)	\$102.657
Fideos	400 gr.	2.612	3.158	947	3.559	3.559 - I (t)	\$715.818
P. de helado	1 lt.	1.354	2.710	813	2.167	2.167- I (t)	\$1.808.557
Yerba mate	5 kg.	18	38	45	63	63 - I (t)	\$485.761
	1 kg.	0	0	0	0	0 - I (t)	\$0
	500 gr.	0	0	0	0	0 - I (t)	\$0
	250 gr.	316	407	489	804	804 - I (t)	\$342.597
Vinos	3 lts.	12	33	10	22	22 - I (t)	\$69.405
	2 lts.	91	138	42	133	133 - I (t)	\$182.214
	1,5 lts.	12	11	3	15	15 - I (t)	\$37.280
	1 lt.	63	243	73	135	135 - I (t)	\$144.878
	750 ml.	54	83	25	79	79 - I (t)	\$355.115
	375 ml.	17	37	11	28	28 - I (t)	\$73.410
Leche	1 lts.	201	776	233	434	434 - I (t)	\$413.424
	500 ml.	46	62	18	64	64 - I (t)	\$46.141
	200 ml.	211	1.049	315	526	526 - I (t)	\$175.796
	120 gr.	30	49	15	45	45 - I (t)	\$44.946
Shampoo	60 ml.	673	1.121	1.345	2.018	2.018 - I (t)	\$90.711
	10 ml.	635	354	425	1.060	1.060 - I (t)	\$52.007
	1 lt.	737	493	591	1.329	1.329 - I (t)	\$358.529
Manteca	1 kg.	282	866	260	541	541 - I (t)	\$605.083

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E.5: Costo total mensual del periodo de estudio del sistema de inventario de revisión periódica para las familias de clasificación A.

Producto	Descripción de unidad	s	$D_{mensual}$	$D_{(P+L)}$	M	Q	Costo Total
Jugos	45 gr.	843	3.037	911	1.754	1.754 - I (t)	\$285.838
Whisky	1 lt.	10	6	2	12	12 - I (t)	\$74.235
	750 ml.	85	105	32	117	117 - I (t)	\$455.142
Mermelada	5 kg.	7	17	5	12	12 - I (t)	\$238.940
	250 gr.	114	611	183	298	298 - I (t)	\$232.337
	200 gr.	34	80	24	58	58 - I (t)	\$64.395
Jabón	1 lt.	217	157	189	406	406 - I (t)	\$145.942
	350 ml.	11	7	8	19	19 - I (t)	\$29.643
	150 gr.	142	57	68	210	210 - I (t)	\$44.433
	90 gr.	73	23	27	100	100 - I (t)	\$28.169
Margarina	1 kg.	98	394	118	216	216 - I (t)	\$534.458
	500 gr.	11	31	9	20	20 - I (t)	\$53.246
	250 gr.	29	81	24	53	53 - I (t)	\$66.340
	125 gr.	31	139	42	73	73 - I (t)	\$49.812
Néctar	1 lt.	37	173	52	89	89 - I (t)	\$100.460
	200 ml.	229	1.424	427	656	656 - I (t)	\$219.091
Ma. de afeitar	1 un.	2.319	1.225	1470	3.789	3.789 - I (t)	\$401.130
Acondicionador	60 ml.	535	1.121	1345	1.880	1.880 - I (t)	\$88.311
	1 lt.	449	255	307	756	756 - I (t)	\$209.963
Pisco	1 lt.	26	56	17	43	43 - I (t)	\$161.479
	700 ml.	60	82	25	85	85 - I (t)	\$160.095

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E.6: Costo total mensual del periodo de estudio del sistema de inventario de revisión periódica para las familias de clasificación A.

Producto	Descripción de unidad	s	$D_{mensual}$	$D_{(P+L)}$	M	Q	Costo Total
Bebida	3 lts.	0	0	0	0	0 - I (t)	\$0
	1,5 lts.	2	3	1	3	3 - I (t)	\$29.555
	500 ml.	76	106	32	108	108 - I (t)	\$83.497
Aceite	250 ml.	56	153	46	102	102 - I (t)	\$113.775
	10 lts.	2	9	3	5	5 - I (t)	\$152.483
	250 ml.	45	194	58	103	103 - I (t)	\$180.319
	900 ml.	74	83	25	99	99 - I (t)	\$52.982

Fuente: Elaboración propia

Tabla E.7: Comparación de los resultados obtenidos del costo total mensual del sistema de revisión continua y sistema de revisión periódica para cada familia de clasificación A.

Familia	Código	Costo total mensual		Sistema seleccionado (menor costo)
		Sistema de revisión continua	Sistema de revisión periódica	
Cerveza	100	\$1.371.451	\$1.396.793	Revisión Continua
Detergente	314	\$632.820	\$707.594	Revisión Continua
Fideos	220	\$687.651	\$715.818	Revisión Continua
Preparado de helado	241	\$1.778.211	\$1.808.557	Revisión Continua
Yerba Mate	252	\$782.023	\$828.358	Revisión Continua
Vinos	107	\$712.788	\$862.302	Revisión Continua
Leche	229	\$581.977	\$680.307	Revisión Continua
Shampoo	336	\$427.339	\$501.247	Revisión Continua
Manteca	233	\$580.977	\$605.083	Revisión Continua
Jugos	227	\$261.927	\$285.838	Revisión Continua
Whisky	109	\$477.691	\$529.377	Revisión Continua
Mermelada	237	\$462.701	\$535.672	Revisión Continua
Jabón	323	\$147.101	\$248.186	Revisión Continua
Margarina	235	\$605.164	\$703.856	Revisión Continua
Néctar	239	\$271.232	\$319.551	Revisión Continua
Máquina afeitar	328	\$376.519	\$401.130	Revisión Continua
Acondicionador	301	\$272.153	\$298.275	Revisión Continua
Pisco	103	\$266.342	\$321.574	Revisión Continua
Bebida	205	\$151.687	\$226.827	Revisión Continua
Aceite	200	\$312.465	\$385.784	Revisión Continua

Fuente: Elaboración propia.