

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**

### **SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO DE INVENTARIOS MEDIANTE LA FILOSOFÍA PULL, CASO DE ESTUDIO: LÍNEA DE REPUESTOS DE LA EMPRESA ELECTROLUX C.A.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER (MSc.) EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ING. WAGNER WLADIMIR GARRIDO ALVARADO**

wladimir.garrido@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. PEDRO BUITRÓN, MSc.**

pedro.buitron@epn.edu.ec

**Quito, mayo 2013**

© Escuela Politécnica Nacional (2013)  
Reservados todos los derechos de reproducción

## DECLARACIÓN

Yo, Wagner Wladimir Garrido Alvarado, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Wagner Wladimir Garrido Alvarado

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Wagner Wladimir Garrido Alvarado, bajo mi supervisión.

---

Ing. Pedro Buitrón MSc.  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **DEDICATORIA**

A Dios que es fiel y verdadero

A mis Padres por su guía, instrucción y apoyo

A mi Esposa e Hijos por su amor, comprensión y la inspiración que me brindan  
para superarme

A mis Hermanos y Familia por su apoyo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todas aquellas personas que colaboraron directa e indirectamente para la ejecución del presente trabajo. Un agradecimiento muy especial al Ingeniero Pedro Buitrón por su gran labor, guía, apoyo y dedicación para la realización del presente trabajo.

## INDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b>	<b>XVIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XX</b>
<b>1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>1</b>
1.1. Conceptos de inventario	1
1.1.1. Generalidades sobre inventarios	1
1.1.2. Funciones que efectua el inventario	5
1.1.3. Costos relacionados a los inventarios	5
1.1.3.1. Costo o precio de compra	6
1.1.3.2. Costo de ordenar	6
1.1.3.3. Costo de conservación o mantenimiento	6
1.1.3.4. Costo de faltantes o de agotamientos	6
1.2. Clasificación de inventarios	7
1.2.1. Tipos de inventarios	7
1.3. Clasificación ABC	8
1.4. Sistemas de control de inventario	11
1.4.1. Sistema de revision continua (Q)	13
1.4.2. Sistema de revision periodica (P)	15
1.4.3. Características generales de los sistemas de inventario	16
1.5. Filosofías Push y Pull	17
1.5.1. Control de inventarios por incrementos (push)	19
1.5.2. Control básico de inventarios por demanda (pull)	20
1.5.3. Tiempo de entrega para reabastecimiento	21
1.5.4. Control avanzado de inventarios por demanda (pull)	23
1.6. Características de la demanda	23
1.6.1. Naturaleza de la demanda	23
1.6.2. Determinación de la demanda	24
1.6.3. Análisis de datos históricos de demanda	25

1.7.	Diseño del sistema de pronósticos	25
1.7.1.	Técnicas cualitativas	26
1.7.2.	Técnicas cuantitativas	26
1.7.2.1.	Promedio móvil simple	26
1.7.2.2.	Promedio móvil ponderado	27
1.7.2.3.	Suavización exponencial	28
1.7.2.4.	Suavización exponencial ajustada a la tendencia	28
1.7.2.5.	Método estacional multiplicativo	29
1.8.	Selección del método para elaborar pronósticos	31
1.8.1.	Error del pronóstico	32
1.8.2.	Desviación media absoluta	32
1.8.3.	Suma acumulativa de errores del pronóstico	33
1.8.4.	Error cuadrático medio	33
1.8.5.	Desviación estándar	34
1.8.6.	Señal de rastreo	34
1.8.7.	Criterios de selección de métodos con series de tiempo	35
<b>2.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>36</b>
2.1.	Análisis de la situación actual de la empresa	36
2.2.	Análisis de datos históricos de repuestos	37
2.3.	Clasificación de ítems ABC	38
2.4.	Cuantificación de requerimientos de ítems según política de inventarios	40
2.5.	Diseño del sistema de pronósticos de demanda	43
2.6.	Propuesta de control de pronósticos	44
2.7.	Evaluación del sistema de aprovisionamiento	44
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>46</b>
3.1.	Análisis de la situación actual de la empresa	47
3.2.	Análisis de datos históricos de repuestos	58
3.3.	Clasificación de ítems ABC	75

3.4.	Cuantificación de requerimientos de ítems según política de inventarios	81
3.5.	Diseño del sistema de pronósticos de demanda	89
3.6.	Propuesta de control de pronósticos	101
3.7.	Evaluación del sistema de aprovisionamiento	105
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>107</b>
4.1.	Conclusiones	107
4.2.	Recomendaciones	110
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>114</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>118</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.1.</b> Características principales de los sistemas de Inventario	17
<b>Tabla 2.1.</b> Ponderación mensual para cálculo de consumo promedio.	39
<b>Tabla 2.2.</b> Criterios de clasificación A, B, C y nivel de servicio	42
<b>Tabla 3.1.</b> Criterios de clasificación de los repuestos	47
<b>Tabla 3.2.</b> Distribución del volumen del inventario según el estado y edad	50
<b>Tabla 3.3.</b> Distribución del volumen del inventario según el estado y edad en porcentaje	50
<b>Tabla 3.4.</b> Distribución del costo del inventario según el estado y edad	51
<b>Tabla 3.5.</b> Distribución del costo del inventario según el estado y edad en porcentaje	51
<b>Tabla 3.6.</b> Distribución del costo del inventario según la línea y edad	52
<b>Tabla 3.7.</b> Reporte de venta de repuestos del primer semestre 2012	54
<b>Tabla 3.8.</b> Resumen del inventario de repuestos al 29 de junio según su estado	55
<b>Tabla 3.9.</b> Consumo Total de repuestos por año	56
<b>Tabla 3.10.</b> Consumo Total de repuestos por año según línea de producto	56
<b>Tabla 3.11.</b> Consumo Total de repuestos por año según país de origen	57

<b>Tabla 3.12.</b>	Consumo Total de repuestos por año según grupo	57
<b>Tabla 3.13.</b>	Consumo Total de repuestos por semestre según línea de producto	60
<b>Tabla 3.14.</b>	Consumo Total de repuestos por semestre según país de origen	60
<b>Tabla 3.15.</b>	Consumo Total de repuestos por semestre según grupo	61
<b>Tabla 3.16.</b>	Categorización de proveedores según movimiento de repuestos activos periodo 2009 – junio 2012	73
<b>Tabla 3.17.</b>	Lista de ítems del proveedor Somela para la clasificación ABC	76
<b>Tabla 3.18.</b>	Consumo mensual de repuestos Somela del último semestre	77
<b>Tabla 3.19.</b>	Clasificación ABC de repuestos para cuidado de pisos de Somela del último semestre	78
<b>Tabla 3.20.</b>	Resumen de la clasificación ABC de repuestos Somela	78
<b>Tabla 3.21.</b>	Resumen de la clasificación ABC de repuestos por proveedor	79
<b>Tabla 3.22.</b>	Política de conteo cíclico en ítems A, B y C.	80
<b>Tabla 3.23.</b>	Datos para el cálculo del tiempo entre pedidos (TBO)	82
<b>Tabla 3.24.</b>	Cálculo del tiempo entre pedidos (TBO)	82
<b>Tabla 3.25.</b>	Tiempos entre pedidos (TBO) para diferentes proveedores.	83
<b>Tabla 3.25.</b>	Tiempos entre pedidos (TBO) para diferentes proveedores (continuación...)	84
<b>Tabla 3.26.</b>	Datos para el cálculo de requerimientos según sistema P	85

<b>Tabla 3.27.</b>	Datos para el cálculo la posición del inventario IP	86
<b>Tabla 3.28.</b>	Resultados del sistema de revisión periódica P	87
<b>Tabla 3.29.</b>	Consumo de repuestos 2009-junio 2012 por trimestre	90
<b>Tabla 3.30.</b>	Cálculo del pronóstico mediante método estacional multiplicativo	90
<b>Tabla 3.31.</b>	Índices estacionales, método estacional multiplicativo	91
<b>Tabla 3.32.</b>	Pronóstico mediante método estacional multiplicativo	91
<b>Tabla 3.32.</b>	Resumen aplicación diferentes técnicas al pronóstico del consumo total de repuestos periodo 2009- junio 2012.	93
<b>Tabla 3.32.</b>	Resumen aplicación diferentes técnicas al pronóstico del consumo total de repuestos periodo 2009- junio 2012 ( <b>continuación...</b> )	94
<b>Tabla 3.33.</b>	Resumen de la aplicación de diferentes técnicas al pronóstico de repuestos del proveedor Cofly para el periodo 2009- junio 2012.	95
<b>Tabla 3.33.</b>	Resumen de la aplicación de diferentes técnicas al pronóstico de repuestos del proveedor Cofly para el periodo 2009- junio 2012 ( <b>continuación...</b> )	96
<b>Tabla 3.34.</b>	Extracto del pronóstico en unidades para el proveedor Cofly para los ítems A.	97
<b>Tabla 3.35.</b>	Resumen de datos pronosticados mediante diferentes técnicas, periodo 2009- junio 2012.	98
<b>Tabla 3.36.</b>	Selección del pronóstico por proveedor, periodo 2009- junio 2012.	100
<b>Tabla 3.37.</b>	Calculo de la señal de rastreo para el consumo total de repuestos con el método estacional multiplicativo.	102

<b>Tabla 3.38.</b>	Indicadores del sistema de aprovisionamiento.	105
<b>Tabla AI.1.</b>	Descripción líneas de producto	119
<b>Tabla AI.2.</b>	Países de procedencia de los repuestos	119
<b>Tabla AI.3.</b>	Estado de los repuestos por su antigüedad	119
<b>Tabla AII.1.</b>	Clasificación de los repuestos según procedencia y aplicación	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.1.</b> Filosofías del manejo de inventarios: demanda pull, e incremento push	18
<b>Figura 1.2.</b> Modelo de control básico de inventarios de demanda (pull) para una parte de reaprovisionamiento	22
<b>Figura 3.1.</b> Distribución del volumen del inventario según el país de procedencia	53
<b>Figura 3.2.</b> Distribución del costo del inventario según el país de procedencia	54
<b>Figura 3.3.</b> Consumo Total de repuestos por semestre	58
<b>Figura 3.4.</b> Consumo Total de repuestos por año	59
<b>Figura 3.5.</b> Consumo Total de repuestos por trimestre	62
<b>Figura 3.6.</b> Consumo de repuestos para grupo LB Asiático por trimestre	63
<b>Figura 3.7.</b> Consumo de repuestos para grupo FC Brasil por trimestre	63
<b>Figura 3.8.</b> Consumo de repuestos para grupo LB Chile por trimestre	64
<b>Figura 3.9.</b> Consumo de repuestos para grupo LB USA por trimestre	64
<b>Figura 3.10.</b> Consumo de repuestos para grupo LB Brasil por trimestre	65
<b>Figura 3.11.</b> Consumo de repuestos de Cofly por trimestre	65
<b>Figura 3.12.</b> Consumo de repuestos de Electrolux Brasil FC por trimestre	66
<b>Figura 3.13.</b> Consumo de repuestos de Midea por trimestre	66

<b>Figura 3.14.</b> Consumo de repuestos de Somela por trimestre	67
<b>Figura 3.15.</b> Consumo de repuestos de Frigidaire por trimestre	67
<b>Figura 3.16.</b> Consumo de repuestos de CTI por trimestre	68
<b>Figura 3.17.</b> Consumo de repuestos para lavadoras (KT) por trimestre	69
<b>Figura 3.18.</b> Consumo de accesorios y consumibles para cuidado de pisos (DT) por trimestre	69
<b>Figura 3.19.</b> Consumo de repuestos para cocinas (KI) por trimestre	70
<b>Figura 3.20.</b> Consumo de repuestos para refrigeradoras (KG) por trimestre	70
<b>Figura 3.21.</b> Consumo de repuestos de China (CN) por trimestre	71
<b>Figura 3.22.</b> Consumo de repuestos de Brasil (BR) por trimestre	71
<b>Figura 3.23.</b> Consumo de repuestos de Chile (CL) por trimestre	72
<b>Figura 3.24.</b> Porcentaje de consumo de repuestos por país periodo 2009-jun 2012	72
<b>Figura 3.25.</b> Consumo de repuestos por trimestre de principales proveedores	74
<b>Figura 3.26.</b> Consumo de repuestos por trimestre de principales líneas de producto	75
<b>Figura 3.27.</b> Demanda real y pronóstico del consumo total de repuestos mediante método estacional multiplicativo	92
<b>Figura 3.28.</b> Demanda y pronóstico del consumo de repuestos mediante varias técnicas	99
<b>Figura 3.29.</b> Gráfica de control de la Señal de Rastreo, para pronóstico mediante método estacional multiplicativo.	103

**Figura 3.30.** Gráfica de control de la Señal de Rastreo, para pronóstico mediante promedio ponderado de tres trimestres.

**INDICE DE ANEXOS**

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO I</b>	
Criterios de clasificación de los repuestos	119
<b>ANEXO II</b>	
Clasificación de los repuestos por grupo	120
<b>ANEXO III</b>	
Lista de gestores ambientales de chatarra y plásticos de la provincia de Pichincha	121
<b>ANEXO IV</b>	
Lista de gestores ambientales de chatarra y plásticos de la provincia del Guayas	122

## RESUMEN

El presente caso de estudio se desarrolló para la línea de repuestos de la empresa Electrolux C.A. y tuvo como objetivo la implementación de un sistema de aprovisionamiento mediante filosofía pull.

El estudio en su primera etapa de diseño recopiló, ordenó y clasificó la información histórica de cada repuesto, obteniendo como resultado la identificación y agrupación de los ítems en obsoletos y activos según su antigüedad, rotación y aplicación al portafolio vigente de productos.

El sistema fundamenta sus cálculos en la información histórica de la demanda de repuestos del último semestre, a través del consumo promedio mensual ponderado y la desviación estándar, para lo cual se consideró que la demanda total de repuestos está constituida por el consumo de partes para atender las garantías y el consumo que generan las ventas a clientes finales. Con esta información se procedió a efectuar la clasificación de los ítems ABC por proveedor basados en el principio de Pareto, para lo cual se consideró el valor monetario de cada ítem.

En función del tipo de ítem, su aplicación y las políticas de comercialización basados en la filosofía pull se determinó que el sistema de aprovisionamiento debe efectuarse mediante el sistema de revisión periódica, para el efecto se establecieron: el consumo promedio ponderado mensual, la desviación estándar mensual, el tiempo entre revisiones, el tiempo de tránsito y el nivel de servicio, según la clasificación ABC.

Una vez que se establecieron las políticas de inventario para el aprovisionamiento de repuestos, y aplicando el sistema de revisión periódica, se proporciona las respuestas de cuánto y cuándo pedir los repuestos a cada proveedor, para el

efecto se ilustró mediante ejemplos la aplicación del procedimiento empleado para la línea de repuestos.

Con el fin de prever la demanda de repuestos en el corto plazo por proveedor y por ítem se procedió con el diseño del sistema de pronósticos. Para este propósito se utilizó el software Excel OM3, cuya aplicación generó pronósticos para diferentes técnicas. De los cálculos efectuados, el método estacional multiplicativo es el que mejor se ajusta a la demanda para el periodo 2009 – junio 2012, según los criterios de MAD, MAPE y Desviación Estándar.

El sistema de control de pronósticos se efectuó a través de la señal de rastreo, indicador que también es proporcionado por el aplicativo Excel OM3. La señal de rastreo para el método estacional multiplicativo indica que el pronóstico está previendo con mejor precisión los cambios en la demanda. Para este control se elaboró el gráfico de control que considera  $\pm 1,5$  MAD, para cubrir el 77% de probabilidad que el pronóstico no exceda los límites de control.

Para finalizar el proyecto se efectuó la evaluación del rendimiento de la cadena de abastecimiento a través del cálculo del coeficiente de rotación y los meses de aprovisionamiento, de la evaluación se observa que el sistema presentó mejoras a partir de la aplicación de los fundamentos técnicos de la Administración de Inventarios.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad algunas empresas que administran una gran cantidad de productos o ítems experimentan deficiencias al momento de suplir la demanda de sus productos al no disponer de un sistema de aprovisionamiento. A través del presente caso de estudio de la línea de repuestos para una empresa que comercializa electrodomésticos se propone el desarrollo de un sistema de abastecimiento de inventarios mediante filosofía pull, con el objetivo de mejorar la disponibilidad de repuestos necesarios para cubrir garantías y refacciones para la venta a clientes finales.

Antes de iniciar el proyecto, la bodega de repuestos atravesaba por muchos inconvenientes; uno de los más graves consistía en que no era capaz de abastecer los repuestos necesarios en las cantidades y en el tiempo requerido al menor costo.

Mediante el estudio del caso se establece la política de inventarios para el aprovisionamiento de partes, se identifica la importancia de los repuestos en el inventario según su valor monetario, se establece el procedimiento para cuantificar la demanda de repuestos en base a la filosofía pull para lo cual se utiliza el sistema de revisión periódica. A través de la utilización de técnicas de pronóstico cuantitativas como regresión lineal y análisis de series de tiempo se determina la técnica de pronóstico que mejor se ajusta a la demanda en función de la MAD, MAPE y Desviación Estándar.

Para determinar la validez de la técnica del pronóstico en el desarrollo del proyecto se efectúa la propuesta para el control mediante gráficas de control, en la parte final se presentan los indicadores que permiten evaluar el sistema de aprovisionamiento a través del coeficiente de rotación y los meses de inventario.

La ejecución del proyecto se justifica en la parte teórica en vista de que se revisan los fundamentos de la Administración de Inventarios a fin de disponer de un abastecimiento apropiado de repuestos para la empresa en la cual se desarrolló el presente trabajo.

En la práctica, la ejecución del presente proyecto se justifica ya que la organización no disponía de un sistema técnico para cuantificar los requerimientos de repuestos y su control.

## GLOSARIOS DE TÉRMINOS

Análisis ABC: “Es un proceso que consiste en dividir los artículos en tres clases, de acuerdo con su uso monetario, de modo que los gerentes puedan concentrar su atención en los que tengan el valor monetario más alto” (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 552).

Análisis de series de tiempo: “Un tipo de pronóstico con el cual usamos los datos de la demanda pasada para prever la demanda futura” (Chase, Jacobs y Alquilano, 2006, p. 557).

Cantidad económica de pedido (EOQ, economic order quantity): “Es el tamaño del lote que permite minimizar el total de los costos anuales de hacer pedidos y de manejo de inventario” (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 553).

Costo de los bienes vendidos: “Es el costo anual que representa para una compañía producir los bienes o servicios que se proporcionan a los consumidores” (Chase et al., 2006, p. 425).

Desviación Media Absoluta (MAD): “Error promedio del pronóstico que se basa en los valores absolutos del error de cada uno de los pronósticos del pasado” (Chase et al., 2006, p. 557).

Filosofía PUSH: en que el vendedor trata de aprovisionarse de producto en las mejores condiciones (por ejemplo, realizando compras de oportunidad, elevando las cantidades mínimas de pedido, buscando las promociones,...) y después provocar que el cliente lo compre (Ballou, 2004, p. 334).

Filosofía PULL: que trata de analizar primero la demanda del cliente y aprovisionarse en función de ella (Ballou, 2004, p. 333).

Inventario: “Es una acumulación de materiales que se utiliza para satisfacer la demanda de los clientes o apoyar la producción de bienes o servicios” (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 455).

Logística: “Administración de funciones que apoyan el ciclo completo de flujo de materiales: desde la compra y control interno de los materiales de producción, la planeación y control de la producción en proceso, hasta la compra, envío y distribución del producto acabado” (Chase et al., 2006, p. 425).

Modelo de la cantidad fija de la orden (Q): “Modelo para controlar inventarios donde el volumen requerido es fijo y la orden es activada cuando las existencias del inventario bajan a un nivel especificado” (Chase et al., 2006, p. 634).

Modelo para periodos fijos de tiempo (P): “Modelo para controlar inventarios que especifica que la orden es colocada al final de un periodo establecido. El intervalo de tiempo entre una orden y otra es fijo y el volumen es variable” (Chase et al., 2006, p. 634).

Nivel de servicio: “Es el porcentaje de la demanda que se satisface con las existencias durante un periodo determinado” (Schroeder, 2004, p. 365).

Posición de inventario (IP, inventory position): “mide la capacidad del artículo para satisfacer la demanda futura. Esto incluye las recepciones programadas (SR, scheduled receipts), que consiste en los pedidos que ya se hicieron pero aún no se han recibido, más el inventario disponible (OH, on-hand inventory), menos las ordenes atrasadas (BO, backorders)” (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 558).

Pronóstico: Es una predicción de eventos futuros que se realiza con propósitos de planificación (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 492).

Punto de reorden: Representa la posición del inventario en la que se levanta un pedido por Q unidades (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 558).

Rotación de inventarios: Medida de la eficiencia de la cadena de suministros que relaciona el costo de los bienes vendidos y el valor promedio agregado del inventario (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 475).

Semanas de suministro: “Constituye una medida de la cantidad de semanas de acumulación de existencias en el sistema en un punto particular del tiempo” (Chase et al., 2004, p. 425).

Señal de Rastreo: “Medida que indica si el promedio del pronóstico está siguiendo el ritmo de un verdadero cambio ascendente o descendente en la demanda” (Chase et al., 2006, p. 557).

Sistema de inventarios: Es el conjunto de políticas y controles que regulan los niveles de inventario y determinan qué niveles debemos mantener, cuando debemos reabastecer existencias y cuál debe ser el volumen de los pedidos (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 557).

Tiempo del ciclo del pedido (Lead Time): Es el tiempo transcurrido entre el momento en que se levanta un pedido de cliente, una orden de compra o una solicitud de servicio y el momento en el que el producto o servicio es recibido por el cliente (Ballou, 2004, p. 98).

Tiempo entre pedidos (TBO, time between orders): “Es el tiempo promedio que transcurre entre la recepción (o la solicitud) de dos pedidos de reabastecimiento constituidos por Q unidades” (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 556).

Unidad de control de existencias (SKU): “Término que identifica un artículo de inventario” (Chase et al., 2006, p. 634).

Valor promedio agregado del inventario: Constituye el valor total de todos los artículos que tiene en existencia la empresa, valorados al costo (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 474).

## **1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. CONCEPTOS DE INVENTARIO**

#### **1.1.1. GENERALIDADES SOBRE INVENTARIOS**

Según García et al. (2004), en el texto Gestión de Stocks de Demanda Independiente, expone el significado del término inventario o inventory (en inglés), a partir de lo expuesto por la Real Academia Española (RAE) de la lengua, que se refiere a la “cantidad de mercancías que se tienen en un depósito”, pudiendo ser propias o de terceros. Además se investiga la definición del término existencias, para ello los autores refieren nuevamente a la RAE, la cual define como: “mercancías destinadas a la venta, guardadas en un almacén o tienda”. Ambas definiciones hacen énfasis a un conjunto de bienes bajo custodia, los cuales puede ser o no destinados para su comercialización (p. 9).

Según Davis y Mckeown, (1994), los inventarios también pueden ser definidos como “recursos utilizables que se encuentran almacenados en un punto determinado del tiempo. En un entorno de fabricación, el inventario incluiría materias primas, artículos semiterminados (o en proceso) y artículos terminados. En las empresas comerciales, por lo general el inventario se considera al conjunto de mercancías que están disponibles para la venta” (p. 485)

Según Starr, (1996), la Sociedad Americana de la Producción y el Control de Inventarios (APICS por sus siglas en Inglés) manifiesta que los inventarios son “aquellas existencias o ítems usados para apoyar la producción (materias primas e ítems en proceso), las actividades de apoyo (mantenimiento, reparación y operaciones de apoyo) y servicio al cliente (bienes terminados y partes de repuesto o refacciones)”. Comprende también el almacenamiento de todos los materiales usados o fabricados por cualquiera en la organización para propósitos directos o indirectos de ofrecer mercancías o servicios a los clientes (p. 590).

De acuerdo con Ballou (2004), “los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de la logística de una empresa: almacenes, patios, pisos de las tiendas, equipo de transporte y en los estantes de las tiendas de menudeo, entre otros” (p. 327).

Otra definición de inventarios, es la presentada por Taha en su texto Investigación de Operaciones (2005), la definición dice que “los inventarios están relacionados con el mantenimiento de cantidades suficientes de bienes (refacciones y materias primas) que garanticen una operación fluida en un sistema de producción o en una actividad comercial”. Además considera el autor que los inventarios se han considerado tradicionalmente en el comercio y la industria, como un mal necesario: Muy poco inventario puede ocasionar costosas interrupciones en la operación del sistema y demasiado inventario puede reducir la ventaja competitiva y el margen de ganancia del negocio. Desde este punto de vista, la única manera efectiva de manejar los inventarios es minimizar su impacto adverso, encontrando un “punto medio” entre los dos casos extremos (p. 560).

De lo expuesto anteriormente se puede observar que todas las definiciones se refieren a los inventarios como ese conjunto de artículos que se almacenan con el fin de asegurar una operación continúa de la organización. Este conjunto de mercancías pueden ser ítems para la venta o para ser transformados en productos finales.

De acuerdo con Ballou (2004), menciona que “tener estos inventarios disponibles puede costar, al año, entre 20% y 40% de su valor. Por lo tanto, administrar cuidadosamente los niveles de inventario tiene un buen sentido económico. Aunque se ha avanzado mucho para reducir los inventarios mediante diferentes sistemas, como el sistema justo a tiempo (just-in-time), la respuesta rápida y las prácticas de colaboración aplicadas en todo el canal de suministros”, son factores decisivos al momento de gestionar eficientemente los inventarios (p. 328).

Para la administración de los inventarios, la gestión debe enfocarse en mantener un nivel adecuado de inventarios que le permita a la organización ser competitiva con la mayor eficiencia, para lo cual debe combinar correctamente las presiones a favor y en contra que los inventarios presentan. Según Ballou (2004), entre las razones de una empresa para poseer inventarios, se encuentran:

- Mejorar el servicio al cliente. La disponibilidad de inventarios permite a la empresa responder de forma instantánea los requerimientos de sus clientes, al disponer de mercancías y estar localizadas cerca del cliente se aporta a la competitividad de la empresa para satisfacer las más exigentes expectativas del mercado actual.
- Reducir costos. Aunque mantener inventarios tiene un costo asociado, su uso puede reducir indirectamente los costos de operación de otras actividades de la cadena de suministros, que podrían más que compensar el costo de manejo de inventarios.
- Mantener inventarios puede favorecer economías de producción, lo que permite lotes de producción más grandes. La función de la producción puede estar desacoplada de la variación de los requerimientos de la demanda, de ahí que los inventarios sirven para actuar como amortiguadores entre los dos.
- Mantener inventarios incentiva economías en la compra y la transportación. La oportunidad de aprovechar los bajos costos generados por el alto volumen del pedido debe ser evaluado por el administrador ya que en contraparte se presenta el costo de mantener ese inventario, inmovilizando recursos económicos que podrían utilizarse para otros fines.
- Comprar de forma anticipada implica adquirir cantidades adicionales de productos a precios actuales más bajos, en vez de comprar a precios futuros que se pronostican más altos.
- Absorber la variación de la demanda y brindar apoyo para que las operaciones se efectúen de forma regular. La variabilidad en el tiempo que se necesita para producir y transportar bienes por todo el canal de

suministros puede causar incertidumbres que impacten en los costos de operación, así como en los niveles de servicio al cliente.

- Ofrecer cobertura temporal ante contingencias inesperadas. En todo sistema logístico pueden presentarse acontecimientos imprevistos como desastres naturales, huelgas y accidentes laborales, cambios climáticos extremos, o variación no esperada de la demanda (p. 328-329).

Sin embargo, para Ballou (2004), también se dispone de argumentos en contra de los inventarios, estos son:

- Los inventarios son considerados como pérdidas, en vista de que absorben recursos económicos que podrían estar disponibles para un mejor uso inmediato.
- Los inventarios pueden enmascarar problemas de calidad. Cuando ocurren problemas de calidad, reducir los inventarios existentes para proteger la inversión de capital es, a menudo, la consideración principal.
- Por último, el uso de inventarios promueve una actitud aislada de la gestión del canal de suministros como un todo. Con los inventarios, a menudo es posible aislar una etapa del canal de otra (p. 330).

El valor monetario del inventario es el mayor de los activos circulantes para muchas firmas. Las consecuencias por un mal manejo del inventario pueden contribuir, y de hecho lo hacen, al fracaso de los negocios.

Cuando una organización involuntariamente se queda sin inventario, los resultados no son agradables. En el caso de una tienda de menudeo, el comerciante pierde el margen de ganancia de este artículo. Si trata de un fabricante, el agotamiento de algún componente o semielaborado puede llegar a detener la línea de producción, mientras que la falta de producto terminado se traduce en ventas pérdidas.

Por el contrario si una empresa mantiene altos niveles de inventario, el costo de mantenimiento adicional puede representar la diferencia entre utilidades y pérdidas. La conclusión debe ser que la administración habilidosa de los inventarios, puede hacer un aporte importante a las utilidades generadas por las organizaciones.

### **1.1.2. FUNCIONES QUE EFECTUA EL INVENTARIO**

En cualquier organización según Schroeder (2004), los inventarios proporcionan flexibilidad para separar o desacoplar las diferentes etapas del proceso productivo que van desde la compra de materia prima hasta la venta de producto terminado, siendo sus principales funciones:

- Proporcionar protección contra incertidumbres en la oferta, la demanda y los tiempos de entrega.
- Permitir la producción y compra en lotes de cantidad económica.
- Anticipar cambios en los precios, la oferta y la demanda
- Anticipar el tiempo de tránsito (p. 356)

### **1.1.3. COSTOS RELACIONADOS A LOS INVENTARIOS**

Según Schroeder (2004), pueden aplicarse criterios económicos para resolver los problemas de inventarios, de ahí que es importante conocer los costos relacionados a los inventarios, los cuales en su estructura incorporan cuatro tipos de costos que se mencionan a continuación (p. 357):

### **1.1.3.1. Costo o precio de compra**

Para una empresa comercial el costo del artículo está representado por: el precio de un artículo más los impuestos, los gastos de compra y los costos del transporte. Si la compañía produce el artículo, entonces, el costo completo que debe incluirse se llama costo de producción. Se usará precio como sinónimo de costo de compra o costo de adquisición.

### **1.1.3.2. Costo de ordenar**

Dentro de los costos de ordenar se incluyen gastos de generar el pedido, emitir la orden de compra, solicitar la cotización, confirmación del pedido, teléfono, internet, mano de obra para efectuar el seguimiento de la orden, timbres de correos, alimentación, viáticos y cualquier otro costo directo o los costos de la orden de producción en planta. Estos costos varían en razón directa al número de órdenes colocadas, y no con la cantidad de ítems solicitados en una orden.

### **1.1.3.3. Costo de conservación o mantenimiento**

Se deriva de los costos de permanencia de los productos del inventario en una bodega o almacén durante un periodo de tiempo e incluye de forma general el costo de capital, el costo de almacenamiento, los costos de obsolescencia, deterioro y pérdida.

### **1.1.3.4. Costo de faltantes o de agotamientos**

Son los costos que reflejan las consecuencias económicas que se incurren cuando se queda sin la mercancía cuando ésta se necesita. Comprende un costo por pérdida de ventas y un costo por pedido pendiente. En este último el cliente espera sus productos generando costos adicionales de transporte y de gestión del pedido pendiente.

## **1.2. CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS**

Desde el punto de vista de Análisis del Valor, el inventario no adiciona valor al Sistema de Producción, por lo tanto, el objetivo es minimizar el tamaño del inventario. Su tamaño, en este caso, es dependiente de consideraciones de incertidumbre que se manejan dentro del Sistema Productivo y de los Niveles de Servicio que sean aceptables para un determinado Sistema de Producción.

En un ambiente de manufactura es inevitable disponer de un inventario en proceso a fin de asegurar un flujo continuo de producción. Al momento de llevar a cabo la toma física del inventario, una parte estará en las máquinas, otra parte estará en la fase de traslado de una máquina a otra, o en tránsito del almacén de materias primas a la línea de producción o de ésta al almacén de artículos terminados. Sin embargo, frecuentemente se puede minimizar este inventario mediante una mejor programación de la producción. Como una alternativa, se puede subcontratar parte del trabajo, de tal forma que el inventario en proceso sea responsabilidad del subcontratista. Por las características del proceso de producción a veces conviene acumular inventario en proceso para evitar problemas relacionados con la programación y planeación de la producción. Si se trata de una política bien pensada, está bien; sin embargo frecuentemente resulta ser un camino fácil para obviar una tarea difícil.

### **1.2.1. TIPOS DE INVENTARIOS**

Según Chase et al. (2006), dependiendo del tipo de organización, los inventarios pueden ser clasificados para empresas de producción y servicios. Para las empresas de producción el inventario se relaciona con todos los artículos o materiales que son necesarios para la fabricación del producto o que contribuyen a esta gestión. Se dividen en materias primas, productos terminados, componentes, abastos y materiales en proceso. Para las empresas de servicios

los inventarios están relacionados a los productos que se venderán y a los materiales de abasto necesarios para llevar brindar el servicio (p. 607).

Según Ballou (2004), los inventarios se pueden categorizar en cinco formas distintas, a saber:

1. Los inventarios que están el canal de suministro, estos son los inventarios en tránsito entre los escalones de la cadena de suministro. Los inventarios entre los procesos de fabricación también son considerados como inventarios en el canal.
2. Los inventarios que pueden ser mantenidos para la especulación, estos se guardan con el propósito de venderlos cuando los precios estén al alza.
3. Los inventarios que pueden ser regulares o de naturaleza cíclica. Estos inventarios son necesarios para encontrar la demanda promedio durante el tiempo entre sucesivos reabastecimientos. La cantidad del inventario de ciclo es altamente dependiente de los lotes de producción, de las cantidades económicas de los envíos, de las limitaciones de almacenamiento, de los tiempos de suministro, de los precios de descuento y los costos de mantener el inventario.
4. El inventario puede ser creado como una cobertura contra la variabilidad de la demanda y el tiempo de suministro.
5. Algunos de los inventarios se deterioran, se pasan de la fecha de vencimiento, se pierden o son robados cuando se mantienen por un tiempo. Estos inventarios son llamados obsoletos, muertos o perecederos (p. 330-331).

### **1.3. CLASIFICACIÓN ABC**

Según Taha (2005), todos los productos o bienes que se guardan no tienen la misma importancia dentro de los inventarios totales de las compañías. La experiencia ha demostrado que sólo un número relativamente pequeño de

artículos del inventario suelen incurrir en una parte importante del costo del capital y dichos artículos o bienes son los que deben estar sujetos a unos estrictos controles por parte de la administración (p. 561).

Entonces las preguntas que surgen son: ¿Cuáles son los artículos más importantes y los de menos importancia? y ¿Cómo medir la importancia de unos productos frente a otros? Una metodología que permite priorizar los productos en un orden de importancia relativa es el análisis ABC, éste permite de manera sencilla separar los artículos que requieren atención especial en términos de control de inventarios (Taha, 2005, p. 561).

Con esto se busca que el costo y la gestión del inventario disminuyan. La filosofía del sistema hace énfasis en que muchas veces cuestan más los mecanismos de control que el valor de las existencias y productos a ser controlados. Según Chase et al. (2006), “en el siglo XIX, Wilfredo Pareto, en un estudio sobre la distribución de la riqueza en Milán, encontró que el 20% de las personas controlaba el 80% de la riqueza. Esta lógica de los pocos que tienen mucho y los muchos que tienen poco ha sido aplicada a muchas situaciones y se denomina el principio de Pareto. Esto es cierto en la vida diaria, pues la mayoría de las decisiones tiene relativamente poca importancia, pero unas pocas le dan forma al futuro y también es cierto en los sistemas de inventario, en donde unos pocos artículos constituyen la mayor parte de la inversión” (p. 625).

La clasificación ABC aplicada a los inventarios trata de organizar los artículos o sku según la importancia relativa de los mismos (según el nivel de consumo, o el volumen de ventas). Esta radica en clasificar los artículos en tres categorías: A, B y C. Los productos tipo A representan aproximadamente el 20% de los ítems, son los que tienen mayor importancia relativa y representan el 80% del valor del inventario, los tipo B son aproximadamente el 40% de los ítems, representan en total el 15% del valor del inventario, y los tipo C son aproximadamente el 40% de los ítems, representan en total el 5% del valor del inventarios.

Los factores clave de esta clasificación son los dos extremos: unos pocos artículos son significativos y un gran número de artículos que relativamente no tienen importancia. Los artículos A deben tener un control estricto de sus existencias de forma regular y permanente, sus pedidos deben ser frecuentes y sus registros de información deben ser precisos. Los artículos C implican un control menos rígido, los pedidos son grandes y poco frecuentes. Los artículos B requerirán de un nivel intermedio de control y gestión. Importante señalar que esta clasificación varía en el tiempo, por lo que debe ser revisada cada cierto tiempo o en cada inventario.

Según García et al. (2004), la realización de la clasificación ABC es interesante porque permite diferenciar cuantitativamente los productos que se tienen en inventarios, pero además permite (p. 27):

- Establecer políticas de servicio al cliente. El costo de servicio al cliente es elevado y los recursos son limitados, por lo tanto los recursos no se pueden invertir en la misma proporción en todos los productos.
- Definir niveles de cumplimiento al cliente. Todos los productos no son solicitados (demandados) en la misma forma, es decir el nivel de cumplimiento no afecta igualmente a todos los productos.
- Concentrar los recursos en donde se obtenga mayores márgenes de utilidad. No todos los productos son igualmente rentables ni la falta de todos los productos es igualmente importante.

Para la clasificación de los artículos dentro del análisis ABC se deben observar varios aspectos:

- Valor anual en dinero de las transacciones para un artículo.
- Costo unitario.
- Escasez del material utilizado para la fabricación de ese artículo.
- Disponibilidad de recursos, fuerza de trabajo e instalaciones para producir el artículo.

- Tiempo necesario de obtención.
- Requerimientos de almacenamiento para un artículo.
- Costo de escasez del artículo.
- Volatilidad del diseño de ingeniería

#### **1.4. SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIO**

Un sistema de control de inventarios provee la estructura organizacional y las políticas operativas para mantener y controlar los bienes que se van almacenar. El sistema es responsable de ordenar y recibir los bienes; de coordinar la colocación de los pedidos y hacerle seguimiento al mismo. A demás el sistema debe mantener un control para responder a preguntas como: ¿El proveedor ha recibido el pedido? ¿Este ha sido despachado? ¿Las fechas son correctas? ¿Existen procedimientos para hacer un nuevo pedido o devolver la mercancía inaceptable? (Chase et. al., 2006, p. 609).

Los principales problemas que se tienen que enfrentar en un sistema de control de inventarios son: mantener el control adecuado sobre cada artículo del inventario y garantizar el mantenimiento de registros exactos de las existencias disponibles. Cuando se menciona controlar se refiere a asegurar que las actividades reales se ajusten a las actividades planificadas. El tener un control permite mantener a la empresa o sistema en buen camino. El controlar el inventario es sumamente importante, ya que ahorra tiempo al evitar errores y le brinda seguridad a la empresa con respecto a la localización y estatus de sus bienes.

Al momento de trabajar con un sistema de control de inventario, es necesario familiarizarse con ciertos términos, que regularmente son manejados en la administración de dicho sistema. A continuación se definen algunos términos esenciales de conocer:

- Inventario mínimo: Corresponde al punto más bajo que pueda alcanzar el inventario de un producto terminado o materia prima.
- Inventario máximo: Corresponde al punto más alto que pueda alcanzar el inventario de un producto terminado o materia prima.
- Nivel de demanda: Consumo o movimiento de producto en un determinado periodo de tiempo.
- Punto de reorden: Corresponde al nivel de inventario que advierte la colocación de un nuevo pedido. Se define como la cantidad de inventario a la cual se permite dejar caer el inventario antes de colocar un nuevo pedido de reaprovisionamiento.
- Tiempo de espera: Es el tiempo requerido para ordenar, procesar y recibir de un proveedor, un pedido.
- Tiempo de reposición. Periodo que transcurre entre enviar el inventario a un nivel superior para su reparación y recibirlo nuevamente como disponible (Casañas, 200, p. 69).

Para aplicaciones en las que los artículos son comprados periódicamente y se mantienen en inventario para ser usados de acuerdo a la demanda, se pueden utilizar dos tipos de sistemas de inventarios, estos indican el procedimiento a utilizar para hallar el tamaño del lote y en qué momento se deben ordenar:

Sistema de revisión continua (Q): Es aquel que necesita de un seguimiento permanente a las existencias ya que el pedido se emite en cuanto el inventario llega a un mínimo, el tamaño de la orden es fija (Q) y el tiempo entre pedidos es variable ya que depende de la demanda.

Sistema de revisión periódica (P): Es aquel en el que se emite un pedido cada cierto periodo de tiempo previamente definido (P), la cantidad de reposición es variable en cada pedido, está completa periódicamente el nivel de inventario requerido.

#### 1.4.1. SISTEMA DE REVISION CONTINUA (Q)

En un sistema de revisión continua (Q) también conocido como sistema Q o sistema de cantidad fija de pedido, la posición del inventario (IP) (del inglés Inventory Position) es monitoreado después de cada transacción. Si la posición del inventario (IP) es menor al punto de reorden (R) se coloca un nuevo pedido por una cantidad fija (Q).

La posición del inventario (IP) mide la capacidad de atender la demanda futura y está formado por el inventario disponible (OH) (del inglés On Hand) más las recepciones programadas (SR) (del inglés Scheduled Receipts) menos las ordenes atrasadas (BO) (del inglés Back Order). Según Krajewski y Ritzman, (2000, p. 558) la posición del inventario se calcula a partir de la fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Posición del inventario} &= \text{Inventario disponible} + \text{Recepción programadas} - \text{Ordenes atrasadas} \\ IP &= OH + SR - BO \end{aligned} \quad [1.1]$$

La cantidad fija (Q) es constante para todos los pedidos y el tiempo entre pedidos varía en función de la demanda. El valor (Q) puede basarse en la EOQ (del inglés Economic Order Quantity), pedido mínimo, cantidad con descuento, tamaño del contenedor o según el criterio del administrador. La incertidumbre de la demanda hasta que llegue el pedido genera la necesidad de contar con un inventario de seguridad, el mismo que consiste en establecer un nivel de servicio definido como la probabilidad de que la demanda sea satisfecha durante el tiempo de entrega del pedido.

En vista que la demanda es incierta se debe considerar que si la demanda varia poco respecto a su promedio, el inventario de seguridad será pequeño y a la inversa si durante el tiempo de entrega la demanda varía considerablemente respecto a su promedio el inventario de seguridad será grande. La variabilidad se especifica en términos de media y varianza.

El inventario de seguridad está dado por el número de desviaciones estándar ( $z$ ) de acuerdo al nivel de servicio requerido multiplicado por la desviación estándar de la demanda en la distribución de probabilidades durante el tiempo de entrega ( $L$ ). El punto de reorden (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 561) está dado por la siguiente expresión:

*Punto de reorden = Demanda promedio durante el tiempo entrega + Inventario de seguridad*

$$R = \bar{d} L + z \sigma_L \quad [1.2]$$

$$R = \bar{d} L + z \sigma_t \sqrt{L} \quad [1.3]$$

Donde:

$\bar{d}$ : demanda promedio

$L$ : tiempo de entrega

$z$ : valor de probabilidad deseada de disponer de inventario durante el tiempo de entrega, asignado a un nivel de servicio

$\sigma_t$ : desviación estándar para el periodo  $t$

$\sigma_L$ : desviación estándar durante el tiempo de entrega

$R$ : punto de reorden

$\sigma_L = \sigma_t \sqrt{L}$  (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 563).

La regla de decisión para el sistema de revisión continua  $Q$  se resume en los siguientes términos: revisar continuamente la posición del inventario  $IP$ , cuando este valor cae por debajo del punto de reorden  $R$ , se solicita ordenar una cantidad fija  $Q$ .

#### 1.4.2. SISTEMA DE REVISION PERIODICA (P)

Complementando al sistema de revisión continua se dispone del sistema de revisión periódica (P), también conocido como sistema P o sistema de reorden periódico en el cual la revisión del inventario disponible se efectúa cada cierto periodo definido por la administración, esta puede ser cada semana, quincenal, mensual , etc. Al utilizar este sistema la programación se simplifica ya que los pedidos se gestionan bajo una rutina y se colocan luego de cada revisión con un tiempo entre pedidos fijo (P) o (TBO) (en inglés Time Between Orders) (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 564-565). De acuerdo a lo indicado anteriormente, la posición del inventario IP, mide la capacidad de atender la demanda futura.

Para este sistema se requiere definir la frecuencia de revisión de los inventarios es decir, el periodo P. En este caso puede obtenerse a partir del TBO correspondiente al lote económico (EOQ) o dividiendo la demanda anual (D) para el tamaño de lote seleccionado por el administrador.

El nivel de objetivo inventario T, debe ser suficiente para satisfacer la demanda durante el tiempo de entrega L más el tiempo entre revisiones P, es decir para el periodo P+L. En vista de que existe incertidumbre de la demanda y el tiempo de entrega en ese intervalo de protección es necesario adicionar un inventario de seguridad bajo las mismas consideraciones del sistema Q.

Para el efecto, las fórmulas de cálculo (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 564-565) se indican a continuación.

*Posición del inventario = Inventario disponible + Recepción programadas – Ordenes atrasadas*

$$IP = OH + SR - BO \quad [1.4]$$

*Nivel objetivo de inventario = Demanda promedio (tiempo entrega + tiempo entre revision)*  
*+ Inventario de seguridad para intervalo de protección*

$$T = \bar{d} (P + L) + z \sigma_{P+L} \quad [1.5]$$

$$T = \bar{d} (P + L) + z \sigma_t \sqrt{P + L} \quad [1.6]$$

Donde:

$\bar{d}$ : demanda promedio

$P$ : tiempo entre revisiones o TBO

$L$ : tiempo de entrega

$z$ : valor de probabilidad deseada de disponer de inventario durante el tiempo de entrega y tiempo entre revisiones, asignado a un nivel de servicio

$\sigma_t$ : desviación estándar para el periodo  $t$

$\sigma_L$ : desviación estándar durante el tiempo de entrega

$T$ : nivel objetivo del inventario

$\sigma_{P+L} = \sigma_t \sqrt{P + L}$  (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 566).

La regla de decisión para el sistema de revisión periódica  $P$  se resume en los siguientes términos: revisar en intervalos periódicos  $P$  la posición del inventario  $IP$ , en cada revisión del inventario ordenar la diferencia entre el nivel objetivo del inventario  $T$  menos la posición del inventario  $IP$  en ese momento.

### 1.4.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIO

A continuación en la tabla 1.1, se resume las características de los sistemas  $P$  y  $Q$ , a fin de observar sus diferencias y seleccionar de acuerdo a la aplicación que se requiera.

**Tabla 1.1.** Características principales de los sistemas de Inventario

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>MODELO DE CANTIDAD FIJA</b>	<b>MODELO DE PERÍODO FIJO</b>
Volumen del pedido	Fijo en cada reposición	Variable en cada pedido
Momento de reposición	Al llegar a su mínimo	Al vencimiento del período
Registro	En cada retiro o compra	Al realizarse la compra
Existencias	Menor que el período fijo	Mayor que en la cantidad fija

(Chase, et al., 2006, p. 614)

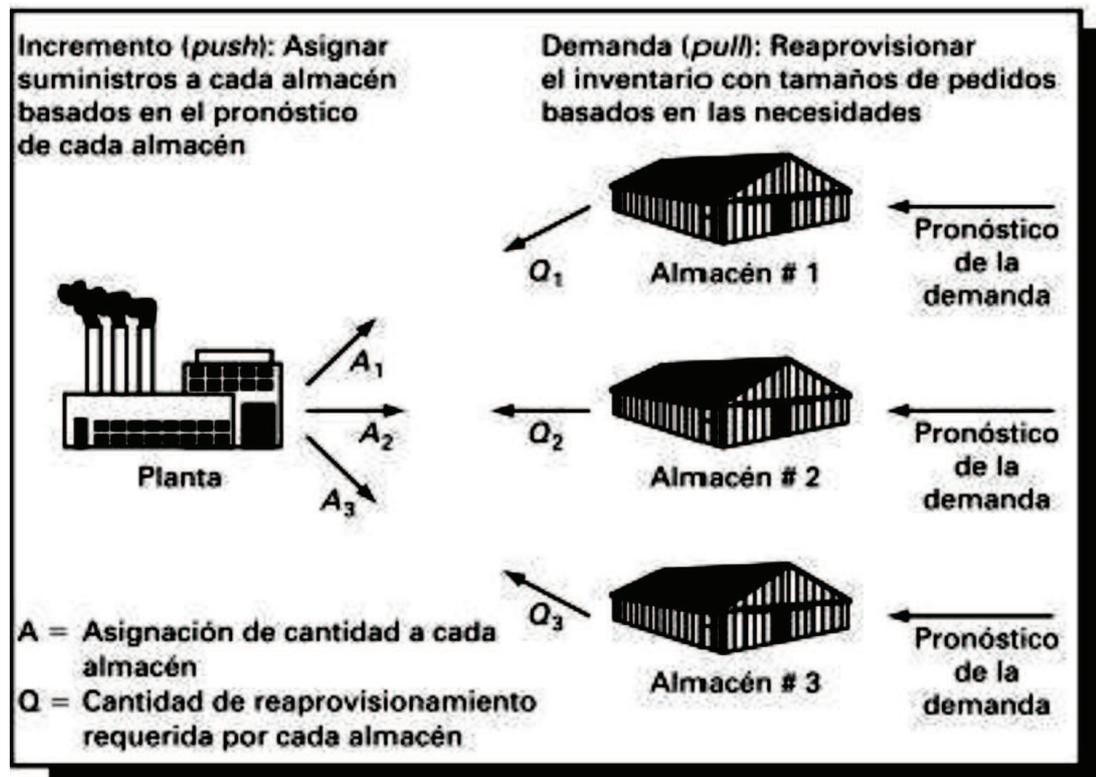
Según el tipo de producto, la ubicación del proveedor, el costo del artículo, el administrador deben seleccionar un sistema, para el caso en que los pedidos se deben entregar cada cierto periodo, el proveedor atiende varios ítems y son artículos poco caros se sugiere el sistema P. Por otra parte el sistema Q se puede utilizar cuando el proveedor despacha en tamaños de lote fijos y su valor es alto.

## 1.5. FILOSOFÍAS PUSH Y PULL

Según manifiesta Ballou (2004), alrededor de las filosofías push y pull se desarrolla la administración técnica de los inventarios. En la figura 1.1 se grafica el procedimiento para reaprovisionar bajo estas filosofías.

- “La filosofía PUSH (“empujar” en inglés), en la que el comprador trata de aprovisionarse de producto en las mejores condiciones (por ejemplo, realizando compras de oportunidad, elevando las cantidades mínimas de pedido, buscando las promociones,...) y después provocar que el cliente lo compre” (Muñoz, 2003, p. 17-18).

- “La filosofía PULL o de demanda (“tirar” en inglés) que trata de analizar primero la demanda del cliente y aprovisionarse en función de ella” (Muñoz, 2003, p. 18).



**Figura 1.1.** Filosofías del manejo de inventarios: demanda pull, e incremento push (Ballou, 2004, p. 333)

“La filosofía PUSH suele lograr mejores precios de compra en los productos, sin embargo, es más arriesgada, porque no siempre se logra provocar la demanda del cliente, teniendo mayor posibilidad de sufrir excesos de inventario. La filosofía PULL da mayor movilidad al inventario ya que presenta mayor capacidad de adaptarse a la necesidad del cliente, de esta forma se va a requerir un menor inventario, siendo esta última filosofía, por su flexibilidad, es la que se está imponiendo en el mercado” (Muñoz, 2003, p. 18).

### 1.5.1. CONTROL DE INVENTARIOS POR INCREMENTOS (PUSH)

“Éste método es apropiado cuando las cantidades de producción o de compra exceden los requerimientos a corto plazo de los inventarios a los que tienen que enviarse dichas cantidades. Si estas cantidades no pueden ser almacenadas en el lugar de la producción por falta de espacio o por cualquier otra razón, entonces deben asignarse a los puntos de abastecimiento, esperando que de alguna manera tenga buen sentido económico” (Ballou, 2004, p. 340).

Para Ballou (2004), los incrementos también son considerados como un método razonable para el control de inventarios donde la producción o la compra es la fuerza dominante en el momento de determinar las cantidades de reaprovisionamiento (p. 340).

Un método para incrementar cantidades en los puntos de abastecimiento según Ballou (2004) incluye los siguientes pasos:

- Establecer el nivel de disponibilidad de existencias en cada punto de almacenamiento.
- Determinar los requerimientos netos como la diferencia entre los requerimientos totales y las cantidades disponibles para el periodo comprendido entre el momento actual y el siguiente periodo de producción o de compra más las cantidades adicionales necesarias para cubrir las incertidumbres en el pronóstico de la demanda.
- Sumar los requerimientos netos y prorratear las cantidades excedentes para hallar la cantidad que se va a asignar a cada punto de abastecimiento en base a la demanda promedio de cada punto de abastecimiento (p.340).

### 1.5.2. CONTROL BÁSICO DE INVENTARIOS POR DEMANDA (PULL)

De acuerdo con Ballou (2004), el control de inventarios por demanda (PULL) otorga bajos niveles de inventario en los puntos de abastecimiento, debido a su respuesta con respecto a las condiciones particulares de la demanda y de costo de cada punto de abastecimiento (p. 342).

Comenta Ballou (2004) que desde 1913, Ford Harris reconoció este problema en su trabajo en Westinghouse. El modelo que desarrolló para hallar la cantidad óptima de pedido se ha conocido como la fórmula básica de la Cantidad Económica de Pedido (EOQ), y sirve como fundamento para muchas de las políticas de inventario del método de demanda (PULL) usadas actualmente en la administración de inventarios. La fórmula básica EOQ según Ballou (2004), se desarrolla a partir de una ecuación de costo total que involucra el costo de adquisición y el costo de manejo de inventario (p. 345).

*Costo total = Costo de adquisición + costo de manejo*

$$TC = \frac{DS}{Q} + \frac{ICQ}{2} \quad [1.7]$$

Donde:

- TC*: costo pertinente total y anual de inventario, en dólares
- Q*: tamaño del pedido para reaprovisionar el inventario, en unidades
- D*: demanda anual de artículo, que ocurre a una tasa cierta y constante en el tiempo, en unidades/año
- S*: costo de adquisición en dólares/pedido
- C*: valor del artículo manejado en inventario, en dólares/unidad
- I*: costo de manejo como porcentaje del valor del artículo, porcentaje/año

El término  $D/Q$ , representa el número de veces que se coloca un pedido de reaprovisionamiento en su fuente de suministro. El término  $Q/2$  es la cantidad promedio del inventario disponible. Como  $Q$  varía de tamaño, un costo sube cuando otro baja. Puede mostrarse matemáticamente que existe una cantidad

óptima de pedido (EOQ) cuando los costos están en equilibrio y resulta el costo total mínimo (Ballou, 2004, p. 345).

La fórmula para esta EOQ es:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{IC}} \quad [1.8]$$

El tiempo óptimo entre pedidos según Ballou (2004, p. 345) es,

$$T^* = \frac{EOQ}{D} \quad [1.9]$$

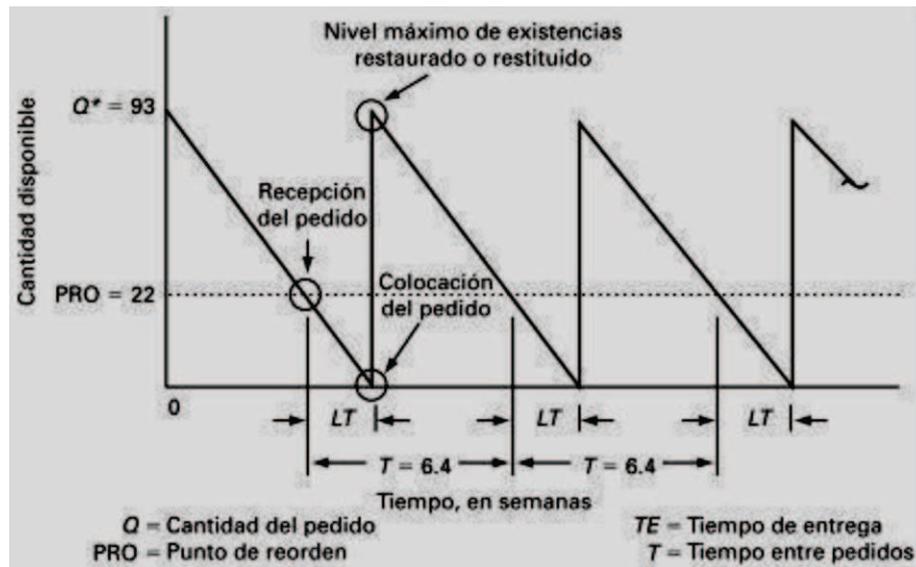
Y el número óptimo de veces por año para colocar un pedido (Ballou, 2004, p. 345) está dado por:

$$N = \frac{D}{EOQ} \quad [1.10]$$

### 1.5.3. TIEMPO DE ENTREGA PARA REABASTECIMIENTO

Utilizando las formulas de la EOQ y  $T^*$  en un sistema de control de inventarios se observa que los materiales se consumen con el paso del tiempo, hasta que llega un nuevo reaprovisionamiento, proceso que se repite de forma cíclica que da lugar a la generación de un patrón con forma de diente de sierra que como se ilustra en la figura 1.2. En esta figura se observa la reducción y reaprovisionamiento del inventario.

Según Ballou (2004), la cantidad a la cual se puede dejar llegar el inventario antes de colocar un nuevo pedido de reaprovisionamiento se denomina punto de reorden (PRO), su magnitud está definida por la demanda que se necesita cubrir durante el tiempo de entrega o lead time (p. 346).



**Figura 1.2.** Modelo de control básico de inventarios de demanda (pull) para una parte de reaprovisionamiento  
(Ballou, 2004, p. 346)

La demanda que ocurre entre el momento que se coloca la orden y el momento en que está disponible, representa la demanda que se debe anticipar. El punto de reorden (PRO) según Ballou (2004, p. 347):

$$PRO = d \times TE \quad [1.11]$$

Donde:

$PRO$  : cantidad de puntos de reorden, en unidades

$d$ : tasa de demanda, en unidades por unidad de tiempo

$TE$ : tiempo de entrega promedio, en unidades de tiempo

La tasa de demanda ( $d$ ) y el tiempo de entrega promedio ( $TE$ ) deben expresarse en la misma unidad de tiempo.

#### **1.5.4. CONTROL AVANZADO DE INVENTARIOS POR DEMANDA (PULL)**

Ballou (2004) señala, “el control avanzado de inventarios por demanda, supone el reconocimiento de que la demanda y el tiempo de entrega no se pueden conocer con seguridad”. La gestión de inventarios, debe planearse para una situación en la que no haya suficientes existencias disponibles para surtir las solicitudes de los clientes. Por lo general a las existencias regulares que se mantienen para satisfacer la demanda promedio y el tiempo de entrega promedio, se debe añadir un inventario de seguridad. “La cantidad de estas existencias de seguridad, o amortiguador, fija el nivel de disponibilidad de existencias suministradas a los clientes al controlar la probabilidad de que ocurra falta de existencias” (p. 348).

Los sistemas prácticos de control de inventarios pueden basarse en cualquiera de estos métodos o en una combinación de ellos.

### **1.6. CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA**

#### **1.6.1. NATURALEZA DE LA DEMANDA**

En general, la demanda independiente está gobernada por las condiciones del mercado. Lo caracterizan los inventarios de productos terminados y las partes de repuesto que demanda el cliente final. La demanda dependiente se deriva a partir de los requerimientos de un programa maestro de producción.

De modo que los diferentes patrones de demanda requieren distintos enfoques para la administración del inventario. Para demanda independiente es apropiada una filosofía de reposición; conforme se utilizan las existencias, se reponen con objeto de tener materiales a la mano para los clientes. Entonces, un inventario empieza a dar vueltas, es decir, se coloca una orden y el inventario se repone

Schroeder (2004) considera que la demanda independiente comúnmente se maneja con modelos dinámicos determinísticos y/o probabilísticos (p. 360).

A partir de la información disponible es necesario determinar que patrones básicos tiene la demanda de esta forma seleccionar el sistema de pronósticos más adecuado. Según Heizer y Render (2009), los patrones básicos de la demanda son cinco:

- horizontal, la fluctuación de datos en torno a una media constante;
- de tendencia, existe un incremento o decremento de la media de la serie través del tiempo;
- estacional, se presenta un patrón repetible de incrementos o decrementos;
- cíclico, una pauta de incrementos o decrementos graduales y menos previsibles de la demanda;
- aleatorio, serie de variaciones imprevisibles de la demanda (p. 493).

Dos factores que influyen el patrón cíclico de la demanda están dados por el ciclo de los negocios y el ciclo de vida de vida del producto. Mientras que los factores que afectan la demanda pueden ser externos e internos. Los factores externos son aquellos que no están bajo el control de la organización, en tanto que los factores internos son introducidos por la empresa a través de un cambio de diseño, cambio de precios, estrategia de ventas, a fin de afectar la demanda.

### **1.6.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA**

Particularmente, en una empresa que comercializa productos de consumo masivo, definir cuáles pueden ser los requerimientos futuros de productos es de suprema importancia y en este caso particular, donde se posee un extenso portafolio de artículos bastante grande, el no tener un valor aproximado de la demanda futura puede ocasionar que con mucha facilidad varios ítems se agoten

y/o que algunos otros se queden abarrotados, generando bajos niveles de servicio y/o un incremento en los niveles de inventario. Para poder determinar cuál debe ser el valor del inventario, es fundamental predecir cuál será la demanda que tendrán en un futuro los ítems de este portafolio de productos. A esta predicción se le denomina “pronóstico de demanda”. La selección de la técnica de pronósticos a implementar depende de la complejidad que exista en el manejo de la información y el recurso económico disponible para invertir en sofisticados equipos y programas de computación.

### **1.6.3. ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS DE DEMANDA**

A partir de la información histórica de la demanda se elabora un gráfico para determinar el patrón de la demanda, se analiza el valor promedio, la desviación estándar de los datos y el coeficiente de variación.

El coeficiente de variación indica la estabilidad de la demanda o su variabilidad. Un coeficiente de variación mayor a 0,8 es considerado por algunos autores como demanda de comportamiento errático.

## **1.7. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS**

La necesidad de pronosticar se impone en cuanto la gerencia intente minimizar su dependencia del azar y requiera disponer de un mejor juicio a la hora de tomar decisiones. Es necesario tener en cuenta que la metodología o sistema de pronóstico a realizar debe establecer vínculos entre los pronósticos para las diferentes áreas de la organización ya que un error en uno de éstos puede repercutir en toda la organización, de ahí su importancia.

Para la implementación de un sistema de pronósticos, la administración debe tomar en cuenta los siguientes pasos:

- Determinar el uso del pronóstico
- Seleccionar los aspectos a pronosticar
- Determinar el horizonte de tiempo del pronóstico
- Seleccionar el o los modelos del pronóstico
- Recopilar los datos necesarios para elaborar el pronóstico
- Realizar el pronóstico
- Validar e implementar los resultados

### **1.7.1. TÉCNICAS CUALITATIVAS**

Por su naturaleza, estas técnicas son subjetivas se basan en el criterio personal y pueden hacer uso de cualidades como la intuición, la opinión de un experto y la experiencia. Estos pronósticos no requieren de datos y sus entradas requeridas dependen del método a utilizar.

### **1.7.2. TÉCNICAS CUANTITATIVAS**

Cuando se dispone de datos cuantitativos, entre otros estos pueden ser analizados mediante métodos causales o análisis de series de tiempo, para nuestra aplicación para la que se disponen de datos históricos se utilizara series de tiempo.

#### **1.7.2.1. Promedio móvil simple**

Según Krajewski y Ritzman (2000), esta técnica combina los datos de la serie de la mayor parte de los períodos recientes, siendo su promedio el pronóstico para el período siguiente. El promedio se “mueve” en el tiempo, en el sentido que, al

transcurrir un período, la demanda del período más antiguo se descarta y se agrega, en su reemplazo, la demanda para el período más reciente, superando así la principal limitación del modelo del promedio simple (p. 508). Se calcula así:

$$F_{t+1} = \frac{\text{Suma de las } n \text{ últimas demandas}}{n} \quad [1.12]$$

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n} \quad [1.13]$$

Donde:

$D_t$  : demanda real en el periodo  $t$

$n$ : número total de periodos incluidos en el promedio

$F_{t+1}$ : pronóstico para el periodo  $t+1$

#### 1.7.2.2. Promedio móvil ponderado

En general, un promedio móvil ponderado de  $n$  puntos se puede expresar de la siguiente manera según Krajewski y Ritzman (2000, p. 509).

$$F_{t+1} = \text{Suma de las } n \text{ últimas demandas multiplicadas por su ponderación} \quad [1.14]$$

$$F_{t+1} = \omega_t D_t + \omega_{t-1} D_{t-1} + \omega_{t-2} D_{t-2} + \dots + \omega_{t-n+1} D_{t-n+1} \quad [1.15]$$

Donde:

$D_t$  : demanda real en el periodo  $t$

$\omega_t$  : ponderación o peso asignado a demanda real en el periodo  $t$

$n$ : número total de periodos incluidos en el promedio

$F_{t+1}$ : pronóstico para el periodo  $t+1$

$$\sum_{t=1}^n \omega_t = 1 \quad [1.16]$$

### 1.7.2.3. Suavización exponencial

El cálculo correspondiente requiere de dos datos: el primero es la demanda real del período más reciente y el segundo es el pronóstico más reciente obtenido por cualquier otro método. De la misma manera, es necesario seleccionar un coeficiente de suavización  $\alpha$ . Un valor elevado de  $\alpha$  da un gran peso a la demanda más reciente, y un valor bajo de  $\alpha$  da un peso menor a la demanda más reciente (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 510). A medida que termina cada período se realiza un nuevo pronóstico Entonces:

$$F_{t+1} = \alpha (\text{Demanda para este periodo}) + (1 - \alpha) \text{Pronóstico calculado para el último periodo} \quad [1.17]$$

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_t \quad [1.18]$$

$$F_{t+1} = F_t + \alpha (D_t - F_t) \quad [1.19]$$

Donde:

$D_t$  : demanda real en el periodo  $t$

$F_t$  : pronóstico para el periodo  $t$

$\alpha$  : parámetro suavizador para el promedio ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$F_{t+1}$ : pronóstico para el periodo  $t+1$

### 1.7.2.4. Suavización exponencial ajustada a la tendencia

En la práctica las series de demanda incluyen tendencia por lo que el uso de este factor es generalizado, en esta sección se analizará la suavización exponencial ajustada a la tendencia.

Bajo este criterio tanto la demanda como la tendencia son suavizados, por lo que se requerirá de dos factores de suavización, que se calculan bajo las siguientes fórmulas (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 512).

$$A_t = \alpha (\text{Demanda para este periodo}) + (1 - \alpha) (\text{Promedio del último periodo} + \text{Estimación de la tendencia en el último periodo}) \quad [1.20]$$

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) (A_{t-1} + T_{t-1}) \quad [1.21]$$

$$T_t = \beta (\text{Promedio de este periodo} - \text{Promedio del último periodo}) + (1 - \beta) (\text{Estimación de la tendencia en el último periodo}) \quad [1.22]$$

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) (T_{t-1}) \quad [1.23]$$

$$F_{t+1} = A_t + T_t \quad [1.24]$$

Donde:

$A_t$  : promedio exponencialmente suavizado de la serie en el periodo  $t$

$T_t$  : promedio exponencialmente suavizado de la tendencia en el periodo  $t$

$\alpha$  : parámetro suavizador para el promedio ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$\beta$  : parámetro suavizador para la tendencia ( $0 \leq \beta \leq 1$ )

$F_{t+1}$  : pronóstico para el periodo  $t+1$

Los valores del promedio y tendencia del último periodo que representan los datos iniciales para el primer pronóstico se pueden obtener de datos del pasado o una estimación. Los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  se pueden obtener del ajuste sistemático mediante experimentación al encontrar el error de pronóstico más bajo.

#### 1.7.2.5. Método estacional multiplicativo

Los productos y servicios que ofrecen las organizaciones por lo general presentan patrones de demanda estacional con movimientos ascendentes y descendentes que se repiten con regularidad dentro de un periodo de tiempo.

Para estos casos se dispone de varios métodos de pronósticos, en nuestro estudio se hace referencia al método estacional multiplicativo también citado como descomposición multiplicativa en el aplicativo Excel OM3 para el cual se

multiplican los factores estacionales por una estimación de la demanda promedio, obteniendo de esta forma el pronóstico estacional. A continuación se describe el procedimiento para un patrón estacional de un año que consta de cuatro pasos (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 515-517).

1.- Para cada año se calcula la demanda promedio por estación.

$$T_t = \frac{\sum D_{ti}}{n} \quad [1.25]$$

Donde:

$T_t$ : demanda promedio por estación para cada año  
 $D_{ti}$ : demanda de cada estación correspondiente al año  
 $n$ : número de estaciones  
 $t$ : número de ciclos (años)  
 $i$ : número de estaciones (trimestres)

2.- Para cada año y estación, dividir la demanda real correspondiente a la estación para la demanda promedio por estación, el resultado obtenido corresponde al índice estacional.

$$I_{ti} = \frac{D_{ti}}{T_t} \quad [1.26]$$

Donde:

$T_t$ : demanda promedio por estación para cada año  
 $D_{ti}$ : demanda de cada estación correspondiente al año  
 $I_{ti}$ : índice estacional por estación para cada año

3.- Para cada estación, se calcula el índice estacional promedio, en base a los resultados del paso 2.

$$I_i = \frac{\sum I_{ti}}{t} \quad [1.27]$$

Donde:

$I_{ti}$ : índice estacional por estación para cada año  
 $t$ : número de ciclos (años)  
 $I_i$ : índice estacional promedio por estación

4.- Calcular el pronóstico de cada estación para el próximo periodo, para el efecto hay que determinar la demanda del siguiente periodo mediante una de las técnicas antes expuestas o por estimación empírica, a partir de este valor se determina la demanda promedio por estación. Finalmente encontramos el pronóstico estacional multiplicando el índice estacional promedio por la demanda promedio por estación.

$$F_{oi} = b_o + b_1 \times i \quad [1.28]$$

$$F_i = F_{oi} \times I_i \quad [1.29]$$

Donde:

$F_{oi}$ : pronóstico de demanda promedio para estación  $i$ , obtenido mediante regresión lineal  
 $b_o$ : intersección con eje  $y$  de la regresión lineal  
 $b_1$ : pendiente de la recta de la regresión lineal  
 $i$ : número de estación a pronosticar (trimestres)  
 $F_i$ : pronóstico estacional multiplicativo para estación  $i$   
 $I_i$ : índice estacional promedio por estación

## 1.8. SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA ELABORAR PRONÓSTICOS

Los pronósticos forman parte de la información que la organización necesita para definir su estrategia de negocios. Los sistemas de pronóstico son herramientas indispensables dentro de los sistemas de inventario, ya que para determinar la cantidad "Q" y el comportamiento de la demanda durante el lead time, se necesita de la estimación de la demanda.

Es muy posible que la administración necesite pronósticos para prever los cambios en precios o costos, o bien, para prepararse para cambios en materia legal, regulaciones locales, competencia, tecnología o escasez de recursos. Los métodos de pronóstico suelen basarse en modelos matemáticos que utilizan los datos históricos disponibles.

En este apartado a continuación revisamos los parámetros que miden el desempeño de los pronósticos y posteriormente los criterios a tener en cuenta al momento de seleccionar el método apropiado de pronóstico utilizando series de tiempo (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 518-521).

### **1.8.1. ERROR DEL PRONÓSTICO**

Mide la diferencia entre el pronóstico y la demanda real registrada en ese período de tiempo, está dado por:

$$E_t = D_t - F_t \quad [1.30]$$

Donde:

$E_t$ : error del pronóstico para el periodo t

$D_t$ : demanda real para el periodo t

$F_t$ : pronóstico para el periodo t

### **1.8.2. DESVIACION MEDIA ABSOLUTA**

La desviación media absoluta (MAD) representa la media de los errores del pronóstico en una serie de periodos de tiempo, está dada por:

$$MAD = \frac{\sum |E_t|}{n} \quad [1.31]$$

Donde:

$E_t$ : error del pronóstico para el periodo t  
 $MAD$ : desviación media absoluta  
 $n$ : número de periodos pronosticados

### 1.8.3. SUMA ACUMULATIVA DE ERRORES DEL PRONÓSTICO

Sus siglas CFE proviene del inglés (cumulative sum of forecast errors), mide el error total del pronóstico.

Mide la diferencia entre el pronóstico y la demanda real registrada en ese periodo de tiempo, está dado por:

$$CFE = \sum E_t \quad [1.32]$$

Donde:

$E_t$ : error del pronóstico para el periodo t  
 $CFE$ : suma acumulativa de errores del pronóstico

### 1.8.4. ERROR CUADRATICO MEDIO

Error cuadrático medio o MSE por sus siglas en inglés (mean squared error), mide la dispersión de los errores del pronóstico, al igual que la desviación estándar y la MAD, está dado por:

$$MSE = \frac{\sum |E_t|^2}{n} \quad [1.33]$$

Donde:

$E_t$ : error del pronóstico para el periodo t  
 $MSE$ : error cuadrático medio  
 $n$ : número de periodos pronosticados

### 1.8.5. DESVIACION ESTANDAR

La desviación estándar  $\sigma$ , mide la dispersión de los errores del pronóstico, está dada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (E_t - \bar{E})^2}{n-1}} \quad [1.34]$$

$$\bar{E} = \frac{\sum E_t}{n} \quad [1.35]$$

Donde:

$E_t$ : error del pronóstico para el periodo t  
 $\bar{E}$ : error del pronóstico promedio  
 $\sigma$ : desviación estándar  
 $n$ : número de periodos pronosticados

### 1.8.6. SEÑAL DE RASTREO

Este parámetro mide si un método de pronóstico está previendo los cambios reales de la demanda, está dada por:

$$\text{Señal de rastreo} = \frac{CFE}{MAD} \quad [1.36]$$

Donde:

$E_t$ :	error del pronóstico para el periodo t
$CFE$ :	suma acumulativa de errores del pronóstico
$MAD$ :	desviación media absoluta

### 1.8.7. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE METODOS CON SERIES DE TIEMPO

Para la administración que requiere tomar decisiones acertadas y con el mínimo de incertidumbre es necesario seleccionar el mejor método de pronóstico de un producto o servicio en base a la información que proporcionan las mediciones del error de pronóstico. Los criterios que se aplican para la elaboración del pronóstico y la selección de los diferentes parámetros se consideran:

1. Minimizar los sesgos, el parámetro que nos proporciona esta referencia es el CFE, si su comportamiento tiende a ser más grande o más pequeño en el comportamiento histórico nos señala la presencia de una deficiencia en el enfoque del pronóstico.
2. Minimizar MAD y el MSE, nos proporcionan una referencia de la dispersión de los errores, si son valores pequeños implica que el pronóstico generalmente se acerca a la demanda real.
3. Minimizar el error del pronóstico del último periodo, para el efecto se calcula un grupo de pronósticos utilizando diferentes técnicas, de los resultados obtenidos se selecciona el mejor pronóstico.
4. Satisfacer expectativas de la gerencia, los parámetros  $\sigma$ ,  $\beta$  y  $n$  utilizados en los modelos de los pronósticos permiten a la administración modificarlos en función del énfasis que se requiera dar al demanda histórica o reciente, así como también analizar si se prevé que en el futuro la demanda sea estable o dinámica.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

Para el presente caso, es importante conocer que la empresa donde se efectuó el estudio corresponde a una organización que comercializa al por mayor electrodomésticos provenientes de varios países del mundo como Chile, Brasil, Estados Unidos, China y de fabricación local. Su portafolio de productos incluye desde una batidora hasta un sistema de aire acondicionado pasando por todos los electrodomésticos que las personas utilizan para desarrollar sus actividades. Los productos que comercializa la empresa están clasificados por varios parámetros en el sistema contable, como son: código, descripción, línea de producto, país de origen, etc.

En el anexo I, se presentan los criterios que dispone la administración para clasificar los repuestos en función de las líneas de producto, los países de origen y el estado según su antigüedad en el inventario

El estudio sistematizado y la administración técnica de los ítems requirió agrupar los diferentes repuestos, de acuerdo al lugar de procedencia y tipo de artefacto en el que son utilizados, esta clasificación se adjunta en el anexo II.

Sobre los términos que se utilizaron en el proyecto, se debe mencionar que climatización se refiere a climatizadores, aires acondicionados tipo venta o tipo Split. Cuidado de pisos se refiere a productos como aspiradoras y abrillantadoras. Línea blanca se refiere cocinas, refrigeradores, congeladores, lavadoras, secadoras. Y pequeños electrodomésticos o small appliances por su denominación en inglés se refiere a batidoras, licuadoras, cafeteras, ventiladores. En el grupo de compras locales se han incluido aquellos ítems necesarios para instalación y algunos repuestos genéricos disponibles localmente.

Para establecer la situación actual de la empresa en lo concerniente al manejo de repuestos se procedió a calcular los porcentajes en volumen (unidades), y costo con respecto a la antigüedad que tienen los repuestos estableciendo como fecha de referencia el corte del inventario al final del primer semestre del 2012.

De forma complementaria se efectuó el cálculo de los porcentajes de participación en volumen y costo de los repuestos según el país de origen de los repuestos.

## **2.2. ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS DE REPUESTOS**

La gestión de repuestos en el presente caso de estudio conllevó la ejecución de varias actividades como parte de su administración. Estas actividades estuvieron relacionadas a la planeación, programación, control de los pedidos de importación desde los diferentes proveedores internacionales y locales. La provisión regular de repuestos y los niveles de inventario deben satisfacer dos tipos de necesidades:

- 1.- Repuestos necesarios para cubrir los daños que se producen dentro del periodo de garantía que ofrece la marca al comercializar sus productos.
- 2.- Repuestos destinados para la venta al por mayor y menor a través de los diferentes canales de distribución como cadenas comerciales, centros de servicio autorizado, almacenes especializados en venta de repuestos, y público en general.

La información histórica del consumo de repuestos Electrolux para los años 2009, 2010, 2011 y primer semestre del 2012, sirvió como insumo para el análisis y cálculos desarrollados en las próximas páginas. El estudio del comportamiento histórico de los repuestos se realizó por línea de producto, por país de procedencia y por grupo de repuestos tomando como referencia periodos de tiempo de trimestres, semestres y años.

A fin de generar un criterio y definir la importancia de los proveedores, para los ítems que a la fecha de referencia estaban activos se elaboraron los gráficos del consumo trimestral de repuestos por proveedor, línea de producto y país de procedencia.

### **2.3. CLASIFICACIÓN DE ÍTEMS ABC**

Para clasificar los ítems en función del volumen del dinero que representan dentro del inventario de partes se aplicó el principio de Pareto. La clasificación ABC permitió definir los pocos vitales y los muchos triviales, a fin de establecer las políticas y los controles de los ítems de acuerdo a su clasificación.

Por lo regular el volumen del dinero se evalúa en periodos anuales, para este caso se evaluó el consumo de repuestos correspondiente a un periodo de seis meses, tomando como referencia las siguientes consideraciones:

- Periodo de evaluación de los últimos seis meses, debido a la dinámica de la gestión de repuestos cuyo proceso de abastecimiento registra cambios en los códigos del repuesto, cambios en la versión o modelo del producto, altos consumos puntuales debido a fallas de fabricación en lotes específicos, etc.
- Consumo promedio mensual ponderado correspondiente a los últimos seis meses que multiplicado por el costo del repuesto da como resultado el valor monetario del repuesto o volumen de dinero mensual.
- Se incorporó ponderaciones al consumo mensual a fin de que los cálculos posteriores sean más aproximados a las últimas demandas, estos valores se ilustran en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Ponderación mensual para cálculo de consumo promedio.

Mes más antiguo				Mes más reciente		Total
Mes 6	Mes 5	Mes 4	Mes 3	Mes 2	Mes 1	
2%	3%	15%	20%	25%	35%	100%

A continuación se detalla la metodología utilizada con la que se clasificaron los ítems en A, B o C.

1. se calculó el valor monetario de cada repuesto multiplicando el costo unitario por el consumo promedio mensual,
2. se ordenó los ítems según el valor monetario del repuesto en forma descendente, es decir de mayor a menor valor,
3. se calculó el valor monetario acumulado, para lo cual se va a agregando el valor monetario del ítem anterior al siguiente, el ultimo ítem registrará el valor monetario total,
4. se calculó el porcentaje del valor monetario acumulado dividiendo el valor monetario acumulado para el valor monetario total,
5. de acuerdo al principio de Pareto, se asignó como ítems A a aquellos repuestos cuyo valor monetario acumulado esta entre 0 y 80%, los ítems B aquellos cuyo valor monetario acumulado es mayor a 80% y menor al 95% y los tipos C son los restantes cuyo valor monetario acumulado es mayor a 95% hasta el 100%,
6. finalmente se calculó el porcentaje de los ítems que consta en cada categoría de esta clasificación, para lo cual se contabiliza el número de ítems en cada categoría dividido para el número de ítems en total.

## **2.4. CUANTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE ÍTEMS SEGÚN POLÍTICA DE INVENTARIOS**

Mediante el presente estudio se desarrolló el sistema de aprovisionamiento del inventario de partes para la línea de repuestos, mediante este sistema se determinó cuándo se deben colocar los pedidos y cuántas unidades deben pedirse por cada código para cada uno de los proveedores.

Por la naturaleza del negocio, en este caso de estudio lo más conveniente fue aplicar un sistema de aprovisionamiento mediante filosofía pull, debido a las siguientes razones:

1. Para el consumo en garantías, los repuestos se requieren cuando el producto sufre una avería debido a un defecto de fabricación, que es de carácter aleatorio es decir de demanda independiente.
2. Para la venta al público en general, según la experiencia del manejo comercial se dispone de tres canales de distribución bien definidos, (1) almacenes especializados en la venta de repuestos multimarca con cobertura regional que adquieren los repuestos en función de sus expectativas de venta conociendo la aplicación de los mismos para otras marcas, (2) centros de servicio autorizado multimarca que adquieren los repuestos para suplir las necesidades inmediatas, no adquieren para stock, y (3) pequeños talleres, o clientes finales quienes adquieren los repuestos para requerimientos puntuales.

Por lo antes expuesto se aplicó la filosofía pull para lo cual se analizó primero la demanda del mercado y luego se aprovisiona en función de la misma. Se utilizó el sistema de revisión periódica ya que mediante este sistema se revisa de todo el inventario (disponible, tránsito y back orders) en un solo proceso cada cierto tiempo y luego se determina las cantidades que cada nuevo pedido de importación debe contener.

Para determinar la necesidad de cada repuesto durante el tiempo de entrega del pedido y el tiempo entre revisiones fue necesario definir los siguientes parámetros:

#### 1.- Posición del inventario ( $IP$ )

$$IP = OH + SR - BO$$

$OH$ : inventario a la mano, corresponde al inventario de partes disponible al 6 de julio 2012.

$SR$ : recepciones programadas, corresponde a los pedidos colocados que se encuentran en tránsito hasta fines de agosto 2012.

$BO$ : ordenes atrasadas, por políticas de la organización no se manejan back orders.

#### 2.- Nivel objetivo del inventario ( $T$ )

$$T = \bar{d} (P + L) + z \sigma_t \sqrt{P + L}$$

$\bar{d}$ : demanda promedio, para los cálculos se consideró el consumo promedio ponderado de cada repuesto durante el último semestre .

$P$ : tiempo entre revisiones, se estableció en función del TBO promedio de los cinco proveedores más importantes, este valor aplicará a todos los proveedores.

$L$ : tiempo de entrega, corresponde al lead time máximos con que cada proveedor ha sido evaluado en el último semestre, dato proporcionado por el encargado de importaciones.

$z$ : valor de probabilidad deseada de disponer de inventario durante el tiempo de entrega y tiempo entre revisiones asignado a un nivel de servicio, en función del tipo de repuesto A, B o C se ha definido un nivel de servicio, según la tabla 2.2.

$\sigma_t$ : desviación estándar del consumo de repuestos para el periodo t, valor calculado a partir del consumo registrado en los últimos seis meses.

$T$ : nivel objetivo del inventario

**Tabla 2.2.** Criterios de clasificación A, B, C y nivel de servicio

CATEGORIA	% VENTAS	% ITEMS	NIVEL DE SERVICIO	Z
A	80,0%	5,0%	90,0%	1,282
B	15,0%	10,0%	85,0%	1,036
C	5,0%	65,0%	70,0%	0,524

Para el cálculo del tiempo entre pedidos o TBO para cada proveedor se efectuó bajo el siguiente procedimiento:

- Se calculó el consumo anual de cada ítem multiplicando el consumo de los últimos seis meses por dos,
- Se determinó el porcentaje de participación que correspondería pedir ese repuesto respecto al costo total, para el efecto se multiplica el costo unitario por el consumo del último semestre dividido entre el costo del consumo total de ítems del proveedor.
- Se estableció el costo de colocar un pedido en usd 280, valor estimado a partir de cuantificar el costo de las horas empleadas por los responsables de la gestión de repuestos al colocar cada importación, y el costo de mantener el inventario como un 35% del costo del repuesto.
- Se determinó mediante la fórmula 1.8 la cantidad económica del pedido o EOQ de cada repuesto para lo cual se considera el porcentaje que aporta el repuesto en el pedido multiplicado por el valor estimado de colocar el pedido (o de preparación).
- Finalmente se calculó el tiempo entre pedidos TBO de cada repuesto dividiendo la EOQ para la demanda anual, multiplicado por doce para obtener el tiempo en meses.

Para esta aplicación se estableció como tiempo entre revisiones (P) el promedio de los TBO de los proveedores que aportan con el abastecimiento del 80% del volumen de repuestos.

Para determinar el requerimiento de repuestos se aplica la regla de decisión de este sistema que manifiesta: ordenar la diferencia entre el inventario objetivo (T) menos la posición del inventario (IP) en ese momento.

## **2.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA**

Para el caso en estudio, el sistema de pronóstico tuvo como objetivo sistematizar la obtención del pronóstico de la demanda trimestral en número de unidades: en primer lugar se determinó el pronóstico para el consumo total de repuestos, luego se efectuó el pronóstico para el consumo a nivel de proveedor y finalmente a nivel de código de repuesto por línea de producto.

En vista de la dinámica de la gestión de repuestos, el estudio del pronóstico se enfocó para los ítems activos en un horizonte de tiempo de corto plazo (trimestral) utilizando métodos cuantitativos como análisis de series de tiempo y regresión lineal, con apoyo en el software Excel OM3.

Con el fin de seleccionar el mejor método de pronóstico, en el caso de estudio se efectuaron los pronósticos con las técnicas de promedio móvil, promedio móvil ponderado, suavización exponencial, suavización exponencial con tendencia, regresión lineal y método estacional multiplicativo.

El criterio utilizado para la selección del mejor método de pronóstico en base a la medición del error del pronóstico en orden de jerarquía fue: mínima MAD, mínima MAPE y mínima desviación estándar (SE).

## **2.6. PROPUESTA DE CONTROL DE PRONÓSTICOS**

Para llevar a cabo el control de pronóstico en esta aplicación se construyeron las gráficas de control de la señal de rastreo para el pronóstico de mejor desempeño según los criterios basados en la medición del error mencionados en el apartado anterior.

Para la gráfica de control se establecieron los límites de control superior e inferior, los valores correspondientes a  $\pm 1,5$  MAD, con lo que se cubre el 76,98% de probabilidad de que la señal de rastreo no exceda los límites de control.

La gráfica se efectuó para el método estacional multiplicativo que representó el mejor método de pronóstico, mientras que los valores de señal de rastreo se obtuvieron de los reportes del aplicativo Excel OM3.

## **2.7. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO**

A fin de controlar y medir el impacto de los procesos, procedimientos y políticas implementados en la administración de la cadena de abastecimiento fue necesario evaluar el sistema de aprovisionamiento. El procedimiento para el cálculo de los indicadores con los que se evaluó el sistema de aprovisionamiento se presenta a continuación:

- Coeficiente de rotación, corresponde a las veces que el inventario rotó en un año de gestión, en este caso se calcula dividiendo el costo total de los repuestos demandados (garantías y ventas) en los últimos doce meses para el costo promedio del inventario de los últimos doce meses (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 475).

- Meses de aprovisionamiento, corresponde a los meses de disponibilidad que el inventario es capaz de satisfacer la demanda total (garantías y ventas), de igual forma calculado con los promedios de los últimos doce meses de gestión (Krajewski y Ritzman, 2000, p. 475).

Algunos términos definidos por la operación de Electrolux que se utilizaron para los cálculos del coeficiente de rotación y meses de aprovisionamiento son:

- Total unidades, corresponde al número total de unidades que se demandaron para una venta o consumo del repuesto para cubrir una garantía de fabricación.
- Costo de Garantías, corresponde al valor monetario de costo de repuestos que se utilizaron para cubrir las garantías del mes en cuestión.
- Costo de Ventas, corresponde al valor monetario del costo de las ventas efectuadas a través de los diferentes canales de distribución.
- Utilidad Bruta, corresponde al margen bruto resultado de la venta de repuestos, expresado en dólares y en porcentaje.
- Obsoletos mayor a 2 años, corresponde al costo de repuestos cuya antigüedad es mayor a dos años para el fin mes respectivo.
- Costo del Inventario, corresponde al costo del inventario total de repuestos registrado cada fin de mes luego del corte contable, e incluye el costo de los repuestos catalogados como obsoletos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para responder a las nuevas tendencias del mercado y la demanda, los fabricantes de electrodomésticos vienen ejerciendo un conjunto de tendencias que son comunes entre las principales marcas a nivel mundial. En general las cinco estrategias que han estado utilizando estas compañías y que coinciden según lo mencionado por Chase et al. (2006) se pueden citar:

- a. Adopción de una perspectiva global en sus operaciones, mediante el traslado o creación de plantas industriales hacia otros continentes.
- b. Adquisición de capacidades mediante alianzas, fusiones y adquisiciones de marcas reconocidas en determinados países o continentes.
- c. Organización de la producción alrededor de plataformas y sistemas modulares de producción orientados a la búsqueda de economías de escala en el diseño y la manufactura.
- d. Subcontratación de procesos productivos necesarios para la manufactura de electrodomésticos, en algunos casos la producción de ciertos modelos de productos en fábricas locales.
- e. Diseño de estrategias para una mejor asistencia a la venta, el servicio postventa y mantenimiento. Para las empresas comercializadoras que proporcionan el servicio técnico estos conceptos han reflejado un aumento importante en sus utilidades y una mayor participación en el abasto de repuestos y accesorios (p. 410-424).

El desarrollo del presente caso de estudio proporciona una herramienta para establecer las políticas y los procedimientos necesarios para el diseño del sistema de aprovisionamiento de inventarios mediante filosofía pull para la línea de repuestos.

### 3.1. Análisis de la situación actual de la empresa

Como punto de partida para el desarrollo del presente trabajo se analizó la situación actual de repuestos para lo que fue necesario organizar la información considerando diferentes criterios que permitirían llevar una administración ordenada y sistematizada de la información de cada repuesto para los diferentes cálculos y creación de tablas que serán discutidas en las próximas páginas.

En la tabla 3.1 se presenta un extracto de la clasificación de los ítems que se obtuvo acuerdo a los criterios mencionados en los anexos I y II para los proveedores actuales. De la información resultante se observa que son cincuenta proveedores activos, que actualmente están suministrando repuestos.

**Tabla 3.1.** Criterios de clasificación de los repuestos

ESTADO	GRUPO	PROVEEDOR	LN	PAIS	
Activo	AA ASIATICO	GALANZ	KL	CN	
		MIDEA AIRCOOLER	KL	CN	
		MIDEA SINGAPURE	KL	CN	
	C LOCAL	1726	KL	EC	
		A. JACOME	KI	EC	
		ANGLO	KL	EC	
		UWA Bracket	KL	US	
	FC ASIATICO	GOLDVAC		DP	CN
				DT	CN
		KING CLEAN	DM	CN	
		KING CLEAN 2		DP	CN
				DT	CN
		LEHEL		DP	CN
				DT	CN
		Ningbo Kaibo Group Co., ltd		DP	CN
				DT	CN
		Suzhou Kingclean Floorcareco.,ltd		DP	CN
			DT	CN	

**Tabla 3.1.** Criterios de clasificación de los repuestos (**continuación...**)

ESTADO	GRUPO	PROVEEDOR	LN	PAIS	
Activo	FC BRASIL	Electrolux Brasil FC	DM	BR	
			DP	BR, CN	
			DT	BR, CN	
	FC HUNGRIA	AIRTEK	DP	HU	
	FC USA	EUREKA	DP	US	
			DT	US	
	LB ASIATICO		COFLY	KT	CN
			COFLY OLD	KT	CN
			HAILISHI	KB	CN
			Haily Corp	KT	CN
			MIDEA	KT	CN
			MIDEA DISHWASHER	KT	CN
			MIDEA FRIG	KT	CN
			Midea international TR.	KG	CN
			Midea international trading	KI	CN
			MIDEA OVEN	KI	CN
			SANYO	KT	CN
			SWAN	KT	CN
			WUXI	KB	CN
			ZHONGYI	KB	CN
			Hefei Meiling	KG	CN
	LB BRASIL	Electrolux Brasil	KB	BR	
			KG	BR	
			KI	BR	
			KL	BR	
			KT	BR	
			KG	BR	
			Electrolux Brasil ACC	KI	BR
	KT	BR			
	LB CHILE	CTI	KG	CL	
			KI	CL	
			KT	CL	
		SOMELA	DP	CL	
KT	CL				
LB ECUADOR	FIBROACERO	KI	EC		
LB USA	FRIGIDAIRE	KB	US		
		KG	US		
		KI	US		
		KM	US		
		KT	US		
		KZ	US		

La base de datos de repuestos inicial corresponde a un extracto del reporte del sistema de gestión que fue importado a una hoja de cálculo Excel en el cual se disponía de código, descripción, línea, país, y costo. Fue necesario identificar para cada ítem el proveedor, el modelo al que aplica, códigos alternos, y asignar el grupo de repuestos al que corresponde.

Una vez que se organizó y complementó la información de los repuestos fue necesario determinar el estado según la antigüedad de cada repuesto, para lo cual se consideró si el ítem aplicaba a modelo actual, era mayor a cinco años de antigüedad, era de muy poca rotación o sin rotación.

A través de un detallado análisis de los repuestos fue factible determinar la antigüedad por proveedor y por línea de producto en los cuales se debe concentrar la atención de la administración para tomar acciones correctivas a nivel de gestión de inventarios y gestión comercial a fin de siempre llevar controlados los ítems que la organización por lineamientos de su matriz los considera como obsoletos, es decir mayor de dos años de antigüedad, y por otra parte no descuidar el cumplimiento de las regulaciones locales que por organismos de Defensa del Consumidor obligan a las empresas que comercializan cualquier producto a brindar el respaldo del servicio técnico para los productos y adicionalmente disponer de las refacciones para un periodo de cinco años luego de que se descontinúa su comercialización en el país.

Considerando como fecha de referencia 29 de junio 2012, la situación del inventario de partes según la clasificación propuesta se analizará en los próximos cuadros con el fin de generar un criterio del estado actual de la gestión de repuestos y su evolución.

Para la fecha de referencia el inventario se compone de 6 432 ítems o sku, según la tabla 3.2 el inventario de partes activo es 90 136 unidades y el inventario obsoleto 31 714 unidades, de los cuales 18 721 unidades tienen una edad mayor a 5 años.

**Tabla 3.2.** Distribución del volumen del inventario según el estado y edad

CANTIDAD (un)	ESTADO	Activo (un)	Obsoleto (un)	Total general (un)
EDAD	1.- De 0 a 1 año	47 087	6 660	53 747
	2.- De 1 a 2 años	16 969	2 438	19 407
	3.- De 2 a 3 años	13 660	1 587	15 247
	4.- De 3 a 4 años	9 385	1 342	10 727
	5.- De 4 a 5 años	3 035	966	4 001
	6.- Mayor a 5 años		18 721	18 721
	<b>Total general</b>		90 136	31 714

Según la tabla 3.3, en porcentajes el 26,03% representa el total del inventario obsoleto, mientras que el 15,36% tiene una edad de más de 5 años, siendo crítico este valor ya que por la Resolución No. 03/35 de la Coordinación de Comercio Exterior (Comex) y el Artículo 25 de la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor no se justifica mantener este inventario.

**Tabla 3.3.** Distribución del volumen del inventario según el estado y edad en porcentaje

CANTIDAD (%)	ESTADO	Activo (%)	Obsoleto (%)	Total general (%)
EDAD	1.- De 0 a 1 año	38,64%	5,47%	44,11%
	2.- De 1 a 2 años	13,93%	2,00%	15,93%
	3.- De 2 a 3 años	11,21%	1,30%	12,51%
	4.- De 3 a 4 años	7,70%	1,10%	8,80%
	5.- De 4 a 5 años	2,49%	0,79%	3,28%
	6.- Mayor a 5 años	0,00%	15,36%	15,36%
	<b>Total general</b>		73,97%	26,03%

El costo de los inventarios que se detalla en la tabla 3.4, muestra que habría USD 141 252,53 como valor total del inventario obsoleto de todas las edades, de los cuales USD 57 801,58 representa el costo que habría que tomar alguna acción inmediata, ya que su antigüedad es mayor a cinco años.

**Tabla 3.4.** Distribución del costo del inventario según el estado y edad

ESTADO	Activo (\$)	Obsoleto (\$)	Total general (\$)
1.- De 0 a 1 año	234 191,05	55 645,29	289 836,34
2.- De 1 a 2 años	63 737,27	9 816,48	73 553,75
3.- De 2 a 3 años	64 107,48	11 025,36	75 132,84
4.- De 3 a 4 años	33 604,23	4 844,06	38 448,29
5.- De 4 a 5 años	12 884,18	2 119,76	15 003,94
6.- Mayor a 5 años		57 801,58	57 801,58
<b>Total general</b>	408 524,21	141 252,53	549 776,74

En porcentajes y según la tabla 3.5, se detalla que el 10,51% del costo del inventario tiene más de 5 años de edad, del total del inventario, mientras que el inventario menor a dos años representa un 66,10% del inventario total. Importante notar que un 10,12 % del costo de inventarios obsoletos tienen a una edad menor de un año, esto se debe a los ajustes realizados en los inventarios trimestrales de marzo y junio, meses en los cuales se reorganizó la bodega de partes, cuyo ingreso se registró este año.

De acuerdo a la tabla 3.5 se debe notar que más del 65% del inventario total tiene una antigüedad menor a dos años, tiempo mayor a este plazo contablemente según políticas corporativas se consideran como obsoletos.

**Tabla 3.5.** Distribución del costo del inventario según el estado y edad en porcentaje

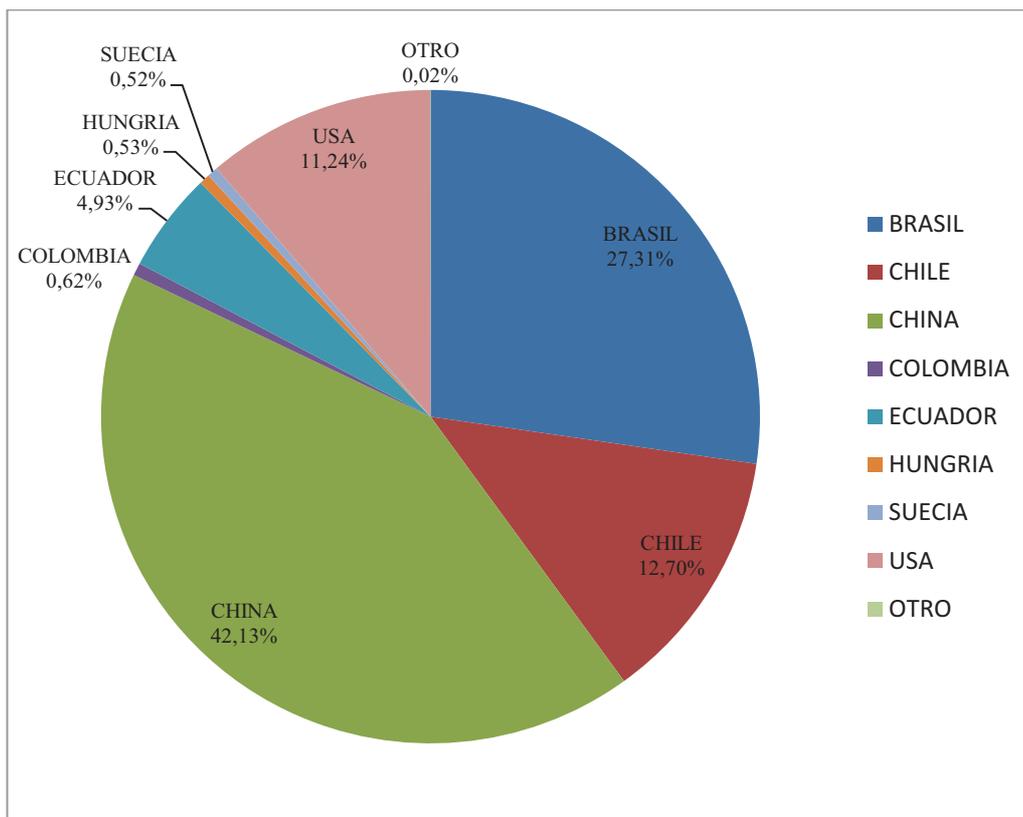
COSTO (%)	ESTADO	Activo (%)	Obsoleto (%)	Total general (%)
EDAD	1.- De 0 a 1 año	42,60%	10,12%	52,72%
	2.- De 1 a 2 años	11,59%	1,79%	13,38%
	3.- De 2 a 3 años	11,66%	2,01%	13,67%
	4.- De 3 a 4 años	6,11%	0,88%	6,99%
	5.- De 4 a 5 años	2,34%	0,39%	2,73%
	6.- Mayor a 5 años	0,00%	10,51%	10,51%
	<b>Total general</b>	74,31%	25,69%	100,00%

En la tabla 3.6 se ilustra la distribución del costo para las líneas de repuestos según su antigüedad, observándose que USD 404 831,42 representa el 73,64% del costo del inventario total está compuesto por las líneas de refrigeradoras (KG), lavadoras (KT) y cuidado de pisos (DP, DT).

**Tabla 3.6.** Distribución del costo del inventario según la línea y edad

COSTO (\$)	EDAD							
	LN	1.- De 0 a 1 año	2.- De 1 a 2 años	3.- De 2 a 3 años	4.- De 3 a 4 años	5.- De 4 a 5 años	6.- Mayor a 5 años	Total general
DH		3 805,67	3 690,16	703,30	894,52	189,35	670,07	9 953,07
DM		2 020,63	377,07	211,58	740,66	920,01	4 183,12	8 453,07
DP		17 530,93	12 890,09	4 774,13	2 709,03	1 472,47	12 539,54	51 916,19
DT		12 331,05	6 509,12	2 245,07	2 122,91	36,12	1 488,72	24 732,99
KB		4 168,13	2 423,51	1 427,42	1 931,11	602,15	2 793,72	13 346,04
KG		29 116,93	10 345,67	10 454,29	9 627,44	2 806,41	13 883,59	76 234,33
KI		26 076,09	7 077,47	6 141,72	1 380,66	1 522,59	3 945,56	46 144,09
KL		35 490,70	2 297,96	1 042,40	448,73	114,17	1 696,02	41 089,98
KM		9 721,56	4 468,02	4 102,94	2 300,44	337,70	2 635,42	23 566,08
KT		148 601,37	22 678,18	43 862,15	15 837,42	7 002,97	13 965,82	251 947,91
KZ		973,28	796,50	167,84	455,37			2 392,99
Total general		289 836,34	73 553,75	75 132,84	38 448,29	15 003,94	57 801,58	549 776,74

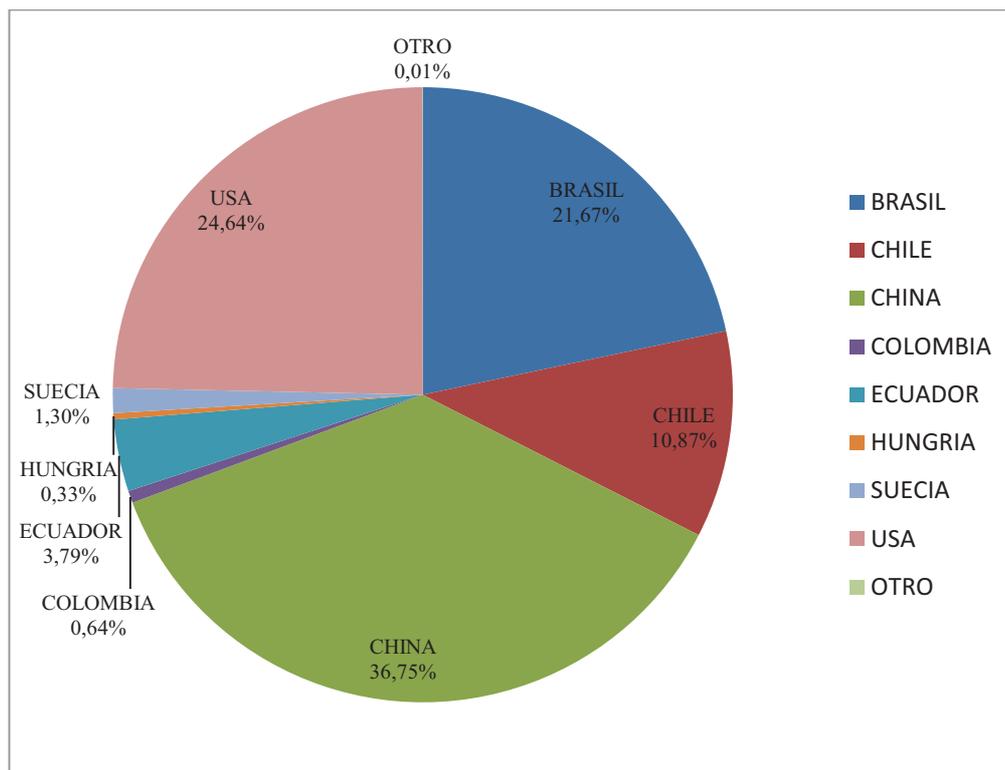
Respecto a los países donde se localizan las fábricas en la figura 3.1 se ilustra cómo está distribuido su aporte porcentual en unidades, son Brasil, China, Chile y USA quienes aportan con el 93,38 % del inventario en unidades. El mayor volumen en unidades de repuestos lo lidera China con un 42,13%.



**Figura 3.1.** Distribución del volumen del inventario según el país de procedencia

Con relación al costo del inventario en la Figura 3.2, los países citados anteriormente alcanzan un 93,93% del costo del inventario, los repuestos chinos alcanzan el 36,75% del costo del inventario, aspecto evidenciado ya que en la actualidad la mayor parte del portafolio de productos que se comercializa en Ecuador provienen de ese país asiático.

De la tabla 3.7 se observa el comportamiento histórico de las ventas de repuestos, costos, margen, inventarios y nivel de obsoletos de más de dos años para el primer semestre 2012, de esta información se deduce que el inventario disponible para la venta cubriría los próximos 14 meses aproximadamente.



**Figura 3.2.** Distribución del costo del inventario según el país de procedencia

**Tabla 3.7.** Reporte de venta de repuestos del primer semestre 2012

		ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12
<b>Total unidades</b>	(un)	4 828	2 491	5 398	3 344	4 584	10 763
<b>Costo de Garantías</b>	USD	10 477	10 105	8 808	6 980	11 600	11 143
<b>Costo de Ventas</b>	USD	26 401	17 520	28 769	25 346	30 265	38 338
<b>Ventas Netas</b>	USD	55 564	38 085	59 857	48 093	60 139	62 649
<b>Utilidad Bruta</b>	USD	29 163	20 565	31 088	22 747	29 874	24 311
<b>Utilidad Bruta</b>	%	52%	54%	52%	47%	50%	39%
<b>Obsoletos mayor a 2 años</b>	USD	215 819	N/A	218 721	200 812	192 262	186 387
<b>Costo del Inventario</b>	USD	592 695	581 102	597 471	592 827	583 282	549 777

En la tabla 3.8 se resume el estado del inventario de repuestos tomando como fecha de referencia el stock de partes con fecha de corte fines de junio del 2012.

**Tabla 3.8.** Resumen del inventario de repuestos al 29 de junio según su estado.

ESTADO	ITEMS (SKU)		VOLUMEN		COSTO DEL INVENTARIO	
	(un)	(%)	(un)	(%)	(USD)	(%)
ACTIVO	4 678	72,73%	90 136	73,97%	408 524,21	74,31%
OBSOLETO	1 754	27,27%	31 714	26,03%	141 252,53	25,69%
TOTAL	6 432	100,00%	121 850	100,00%	549 776,74	100,00%

Para la fecha de referencia se observa que son 6 432 códigos de partes o sku que la gestión de repuestos los administra, de los cuales el 27,27% representan ítems obsoletos, en volumen representan el 26,03% y en costo 25,69% aproximadamente.

Identificados los ítems obsoletos sobre este inventario se hace necesario la implementación de medidas administrativas y comerciales a fin de en el menor tiempo gestionar su disminución del inventario a través de venta focalizada en almacenes especializados y centros de servicio autorizado con un precio muy cercano al costo, venta como material de reciclaje o en última instancia entregar a gestores ambientales para que brinden el respectivo tratamiento a este tipo de residuos industriales, este último incluso con un costo para la organización.

De acuerdo a la antigüedad mayor a cinco años se observa que más del 50% del costo del inventario corresponde al cambio de modelos en las líneas de refrigeración, lavandería y cuidado de pisos A la fecha del análisis efectuado se observa que el 42,13% del volumen de repuestos proviene del continente asiático.

Según lo mencionado en el capítulo anterior, el análisis de datos históricos se efectuará para el periodo comprendido entre enero 2009 y junio 2012 considerando la demanda total de repuestos, según la tabla 3.9 para el año 2010 se demandó un 22% más unidades respecto al 2009, y un incremento del 35% para el periodo 2011 respecto al 2010.

**Tabla 3.9.** Consumo Total de repuestos por año

AÑO	2009	2010	2011	jun-12
Volumen (un)	33 531	40 928	55 066	40 010
Incremento (%)		22%	35%	

Por línea de producto se observa en la tabla 3.10 que las líneas de lavadoras (KT), cuidado de pisos (DP, DT) y refrigeradoras (KG) representan en promedio el 85,02% del volumen de repuestos que se demandó en mayor cantidad para el periodo 2009-2011. Para el 2012 se observa que la línea de cocinas (KI) ha desplazado a la línea de refrigeradoras (KG). Según la misma tabla, las líneas de refrigeradoras (KG), cocinas (KI), climatización (KL) y lavadoras (KT) registran un crecimiento regular durante los últimos tres años.

**Tabla 3.10.** Consumo Total de repuestos por año según línea de producto

LÍNEA	2009	2010	2011	jun-12
DH	343	217	726	362
DM	92	59	171	51
DP	3 403	4 511	4 125	2 344
DT	7 848	7 285	11 867	5 164
KB	441	338	659	560
KG	3 923	4 375	5 038	3 014
KI	1 814	3 072	4 683	5 060
KL	406	1 109	4 804	2 811
KM	422	581	653	320
KT	14 834	19 369	22 329	20 316
KZ	5	12	11	8
Total	33 531	40 928	55 066	40 010

Según la tabla 3.11, son los países de Brasil, Chile y China los mayores abastecedores de repuestos, proveyeron el 79,08% de las unidades que se asignó para garantías y venta. De igual forma se observa que el abastecimiento desde China y USA ha ido creciendo de forma regular y permanente para ese periodo.

**Tabla 3.11.** Consumo Total de repuestos por año según país de origen

PAIS	2009	2010	2011	jun-12
BR	11 186	10 071	11 338	6 190
CL	7 980	8 811	7 416	8 294
CN	9 204	13 474	21 601	17 283
CO	1	7	4	16
EC	1 708	3 408	7 888	3 615
HU	18	27	15	11
N/A	0	0	0	274
SU	182	86	67	24
US	3 252	5 044	6 737	4 303
Total	33 531	40 928	55 066	40 010

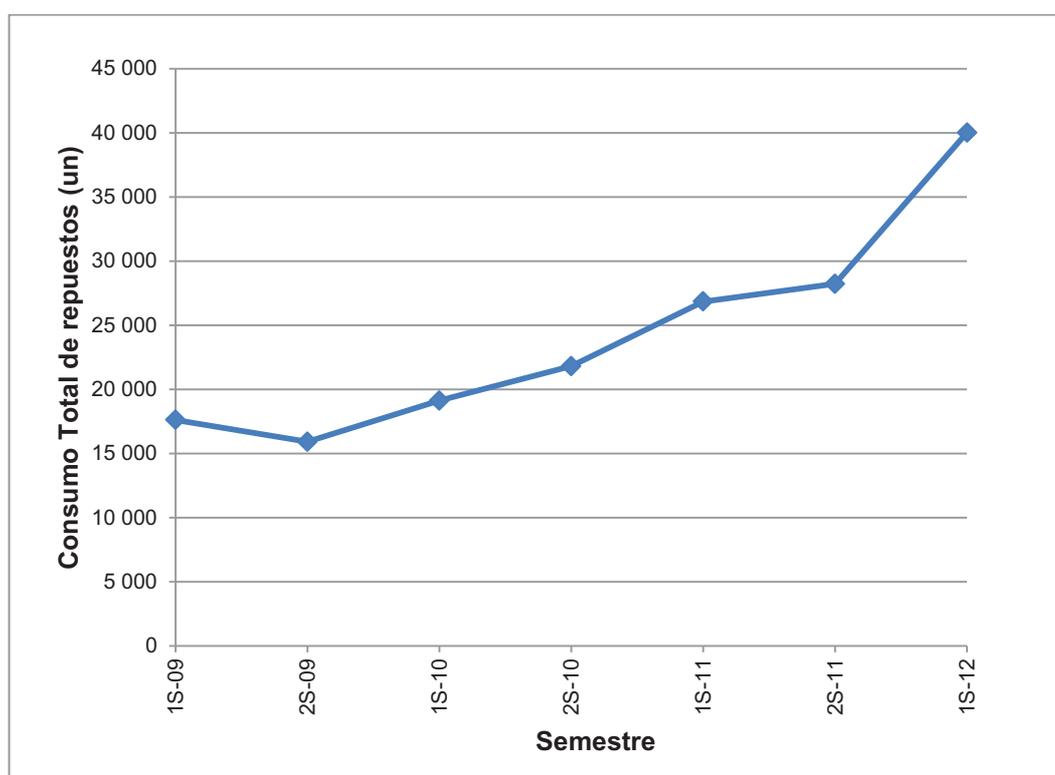
Para los procesos de planificación , los repuestos se encuentran relacionados en grupos de repuestos , de acuerdo a este criterio se observa en la tabla 3.12 que el 64,35% de los ítems corresponden a Línea Blanca Asiático (LB Asiático), Línea Blanca Chile (LB Chile) y Cuidado de pisos Brasil (FC Brasil).

**Tabla 3.12.** Consumo Total de repuestos por año según grupo

GRUPO	2009	2010	2011	jun-12
AA ASIATICO	91	126	173	206
C LOCAL	1 026	2 237	7 068	4 389
FC ASIATICO	1 773	2 043	2 393	1 038
FC BRASIL	7 340	6 772	10 036	4 956
FC HUNGRIA	18	27	15	11
FC SUECIA	164	69	75	26
FC USA	4	672	1 127	205
LB ASIATICO	6 919	10 304	15 283	14 155
LB BRASIL	3 441	3 560	4 026	2 426
LB CHILE	7 980	8 811	7 416	8 257
LB COLOMBIA	1	7	4	16
LB ECUADOR	778	1 177	1 574	773
LB USA	3 248	4 372	4 860	2 558
MO ASIATICO	385	515	619	303
MO SUECIA	20	19	12	7
N/A	0	0	0	322
SA BRASIL	343	217	385	362
Total	33 531	40 928	55 066	40 010

### 3.2. Análisis de datos históricos de repuestos

En las próximas páginas se efectúa un análisis de los datos históricos agrupando los datos por semestres, en la figura 3.3 se observa que a partir del segundo semestre 2009, el volumen de repuestos ha ido creciendo de forma regular hasta mediados del 2012, se verifica que la demanda total de repuestos presenta una tendencia creciente.

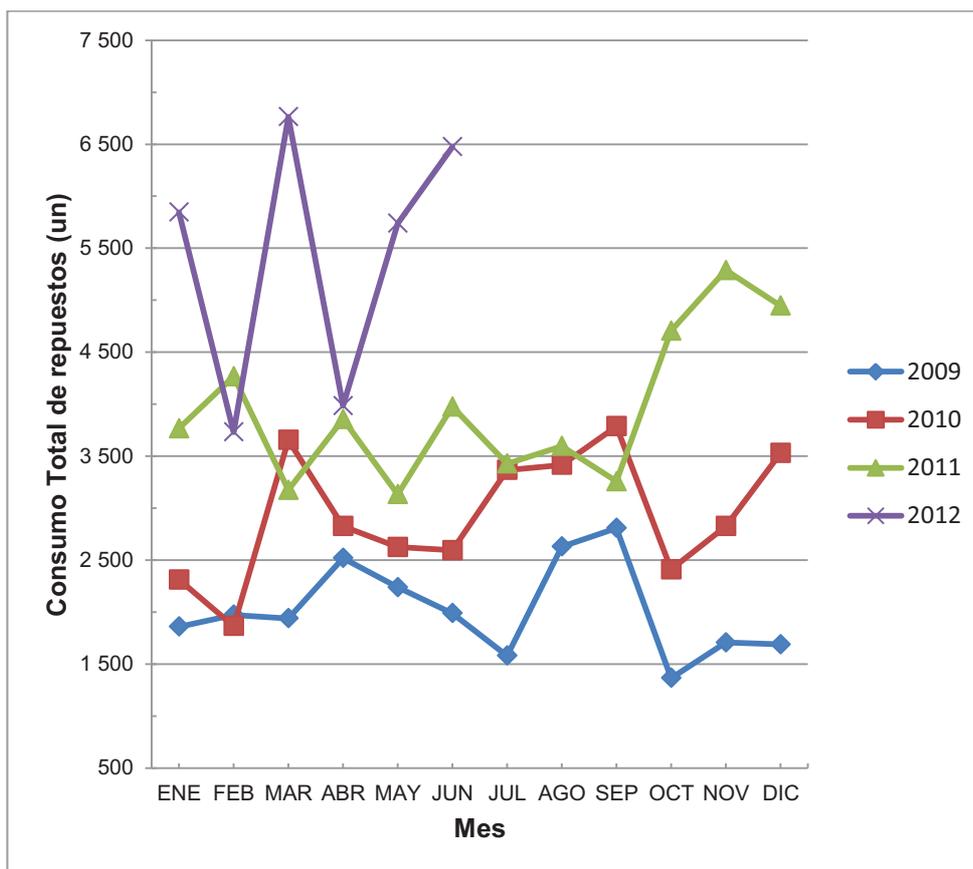


SEMESTRE	1S-09	2S-09	1S-10	2S-10	1S-11	2S-11	1S-12
Volumen (un)	17 620	15 911	19 124	21 804	26 839	28 227	40 010
Incremento (%)		-10%	20%	14%	23%	5%	42%

**Figura 3.3.** Consumo Total de repuestos por semestre

A continuación se ilustra la figura 3.4, en la misma se observa el comportamiento del consumo de repuestos para los años 2009, 2010, 2011 y el primer semestre del 2012.

También se aprecia en la figura 3.4, que la demanda promedio anual ha ido incrementándose debido en parte a las acciones comerciales para impulsar la venta de repuestos así como la presencia de una mayor cantidad de electrodomésticos que conforman el parque de máquinas vendidas que requerirán el servicio de garantía o la venta de refacciones para los casos fuera de garantía.



**Figura 3.4.** Consumo Total de repuestos por año

Con relación a las líneas de producto se observa que para la línea de cocinas (KI) y lavadoras (KT) también crecieron a partir del segundo semestre 2009 hasta mediados del 2012, como se observa en la tabla 3.13.

**Tabla 3.13.** Consumo Total de repuestos por semestre según línea de producto

LINEA	1S-09	2S-09	1S-10	2S-10	1S-11	2S-11	1S-12
DH	277	66	80	137	138	588	362
DM	15	77	12	47	100	71	51
DP	1 571	1 832	1 949	2 562	1 814	2 311	2 344
DT	3 927	3 921	3 653	3 632	6 323	5 544	5 164
KB	262	179	171	167	197	462	560
KG	2 094	1 829	2 286	2 089	2 602	2 436	3 014
KI	1 065	749	1 186	1 886	1 888	2 795	5 060
KL	180	226	725	384	2 720	2 084	2 811
KM	258	164	307	274	236	417	320
KT	7 971	6 863	8 749	10 620	10 814	11 515	20 316
KZ	0	5	6	6	7	4	8
Total	17 620	15 911	19 124	21 804	26 839	28 227	40 010

En la tabla 3.14 se observa crecimiento semestral continuo en la cantidad de repuestos consumido que provienen de China y USA, en el primer caso debido a la estrategia comercial de migrar a un portafolio de productos asiático, y en el segundo caso debido a la mayor durabilidad del producto americano para el cual, los clientes demandan las respectivas piezas para reparación.

**Tabla 3.14.** Consumo Total de repuestos por semestre según país de origen

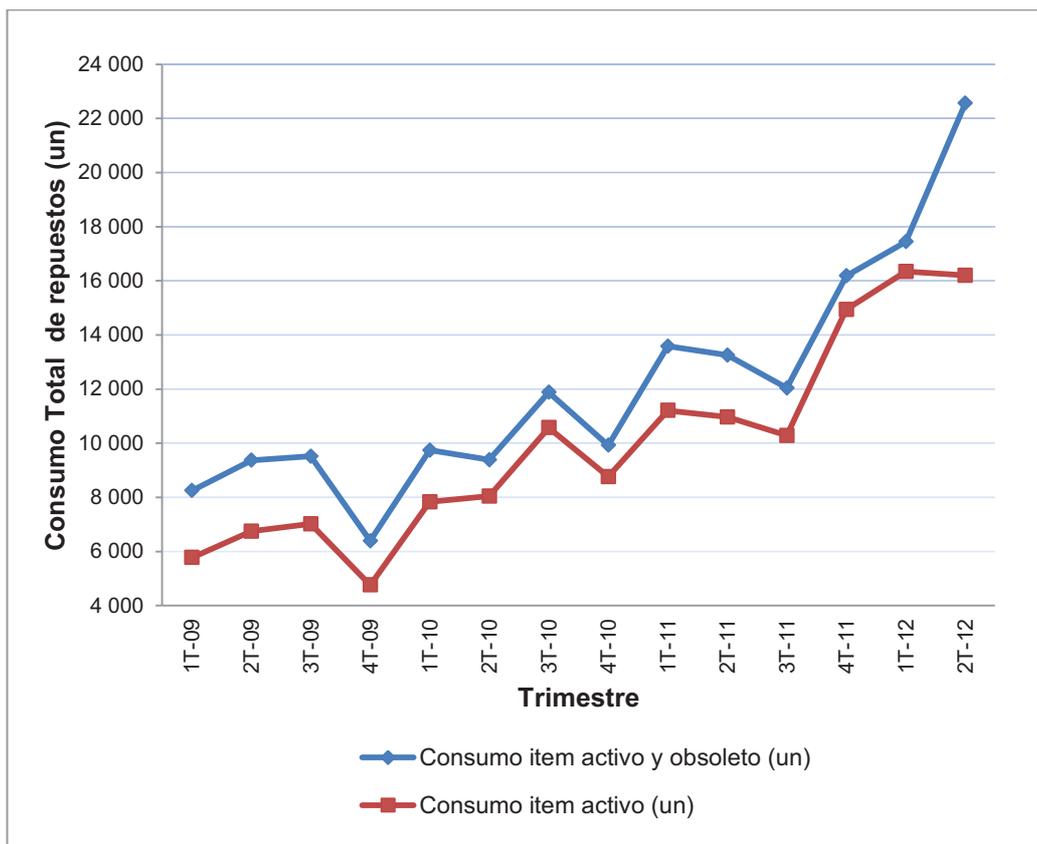
PAIS	1S-09	2S-09	1S-10	2S-10	1S-11	2S-11	1S-12
BR	5 902	5 284	4 739	5 332	6 049	5 289	6 190
CL	3 828	4 152	4 085	4 726	3 849	3 567	8 294
CN	5 019	4 185	6 572	6 902	9 672	11 929	17 283
CO	1	0	1	6	2	2	16
EC	1 016	692	1 562	1 846	4 117	3 771	3 615
HU	14	4	11	16	8	7	11
N/A	0	0	0	0	0	0	274
SU	129	53	59	27	34	33	24
US	1 711	1 541	2 095	2 949	3 108	3 629	4 303
Total	17 620	15 911	19 124	21 804	26 839	28 227	40 010

Por grupo de planificación de repuestos , según la tabla 3.15 se observa que el grupo Línea Blanca Asiático presenta un crecimiento continuo e importante en la cantidad de repuestos que se consumió desde el segundo semestre 2009 hasta el primer semestre 2012, este último valor ya superó en más del 45% la cantidad de unidades que rotaron en el 2011.

**Tabla 3.15.** Consumo Total de repuestos por semestre según grupo

GRUPO	1S-09	2S-09	1S-10	2S-10	1S-11	2S-11	1S-12
AA ASIATICO	46	45	55	71	67	106	206
C LOCAL	669	357	1 201	1 036	3 287	3 781	4 389
FC ASIATICO	588	1 185	1 100	943	1 341	1 052	1 038
FC BRASIL	3 802	3 538	3 446	3 326	5 428	4 608	4 956
FC HUNGRIA	14	4	11	16	8	7	11
FC SUECIA	116	48	47	22	31	44	26
FC USA	4	0	4	668	436	691	205
LB ASIATICO	4 118	2 801	4 685	5 619	6 498	8 785	14 155
LB BRASIL	1 770	1 671	1 688	1 872	2 023	2 003	2 426
LB CHILE	3 828	4 152	4 085	4 726	3 849	3 567	8 257
LB COLOMBIA	1	0	1	6	2	2	16
LB ECUADOR	429	349	367	810	832	742	773
LB USA	1 707	1 541	2 091	2 281	2 672	2 188	2 558
MO ASIATICO	237	148	249	266	224	395	303
MO SUECIA	14	6	14	5	3	9	7
N/A	0	0	0	0	0	0	322
SA BRASIL	277	66	80	137	138	247	362
Total	17 620	15 911	19 124	21 804	26 839	28 227	40 010

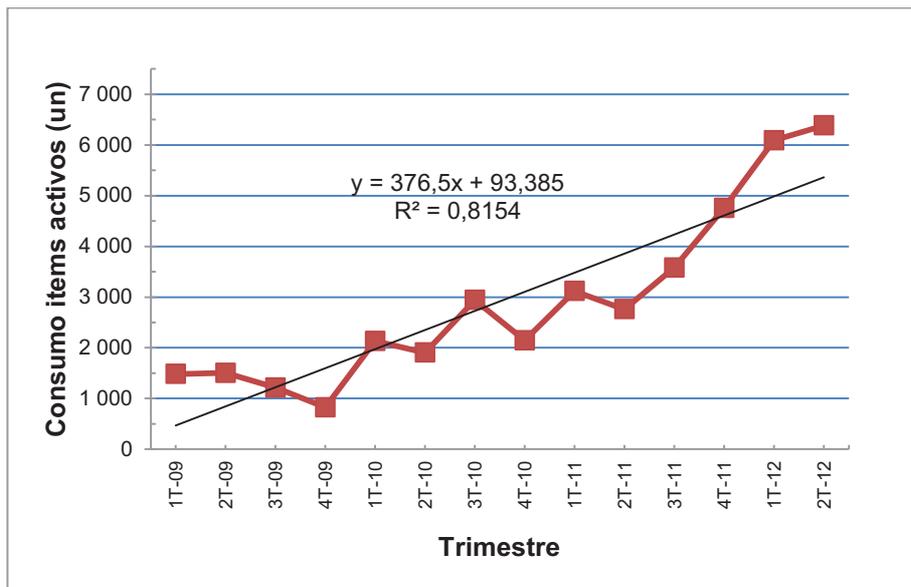
A fin de poder visualizar el comportamiento por trimestres del consumo de repuestos en este caso de estudio, en la figura 3,5 se observa la tendencia de crecimiento para ítems activos y obsoletos que se inicia en el cuarto trimestre del 2009 hasta fines de junio del 2012.



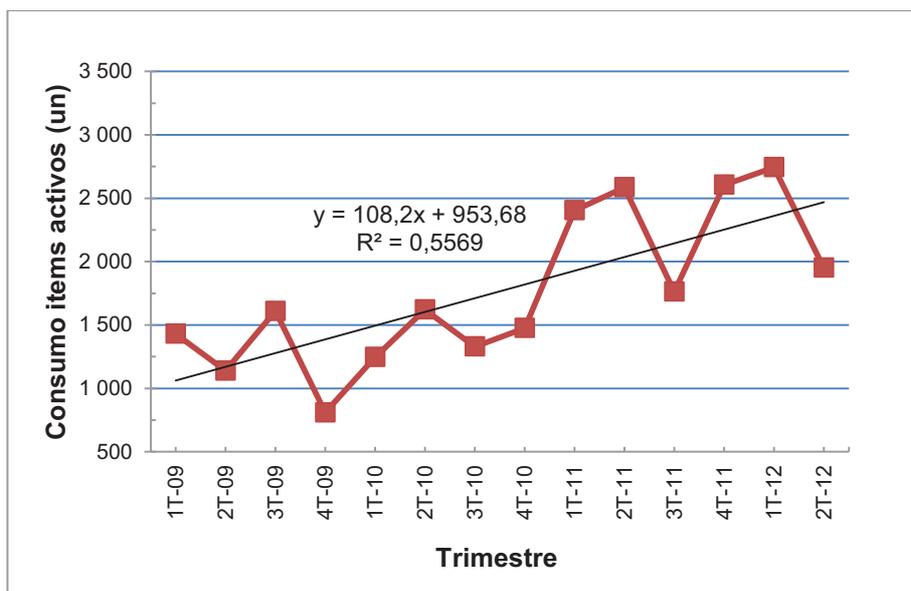
**Figura 3.5.** Consumo Total de repuestos por trimestre

A fin de establecer el mejor criterio para el análisis de la situación actual, en las próximas tablas y figuras se analizará el comportamiento trimestral solo considerando aquellos ítems cuyo estado es activo.

De acuerdo al tipo de grupo de repuestos definido para esta gestión, se observa que los grupos de Línea Blanca Asiático y Cuidado de pisos Brasil son los de mayor tasa de crecimiento según lo ilustrado en las figuras 3.6 y 3.7. La tasa de consumo de repuestos trimestral es tres veces mayor para LB Asiático respecto a FC Brasil.

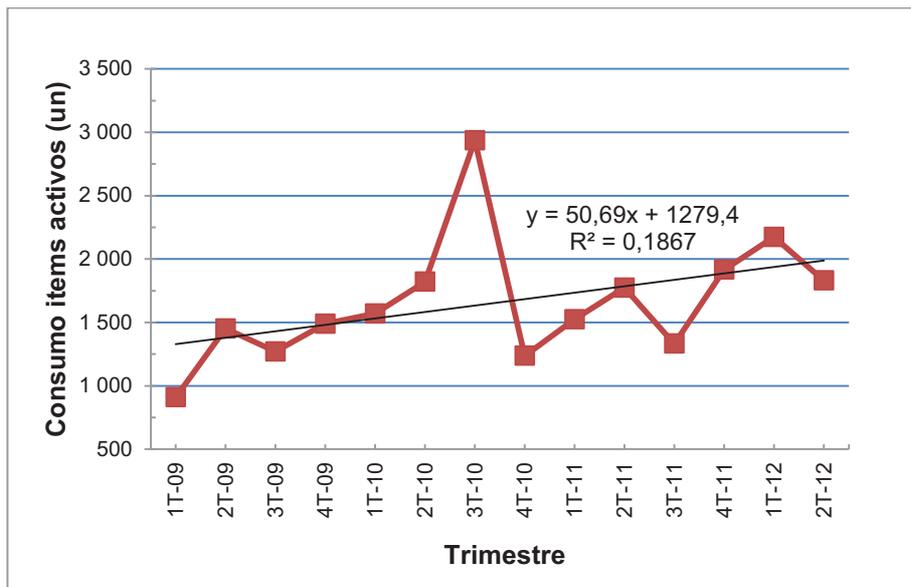


**Figura 3.6.** Consumo de repuestos para grupo LB Asiático por trimestre

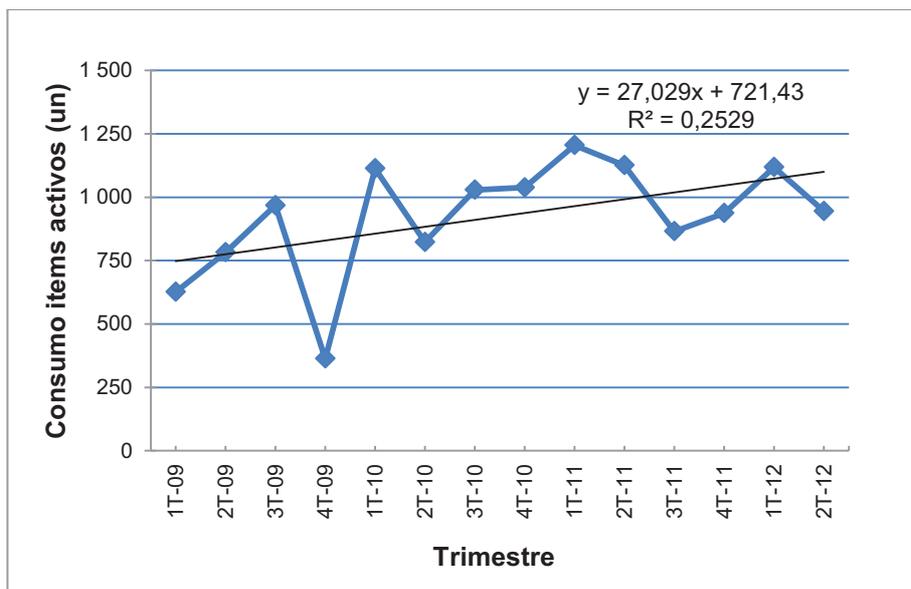


**Figura 3.7.** Consumo de repuestos para grupo FC Brasil por trimestre

Los otros grupos que aportan en menor proporción a la tasa de consumo trimestral son LB Chile, LB USA y LB Brasil, sus consumos y tendencias se ilustran en las figuras 3.8, 3.9 y 3.10.

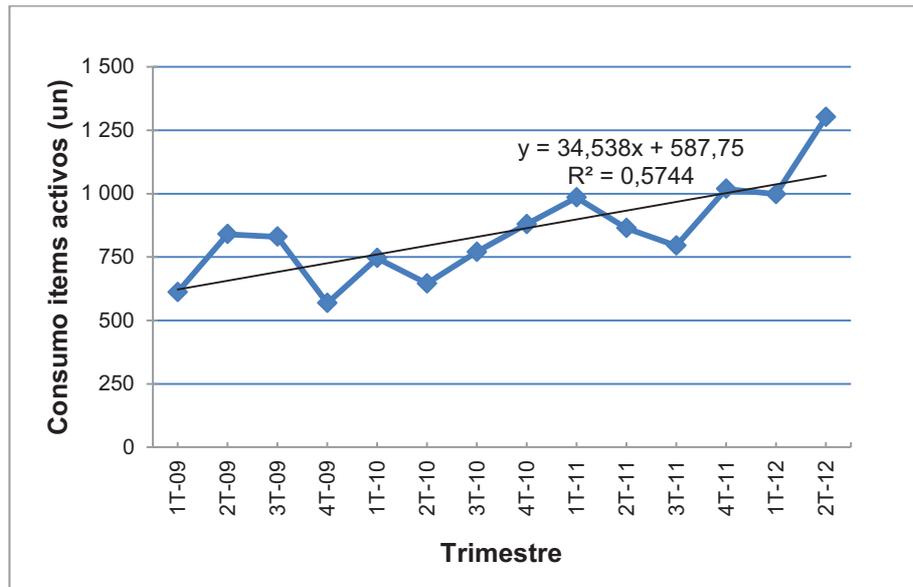


**Figura 3.8.** Consumo de repuestos para grupo LB Chile por trimestre



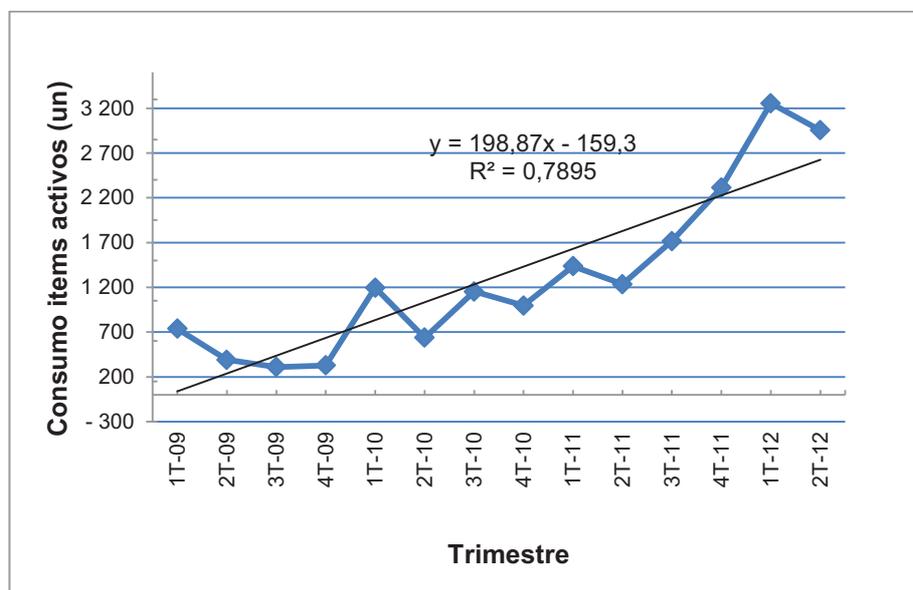
**Figura 3.9.** Consumo de repuestos para grupo LB USA por trimestre

Las tasas de consumo según las tendencias son de 50,69, 27,02 y 34 ,53 unidades por trimestre para los grupos LB Chile, LB USA y LB Brasil respectivamente.

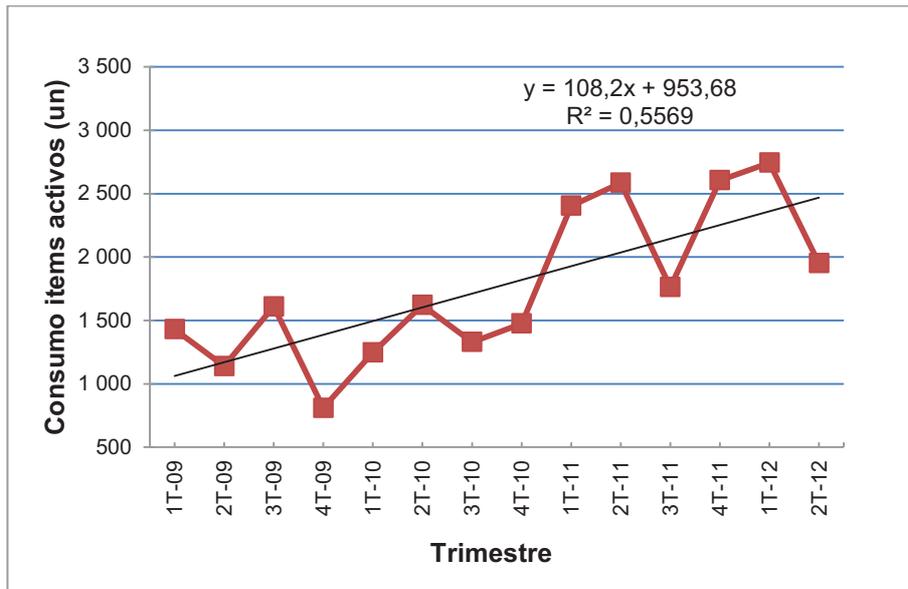


**Figura 3.10.** Consumo de repuestos para grupo LB Brasil por trimestre

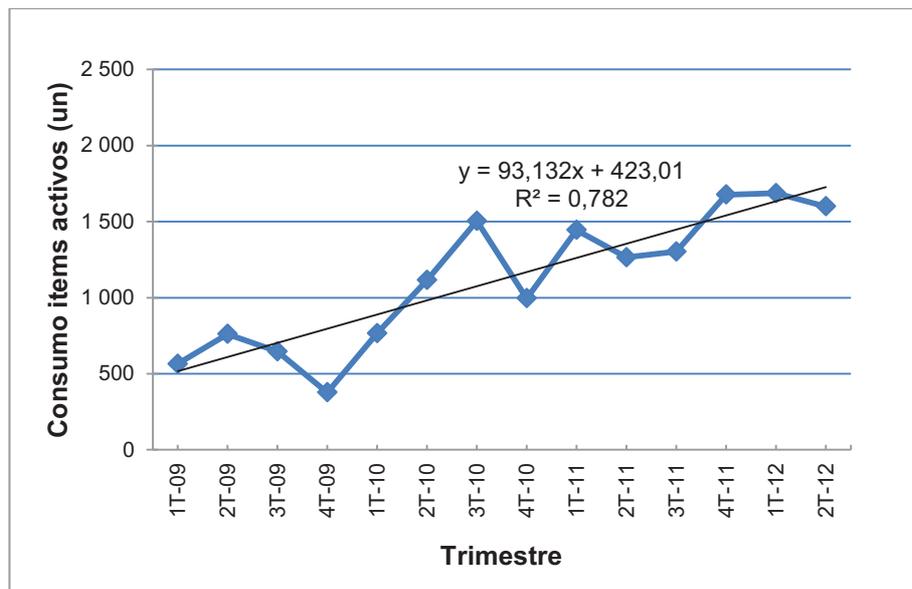
A fin de identificar los proveedores que experimentan los mayores requerimientos de sus repuestos, en las figuras 3.11, 3.12 y 3.13 se presentan los consumos de los proveedores Cofly, Electrolux Brasil FC y Midea.



**Figura 3.11.** Consumo de repuestos de Cofly por trimestre

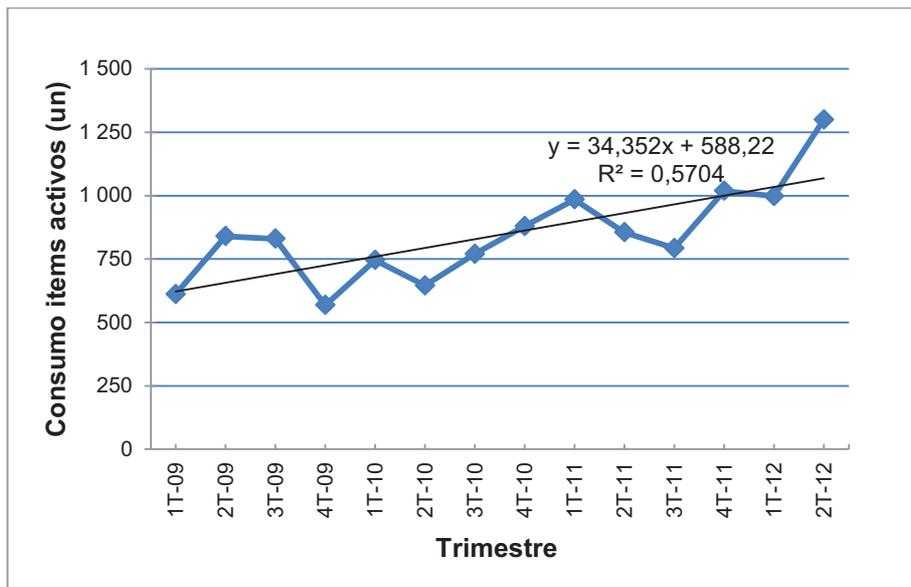


**Figura 3.12.** Consumo de repuestos de Electrolux Brasil FC por trimestre

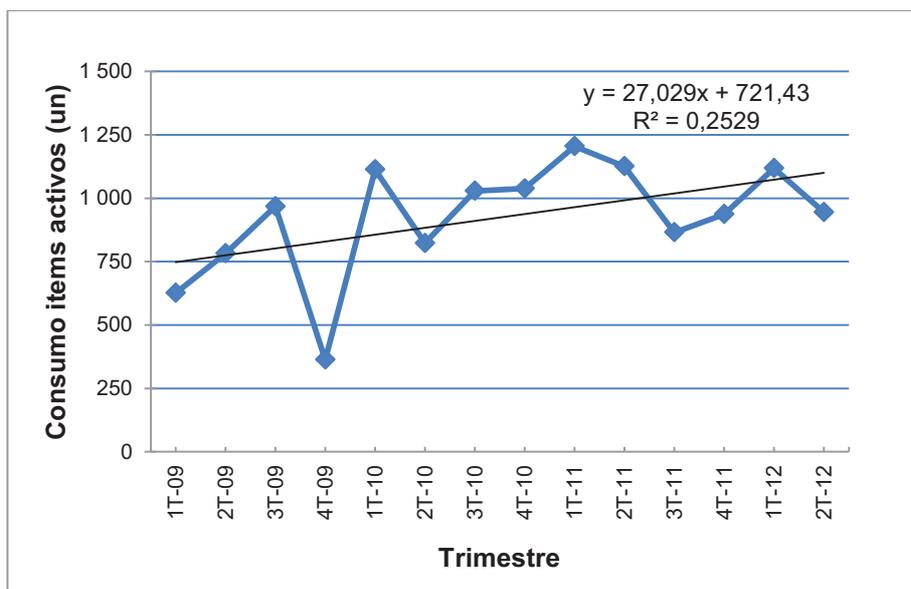


**Figura 3.13.** Consumo de repuestos de Midea por trimestre

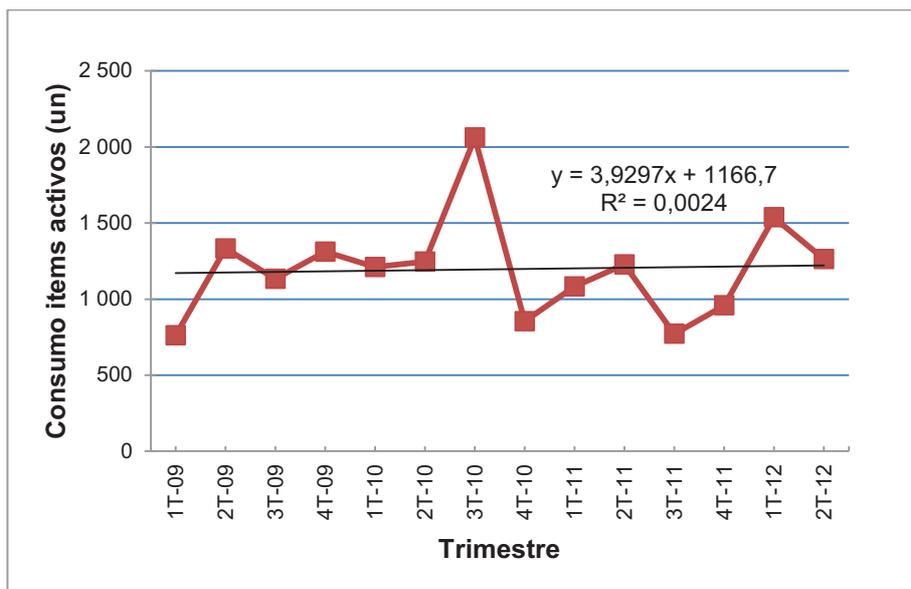
En las Figuras 3.14, 3.15 y 3.16 se ilustran los consumos trimestrales para las fabricas Somela, Frigidaire y CTI, si bien su tasa de crecimiento es menor, su aporte en cantidad de ítems es importante para el volumen de repuestos que maneja la empresa.



**Figura 3.14.** Consumo de repuestos de Somela por trimestre



**Figura 3.15.** Consumo de repuestos de Frigidaire por trimestre



**Figura 3.16.** Consumo de repuestos de CTI por trimestre

Según la línea de producto, la evolución de los ítems activos fue de crecimiento en mayor proporción para las líneas de lavandería (KT), accesorios y consumibles de aspiradoras y abrillantadoras (DT), línea de cocinas (KI), y la línea de refrigeradoras (KG), como se ilustran en las figuras 3.17, 3.18, 3.19 y 3.20 respectivamente.

El incremento en el requerimiento de partes de lavadora según las líneas de tendencia fue tres veces mayor respecto a la línea de cocinas, accesorios y consumibles de abrillantadoras y aspiradoras, mientras que la línea de repuestos de refrigeradora presenta una tasa de crecimiento siete veces menor aproximadamente.

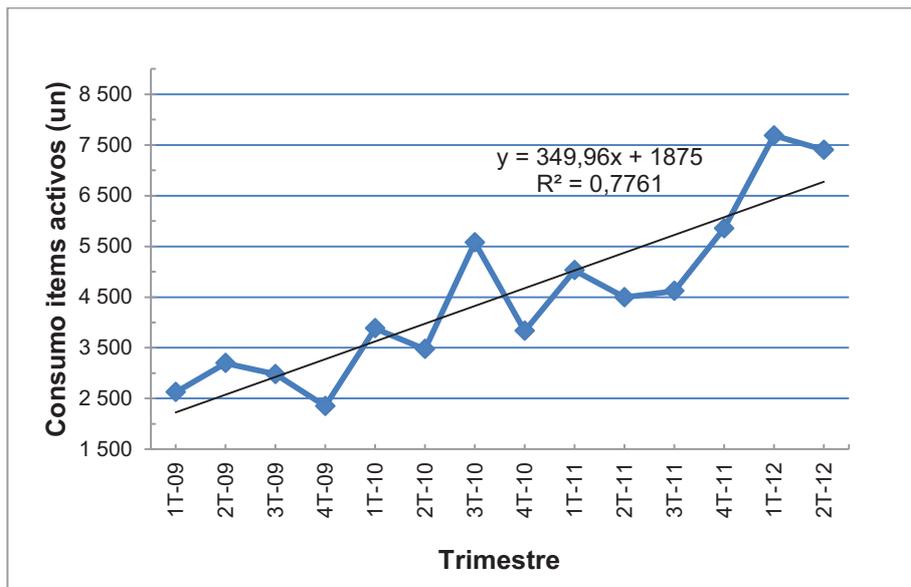


Figura 3.17. Consumo de repuestos para lavadoras (KT) por trimestre

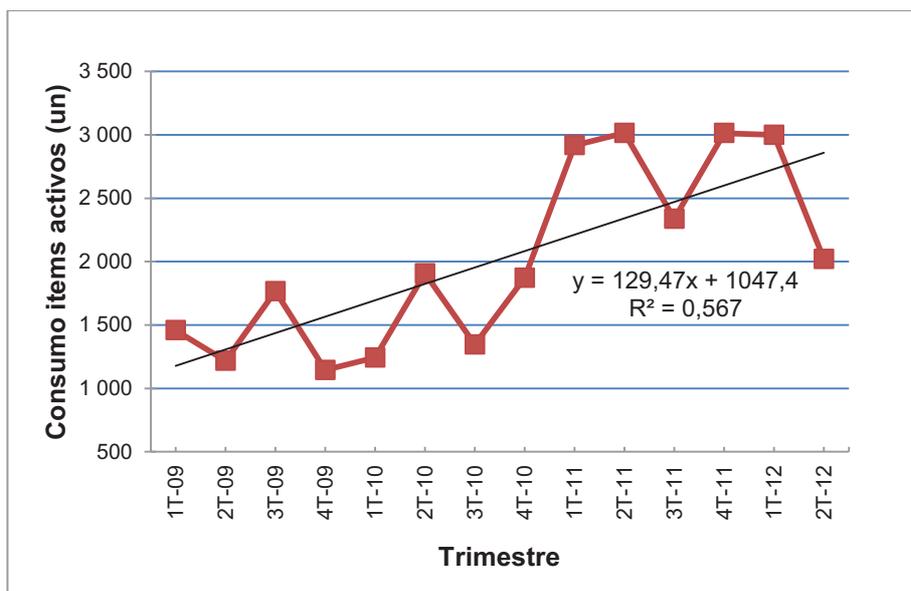
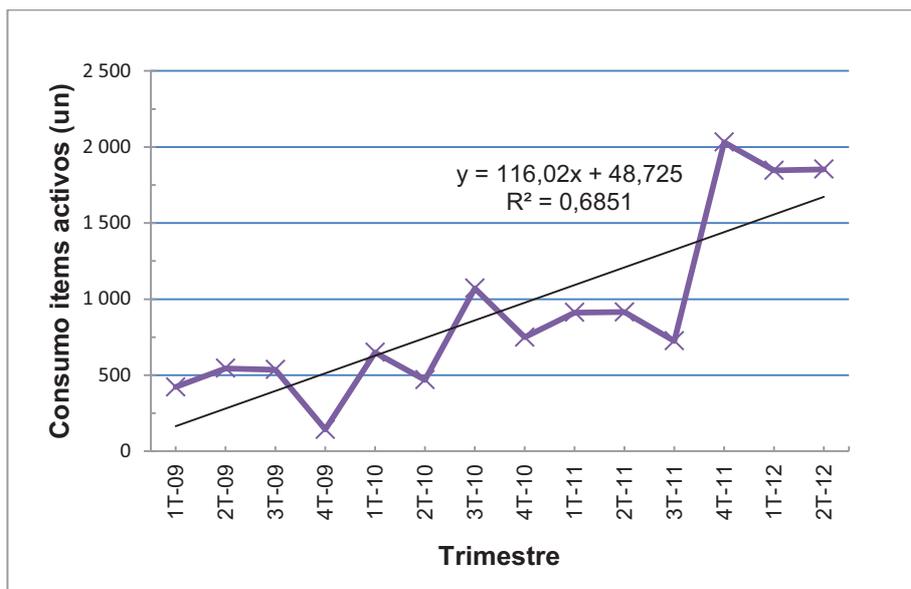
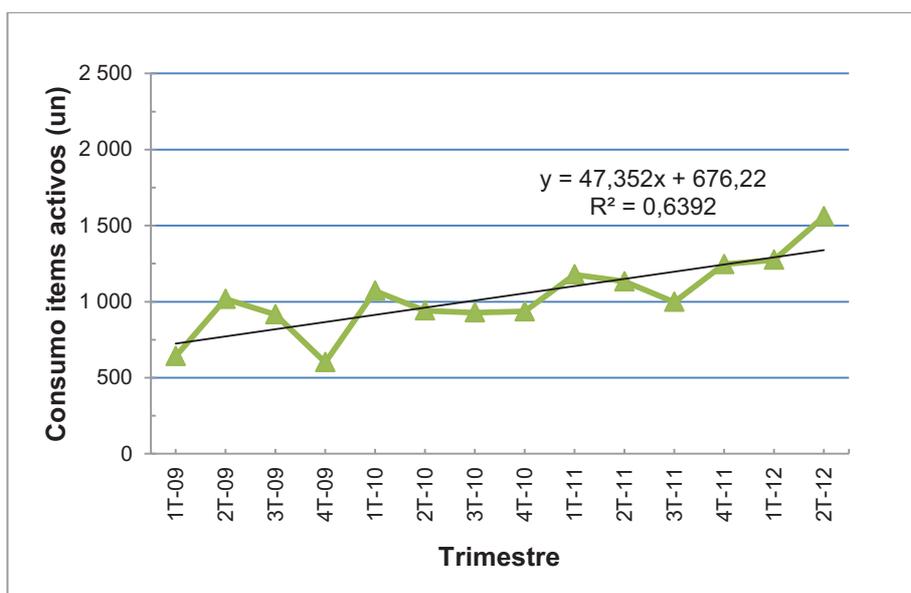


Figura 3.18. Consumo de accesorios y consumibles para cuidado de pisos (DT) por trimestre

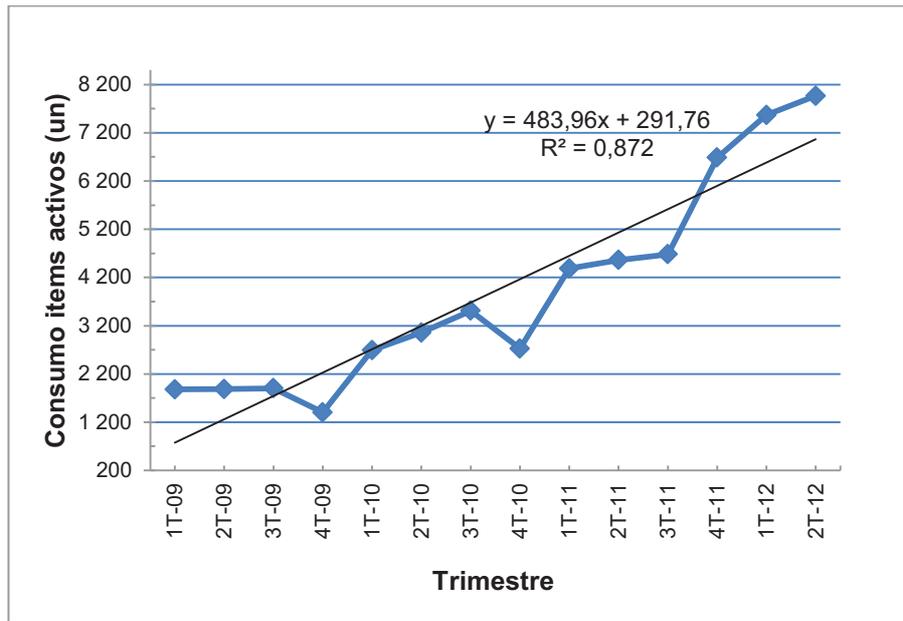


**Figura 3.19.** Consumo de repuestos para cocinas (KI) por trimestre

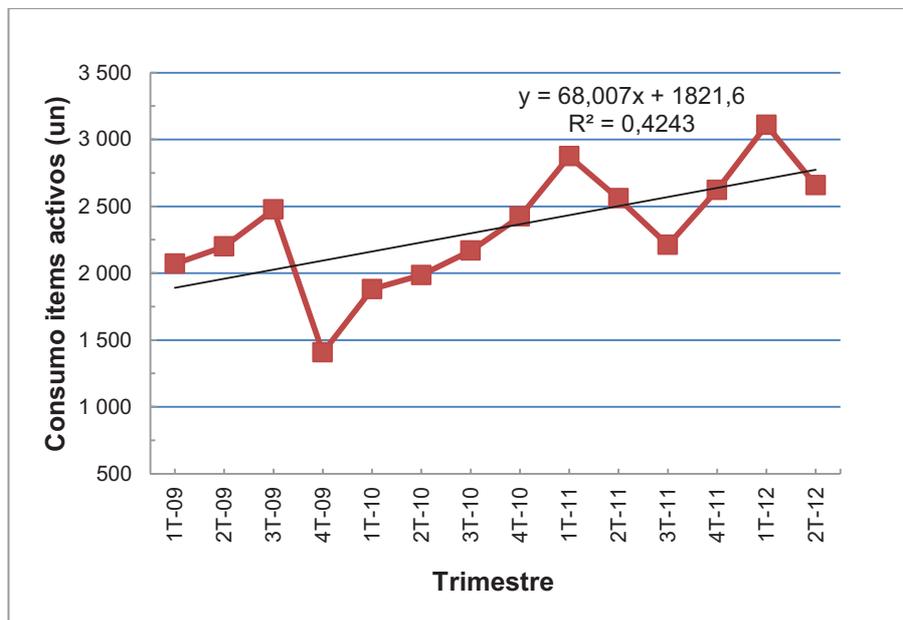


**Figura 3.20.** Consumo de repuestos para refrigeradoras (KG) por trimestre

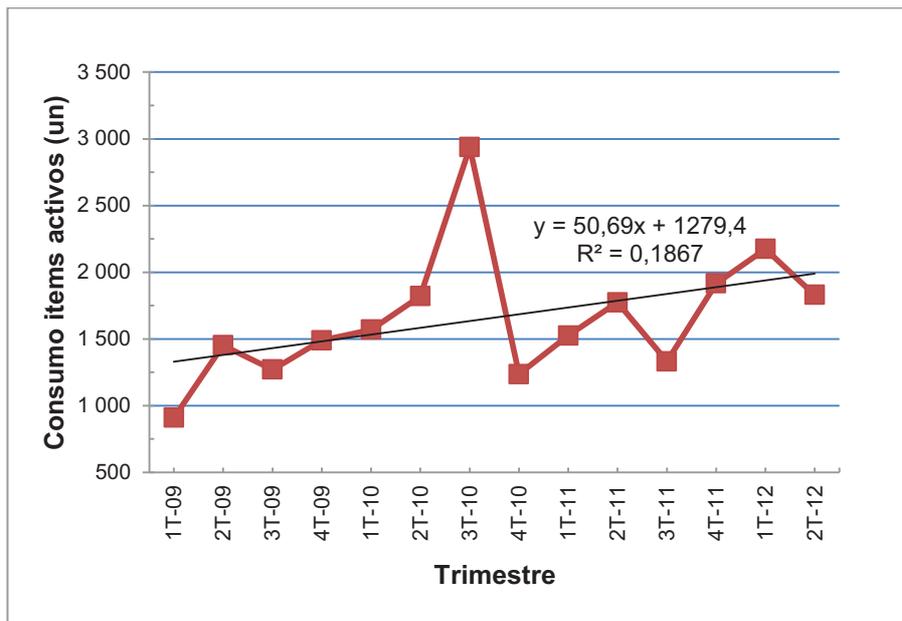
Con respecto a los países de origen desde donde se importan los repuestos, accesorios y consumibles se observa en las figuras 3.21, 3.22 y 3.23 son los países de China, Brasil y Chile los cuales representan el 79,44% del volumen acumulado de ítems activos consumidos para el periodo 2009 – primer semestre 2012 como se aprecia en la figura 3.24.



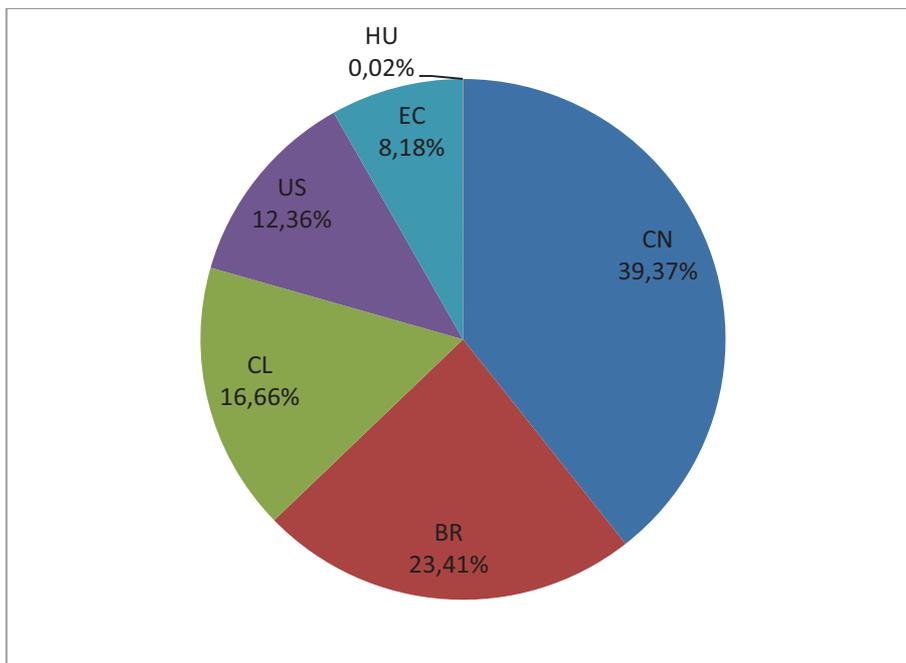
**Figura 3.21.** Consumo de repuestos de China (CN) por trimestre



**Figura 3.22.** Consumo de repuestos de Brasil (BR) por trimestre



**Figura 3.23.** Consumo de repuestos de Chile (CL) por trimestre



**Figura 3.24.** Porcentaje de consumo de repuestos activos por país periodo 2009-junio 2012

Por el análisis de datos histórico expuesto en las diferentes tablas y en vista de que representan el 79,44% del consumo de repuestos, en la Tabla 3.16 se

determina el orden o prioridad de los proveedores de acuerdo al volumen de repuestos para el periodo 2009 – junio 2012, así como el lead time para cada fabrica según la localización, nivel de servicio y tiempo de respuesta para embarques marítimos que representan la opción más económica.

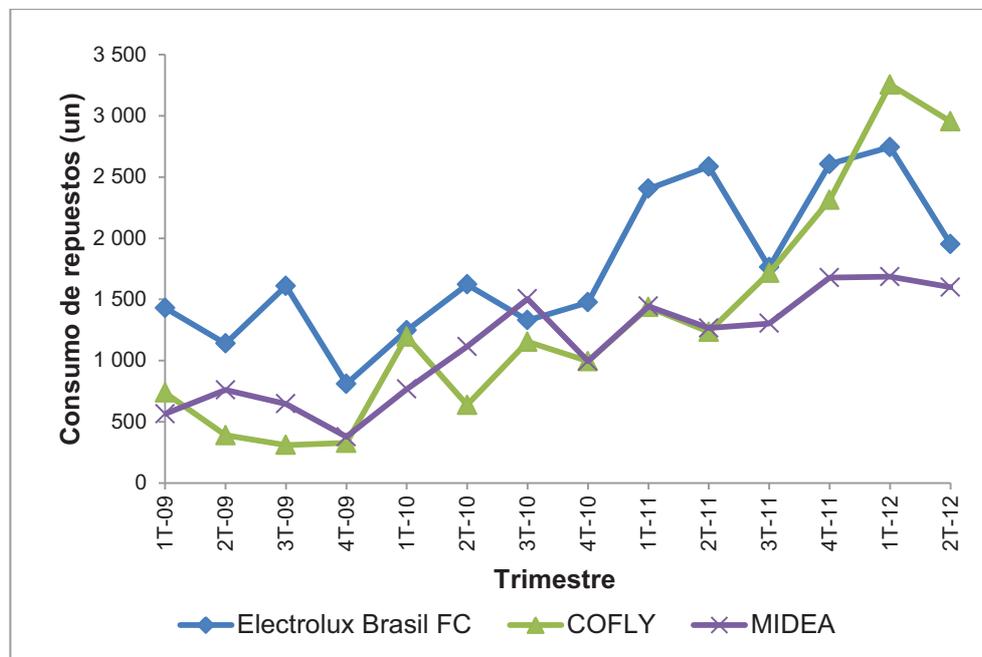
**Tabla 3.16.** Categorización de proveedores según movimiento de repuestos activos periodo 2009 – junio 2012

ORDEN	PROVEEDOR	LINEA (aplicación)	CONSUMO (%)	LEAD TIME (mes)	PAIS
1	Electrolux Brasil FC	DT (accesorios y consumibles aspiradoras)	18%	6,0	Brasil
2	Cofly	KT (repuestos lavadora)	13%	6,0	China
3	CTI	KG, KT, KI (repuestos línea blanca)	12%	3,0	Chile
4	Midea	KT (repuestos lavadora)	11%	6,0	China
5	Frigidaire	KG, KT, KI (repuestos línea blanca)	9%	3,0	USA
6	Electrolux Brasil	KG, KT, KI (repuestos línea blanca)	8%	4,0	Brasil
7	Somela	DT (accesorios y consumibles abrillantadora)	5%	3,0	Chile
8	A. Jacome	Varios (accesorios de instalación)	4%	0,5	Ecuador
9	Varios (40 Proveedores)	Varios (toda aplicación)	19%		Varios
	TOTAL		100%		

La importancia del estudio se evidencia por el crecimiento del volumen de repuestos que cada vez maneja la organización para que servicio posventa atienda las garantías y a la vez tenga mayor presencia en el mercado de refacciones a nivel nacional.

La tasa de crecimiento de la demanda de repuestos en gran parte se debe al crecimiento que registran los grupos de productos de Línea Blanca Asiática, Cuidado de pisos Brasil y en menor proporción Cuidado de pisos Asiático.

Según el proveedor desde donde Electrolux C.A. adquiere los productos y sus repuestos, son las fábricas mencionadas en la figura 3.25 las que presentan una mayor tasa de consumo de repuestos..



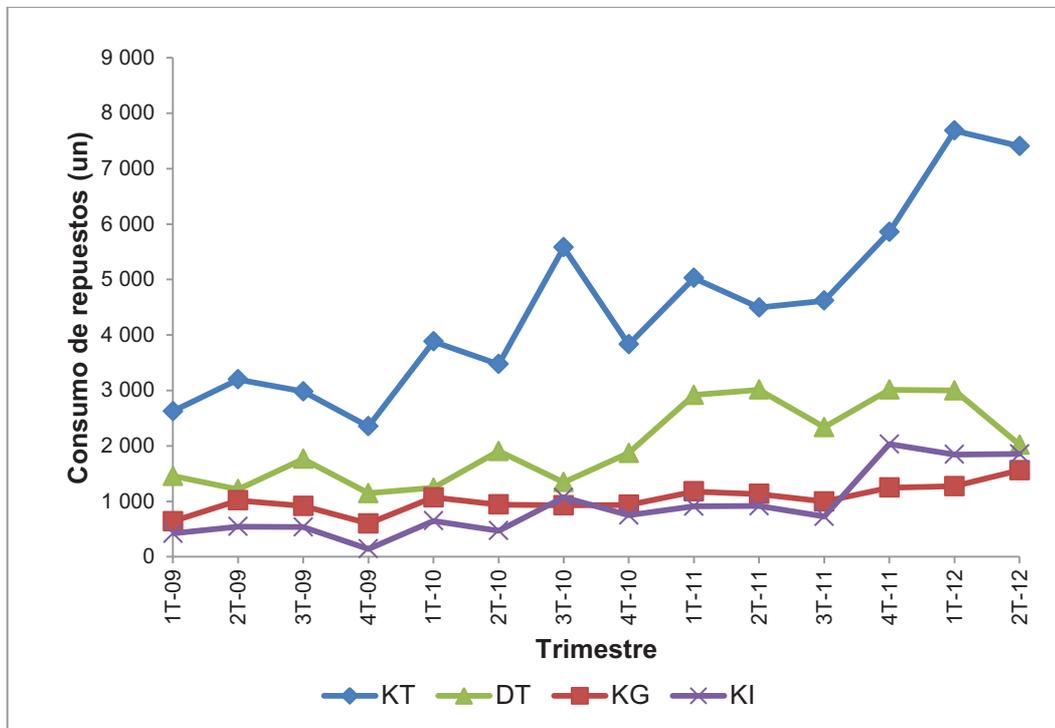
**Figura 3.25.** Consumo de repuestos por trimestre de principales proveedores

En este caso las fábricas asiáticas son los mayores proveedores con varios modelos de la línea de lavadoras, y en el caso de la planta de Brasil su crecimiento se debe a la participación mayoritaria y tradicional en la línea de aspiradoras y abrillantadoras desde hace algunas décadas en el país.

En la figura 3.26 se ilustra la evolución de la demanda de repuesto por línea de producto para los últimos tres años y medio, siendo las líneas de lavandería (KT), cocinas (KI), refrigeradoras (KG) y consumibles de aspiradoras y abrillantadoras (DT) son los que mayor tasa de consumo registraron en ese periodo de tiempo.

El análisis del extracto de información presentada nos permitirá definir en qué ítems concentrar la gestión y por otra parte ser más precisos en la toma de decisiones concernientes a los principales proveedores que muestran un crecimiento regular de sus requerimientos de partes. Bajo estas consideraciones y

tomando en cuenta los tiempos necesarios para los diferentes procesos de abastecimiento se pueden establecer los parámetros que definirán la política de inventarios.



**Figura 3.26.** Consumo de repuestos por trimestre de principales líneas de producto

### 3.3. Clasificación de ítems ABC

Para definir la política de inventarios fue necesario definir el grado de importancia de cada repuesto aplicando el principio de Pareto a los ítems que registraron demanda durante los últimos seis meses. Los ítems fueron clasificados en tres categorías A, B y C. En lugar de considerar el consumo anual de cada repuesto, se consideró el consumo promedio ponderado mensual del último semestre a fin de que los cálculos reflejen las demandas más recientes con más veracidad que un promedio simple.

En las próximas páginas se presentan los resultados y un ejemplo de la clasificación ABC, aplicando el principio de Pareto. En la tabla 3.17 se detallan los repuestos de cuidado de pisos del proveedor Somela que como ejemplo fueron clasificados en las categorías ABC, este listado corresponde a los ítems que fueron requeridos en el último semestre para consumo en garantía y/o venta a cliente final.

En la tabla antes mencionada se registran los repuestos que en diferentes cantidades y para diferentes usos generaron una variación en el inventario de partes del proveedor Somela de la línea de cuidado de pisos, en el listado se observa la presencia de ítems que se necesitan para que los artefactos puedan funcionar correctamente mediante una intervención del técnico y accesorios que por el uso normal sufren desgaste y deben ser reemplazados de forma permanente por el usuario.

**Tabla 3.17.** Lista de ítems del proveedor Somela para la clasificación ABC

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	LN	FABRICA	PAIS	MODELO	GRUPO	COSTO (USD)
1	XX000100	MOTOR	DP	SOMELA	CL		LB CHILE	50,22
2	XX000772	C FIELTRO S	DP	SOMELA	CL	E604	LB CHILE	1,46
3	XX2401975	CEPILLO CERDA	DP	SOMELA	CL	E604	LB CHILE	2,60
4	XX000787	SOPORTE	DP	SOMELA	CL		LB CHILE	2,93
5	XX000779	CORDON 120V	DP	SOMELA	CL		LB CHILE	7,03
6	XX2314150	CONJ. BASE 600	DP	SOMELA	CL		LB CHILE	7,80
7	XX000757	MANGO	DP	SOMELA	CL		LB CHILE	5,13
8	XX000218	INTERRUPTOR	DP	SOMELA	CL	E604	LB CHILE	1,36
9	XX002843	JUEGO DE CEPILLOS PARA PISO FLOTANTE	DP	SOMELA	CL	E604	LB CHILE	4,96
10	XX2402653	BOLSA ELECTROLUX GRIS E40	DP	SOMELA	CL	E604	LB CHILE	5,92
11	XX000121	RODILLO 2000 S	DP	SOMELA	CL		LB CHILE	5,69
12	XX000774	PAS BRUSH	DP	SOMELA	CL		LB CHILE	1,72
13	XX000575	PLACA RETEN SOP TUBO	DP	SOMELA	CL	E604	LB CHILE	0,68
14	XX000236	CARBON	DP	SOMELA	CL		LB CHILE	1,40
15	XX2402246	RODILLO	DP	SOMELA	CL	E604	LB CHILE	3,84
16	XX2402483	CORDON 120V	DP	SOMELA	CL	E604	LB CHILE	7,09

En la tabla 3.18 se registra los consumos mensuales de los códigos citados anteriormente, se ha calculado el consumo del último semestre, el consumo mensual promedio y el consumo mensual ponderado, es decir el consumo mensual aplicado las ponderaciones mensuales mencionadas en la tabla 2.1.

**Tabla 3.18.** Consumo mensual de repuestos Somela del último semestre

ITEM	CODIGO	CONSUMO ENE 2012	CONSUMO FEB 2012	CONSUMO MAR 2012	CONSUMO ABR 2012	CONSUMO MAY 2012	CONSUMO JUN 2012	CONSUMO ULTIMO SEMESTRE	CONSUMO MENSUAL PROMEDIO	CONSUMO MENSUAL PONDERADO
1	XX000100	11	12	13	8	15	14	73	12,17	12,78
2	XX000772	68	79	174	53	128	95	597	99,50	105,68
3	XX2401975	47	27	80	7	51	36	248	41,33	40,50
4	XX000787	17	12	10	22	12	13	86	14,33	14,15
5	XX000779			21	2	1		24	8,00	3,80
6	XX2314150		1			2	7	10	3,33	2,98
7	XX000757			2	1	6	3	12	3,00	3,05
8	XX000218	12	3	3	6		18	42	8,40	8,28
9	XX002843	5	1	1	1		3	11	2,20	1,53
10	XX2402653	1	1	1		1	2	6	1,20	1,15
11	XX000121						3	3	3,00	1,05
12	XX000774				3		3	6	3,00	1,65
13	XX000575	6	1	3	10			20	5,00	2,60
14	XX000236					4		4	4,00	1,00
15	XX2402246	3	1					4	2,00	0,09
16	XX2402483		1					1	1,00	0,03

En la tabla 3.19 se presentan los resultados de los cálculos efectuados para obtener la clasificación ABC de los ítems del ejemplo propuesto.

**Tabla 3.19.** Clasificación ABC de repuestos para cuidado de pisos de Somela del último semestre

ITEM	CODIGO	VALOR MONETARIO MENSUAL (USD)	VALOR MONETARIO ACUMULADO (USD)	VALOR MONETARIO ACUMULADO (%)	NUMERO DE ITEMS (%)	ABC GRUPO
1,00	XX000100	641,81	641,81	61,29%	12,50%	A
2,00	XX000772	154,71	796,52	76,07%		A
3,00	XX2401975	105,30	901,82	86,12%	25,00%	B
4,00	XX000787	41,51	943,33	90,09%		B
5,00	XX000779	26,71	970,04	92,64%		B
6,00	XX2314150	23,24	993,28	94,86%		B
7,00	XX000757	15,65	1 008,93	96,35%	62,50%	C
8,00	XX000218	11,25	1 020,19	97,43%		C
9,00	XX002843	7,59	1 027,78	98,15%		C
10,00	XX2402653	6,80	1 034,58	98,80%		C
11,00	XX000121	5,97	1 040,55	99,37%		C
12,00	XX000774	2,84	1 043,39	99,64%		C
13,00	XX000575	1,77	1 045,16	99,81%		C
14,00	XX000236	1,40	1 046,56	99,95%		C
15,00	XX2402246	0,35	1 046,90	99,98%		C
16,00	XX2402483	0,21	1 047,12	100,00%		C

De los cálculos efectuados en la clasificación ABC se puede resumir en la tabla 3.20, los resultados de la aplicación del principio de Pareto, son dos ítems los que aportan el 76,07% del movimiento de repuestos del último semestre.

**Tabla 3.20.** Resumen de la clasificación ABC de repuestos Somela

CATEGORÍA	NUMERO DE ITEMS	% NUMERO DE ITEMS	% DEL VALOR MONETARIO ACUMULADO
A	2	12,50%	76,07%
B	4	25,00%	18,79%
C	10	62,50%	5,14%

En la tabla 3.21 se ilustra para todos los ítems del inventario que registraron movimiento o consumo durante el primer semestre 2012, la clasificación ABC

correspondientes a los veinte proveedores o fabricas más importantes en la provisión de repuestos.

**Tabla 3.21.** Resumen de la clasificación ABC de repuestos por proveedor

PROVEEDOR	ITEMS POR CATEGORIA				% ITEMS POR CATEGORIA			
	A	B	C	Total	A	B	C	Total
FRIGIDAIRE	63	76	188	327	19%	23%	57%	100%
Electrolux Brasil	57	70	161	288	20%	24%	56%	100%
MIDEA	35	38	124	197	18%	19%	63%	100%
CTI	30	35	111	176	17%	20%	63%	100%
MIDEA OVEN	35	38	90	163	21%	23%	55%	100%
COFLY	13	23	118	154	8%	15%	77%	100%
FIBROACERO	17	20	61	98	17%	20%	62%	100%
MIDEA INTERNATIONAL FOSHAN	12	15	56	83	14%	18%	67%	100%
MIDEA SINGAPURE	1	10	47	58	2%	17%	81%	100%
HAILISHI	6	5	30	41	15%	12%	73%	100%
SANYO	1	6	31	38	3%	16%	82%	100%
Suzhou Kingclean Floorcareco.,ltd	8	5	14	27	30%	19%	52%	100%
HARVEST	4	6	14	24	17%	25%	58%	100%
YA HORNG	5	6	13	24	21%	25%	54%	100%
SOMELA	4	6	12	22	18%	27%	55%	100%
Ningbo Kaibo Group Co., ltd	6	5	10	21	29%	24%	48%	100%
GOLDVAC	2	5	11	18	11%	28%	61%	100%
COFLY OLD	4	5	8	17	24%	29%	47%	100%
EUREKA	5	4	8	17	29%	24%	47%	100%
LEHEL	2	2	9	13	15%	15%	69%	100%
OTROS	31	24	87	142	22%	17%	61%	100%
TOTAL	341	404	1 203	1 948	18%	21%	62%	100%

Para cada categoría se estableció un nivel de servicio (factor z) que permitirá la definición de un inventario de seguridad en mayor cantidad para los ítems A ya que estos nunca deben faltar, un menor nivel de servicio para los ítems tipo B y un mínimo nivel de servicio para los tipo C que representan el 5% del volumen monetario del inventario que se movió en los últimos seis meses.

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 3.21 se observa que 341 ítems A representan el 80% del valor monetario del inventario, 404 códigos son categorizados como ítems B con un valor monetario del 15% y 1 203 ítems son los tipos C que representan el 5% del valor monetario. Importante notar que solo

341 ítems, es decir el 18% de los ítems representan a los pocos que representan la mayor participación en el valor monetario y que deben ser monitoreados con más precisión.

Importante notar que esta clasificación debe ser revisada periódicamente ya que el ciclo de vida del producto, las condiciones del mercado de repuestos, introducción de nuevos modelos o restricciones gubernamentales a las importaciones generan un ambiente dinámico.

Utilizando los resultados obtenidos de la clasificación ABC se puede implementar la política de conteos cíclicos, auditorias más frecuentes a los ítems A podría ser una vez al mes, los ítems B cada dos meses, y los ítems C cada tres meses y los ítems sin clasificación o que no rotaron en los últimos seis meses deberían auditarse cada seis meses.

En la tabla 3.22 se aplica este procedimiento al caso en estudio por lo que se define la necesidad de revisar 85 ítems cada día a fin de llevar un control más exacto al inventario físico de partes.

**Tabla 3.22.** Política de conteo cíclico en ítems A, B y C.

TIPO	CANTIDAD	POLITICAS	NUMERO DE ARTICULOS CONTADOS AL DIA
A	341	Conteo cada mes (20 días)	17
B	404	Conteo cada dos meses (40 días)	10
C	1203	Conteo cada tres meses (60 días)	20
N/A	4484	Conteo cada seis meses (120 días)	38
			85 ítems/día

### **3.4. Cuantificación de requerimientos de ítems según política de inventarios**

En el capítulo uno se expuso los fundamentos para definir el mejor sistema de aprovisionamiento, para el presente caso representa la revisión periódica o sistema P, en vista de que son varios proveedores que suministran una gama de repuestos correspondientes para una variedad de modelos. Con este proceso se logró que para cada proveedor se determine el requerimiento de repuestos cada cierto tiempo una vez revisada la rotación de inventario, la posición del inventario, y el nivel de servicio.

La cuantificación del requerimiento de partes considerando el tiempo entre revisiones y el lead time a partir de las formulas [1.4] y [1.6] permitió para cada proveedor generar un pedido sugerido de partes que debe ser revisado por los responsables de la gestión de repuestos. Si bien el sistema genera cantidades acordes a los próximos requerimientos, son los responsables de la gestión quienes están en el día a día y pueden monitorear algún comportamiento no detectado por el sistema o sugerir alguna cantidad de repuestos para alguna venta puntual.

A continuación en las tablas 3.23 y 3.24 se presenta la información y cálculos para determinar el tiempo entre pedidos o  $TBO_{EOQ}$ , en este caso para un proveedor asiático de aires acondicionados.

**Tabla 3.23.** Datos para el cálculo del tiempo entre pedidos (TBO)

CODIGO	DESCRIPCION	LN	PROVEEDOR	PAIS	MODELO	GRUPO
XXX400000163	Remote Controller	KL	GALANZ	CN	FSX12CM6J	AA ASIATICO
XXX8PI60CO0014	CIRCUITO IMPRESO	KL	GALANZ	CN	FSX18CM6J	AA ASIATICO
XXX2PO60CO0028	COMPRESOR	KL	GALANZ	CN	FSX12CM6J	AA ASIATICO
XXX8PO60CO0027	MOTOR VENTILADOR EXTERNO	KL	GALANZ	CN	FSX18CM6J	AA ASIATICO
XXX000090042	INDOOR FAN MOTOR	KL	GALANZ	CN	FSX12CM6J	AA ASIATICO
XXX500000018	COMPRESOR CAPACITOR	KL	GALANZ	CN	FSX18CM6J	AA ASIATICO
XXX8PI60CO0010	TRANSFORMADOR	KL	GALANZ	CN	FSX18CM6J	AA ASIATICO
XXX2PI60CO0026	MOTOR ELECTRICO SINCRONIC	KL	GALANZ	CN	FSX12CM6J	AA ASIATICO
XXX8PI60CO0012	SENSOR TEMPERATURA AMBIEN	KL	GALANZ	CN	FSX12CM6J	AA ASIATICO

**Tabla 3.24.** Cálculo del tiempo entre pedidos (TBO)

CODIGO	COSTO (USD)	CONSUMO ULTIMO SEMESTRE (UN)	COSTO REPUESTOS CONSUMO UN AÑO (USD)	PARTICIPACION (%)	EOQ (un)	TBO <sub>EOQ</sub> (mes)
XXX400000163	9,23	11,0	203,06	29,80%	33,71	18,39
XXX8PI60CO0014	18,12	1,0	36,24	5,32%	3,06	18,39
XXX2PO60CO0028	80,45	2,0	321,80	47,23%	6,13	18,39
XXX8PO60CO0027	21,14	1,0	42,28	6,21%	3,06	18,39
XXX000090042	15,73	2,0	62,92	9,23%	6,13	18,39
XXX500000018	3,67	1,0	7,34	1,08%	3,06	18,39
XXX8PI60CO0010	2,27	1,0	4,54	0,67%	3,06	18,39
XXX2PI60CO0026	1,25	1,0	2,50	0,37%	3,06	18,39
XXX8PI60CO0012	0,35	1,0	0,70	0,10%	3,06	18,39
TOTAL			681,38	100,00%		

En la tabla 3.25 se presenta el resumen del cálculo de los diferentes tiempos entre pedidos que sirven como referencia para seleccionar el periodo P o tiempo

entre revisiones para el cálculo de los requerimientos de repuestos para el periodo P+L.

Para esta aplicación, y según la tabla 3.25 los primeros siete proveedores nos proporcionan el 80% del volumen de repuestos que se consumieron en el primer semestre del 2012, el tiempo promedio para este grupo de proveedores es 2,9 meses, que para nuestro caso puede ser aproximado a tres meses el tiempo entre revisiones (P) que se utilizará para los diferentes cálculos.

**Tabla 3.25.** Tiempos entre pedidos (TBO) para diferentes proveedores.

	PROVEEDOR	PAIS	GRUPO	ESTADO	TBO <sub>EOO</sub> (mes)
1	Electrolux Brasil FC	BR	FC BRASIL	Activo	3,9
2	COFLY	CN	LB ASIATICO	Activo	2,0
3	CTI	CL	LB CHILE	Activo	2,6
4	MIDEA	CN	LB ASIATICO	Activo	2,7
5	FRIGIDAIRE	US	LB USA	Activo	2,5
6	Electrolux Brasil	BR	LB BRASIL	Activo	2,0
7	SOMELA	CL	LB CHILE	Activo	4,3
8	FIBROACERO	EC	LB ECUADOR	Activo	10,7
9	GOLDVAC	CN	FC ASIATICO	Activo	13,8
10	Suzhou Kingclean Floorcareco.,ltd	CN	FC ASIATICO	Activo	11,9
11	EUREKA	US	FC USA	Activo	12,5
12	COFLY OLD	CN	LB ASIATICO	Activo	18,1
13	MIDEA OVEN	CN	LB ASIATICO	Activo	5,6
14	MIDEA INTERNATIONAL FOSHAN	CN	MO ASIATICO	Activo	8,7
15	Ningbo Kaibo Group Co., ltd	CN	FC ASIATICO	Activo	14,6
16	SANYO	CN	LB ASIATICO	Activo	3,6
17	SWAN	CN	LB ASIATICO	Activo	12,6
18	YA HORNG	BR	SA BRASIL	Activo	14,1
19	1726	EC	C LOCAL	Activo	2,1
20	Haily Corp	CN	LB ASIATICO	Activo	19,7
21	MIDEA FRIG	CN	LB ASIATICO	Activo	11,0
22	LEHEL	CN	FC ASIATICO	Activo	8,1
23	MIDEA SINGAPURE	CN	AA ASIATICO	Activo	12,1
24	HARVEST	BR	SA BRASIL	Activo	27,3
25	HAILISHI	CN	LB ASIATICO	Activo	7,4
26	FOSHAN	CN	MO ASIATICO	Activo	65,2
27	WUXI	CN	LB ASIATICO	Activo	16,9

**Tabla 3.25.** Tiempos entre pedidos (TBO) para diferentes proveedores (continuación...)

	PROVEEDOR	PAIS	GRUPO	ESTADO	TBO <sub>EEO</sub> (mes)
28	Midea international TR.	CN	LB ASIATICO	Activo	31,6
29	GALANZ	BR	SA BRASIL	Activo	207,3
30	GALANZ	CN	AA ASIATICO	Activo	18,4
31	DONLIM	BR	SA BRASIL	Activo	23,2
32	TSANN	BR	SA BRASIL	Activo	83,7
33	KING CLEAN 2	CN	FC ASIATICO	Activo	28,4
34	Hefei Meiling	CN	LB ASIATICO	Activo	30,9
35	SHEN	BR	SA BRASIL	Activo	461,9
36	Midea international trading	CN	LB ASIATICO	Activo	26,6
37	ZHONGYI	CN	LB ASIATICO	Activo	19,7
38	MIDEA SA	CN	SA BRASIL	Activo	45,2
39	AIRTEK	HU	FC HUNGRIA	Activo	171,8
40	Electrolux Brasil ACC	BR	LB BRASIL	Activo	2,0
41	Ningbo AAA Group Electric Appliance Co.,Ltd.	CN	SA BRASIL	Activo	80,0
42	MIDEA AIRCOOLER	CN	AA ASIATICO	Activo	74,8
43	Uniright	CN	SA BRASIL	Activo	114,5
44	Electrolux Brasil SA	BR	SA BRASIL	Activo	223,5

De acuerdo a los resultados de la tabla 3.25 se debe indicar que el tiempo entre pedidos optimo o TBO para los proveedores que suministran el 20 % del volumen de repuestos tiene un promedio de 52 meses y varía desde los dos meses hasta los 461 meses.

Los resultados que generados en la tabla 3.25 con altos tiempos entre pedidos se debe principalmente a que los proveedores registran bajo consumo de repuestos, cuyo costo es relativamente bajo. Para estos proveedores cuyos repuestos tienen baja rotación es necesaria la implementación de acciones puntuales, y es válido cuestionarse si es conveniente disponer de repuestos para esos modelos.

Una vez definidos todos los parámetros y complementado con la recopilación de datos de inventario disponible, tránsitos, consumo promedio mensual ponderado, desviación estándar y nivel de servicio que son colocados en la hoja de cálculo se procede a calcular los requerimientos de repuestos que representarán los próximos pedidos sugeridos de importación.

En las tablas 3.26, 3.27 y 3.28 se ilustra un ejemplo del procedimiento para el cálculo de los requerimientos de repuestos según el sistema de revisión periódica P, para repuestos de la línea de congeladores del proveedor Frigidaire.

**Tabla 3.26.** Datos para el cálculo de requerimientos según sistema P

CODIGO	DESCRIPCION	LN	PROVEEDOR	COSTO (USD)	CONSUMO ULTIMO SEMESTRE (UN)	CONSUMO MES PROMEDIO 6M	CONSUMO MES PONDERADO (d)	DESVIACION ST MES (σ)
XXX3918358	FILTER DRIER	KB	FRIGIDAIRE	6,87	71	11,833	7,250	11,940
XXX032422	LID	KB	FRIGIDAIRE	22,04	5	1,667	1,220	1,155
XXX130127	LID, WHITE	KB	FRIGIDAIRE	18,92	6	1,500	0,700	1,000
XXX893100	ASSY-HIGH	KB	FRIGIDAIRE	16,67	2	1,000	0,600	0,000
XXX282800	ELECTRONIC COLD CONTROL	KB	FRIGIDAIRE	16,56	4	1,000	0,600	0,000
XXX522311	Gasket-door, black	KB	FRIGIDAIRE	12,61	2	2,000	0,700	0,000
XXX117927	PANEL LID	KB	FRIGIDAIRE	16,52	3	1,500	0,410	0,707
XXX216600	Thermostat,defrost	KB	FRIGIDAIRE	4,65	9	3,000	1,350	2,000
XXX481401	GASKET LID	KB	FRIGIDAIRE	9,17	3	1,500	0,550	0,707
XXX241800	Control-electronic, assy, white, 115V	KB	FRIGIDAIRE	14,07	1	1,000	0,350	0,000
XXX522312	Gasket-door, white	KB	FRIGIDAIRE	11,12	2	1,000	0,370	0,000
XXX152201	Condenser	KB	FRIGIDAIRE	10,60	1	1,000	0,350	0,000
XXX514607	Gasket,frzr door seal ,white ,magnetic	KB	FRIGIDAIRE	13,00	2	1,000	0,270	0,000
XXX730700	HEATER DEFROST	KB	FRIGIDAIRE	8,04	1	1,000	0,350	0,000
XXX051001	CONTROLLER COMPRESOR	KB	FRIGIDAIRE	4,68	2	1,000	0,550	0,000
XXX912900	Panel-lid, white	KB	FRIGIDAIRE	10,05	1	1,000	0,150	0,000
XXX322000	HINGE	KB	FRIGIDAIRE	3,32	2	2,000	0,400	0,000
XXX788100	CONTROL TEMPERATURE	KB	FRIGIDAIRE	3,49	1	1,000	0,350	0,000
XXX8037992	SENSOR ASSY	KB	FRIGIDAIRE	5,55	1	1,000	0,200	0,000
XXX744500	TIMER-DEFROST	KB	FRIGIDAIRE	3,13	1	1,000	0,350	0,000
XXX844500	CONTROL TEMPERATURE	KB	FRIGIDAIRE	2,98	1	1,000	0,250	0,000
XXX714600	CONTROL TEMPERATURE	KB	FRIGIDAIRE	3,47	1	1,000	0,200	0,000
XXX035400	HINGE	KB	FRIGIDAIRE	3,40	1	1,000	0,200	0,000
XXX872200	THERMOSTAT DEFROST	KB	FRIGIDAIRE	1,72	2	1,000	0,380	0,000
XXX954208	CONTROLLER COMPRESSOR	KB	FRIGIDAIRE	3,00	1	1,000	0,150	0,000
XXX545901	DIFFUSER-AIR, TOP	KB	FRIGIDAIRE	0,46	5	1,667	0,910	0,577
XXX522309	Gasket-door,white	KB	FRIGIDAIRE	10,98	1	1,000	0,030	0,000
XXX243800	Switch, light/lamp, plunger	KB	FRIGIDAIRE	0,88	1	1,000	0,350	0,000
XXX658101	THERMOSTAT	KB	FRIGIDAIRE	1,96	1	1,000	0,150	0,000
XXX898700	CONTROL BOARD ELECTRONIC	KB	FRIGIDAIRE	0,85	1	1,000	0,250	0,000
XXX469301	GASKET-DOOR, WHITE	KB	FRIGIDAIRE	10,18	1	1,000	0,020	0,000
XXX954203	CONTROLLER	KB	FRIGIDAIRE	3,56	1	1,000	0,030	0,000
XXX051002	CONTROLLER	KB	FRIGIDAIRE	3,31	1	1,000	0,020	0,000
XXX457701	Plate-door closer	KB	FRIGIDAIRE	0,22	1	1,000	0,200	0,000
XXX713700	BUZZER ALARM	KB	FRIGIDAIRE	0,59	2	2,000	0,060	0,000



Tabla 3.28. Resultados del sistema de revisión periódica P

CODIGO	VALOR MONETARIO	VALOR MONETARIO ACUM	% ACUM	ABC GRUPO	FACTOR	P	L	IP	T	T-IP
XXX3918358	49,84	49,84	29%	A	1,28	3	3	74	81	7
XXX032422	26,89	76,73	45%	A	1,28	3	3	12	11	-1
XXX130127	13,24	89,97	53%	A	1,28	3	3	12	7	-5
XXX893100	10,00	99,98	59%	A	1,28	3	3	2	4	2
XXX282800	9,94	109,91	65%	A	1,28	3	3	3	4	1
XXX522311	8,83	118,74	70%	A	1,28	3	3	4	4	0
XXX117927	6,77	125,51	74%	A	1,28	3	3	5	5	0
XXX216600	6,28	131,79	78%	A	1,28	3	3	8	14	6
XXX481401	5,04	136,84	80%	B	1,04	3	3	7	5	-2
XXX241800	4,92	141,76	83%	B	1,04	3	3	19	2	-17
XXX522312	4,11	145,87	86%	B	1,04	3	3	4	2	-2
XXX152201	3,71	149,58	88%	B	1,04	3	3	2	2	0
XXX514607	3,51	153,09	90%	B	1,04	3	3	2	2	0
XXX730700	2,81	155,91	92%	B	1,04	3	3	15	2	-13
XXX051001	2,57	158,48	93%	B	1,04	3	3	6	3	-3
XXX912900	1,51	159,99	94%	B	1,04	3	3	2	1	-1
XXX322000	1,33	161,32	95%	B	1,04	3	3	8	2	-6
XXX788100	1,22	162,54	96%	C	0,52	3	3	17	2	-15
XXX8037992	1,11	163,65	96%	C	0,52	3	3	9	1	-8
XXX744500	1,10	164,75	97%	C	0,52	3	3	4	2	-2
XXX844500	0,75	165,49	97%	C	0,52	3	3	10	2	-8
XXX714600	0,69	166,19	98%	C	0,52	3	3	5	1	-4
XXX035400	0,68	166,87	98%	C	0,52	3	3	3	1	-2
XXX872200	0,65	167,52	99%	C	0,52	3	3	7	2	-5
XXX954208	0,45	167,97	99%	C	0,52	3	3	3	1	-2
XXX545901	0,42	168,39	99%	C	0,52	3	3	6	6	0
XXX522309	0,33	168,72	99%	C	0,52	3	3	0	0	0
XXX243800	0,31	169,03	99%	C	0,52	3	3	16	2	-14
XXX658101	0,29	169,32	100%	C	0,52	3	3	3	1	-2
XXX898700	0,21	169,53	100%	C	0,52	3	3	2	2	0
XXX469301	0,20	169,74	100%	C	0,52	3	3	3	0	-3
XXX954203	0,11	169,84	100%	C	0,52	3	3	6	0	-6
XXX051002	0,07	169,91	100%	C	0,52	3	3	5	0	-5
XXX457701	0,04	169,95	100%	C	0,52	3	3	7	1	-6
XXX713700	0,04	169,99	100%	C	0,52	3	3	4	0	-4

De acuerdo a los cálculos efectuados en el listado de partes Frigidaire para congeladores habría que solicitar cuatro ítems para esta línea de producto, corresponden a los códigos resaltados cuyo valor a reponer corresponde a la diferencia entre el nivel de inventario objetivo T y el valor de la posición del inventario IT

Importante anotar que a cada repuesto al que se le asignó una categoría en A, B o C con su correspondiente nivel de servicio, siendo el 90% para los ítems A, 85% para los ítems B y 70% para los ítems C, esta parametrización generalizada puede modificarse ya que depende del criterio del responsable de la gestión de aprovisionamiento modificarlos de acuerdo a su experiencia, criterio técnico, introducción de nuevos modelos o según las condiciones particulares de cada proveedor.

Bajo el mismo modelo de cálculo del requerimientos mediante sistema de revisión periódica P efectuado anteriormente para repuestos de la línea de congeladores Frigidaire, se aplicó a todos los proveedores generando los respectivos pedidos sugeridos de partes, para los principales proveedores se observa que la cantidad de ítems es importante, mientras que para los proveedores menos importantes los requerimientos son mínimos por el orden de 30 unidades, en aquellos casos no justificaría su provisión ya que el costo de importar sería demasiado elevado para su utilización en garantía o venta al público, en este caso deben desarrollarse otros mecanismos para proveer esos repuestos.

De la aplicación práctica al inventario total y tomando como referencia solo los ítems activos que tuvieron movimiento en el último semestre, se puede resumir que el inventario objetivo (T) se ubicó en 30 137 unidades, la posición del inventario fue de 13 302 unidades, la cantidad de ítems que deben reponerse 16 835 unidades divididos entre 440 códigos de todas las líneas y proveedores de repuestos. Importante notar que el inventario objetivo (T) está directamente relacionado con el lead time (L) por lo que el horizonte de programación varía de

proveedor a proveedor. El lead time varía desde un mes para proveedores locales hasta seis meses para proveedores asiáticos.

La información presentada fue de carácter didáctico, por políticas internas de la organización donde se efectuó el presente caso de estudio no se amplía la información de los pedidos de repuestos para otros proveedores.

### **3.5. Diseño del sistema de pronósticos de demanda**

A fin de disponer de valores referenciales del consumo de repuestos a nivel global y a nivel de código de repuestos, en el proyecto se diseñó el sistema de control de pronósticos, en el mismo se evaluó la exactitud de diferentes métodos que fueron calculados a través del aplicativo Excel OM3, que acompaña al texto de Heizer y Render denominado Principios de Administración de Operaciones en su séptima edición.

Con el propósito de ser didácticos en la exposición del procedimiento empleado se efectuó el cálculo de los pronósticos para la demanda total de repuestos, el pronóstico para la demanda de un proveedor y finalmente se pronosticó la demanda del próximo trimestre por código de repuesto.

En vista de la dinámica de la gestión de repuestos, el estudio del pronóstico se enfocó en un horizonte de tiempo al corto plazo (trimestral) para lo cual se utilizaron métodos cuantitativos como análisis de series de tiempo y regresión lineal, con apoyo del software Excel OM3.

En la tabla 3.29 se presentan los consumos de repuestos por trimestre que van a ser pronosticados mediante diferentes técnicas apoyados en software OM3. Seguidamente en la tabla 3.30 se presenta la aplicación de pronóstico mediante

el método estacional multiplicativo, seleccionada de antemano ya que presenta los mejores resultados.

**Tabla 3.29.** Consumo de repuestos 2009-jun 2012 por trimestre

Data		
Period	Demand (y)	Time (x)
Trimestre 1	5 772	1
Trimestre 2	6 747	2
Trimestre 3	7 018	3
Trimestre 4	4 763	4
Trimestre 5	7 833	5
Trimestre 6	8 046	6
Trimestre 7	10 569	7
Trimestre 8	8 765	8
Trimestre 9	11 207	9
Trimestre 10	10 964	10
Trimestre 11	10 281	11
Trimestre 12	14 941	12
Trimestre 13	16 342	13
Trimestre 14	16 199	14

**Tabla 3.30.** Cálculo del pronóstico mediante método estacional multiplicativo

Forecasts and Error Analysis									
Average	Ratio	Seasonal	Smoothed	Unadjusted	Adjusted	Error	Error	Error^2	Abs Pct Err
9 960,50	0,58	1,03	5 587,99	4 701,80	4 856,63	915,37	915,37	8,38E+05	15,86%
9 960,50	0,68	1,05	6 407,04	5 510,83	5 803,23	943,77	943,77	8,91E+05	13,99%
9 960,50	0,70	0,93	7 525,06	6 319,86	5 894,01	1 123,99	1 123,99	1,26E+06	16,02%
9 960,50	0,48	0,95	4 999,32	7 128,89	6 791,91	-2 028,91	2 028,91	4,12E+06	42,60%
9 960,50	0,79	1,03	7 583,28	7 937,92	8 199,32	-366,32	366,32	1,34E+05	04,68%
9 960,50	0,81	1,05	7 640,59	8 746,95	9 211,06	-1 165,06	1 165,06	1,36E+06	14,48%
9 960,50	1,06	0,93	11 332,62	9 555,98	8 912,08	1 656,92	1 656,92	2,75E+06	15,68%
9 960,50	0,88	0,95	9 199,88	10 365,02	9 875,06	-1 110,06	1 110,06	1,23E+06	12,66%
9 960,50	1,13	1,03	10 849,72	11 174,05	11 542,01	-335,01	335,01	1,12E+05	02,99%
9 960,50	1,10	1,05	10 411,57	11 983,08	12 618,89	-1 654,89	1 654,89	2,74E+06	15,09%
9 960,50	1,03	0,93	11 023,82	12 792,11	11 930,14	-1 649,14	1 649,14	2,72E+06	16,04%
9 960,50	1,50	0,95	15 682,30	13 601,14	12 958,21	1 982,79	1 982,79	3,93E+06	13,27%
9 960,50	1,64	1,03	15 821,01	14 410,17	14 884,70	1 457,30	1 457,30	2,12E+06	08,92%
9 960,50	1,63	1,05	15 382,80	15 219,20	16 026,72	172,28	172,28	2,97E+04	01,06%
					Total	-56,98	16 561,81	2,42E+07	193,33%
Average		Intercept	3 892,77			-4,07	1 182,99	1,73E+06	13,81%
		Slope	809,03			Bias	MAD	MSE	MAPE
							SE	1 740,44	

Como resultado de la aplicación del software, a continuación en la tabla 3.31 se presenta los índices estacionales que calcula el software para el pronóstico del consumo total de repuestos.

**Tabla 3.31.** Índices estacionales, método estacional multiplicativo

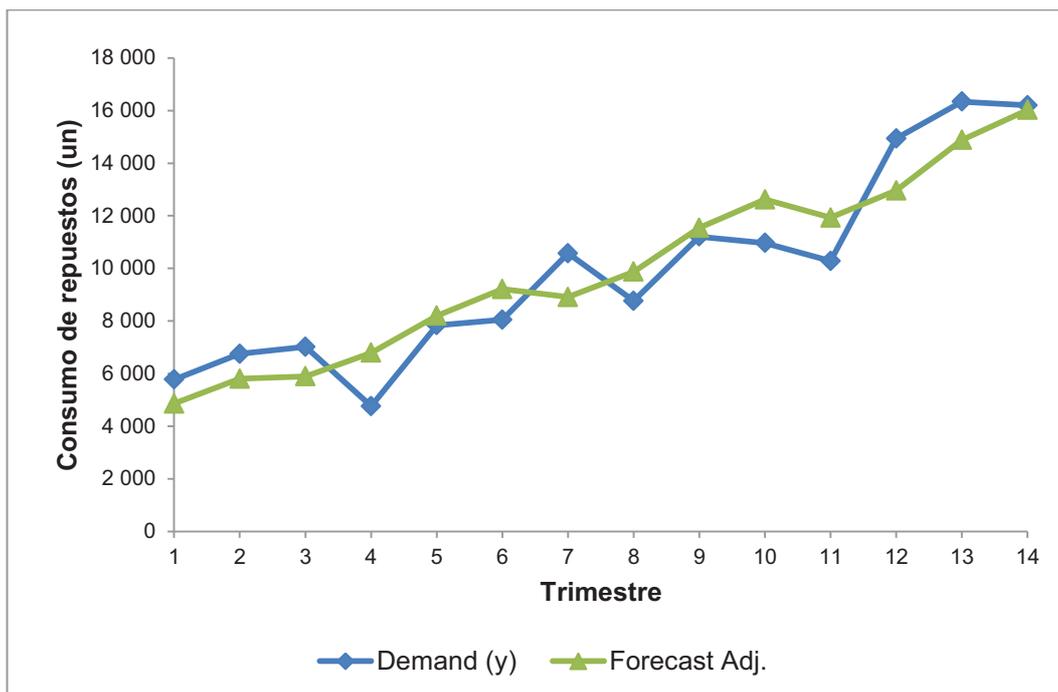
<b>Ratios</b>				
	Season 1	Season 2	Season 3	Season 4
	0,58	0,68	0,70	0,48
	0,79	0,81	1,06	0,88
	1,13	1,10	1,03	1,50
	1,64	1,63		
Average	1,03	1,05	0,93	0,95

Una vez ejecutada la aplicación en la tabla 3.32 se presentan los pronósticos para los próximos trimestres.

**Tabla 3.32.** Pronóstico mediante método estacional multiplicativo

<b>Forecasts</b>		
Period	Unadjusted	Seasonal
15	16 028,23	0,93
16	16 837,26	0,95
17	17 646,29	1,03
18	18 455,32	1,05

En la figura 3.27 se ilustran los resultados del pronóstico mediante método estacional multiplicativo y los datos de consumo total, a fin de observar el comportamiento de la técnica aplicada.



Period	Demand (y)	Forecast Adj.
Trimestre 1	5 772	4 857
Trimestre 2	6 747	5 803
Trimestre 3	7 018	5 894
Trimestre 4	4 763	6 792
Trimestre 5	7 833	8 199
Trimestre 6	8 046	9 211
Trimestre 7	10 569	8 912
Trimestre 8	8 765	9 875
Trimestre 9	11 207	11 542
Trimestre 10	10 964	12 619
Trimestre 11	10 281	11 930
Trimestre 12	14 941	12 958
Trimestre 13	16 342	14 885
Trimestre 14	16 199	16 027

**Figura 3.27.** Demanda real y pronóstico del consumo total de repuestos mediante método estacional multiplicativo

En la tabla 3.32 y 3.33 se ilustra un comparativo de la aplicación de diferentes técnicas para el consumo total de repuestos, ahí podemos visualizar los resultados de la aplicación de cada técnica y sus resultados.

**Tabla 3.32.** Resumen aplicación diferentes técnicas al pronóstico del consumo total de repuestos periodo 2009- junio 2012.

TECNICA	PARAMETROS	Average Bias	Average MAD	Average MSE	Average MAPE	SE
Promedio móvil	Dos Trimestres	1 228,08	1 805,83	4,66E+06	18,21%	2 365,61
Promedio móvil	Tres Trimestres	1 694,00	2 026,97	6,13E+06	18,76%	2 737,56
Promedio móvil	Cuatro Trimestres	2 365,33	2 384,38	7,81E+06	19,79%	3 124,69
Promedio móvil ponderado	Dos Trimestres, 0,3 y 0,7 (reciente)	1 051,92	1 714,70	4,34E+06	17,68%	2 280,99
Promedio móvil ponderado	Tres Trimestres, 0,1, 0,2 y 0,7 (reciente)	1 179,67	1 836,71	4,82E+06	18,44%	2 428,00
Suavización exponencial	alfa 0,9	827,20	1 464,85	3,83E+06	15,74%	2 113,90
Suavización exponencial	alfa 0,3	1 928,32	2 155,12	7,02E+06	20,18%	2 862,32
Suavización exponencial y tendencia	alfa 0,8, beta 0,5	917,92	1 565,23	3,86E+06	17,20%	2 121,30
Regresión lineal		0,00	1 184,03	1,90E+06	14,03%	1 489,86
Estacional Multiplicativo	4 estaciones	- 4,07	1 182,99	1,73E+06	13,81%	1 740,44

Por los resultados expuestos en la tabla 3.32 como criterios para selección del sistema de pronóstico se utilizará en orden de jerarquía: (1) mínima MAD, (2) mínimo MAPE, (3) mínima desviación estándar (SE).

Para la aplicación del presente proyecto, el sistema que pronosticará la demanda de repuestos se efectuará utilizando el método estacional multiplicativo, ya que esta cumple con los criterios de selección antes mencionado.

**Tabla 3.32.** Resumen aplicación diferentes técnicas al pronóstico del consumo total de repuestos periodo 2009- junio 2012 (continuación...)

TECNICA	PARAMETROS	Next period	Correlation	Average Señal de rastreo (RSFE/MAD)	Desv. Est. Señal de rastreo (RSFE/MAD)
Promedio móvil	Dos Trimestres	16 270,50		3,44	2,80
Promedio móvil	Tres Trimestres	15 827,33		3,97	3,33
Promedio móvil	Cuatro Trimestres	14 440,75		5,46	2,99
Promedio móvil ponderado	Dos Trimestres, 0,3 y 0,7 (reciente)	16 241,90		3,01	2,55
Promedio móvil ponderado	Tres Trimestres, 0,1, 0,2 y 0,7 (reciente)	16 101,80		2,85	2,53
Suavización exponencial	alfa 0,9	16 194,70		3,67	2,44
Suavización exponencial	alfa 0,3	13 870,96		6,13	3,92
Suavización exponencial y tendencia	alfa 0,8, beta 0,5	17 760,67		4,18	2,24
Regresión lineal		16 131,32	0,9233	-0,02	1,70
Estacional Multiplicativo	4 estaciones	14 948,20		0,09	0,51

Bajo el mismo procedimiento a continuación se presentan los resultados de la aplicación de las diferentes técnicas para el grupo de repuestos del proveedor Cofly en la tabla 3.33.

**Tabla 3.33.** Resumen de la aplicación de diferentes técnicas al pronóstico de repuestos del proveedor Cofly para el periodo 2009- junio 2012.

TECNICA	PARAMETROS	Average Bias	Average MAD	Average MSE	Average MAPE	SE
Promedio móvil	Dos Trimestres	318,46	385,29	2,88E+05	28,45%	588,28
Promedio móvil	Tres Trimestres	461,61	489,30	4,27E+05	29,79%	722,18
Promedio móvil	Cuatro Trimestres	604,03	604,03	5,49E+05	33,24%	828,32
Promedio móvil ponderado	Dos Trimestres, 0.3 y 0.7 (reciente)	276,51	373,34	2,63E+05	28,06%	561,35
Promedio móvil ponderado	Tres Trimestres, 0.1,0.2 y 0.7 (reciente)	332,72	420,39	3,04E+05	28,08%	609,41
Suavización exponencial	alfa 0.9	177,39	378,15	2,31E+05	33,00%	519,47
Suavización exponencial	alfa 0.3	383,73	517,18	4,54E+05	42,96%	727,81
Suavización exponencial y tendencia	alfa 0.8,beta 0.5	194,52	348,12	2,16E+05	28,22%	502,23
Regresión lineal		0,00	350,28	1,71E+05	38,04%	447,09
Estacional multiplicativo	4 estaciones	5,10	307,51	1,29E+05	33,24%	475,61

Considerando como criterio de selección la mínima MAD y mínima MAPE, los valores del pronóstico resultado de la aplicación del método estacional multiplicativo son los datos iniciales para el cálculo del pronóstico en unidades para cada código de repuesto.

**Tabla 3.33.** Resumen de la aplicación de diferentes técnicas al pronóstico de repuestos del proveedor Cofly para el periodo 2009- junio 2012 (**continuación...**)

TECNICA	PARAMETROS	Next period	Correlation	Average Señal de rastreo (RSFE/MAD)	Desv. Est. Señal de rastreo (RSFE/MAD)
Promedio móvil	Dos Trimestres	3 104,00		3,90	3,74
Promedio móvil	Tres Trimestres	2 840,00		5,06	3,53
Promedio móvil	Cuatro Trimestres	2 559,00		5,50	3,03
Promedio móvil ponderado	Dos Trimestres, 0.3 y 0.7 (reciente)	3 043,60		3,43	3,37
Promedio móvil ponderado	Tres Trimestres, 0.1,0.2 y 0.7 (reciente)	2 949,30		3,92	2,93
Suavización exponencial	alfa 0.9	2 973,13		1,58	3,35
Suavización exponencial	alfa 0.3	2 349,65		2,42	4,62
Suavización exponencial y tendencia	alfa 0.8,beta 0.5	3 436,44		2,45	3,71
Regresión lineal		2 823,73	0,8885	-0,12	2,09
Estacional multiplicativo	4 estaciones	2 246,94		0,66	1,69

Para definir la cantidad de repuestos para cada código, se toma el valor que corresponde al siguiente periodo de 2 247 unidades y se le agrega dos MAD por un valor de 615 unidades con lo que se cubriría un 89% el error del pronóstico. De ahí que la demanda del próximo periodo sería de 2 862 unidades.

En la tabla 3.34 se ilustra un extracto del cálculo en unidades para cada código del tipo A, para el efecto se determinó el porcentaje en participación del consumo promedio mensual de cada código, multiplicado por la demanda del próximo trimestre.

**Tabla 3.34.** Extracto del pronóstico en unidades para el proveedor Cofly para los ítems A.

CODIGO	DESCRIPCION	LN	PROVEEDOR	CONSUMO 6 M	CONSUMO MES PROMEDIO 6M	CONSUMO MES PONDERADO 6M	DESVIACION ST MES	ABC GRUPO	PARTICIPACION (%)	PRONOSTICO JUL-SEP 12 (un)
03152000S	SPIN MOTOR	KT	COFLY	406	67,67	63,53	32,15	A	5,75%	164
KF2008S00305	SPIN MOTOR	KT	COFLY	162	27,00	37,21	18,07	A	3,37%	96
KF2008S00303	WASH MOTOR	KT	COFLY	92	15,33	16,76	4,89	A	1,52%	43
02642000S0108	INSULATION BUSHING	KT	COFLY	308	51,33	42,77	33,95	A	3,87%	111
03070988S3700	REDUCED ASSY	KT	COFLY	391	65,17	62,88	19,01	A	5,69%	162
KF2000S22002	WASH TIMER	KT	COFLY	468	78,00	80,08	86,81	A	7,24%	207
03030618S00	WASH TIMER	KT	COFLY	297	49,50	68,37	39,95	A	6,18%	177
KF988S00210	METAL ASS'Y	KT	COFLY	131	26,20	29,92	19,31	A	2,71%	77
KF2008S00201	WASHING TUB	KT	COFLY	37	6,17	7,04	2,64	A	0,64%	18
03010988S	WASH MOTOR	KT	COFLY	49	8,17	6,26	3,87	A	0,57%	16
KF2008S00402	SPIN TUB	KT	COFLY	75	12,50	12,74	5,75	A	1,15%	33
KF918S00016	SPIN LID	KT	COFLY	63	10,50	11,09	4,32	A	1,00%	29
KF2012S00306	SPIN MOTOR	KT	COFLY	9	4,50	2,85	2,12	A	0,26%	7

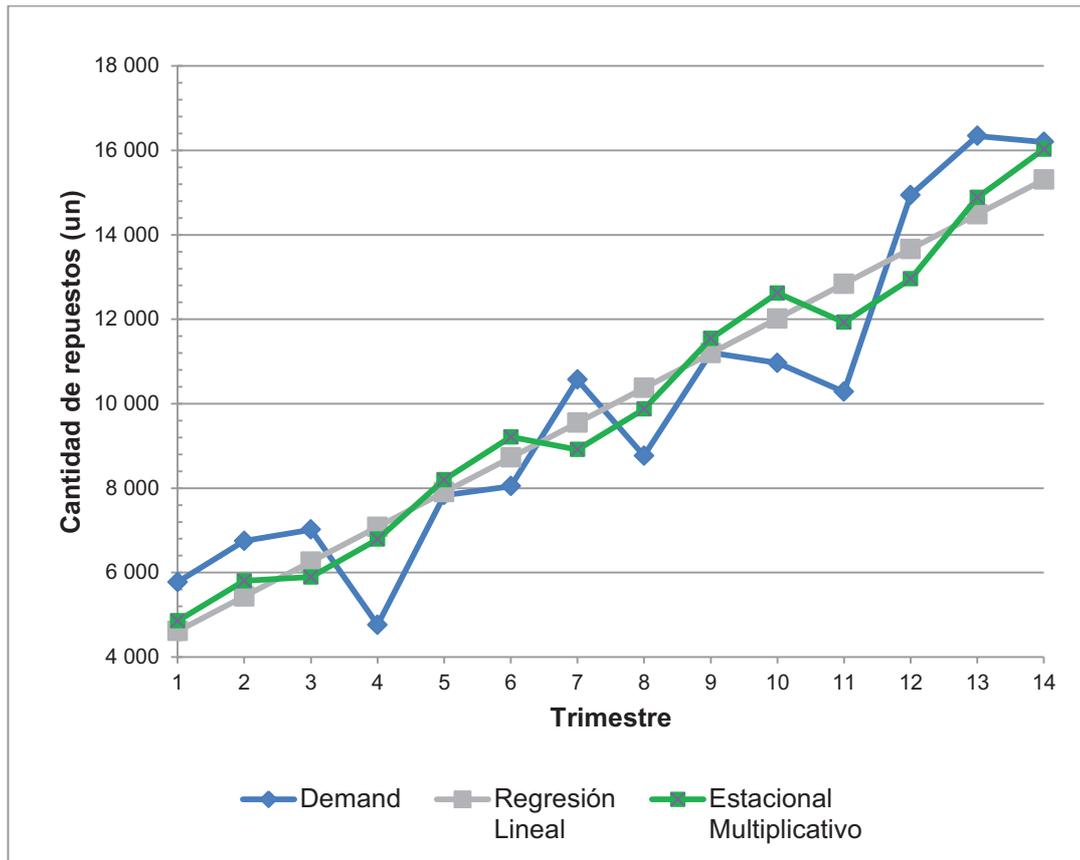
En la tabla 3.35 a continuación se resumen los resultados del pronóstico de la demanda aplicando diferentes técnicas, considerando los mismos parámetros enunciados en el apartado 2.5.

**Tabla 3.35.** Resumen de datos pronosticados mediante diferentes técnicas, periodo 2009-junio 2012.

Period	Time (x)	Demand	P. Movil 2 T	P. Movil 3 T	P. Movil 4 T	P. Movil Pond. 2 T	P. Movil Pond. 3 T	Suav. Exp. Alfa 0,9	Suav. Exp. Alfa 0,3	Suav. Exp. Y Tend. Alfa 0,8, Beta 0,5	Regresión Lineal	Estacional Multiplicativo
Trimestre 1	1	5 772						5 772	5 772		4 612	4 857
Trimestre 2	2	6 747						5 772	5 772	4 040	5 435	5 803
Trimestre 3	3	7 018	6 260			6 455		6 650	6 065	6 711	6 258	5 894
Trimestre 4	4	4 763	6 883	6 512		6 937	6 839	6 981	6 351	7 585	7 081	6 792
Trimestre 5	5	7 833	5 891	6 176	6 075	5 440	5 412	4 985	5 874	4 827	7 904	8 199
Trimestre 6	6	8 046	6 298	6 538	6 590	6 912	7 138	7 548	6 462	7 934	8 726	9 211
Trimestre 7	7	10 569	7 940	6 881	6 915	7 982	7 675	7 996	6 937	8 770	9 549	8 912
Trimestre 8	8	8 765	9 308	8 816	7 803	9 812	9 791	10 312	8 027	11 676	10 372	9 875
Trimestre 9	9	11 207	9 667	9 127	8 803	9 306	9 054	8 920	8 248	9 649	11 195	11 542
Trimestre 10	10	10 964	9 986	10 180	9 647	10 474	10 655	10 978	9 136	11 821	12 017	12 619
Trimestre 11	11	10 281	11 086	10 312	10 376	11 037	10 793	10 965	9 684	11 718	12 840	11 930
Trimestre 12	12	14 941	10 623	10 817	10 304	10 486	10 510	10 349	9 863	10 576	13 663	12 958
Trimestre 13	13	16 342	12 611	12 062	11 848	13 543	13 611	14 482	11 387	15 822	14 486	14 885
Trimestre 14	14	16 199	15 642	13 855	13 132	15 922	15 456	16 156	12 873	18 200	15 309	16 027

Por los resultados expuestos en las tabla 3.33, se puede determinar que la aplicación del método estacional multiplicativo y regresión lineal son las técnicas que mejor pronóstico generan debido al menor MAD y MAPE, siendo la primera técnica la seleccionada para la ejecución de cálculos posteriores.

En la figura 3.28 que a continuación se presenta, se ha ilustrado las dos técnicas que generaron mejores resultados respecto al pronóstico de la demanda de repuestos para el periodo 2009 hasta junio 2012. En la figura se observa que en el método estacional multiplicativo, el pronóstico sigue a la demanda con valores sobre o debajo de los datos de la demanda, con cierta estacionalidad en los trimestres 3, y 7.



**Figura 3.28.** Demanda y pronóstico del consumo de repuestos mediante varias técnicas

Por lo mencionado anteriormente, para la demanda total de repuestos, la técnica del pronóstico que mejor se desempeña respecto a la demanda corresponde al método estacional multiplicativo, para validar esta enunciado estos cálculos también se efectuaron para los principales proveedores, es decir aquellos que representan el 80% de la demanda de repuestos. En la tabla 3.36 se observa que para los principales proveedores el método estacional multiplicativo presenta el mejor desempeño.

**Tabla 3.36.** Selección del pronóstico por proveedor, periodo 2009- jun 2012.

TECNICA	PARAMETROS	Average Bias	Average MAD	Average MSE	Average MAPE	SE	Next period	PROVEEDOR
Estacional multiplicativo	4 estaciones	-4,07	1 182,99	1,73E+06	13,81%	1 740,44	14 948	Demanda Total
Estacional multiplicativo	4 estaciones	0,73	304,56	1,24E+05	19,20%	466,19	2 277	Electrolux Brasil FC
Estacional multiplicativo	4 estaciones	5,10	307,51	1,29E+05	33,24%	475,61	2 247	COFLY
Estacional multiplicativo	4 estaciones	0,06	222,84	9,37E+04	19,84%	404,84	1 366	CTI
Estacional multiplicativo	4 estaciones	0,38	168,61	3,98E+04	18,42%	263,78	1 878	MIDEA
Estacional multiplicativo	4 estaciones	1,05	143,52	2,70E+04	19,15%	217,46	1 184	FRIGIDAIRE
Estacional multiplicativo	4 estaciones	-0,52	93,59	1,32E+04	11,65%	151,75	1 030	Electrolux Brasil
Estacional multiplicativo	4 estaciones	-0,59	126,98	2,59E+04	35,10%	212,72	923	SOMELA
Regresión lineal		0,00	184,46	6,19E+04	646,92%	268,82	855	A. JACOME
Estacional multiplicativo	4 estaciones	0,76	65,15	6,30E+03	31,84%	104,96	586	FIBROACERO
Estacional multiplicativo	4 estaciones	-0,13	50,65	4,07E+03	22,40%	84,34	194	GOLDVAC

Según la tabla 3.36 en la que se resume las técnicas seleccionadas para cada proveedor, se puede concluir que en general el método estacional multiplicativo brinda los mejores pronósticos ya que presentó los mejores resultados en nueve de los diez proveedores. Para la selección de la técnica en cada caso considero que el pronóstico registre la menor MAD, MAPE y SE.

Una vez definido para cada proveedor el valor del pronóstico en unidades de repuestos para el siguiente trimestre se procede a determinar el número de unidades para cada código, utilizando el mismo procedimiento en el numeral 2.5.

El enfoque gerencial de un valor del pronóstico y su rango de error se puede aplicar en el sentido de que si el valor pronosticado es 14 948 unidades con una MAD de 1 183 unidades, se puede afirmar que existe una probabilidad del 89% de que la demanda real se encuentre dentro de un valor  $\pm 2$  MAD, en el caso propuesto se tendrá un nivel de confianza del 89% de que la cantidad de unidades requeridas para el próximo trimestre se encuentre entre 12 582 y 17 314 unidades.

### **3.6. Propuesta de control de pronósticos**

Con relación al control del pronóstico se determinó como límites de control superior e inferior valores de  $\pm 1,5$  MAD, con este valor la probabilidad de que la señal de rastreo exceda los límites de control es del 77% aproximadamente, en la práctica algunos autores sugieren que este límite de control se situé entre 1 y 4 MAD. Con  $\pm 1$  MAD se tendría un 57,62% mientras que con  $\pm 4$  MAD un 99,86%. El sistema de rastreo debe ser capaz de informar cuando el pronóstico sale de los límites deseables.

Para llevar a cabo el control de pronóstico aplicado al consumo total de repuestos en la tabla 3.37 se presenta el cálculo de la señal de rastreo que se obtuvo al utilizar el método estacional multiplicativo con los datos de la tabla 3.29.

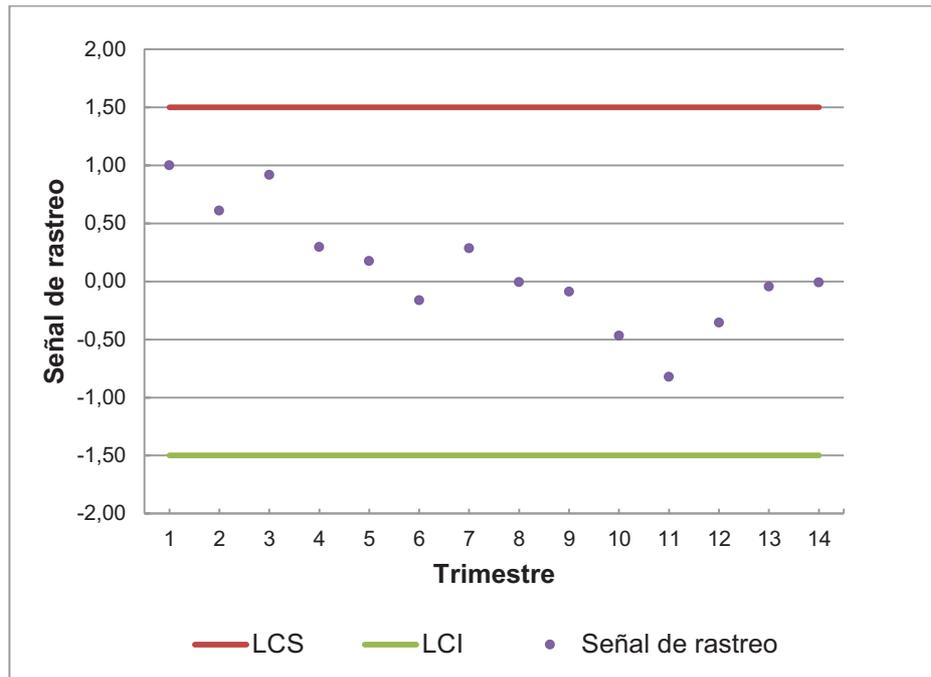
Una vez que se obtuvieron los datos de la señal de rastreo para el método estacional multiplicativo e incorporados los valores de límite de control de  $\pm 1,5$  MAD en la gráfica de control se concluyó que el método seleccionado del pronóstico acompaña a los cambios en la demanda.

**Tabla 3.37.** Calculo de la señal de rastreo para el consumo total de repuestos con el método estacional multiplicativo.

Period	Demand (y)	Time (x)	Adjusted	RSFE	Cum Abs Err	Mad	Señal de rastreo (RSFE/MAD)
Trimestre 1	5 772	1	4 856,63	915,37	915,37	915,37	1,00
Trimestre 2	6 747	2	5 803,23	1 859,13	1 859,13	3 048,99	0,61
Trimestre 3	7 018	3	5 894,01	2 983,12	2 983,12	3 254,21	0,92
Trimestre 4	4 763	4	6 791,91	954,21	5 012,03	3 229,03	0,30
Trimestre 5	7 833	5	8 199,32	587,89	5 378,35	3 373,95	0,17
Trimestre 6	8 046	6	9 211,06	- 577,17	6 543,41	3 522,72	-0,16
Trimestre 7	10 569	7	8 912,08	1 079,75	8 200,34	3 807,94	0,28
Trimestre 8	8 765	8	9 875,06	- 30,31	9 310,40	3 945,30	-0,01
Trimestre 9	11 207	9	11 542,01	- 365,32	9 645,41	4 128,54	-0,09
Trimestre 10	10 964	10	12 618,89	-2 020,21	11 300,30	4 299,26	-0,47
Trimestre 11	10 281	11	11 930,14	-3 669,35	12 949,44	4 450,04	-0,82
Trimestre 12	14 941	12	12 958,21	-1 686,56	14 932,23	4 720,99	-0,36
Trimestre 13	16 342	13	14 884,70	- 229,26	16 389,53	4 973,62	-0,05
Trimestre 14	16 199	14	16 026,72	- 56,98	16 561,81	5 177,58	-0,01

A continuación se presenta la gráfica de control de la señal de rastreo, la misma que permitirá decidir la necesidad de tomar algún correctivo en el caso de que los valores de esta señal excedan los límites establecidos, para lo cual será necesario revisar las características fundamentales de la demanda que en caso de cambiar deben ir acompañadas de un cambio del modelo del pronóstico.

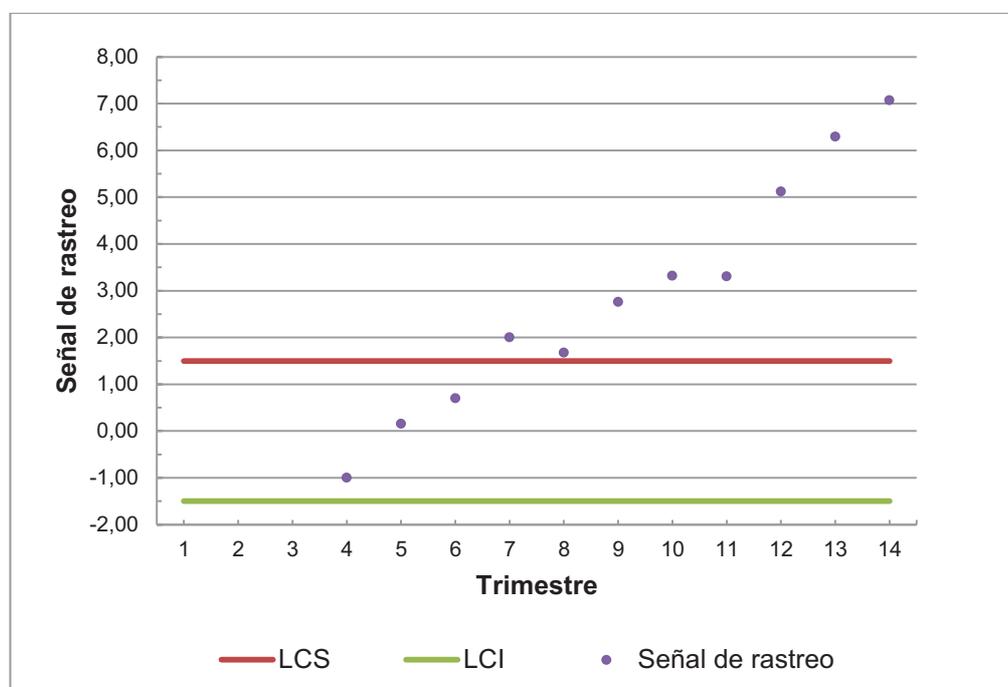
La figura 3.29 ilustra el comportamiento de la señal de rastreo para el periodo 2009 – junio 2012 para el cual se efectuó el pronóstico mediante el método estacional multiplicativo. Según se observa, las señales de rastreo están dentro de los límites de control superior e inferior que corresponden a  $\pm 1,5$  MAD, con lo que se cubriría el 76,98% de probabilidad de que la señal de rastreo no exceda los límites de control.



Period	LCS	LCI	Señal de rastreo
1	1,50	-1,50	1,00
2	1,50	-1,50	0,61
3	1,50	-1,50	0,92
4	1,50	-1,50	0,30
5	1,50	-1,50	0,17
6	1,50	-1,50	-0,16
7	1,50	-1,50	0,28
8	1,50	-1,50	-0,01
9	1,50	-1,50	-0,09
10	1,50	-1,50	-0,47
11	1,50	-1,50	-0,82
12	1,50	-1,50	-0,36
13	1,50	-1,50	-0,05
14	1,50	-1,50	-0,01

**Figura 3.29.** Gráfica de control de la Señal de Rastreo, para pronóstico mediante método estacional multiplicativo.

Para ilustrar la aplicación de la gráfica de control a otro modelo de pronóstico (promedio ponderado para tres trimestres) para el mismo conjunto de datos, en la figura 3.30 se ilustra el comportamiento de la señal de rastreo.



Period	Demand	Weights	Forecast	Period	LCS	LCI	Señal de rastreo
Trimestre 1	5 772	0,1		1	1,50	-1,50	
Trimestre 2	6 747	0,2		2	1,50	-1,50	
Trimestre 3	7 018	0,7		3	1,50	-1,50	
Trimestre 4	4 763		6 839,20	4	1,50	-1,50	-1,00
Trimestre 5	7 833		5 412,40	5	1,50	-1,50	0,15
Trimestre 6	8 046		7 137,50	6	1,50	-1,50	0,70
Trimestre 7	10 569		7 675,10	7	1,50	-1,50	2,00
Trimestre 8	8 765		9 790,80	8	1,50	-1,50	1,67
Trimestre 9	11 207		9 053,90	9	1,50	-1,50	2,76
Trimestre 10	10 964		10 654,80	10	1,50	-1,50	3,32
Trimestre 11	10 281		10 792,70	11	1,50	-1,50	3,30
Trimestre 12	14 941		10 510,20	12	1,50	-1,50	5,11
Trimestre 13	16 342		13 611,30	13	1,50	-1,50	6,29
Trimestre 14	16 199		15 455,70	14	1,50	-1,50	7,07

**Figura 3.30.** Gráfica de control de la Señal de Rastreo, para pronóstico mediante promedio ponderado de tres trimestres.

Según la gráfica de control, el modelo del pronóstico salió de control a partir del trimestre número siete, desde ahí su utilización debió ser revisada, ya que los valores pronosticados se alejan de la demanda real.

### 3.7. Evaluación del sistema de aprovisionamiento

En los próximos párrafos se presentan los resultados de los cálculos que permitieron evaluar la cadena de abastecimiento, para el efecto se consideró como referencia los meses de diciembre 2009, 2010, 2011 y junio 2012 para el cálculo de los indicadores que permitieron evaluar el sistema de aprovisionamiento.

Por los resultados registrados en la tabla 3.38 se puede afirmar que el sistema de aprovisionamiento mediante filosofía pull a partir del año 2011 ha permitido mejorar los índices de la gestión de repuestos, observándose que el coeficiente de rotación del inventario mejoro un 66% pasando de un 0,38 a 0,64 medidos entre diciembre del 2009 y junio del 2012, mientras que los meses de inventario de repuestos fueron reducidos un 40%, tiempo que se reduce desde 31,72 hasta 18,74 meses para las mismas fechas de evaluación.

**Tabla 3.38.** Indicadores del sistema de aprovisionamiento.

		dic-09	dic-10	dic-11	mar-12	jun-12
<b>Total unidades</b>	(un)			4 072	5 398	10 763
<b>Costo de Garantías</b>	USD	4 477	4 529	7 553	8 808	11 143
<b>Costo de Ventas</b>	USD	12 231	15 143	27 285	28 769	38 338
<b>Ventas Netas</b>	USD	27 540	37 039	52 783	59 857	62 649
<b>Utilidad Bruta</b>	USD	15 310	21 896	25 499	31 088	24 311
<b>Utilidad Bruta</b>	%	56%	59%	48%	52%	39%
<b>Obsoletos mayor a 2 años</b>	USD	166 486	164 581	260 081	218 721	186 387
<b>Costo del Inventario</b>	USD	638 697	563 339	681 530	597 471	549 777
<b>Coef. de rotación</b>		0,38	0,39	0,54	0,58	0,64
<b>Meses de inventario</b>		31,72	31,10	22,02	20,60	18,74

Por lo expuesto en el presente caso de estudio, en el que se han aplicado varias herramientas de la administración de operaciones estos resultados representan el estado a un determinado tiempo, el seguimiento y monitoreo continuo puede permitir mejorar aún más los índices del sistema de aprovisionamiento.

Sobre los resultados que genera el sistema de aprovisionamiento de repuestos mediante filosofía pull es importante comentar que mientras mayor es el tiempo entre revisiones se van a requerir mayores recursos de espacio y económicos para los pedidos de repuestos que serán de volúmenes grandes, al igual que el inventario de seguridad. El sistema tendrá menos capacidad de reacción en el caso de que un ítem se agote justo después de efectuada la revisión y colocado el pedido de importación.

Por otra parte el sistema de aprovisionamiento no podrá satisfacer la demanda total de repuestos en el caso de que algún ítem sea demandado en grandes cantidades debido a un rework o trabajo antes de que el producto salga a la venta, por una falla epidémica de fabricación, por la aplicación del ítem a otras marcas que se traducen en altas demandas esporádicas de repuestos que tienen que ser identificadas a fin de que los próximos pedidos no contemplen esas altas demandas puntuales.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

1. Durante el desarrollo del presente caso de estudio se identificaron y aplicaron algunas herramientas de Gerencia de Operaciones, que por desconocimiento de su existencia y beneficios no se aplicaban previamente en la organización.
2. Las herramientas que se aplicaron en el proyecto fueron: clasificación ABC, sistema de revisión periódica para el control de inventarios, técnica y control de pronósticos. Mediante su implementación se logró desarrollar el sistema de aprovisionamiento de repuestos, objetivo de la presente investigación.
3. El manejo de la información de repuestos de forma sistemática, ordenada y actualizada permitió implementar políticas y procedimientos para mejorar el sistema de abastecimiento de repuestos.
4. La identificación de ítems obsoletos permitió tomar acciones a fin de disminuir su participación en el inventario, con lo cual se dispondría de recursos económicos para otros fines, se dispondría de mayor espacio en las bodegas de repuestos, y se tendría menos ítems que controlar. Un 26% del costo del inventario a junio 2012 representan los repuestos obsoletos.
5. Con relación al inventario disponible a mediados del 2012, se observa que el 74% del costo del inventario se distribuye en las líneas de refrigeración, lavandería y cuidado de pisos.

6. En cuanto al país de origen de los repuestos, un 93,93% del costo del inventario corresponde a proveedores de Brasil, Usa, Chile y China, correspondiendo a éste último un 37% del costo del inventario.
7. Del análisis de datos históricos se observa que Cofly, Midea y Electrolux Brasil FC son los proveedores que mayor tasa de consumo registran para el periodo enero 2009 – junio 2012.
8. La clasificación técnica de los ítems en ABC en este proyecto, permitió identificar los ítems de acuerdo a su importancia económica dentro del inventario de partes, bajo esta consideración los ítems A son 341 sku que representan el 18% de ítems activos.
9. Mediante la aplicación de la filosofía pull, se observó que los requerimientos de repuestos se efectúan en función de las demandas de repuestos que se tuvo en el pasado reciente, por lo que el sistema efectúa la reposición del inventario solo de aquellos sku que registraron consumo en el último semestre asignando una mayor ponderación a los consumos más recientes.
10. A través de la implementación del sistema de aprovisionamiento mediante el sistema de revisión periódica P, se observó que los pedidos de repuestos se gestionan de forma regular y permanente. En este sistema el administrador debe establecer el tiempo entre pedidos y un nivel de servicio determinado por la probabilidad de disponer de inventario durante el lead time y el tiempo entre revisiones.
11. Para el caso de estudio, el tiempo entre pedidos se obtuvo a partir del tamaño de lote económico (EOQ). El tiempo entre pedidos promedio de los proveedores que aportan con el 80% del consumo de repuestos fue de 2,9 meses. Con relación al nivel de servicio se asignó un 90%, 85% y 70% para los ítems A, B y C respectivamente.

12. Para el caso en estudio, la política de inventarios para el aprovisionamiento de repuestos, está determinada por un tiempo entre revisiones de 3 meses, un nivel de servicio según la clasificación del ítem mientras que la cantidad a pedir está dada por la diferencia entre el nivel del inventario objetivo menos la posición del inventario. Esta última expresión permite cuantificar la demanda para el periodo de tiempo correspondiente al lead time más el tiempo entre revisiones.
13. Una vez que se implementó el sistema de revisión periódica se logró gestionar con el área comercial acciones específicas para aquellos ítems que el sistema indica que había demasiado stock. Se gestionó la venta de estos sku mediante la creación de combos de repuestos, venta del ítem con un descuento importante sin descuidar la utilidad requerida por la organización.
14. Con relación al diseño del sistema de pronósticos para el corto plazo se observó que la técnica de descomposición multiplicativa también denominado método estacional multiplicativo fue la que mejor se desempeñó para esta aplicación, en vista de que registra la menor MAD, menor MAPE y menor desviación estándar de las técnicas aplicadas en el caso de estudio.
15. Del diseño del sistema de control de pronósticos de la demanda se observa que el método estacional multiplicativo acompaña los cambios registrados en la demanda, de ahí que la señal de rastreo se mantiene dentro de los límites de control de  $\pm 1,5$  MAD.
16. De acuerdo a los resultados presentados, el coeficiente de rotación paso de 0,38 a 0,64 medidos entre diciembre del 2009 y junio del 2012 respectivamente, mientras que los meses de inventario disminuyeron de 31,72 a 18,74 para el mismo periodo de tiempo. La evaluación del sistema de aprovisionamiento nos permite concluir que éste funciona y

ha permitido mejorar la administración de la gestión de refacciones a partir de la implementación del sistema de aprovisionamiento de inventarios mediante filosofía pull.

17. Los objetivos específicos planteados al inicio del proyecto se cumplieron en su totalidad, debido a la disponibilidad de la información y apertura de la organización para llevar a cabo el trabajo de investigación.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

1. Implementar de forma regular un procedimiento para el manejo apropiado obsoletos, en primer lugar gestionar la venta a distribuidores especializados y a centros de servicio autorizado mediante la venta de lotes al costo.
2. Dar de baja el inventario de repuestos de más de 5 años de antigüedad por lo cual se entregaría a gestores ambientales los repuestos para su reciclaje. En el anexo 1 y 2 se adjunta lista de gestores ambientales Provincias de Pichincha y Guayas.
3. Implementar la clasificación ABC a la línea de producto terminado con lo cual se identificaría los ítems más importantes en valor monetario. Esta gestión mejoraría de forma considerable la administración de recursos, el abastecimiento y disponibilidad de producto terminado para la venta a distribuidores mayoristas.
4. Implementar una política de conteo cíclico utilizando la clasificación ABC de repuestos con lo cual se identificarían a tiempo los diferencias del inventario, se monitorea las causas de las imprecisiones y se diligencian acciones correctivas a tiempo.

5. Establecer una política comercial permanente para la venta con escala de descuento para ítems con antigüedad entre dos y cinco años en los diferentes canales de distribución, estos ítems deben ser identificados para su análisis y reposición.
6. Implementar acciones de mayor impacto en el manejo de obsoletos que si bien están controlados se observó una oportunidad para optimizar la gestión.
7. Consultar con el proveedor el SCR (service call rate) o tasa de falla y la lista de repuestos sugerida, para nuevos modelos de electrodomésticos que se van a introducir en el mercado. Importante monitorear las fallas durante los primeros tres meses de ciclo de vida del producto ya que permitirán decidir de forma adecuada los ítems que son necesarios disponer en inventario para garantías y ventas.
8. Gestionar el cambio de producto para aquellos electrodomésticos que posean garantía y cuyo costo es relativamente bajo respecto al costo de reparación. Para los artefactos fuera de garantía dependiendo de las unidades vendidas habrá que importar los repuestos, caso contrario establecer una política de descuento recibiendo como parte de pago el artefacto averiado para el cual no se dispone del repuesto.
9. Optimizar los inventarios de partes a través de: disminución del inventario de repuestos obsoletos, disminución de los tiempos de tránsito, y disminución del tiempo entre pedidos.
10. Gestionar con cada proveedor mejores tiempos de respuesta a los pedidos de partes, para el efecto al proveedor se le debe informar el pronóstico trimestralmente.

11. Disminuir los tiempos de preparación y definición de los pedidos a través de la creación de un programa que genere todos los cálculos realizados en este proyecto y que sea capaz de integrarse al sistema contable.
12. Implementar un aplicativo para el aprovisionamiento de repuestos para llevar de forma automática el control del pronóstico de la demanda versus el abastecimiento por línea de producto y por proveedor.
13. Implementar políticas de inventario para el manejo de proveedores que presentan muy baja rotación de sus inventarios. Para los modelos que incluyan accesorios o consumibles que regularmente el cliente los va a solicitar, los repuestos se deberían incluir en la importación de electrodomésticos.
14. Aplicar la clasificación ABC para optimizar la ubicación de repuestos dentro de los almacenes, en ese caso se utilizar el número de transacciones de forma que los ítems A o que mayor movimiento tienen deben estar localizados lo más próximos al despachador de repuestos.
15. Generar un reporte gerencial de los repuestos obsoletos con el propósito de tomar correctivos para un manejo apropiado de este tipo de repuestos que si no logran ser comercializados llegan a convertirse en chatarra afectando la gestión financiera y logística por los recursos invertidos, convirtiéndose además en residuos que podrían llegar a afectar el medio ambiente sino se toman las respectivas precauciones.
16. Gestionar los pedidos de repuestos para nuevos modelos en mínimas cantidades y solo en partes funcionales independiente del costo hasta disponer de un mejor conocimiento de la demanda y fiabilidad de las partes. Estos pedidos deben efectuarse después de tres meses de que

se inicia la comercialización, tiempo durante el cual se debe monitorear la cantidad de fallas de fabricación reportadas en garantía.

17. Implementar los conceptos aplicados en este sistema de aprovisionamiento a cualquier actividad que disponga de inventarios cuya demanda sea independiente y perpetua..

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arango, M. D. (2009). *Manual de Ingeniería Administrativa*. Bogotá. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
2. Arbones, M. E. (2004). *La Empresa Eficiente. Aprovechamiento, Producción y Distribución Física*. Colombia: Alfaomega.
3. Ballou, R. H. (2004). *Logística. Administración de la Cadena de Suministro*. (5ta. Ed.). México: Pearson.
4. Bellini, F. (2004). *Investigación de Operaciones*. Recuperado de <http://www.investigacion-operaciones.com/operaciones.htm> (Agosto 2012).
5. Casañas, D. J. (2001). *Sistemas de Inventario y Técnicas para la Determinación de Tamaños de Lotes de Producción*. Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.
6. Chase, R., Aquilano N. y Jacobs R. (2006). *Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva*. (10ma. Ed.). México: McGraw- Hill.
7. Davis, K. Roscoe y Mckeown, Patrick G. (1994). *Modelos Cuantitativos para la Administración*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
8. Disney, S.M. y Towill, D.R. (2003). Vendor Managed Inventory and Bullwhip Reduction in a Two Level Supply Chain. *International Journal of Operations & Production Management*. 23(6).
9. Díaz, M. Á. (2006). *Gestión de Inventarios*. Caracas, Venezuela: IESA.

10. Domínguez, J. A., y García, S. (1995). *Dirección de Operaciones. Aspectos Tácticos en la Producción y los Servicios*. Madrid, España: McGraw-Hill.
11. Escudero, M. J. (2003). *Gestión de Aprovisionamiento*. México: Thomson Learning Ibero.
12. Gaither, N. y Frazier, G. (2003). *Administración de Producción y Operaciones*. México: Internacional Thomson.
13. García, J. P., Albarracín, J. M. Cardós, M. García J. J. (2004). *Gestión de Stocks de Demanda Independiente*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
14. Frazelle, E. (2001). *Supply Chain Strategy*. EEUU: McGraw-Hill.
15. Hay, E. Jr. (2000). *Justo a Tiempo*. Colombia: Editorial Norma.
16. Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. (7ma. Ed.). México: Pearson.
17. Frazelle, E. (2001). *Supply Chain Strategy*. EEUU: McGraw-Hill.
18. Krajewski, L. y Ritzman, L. (2000). *Administración de Operaciones: Estrategia y Análisis*. (5ta. Ed.). México: Prentice Hall.
19. Lambert, D., Stock, J. y Ellram, L. (1998), *Fundamentals of Logistics Management*. (1ra. Ed.). EEUU: McGraw-Hill Irwin.

20. Londoño, J. C. (2007). *Gestión de Inventarios*. Santiago de Cali. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.
21. Montgomery, D. C.; Johnson, L. A. y Gardiner, J. S. (1990). *Forecasting and Time Series Analysis*. New York, EE.UU: McGraw-Hill.
22. Mora, L. (2204). *Indicadores de Gestión Logísticos*. Recuperado de <http://www.webpicking.com/hojas/indicadores.htm> (Enero 2013).
23. Muller, M. (2004). *Fundamentos de Administración de Inventarios*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma.
24. Muñoz, F. (2203). La Gestión de Inventarios por el Proveedor (Vendor Managed Inventory). *Anales de Mecánica y Electricidad*, LXXX(1), 16-20. Recuperado de [www.icaei.es/publicaciones/index.php?fascic=I&anyo=2003](http://www.icaei.es/publicaciones/index.php?fascic=I&anyo=2003) (Diciembre 2012).
25. Ordoñez, E. (2013). Soluciones Productivas y El Reto Logístico. *Tercerización en un mundo altamente competitivo*. Recuperado de <http://mundologistico.net/mexico/wp-content/uploads/2013/05/MundoLogistico.pdf> (Mayo 2013).
26. Schroeder, R., (2004). *Administración de Operaciones*, (2da. Ed.). México D.F., México: McGraw-Hill.
27. Sinchi-Levi, D., Kaminsky, P. (2003), *Designing & Managing the Supply Chain*, (2da. Ed.). EE.UU: McGraw-Hill.
28. Sipper, D y Bulfin, R Jr. (2003). *Planeación y Control de la Producción*. México: McGraw-Hill.

29. Starr, Martin K. (1996). *Operations Management. A System Approach*. EEUU: Boyd & Fraser Publishing Company.
30. Taha, Hamdy A. (2005). *Investigación de Operaciones*. (5ta. Ed.). México: Alfaomega.
31. Vollmann, T. E. (2005). *Planeación y Control de la Producción. Administración de la Cadena de Suministros*. México: McGraw-Hill Interamericana.

**ANEXOS**

## ANEXO I

## CRITERIOS DE CLASIFICACION DE LOS REPUESTOS

Tabla AI.1. Descripción líneas de producto

LINEA	PRODUCTO
DH	Pequeños electrodomésticos
DM	Lavadoras de alta presión
DP	Repuestos Cuidado de pisos
DT	Consumibles Cuidado de pisos
KB	Congeladores
KG	Refrigeradores
KI	Cocinas
KL	Climatización
KM	Micro ondas
KT	Lavandería
KZ	Extractor de olores

Tabla AI.2. Países de procedencia de los repuestos

PAIS	PAIS DE ORIGEN
BR	Brasil
CL	Chile
CN	China
CO	Colombia
EC	Ecuador
HU	Hungría
SU	Suecia
US	USA

Tabla AI.3. Estado de los repuestos por su antigüedad

ESTADO	DESCRIPCION
Activo	Repuestos para modelos actuales, hasta cinco años de antigüedad
Obsoleto	Repuestos discontinuados, de baja rotación, o con mas de cinco años de antigüedad

## ANEXO II

### CLASIFICACION DE LOS REPUESTOS POR GRUPO

**Tabla AII.1.** Clasificación de los repuestos según procedencia y aplicación

<b>GRUPO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
AA ASIATICO	Climatización Asia
C LOCAL	Compras locales
FC ASIATICO	Cuidado de pisos Asia
FC BRASIL	Cuidado de pisos Brasil
FC HUNGRIA	Cuidado de pisos Hungría
FC USA	Cuidado de pisos USA
LB ASIATICO	Línea Blanca Asia
LB BRASIL	Línea Blanca Brasil
LB CHILE	Línea Blanca Chile
LB ECUADOR	Línea Blanca Ecuador
LB USA	Línea Blanca USA
MO ASIATICO	Micro ondas Asia
SA BRASIL	Pequeños Electrodomésticos Brasil

## ANEXO III

**LISTA DE GESTORES AMBIENTALES DE CHATARRA Y  
PLASTICOS**

**PROVINCIA DE PICHINCHA**



Fecha: 21-oct-08

Revisión N° 1

**GESTORES TECNIFICADOS DE RESIDUOS**

Certificado N°	NOMBRE GESTOR	TIPOS DE RESIDUOS	TELEFONO	FECHA CADUCIDAD
		RESIDUO		
<b>006-GTR</b>	<b>MAPRINA</b>	Residuos plásticos no endurecidos	2472166	26/11/2012
<b>007-GTR</b>	<b>REYPROPAPEL RECICLAR CIA. LTDA.</b>	cartón, Papel, Chatarra y Plástico (exceptuando plástico de invernadero).	2473233 / 2482797 / 2482798	29/09/2012
<b>008-GTR</b>	<b>PLÁSTICOS GUIDO RAMOS</b>	Plásticos de todo tipo, plásticos de invernadero	2409313 fax 2409239	18/12/2011
		Papel, cartón y chatarra		
<b>010-GTR</b>	<b>INDUSTRIA CARTONERA ASOCIADA S.A. INCASA</b>	Papel, Cartón	2671900 2671901 2671902 2679400	01/12/2012
<b>011-GTR</b>	<b>FUNDIRECICLAR</b>	Chatarra ferrosa y no ferrosa	2825084 / 2825086	14/11/2012
<b>014-GTR</b>	<b>BIOCYCLE S.A.</b>	cartón, papel, chatarra ferrosa y no ferrosa, plástico	2612344	10/06/2013
<b>022-GTR</b>	<b>RECICLAMETAL</b>	Chatarra ferrosa y no ferrosa, Chatarra Electrónica, Baterías, Papel, Cartón y Plástico (exceptuando plástico de invernadero)	2473225	11/10/2011
<b>023-GTR</b>	<b>EMASEO</b>	Residuos sólidos domésticos no peligrosos y asimilables a domésticos.	3310159	18/10/2011
<b>024-GTR</b>	<b>GADERE S.A.</b>	Residuos Especiales y Peligrosos	042103054 043900279	30/06/2013

## ANEXO IV

LISTA DE GESTORES AMBIENTALES DE CHATARRA Y  
PLASTICOS

## PROVINCIA DEL GUAYAS



LISTA DE GESTORES DE RESIDUOS AUTORIZADOS POR LA DIRECCION DE MEDIO AMBIENTE DE LA M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

Actualizado a: FEBRERO DEL 2011

No.	COMPAÑIA	REPRESENTANTE	DIRECCION	TELEF./ email	FASES DE GESTION AUTORIZADAS	TIPO DE DESECHO AUTORIZADO	PERMISOS / LICENCIA	
							DMA	MAE
1	CONCRETOS Y PREFABRICADOS	Sr. Luis Caputti	Hurtado 212 y Machala	2324612 2326762	DISPOSICION FINAL -MAE- RECOLECCION Y TRANSPORTE -MIMG-	ACEITES USADOS, MEZCLAS OLEOSAS	DMA-LA-2007-020	Disposición Final- RESOLUCION N° 043 Ago/05/04
2	CONSORCIO ARMAS & CABRERA	Ab. Wilson Armas	Km 20 de la Vía a la Costa	2874843	RECOLECCION, TRANSPORTE TRATAMIENTO Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL -MIMG-	ACEITES USADOS - AGUAS DE SENTINA	DMA-LA-2008-027	NO APLICA A NIVEL NACIONAL
3	FINOCHI	Ar. Héctor Mena	Circunvalación Sur 812 e/ Guayacanes e Higueras	2382914	RECOLECCION Y TRANSPORTE - MIMG	RESIDUOS HIDROCARBURIFEROS: ACEITES USADOS, AGUAS DE SENTINA Y MEZCLAS OLEOSAS	DMA-LA-2007-013	NO APLICA A NIVEL NACIONAL
4	FUNDACION PROAMBIENTE / HOLCIM	Ing. Jorge Abad	Km 7,5 Vía a la Costa	2871900	DISPOSICION FINAL - MIMG	ACEITES USADOS, QUIMICOS, SOLVENTES Y FARMACOS CADUCADOS	DMA-LA-2006-003	NO APLICA A NIVEL NACIONAL
5	HENRY FREIJO	Sr. Henry Freijó	Km 30 Vía a Daule	Tel. 097200843 2267143 / hfreijovill@ hotmail.es	RECOLECCION Y TRANSPORTE - MIMG	ACEITES USADOS	DMA-LA-2008-022	NO APLICA A NIVEL NACIONAL

No.	COMPAÑIA	REPRESENTANTE	DIRECCION	TELEF./ email	FASES DE GESTION AUTORIZADAS	TIPO DE DESECHO AUTORIZADO	PERMISOS / LICENCIA	
							DMA	MAE
22	RECYNTER S.A.	Ing. Alejandro Haddad	Zona Industrial Inmaculada, Km 9.5 Vía a Daule. Calles Mitos y Casuarinas	2110645	RECOLECCION, TRANSPORTE, RECEPCION, CLASIFICACION Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL	CHATARRA FERROSA Y NO FERROSA NO PELIGROSA	DMA-LA-2008-014	NO APLICA A NIVEL NACIONAL
23	RESOLVET	Sr. Gilberto Perdomo Osso	Mapasingue, Coop. Mirador, Frente a Colegio Dolores sucre	2652113	TRATAMIENTO (RECUPERACION IN SITU)	SOLVENTES	DMA-2008-3297	NO APLICA A NIVEL NACIONAL
24	Rectificadora de Tanques Kaiser	Sr. Guillermo Kaiser Hidalgo	Km. 14,5 vía a Daule, Coop. 5 de Dic., Mz. 1, Solar 9 diagonal a MABE	2180244	RECICLAJE	LIMPIEZA DE BULKS, TANKS, RECTIFICACION Y PINTADA DE TANQUES DE PLASTICO Y METALICOS	DMA-LA-2011-01	NO APLICA A NIVEL NACIONAL