

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA**



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**Análisis y Propuestas de Mejora para la Gestión de  
Abastecimiento de una Empresa Comercializadora de  
Luminarias**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presenta el bachiller:

Ricardo André Cárdenas Zanabria

Asesor: Jose Rau Alvarez

Lima, Abril de 2013

## RESUMEN

Hoy en día, el mercado de las empresas comercializadoras de luminarias se encuentran en un nivel de alta competitividad debido al crecimiento del sector de construcción en nuestro país (9%) y debido a las próximas aperturas de centros comerciales en los próximos dos a tres años (80%). Por lo tanto, la empresa que tenga una mejor planificación de sus recursos y un precio más competitivo será la elegida dentro del mercado.

Es por ello que la presente tesis, se enfoca en proponer alternativas de mejora en la gestión de abastecimiento en una de las empresas más competitivas del mercado, con el propósito de mejorar la fiabilidad, rentabilidad y competitividad de la misma. Para ello se propuso la implementación de un nuevo sistema de planeamiento que permite tener un control en los costos totales de inventario (almacenaje más costos de importación), una nueva política de stock, analizando la variabilidad de la demanda, lead time de los productos y el inventario promedio; y teniendo un control riguroso en las frecuencias de órdenes de compra de abastecimiento.

Con el planteamiento de estas propuestas se obtuvieron los siguientes resultados: un ahorro de costos por 57,000 dólares anuales al tener una frecuencia de compra diferente para cada tipo de producto, lo que llevo a encontrar un punto óptimo de compra para cada proveedor; un ahorro y venta potencial por 151,000 dólares anuales que se pudo haber obtenido si se utilizaba el tipo de pronóstico que se plantea en la presente tesis; y un nivel de inventario con un stock de seguridad dependiente de la demanda y el lead time de los productos.

## INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE TABLAS	iv
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO</b>	
1.1 La Cadena de Suministro	2
1.2 La gestión de abastecimiento	2
1.3 El Sistema MRP	
1.3.1 Definición y factores relacionados al proceso	4
1.3.2 Entradas fundamentales al sistema	6
1.3.3 Salidas fundamentales al sistema	8
1.4 El nivel de servicio al cliente y su importancia	9
1.5 Gestión de Inventarios	
1.5.1 Definición de Inventarios	9
1.5.2 Importancia de manejo de inventarios	10
1.5.3 Clasificación ABC	11
1.5.4 Pronósticos	
1.5.4.1 Definición pronósticos y su importancia	12
1.5.4.2 Patrones de demanda	12
1.5.4.3 Tipos de pronósticos	13
1.5.5 Planificación de productos vs ventas	23
1.5.6 Planeamiento Colaborativo, previsión y reposición (CPFR)	24
1.5.7 Manejo de inventarios	
1.5.7.1 El stock, su importancia y clasificación	24
1.5.7.2 El stock de seguridad como política Fundamental	25
1.6 Reglas referentes al tamaño de lote	26
1.6.1 Lote Económico de compra (EOQ)	28
1.6.2 Cantidad de pedido periódica (POQ)	29
1.6.3 Lote a lote (LXL)	29
1.6.4 Métodos heurísticos	29

1.7	Curva de costos totales VS lote de compra	31
<b>CAPÍTULO 2: SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA</b>		<b>32</b>
<b>CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA</b>		
3.1	Análisis del planeamiento actual	37
3.2	Diagnóstico de planeamiento actual	41
3.3	Análisis de Política de Stock y colocación de órdenes de Compra actual	42
3.4	Diagnóstico de la política de Stock y colocación de órdenes De compra actual	48
3.5.	Nivel de Servicio al cliente	49
<b>CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA</b>		
4.1	Nueva metodología de planeamiento	
4.1.1	Planeamiento Colaborativo (CPFR)	52
4.1.2	Metodología de planificación	53
4.2	Nuevas políticas de stock	59
4.3	Análisis y control de frecuencia de órdenes de compra.	62
4.4	Propuesta de MRP	66
<b>CAPÍTULO 5: IMPACTO ECONÓMICO</b>		
5.1	Mejora de planeamiento	71
5.2	Mejora de frecuencias de órdenes de compra	74
<b>CAPÍTULO 6: Conclusiones y Recomendaciones</b>		<b>75</b>
<b>7.- Bibliografía</b>		<b>77</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de Abastecimiento	3
Figura 2: Matriz producto – proceso	5
Figura 3: Matriz proceso - sistema de producción	5
Figura 4: Inputs del sistema MRP	6
Figura 5: Lista de Materiales (BOM)	7
Figura 6: Clasificación ABC – Pareto 80-20	11
Figura 7: Patrones de la demanda	13
Figura 8: Gráfico de demanda con promedios ponderados	18
Figura 9: Gráfico de demanda con suavización exponencial	20
Figura 10: Demanda para método estacional multiplicativo	21
Figura 11: Demanda pronosticada con el método estacional multiplicativo	22
Figura 12: Relación de procesos de planeamiento	23
Figura 13: Curva de Costos totales vs. Lote de Compra	31
Figura 14: Luminarias por categoría (de izquierda a derecha): Offismart, High Bay, Firenze, Contempo y Ecom respectivamente	35
Figura 15: Organigrama de Logística	35
Figura 16: Flujograma del planeamiento actual	38
Figura 17: Plantilla de pronóstico para los vendedores	39
Figura 18: Plantilla de cálculo de forecast accuracy	40
Figura 19: Nivel de stock con la política actual	42
Figura 20: Plantilla de control de back order y stock de seguridad	43
Figura 21: Plantilla de cálculo de órdenes de compra	44
Figura 22: Flujo de información del Planeamiento Colaborativo	51
Figura 23: Triángulo de Previsiones	57
Figura 24: Indicador BIAS	58
Figura 25: Inventario con una nueva política de stock	60
Figura 26: BOM de los principales productos a aplicar MRP	68
Figura 27: MRP del producto principal	69

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de los diferentes métodos de pronóstico cualitativos	14
Tabla 2: Método de Pronósticos para cada horizonte de tiempo	15
Tabla 3: Ejemplo de Demanda y pronóstico período móvil	17
Tabla 4: Coeficiente de suavización para cada tipo de demanda	19
Tabla 5: Ejemplo de Demanda y pronóstico suavización exponencial	20
Tabla 6: Ejemplo de demanda para el método estacional multiplicativo	21
Tabla 7: Pronóstico de la demanda para el año 5, utilizando método estacional multiplicativo	22
Tabla 8: Divisiones del portafolio de productos Lighting	33
Tabla 9: Pareto de Categorías de la BG 9001	34
Tabla 10: Estructura de Luminarias	36
Tabla 11: Metodología de Planificación	39
Tabla 12: Forecast Accuracy del 2011	41
Tabla 13: Clasificación de stock de seguridad actual	42
Tabla 14: Dimensiones de contenedores estandarizados	45
Tabla 15: Volúmenes anuales totales por cada proveedor	47
Tabla 16: <i>Lead time</i> de los continentes más importados	48
Tabla 17: Fill Rate 9002 y Retail	50
Tabla 18: CLIP-RLIP de los últimos meses	51
Tabla 19: Clasificación Pareto de productos 9001	53
Tabla 20: Indicadores de error de pronóstico	53
Tabla 21: Metodologías de planificación	54
Tabla 22: Indicadores de error: Consumer CFL-i	55
Tabla 23: Indicadores de error de los 4 métodos finales - Consumer CFL-i	56
Tabla 24: Indicadores de error categoría Professional TL&CFL-i	56
Tabla 25: Indicadores de error categoría Lamp Drivers	57
Tabla 26: Datos de las variables del stock de seguridad	60
Tabla 27: Cálculo del stock de seguridad	61
Tabla 28: Proveedores con volúmenes menores a 396 m <sup>3</sup>	62
Tabla 29: Datos logísticos de productos importados por proveedor	63
Tabla 30: Costos para la simulación de frecuencias	63
Tabla 31: Simulación de frecuencias	64

Tabla 32: Análisis del coeficiente de variabilidad	67
Tabla 33: Pareto de productos para aplicar MRP	68
Tabla 34: Lead time de componentes	69
Tabla 35: Comparativo de forecast accuracy de CFLi	71
Tabla 36: Comparativo de forecast accuracy de Lamp Drivers	72
Tabla 37: Comparativo de forecast accuracy de Profesional TLi	73
Tabla 38: Impacto Económico de mejora de pronóstico	73
Tabla 39: Resultado de frecuencias	74



## INTRODUCCION

La presente tesis tiene como finalidad proponer soluciones en la gestión de abastecimiento de una empresa comercializadora de luminarias con la finalidad de mejorar su fiabilidad con los clientes e incrementar su rentabilidad, de tal manera que les permita tener una coordinada cadena de suministro para que sea competitiva en el mercado.

El estudio está constituido por cinco capítulos. En el primer capítulo, se muestra el marco teórico y las herramientas necesarias para poder implementar las mejoras al diagnóstico de la empresa, lo cual permitirá al lector familiarizarse con las técnicas utilizadas en los capítulos posteriores.

En el segundo capítulo, se muestra la descripción de la empresa con sus principales procesos, la clasificación Pareto de sus productos por cada sub negocio, su organización jerárquica y el alcance en donde se enfocará la presente tesis.

En el tercer capítulo, se muestra el análisis y diagnóstico de la empresa en las etapas de planificación, nivel de inventario y frecuencia de compra a los proveedores internacionales; conjuntamente con sus indicadores actuales y los objetivos a alcanzar.

En el capítulo cuatro se muestran las propuestas de implementación para cada etapa diagnosticada aplicando las herramientas explicadas en el capítulo uno. La nueva metodología de pronósticos para cada categoría de producto, la frecuencia óptima de compra y el nivel de stock adecuado y justificado por la demanda y lead time de abastecimiento, son las alternativas de mejora propuestas.

Finalmente, en el capítulo cinco se muestra el impacto económico utilizando el comparativo de la situación actual versus la propuesta, logrando implementar las nuevas metodologías para beneficio de la empresa.



## Capítulo 1: Marco Teórico

### 1.1 La cadena de suministro

La competitividad en los mercados a nivel mundial, ha hecho que las empresas inicien nuevas relaciones de intercambio de información, materiales y recursos con proveedores y clientes íntegramente. Según Chase (2009), el manejo de la cadena de suministro es un tema importante en los negocios actuales, debido a que muchas empresas logran una significativa ventaja competitiva con su forma de configurar y manejar sus operaciones a lo largo de la cadena. Por ende; las empresas deben de tomar en consideración lo que Porter (2010) menciona: “[...en el futuro la competencia no se dará de empresa a empresa, sino más bien de cadena de suministro a cadena de suministro...]”.

Según Blanchard (2010), la cadena de suministro es la secuencia de eventos que cubren el ciclo de vida entero de un producto o servicio desde que es concebido hasta que es consumido como. A su vez, la cadena es dinámica e implica un constante flujo de información, productos y fondos entre las etapas que la constituyen tales como: el suministro, la fabricación y distribución; con el propósito de satisfacer las necesidades del cliente y obtener la mejor rentabilidad posible.

Según Chopra (2010), la cadena de suministro tiene cuatro ciclos diferentes que aparecen entre dos etapas sucesivas: Ciclo de abastecimiento, Ciclo de fabricación, Ciclo de reabastecimiento y Ciclo de pedido del cliente.

Dentro de todos estos ciclos, considera de mayor importancia el ciclo de abastecimiento, ya que es el punto de inicio de la cadena y debe de ser gestionada de la manera más óptima utilizando las herramientas necesarias para que no se presenten dificultades a lo largo de la cadena.

### 1.2 La gestión de Abastecimiento

Todo proceso de producción requiere de insumos o materiales para poder realizar la transformación adecuada. La función de abastecimiento es la encargada de suministrar estos recursos.

La gestión del flujo de entrada de materiales influye directamente en varias actividades que se den en la cadena. Por ejemplo, tener retrasos en las entregas de los proveedores o no tener insumos a tiempo por haber solicitado los pedidos fuera de hora; generan retrasos en las entregas de las solicitudes de los clientes. También, si es que no se cumplen las cantidades requeridas con los estándares solicitados, se tendrán mayores costos por devoluciones o reprocesos, lo cual perjudicará en el precio final y el nivel de servicio al cliente.

Según Monterroso (2002), la gestión de abastecimiento tiene las siguientes etapas vinculadas con la adquisición de recursos para las actividades de producción: Compras, Recepción, Almacenamiento y la Gestión de inventarios, representados en la figura 1.

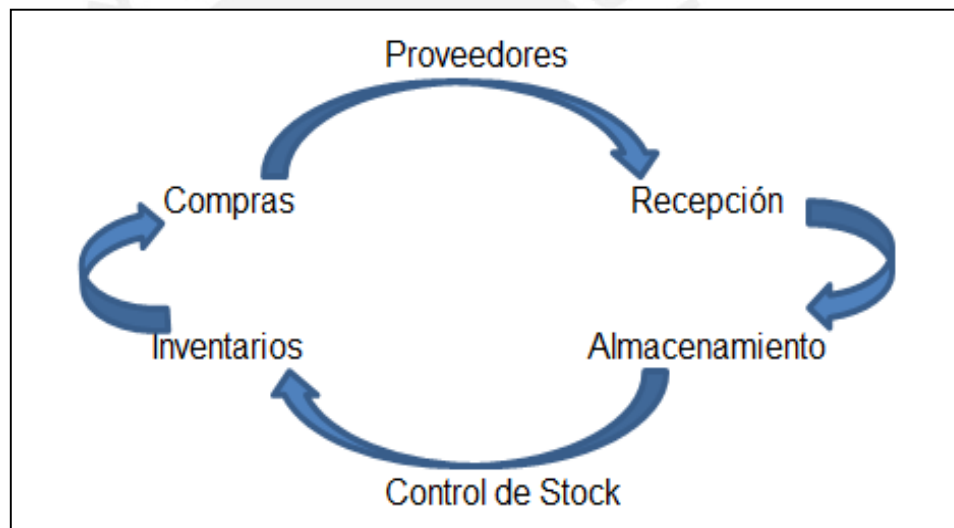


Figura 1: Ciclo de Abastecimiento  
Fuente: Monterroso (2002)

El proceso inicia con la recepción de necesidades de requerimientos de bienes y/o servicios, ya sea por compras únicas o periódicas. Para ambos casos se realiza un cuadro de control de abastecimientos de acuerdo al histórico y pronóstico de la demanda, y una política de inventario definida. Estos requerimientos son destinados a proveedores seleccionados, los cuales deben de cumplir con la fecha de entrega estipulada.

Cuando en los almacenes se detecta la necesidad de reposición de insumos, el área de compras emite una orden de pedido hacia los proveedores. Esta

necesidad se genera cuando llegan a un punto de reposición, el cual representa el stock mínimo deseado para todos los artículos y debe ser mayor a cero. Una vez que la entrega es recepcionada, se trasladarán al almacén donde permanecerán hasta llegar al punto de pedido de acuerdo al consumo diario que se vaya teniendo.

Este ciclo se realiza a cada momento y son controladas con diversas herramientas que se explican posteriormente en la presente tesis.

### 1.3 El Sistema MRP

#### 1.3.1 Definición del sistema

Según Krajewski (2010), el MRP<sup>1</sup> es un sistema de información computarizada desarrollada específicamente para ayudar en el manejo de inventario de la demanda dependiente y la programación de órdenes de reposición en la manufactura.

El sistema MRP traduce el programa maestro de producción y otras fuentes de la demanda en requerimientos para todo el sub-ensamblaje, componentes y materia prima necesitada para producir el ítem padre, el cual es el producto principal que posee una serie de componentes y procesos para poder fabricarlo. A todo este proceso de traducción se le llama: *MRP explosion*.

Por otro lado, según Chase (2009), existen dos tipos de demanda: dependiente e independiente. La demanda dependiente de un producto o servicio es provocada por la demanda de otros productos o servicios; es decir, depende de otros sub-productos involucrados, tiempos de fabricación e insumos que deben de ser planificados con anterioridad para poder cumplir con la demanda padre. En cambio, la demanda es independiente cuando no depende de otras piezas que no están relacionadas entre sí; es decir, la demanda se ve influenciada por las condiciones del mercado. Tal es este último caso de los artículos que se venden en el sector de *retail* que tienen una alta rotación y requieren tener una metodología de planeamiento directamente influenciada en importaciones o compras de productos ya terminados, con una frecuencia y tamaño de lote. Una metodología de planeamiento para este último tipo de demanda es el MRP.

---

<sup>1</sup> Material Requirements Planning

Para la implementación de esta metodología es importante conocer el tipo de proceso que se realiza. Para ello, se utiliza una matriz producto-proceso la cual permitirá identificar el tipo de proceso acorde a los productos que se fabriquen. La figura 2 muestra dicha matriz:

		Producto y volumen			
		Productos unicos personalizados Variedad infinita Estandarización mala	Volumen medio Productos de gran variedad Estandarización baja	Volumen alto Productos de moderada variedad Estandarización media	Volumen muy alto Un solo producto Commodity Estandarización alta
Flujo del proceso y distribución	Flujo Desordenado Posicion Fija del producto	Proceso por proyecto  Proceso intermitente  Proceso por lotes  Proceso en línea  Proceso Continuo			
	Flujo muy variado Distribución funcional o proceso				
	Flujo Variado Distribución celular				
	Flujo Lineal Distribución por producto				
	Flujo Desordenado Posicion Fija del producto				

Figura 2: Matriz producto-proceso  
Fuente: Krajewski (2010)

Posteriormente a ello, cada proceso puede tener diferentes tipos de sistemas de producción. Dicha relación se muestra en una matriz proceso-sistema de producción, tal como se muestra en la figura 3:

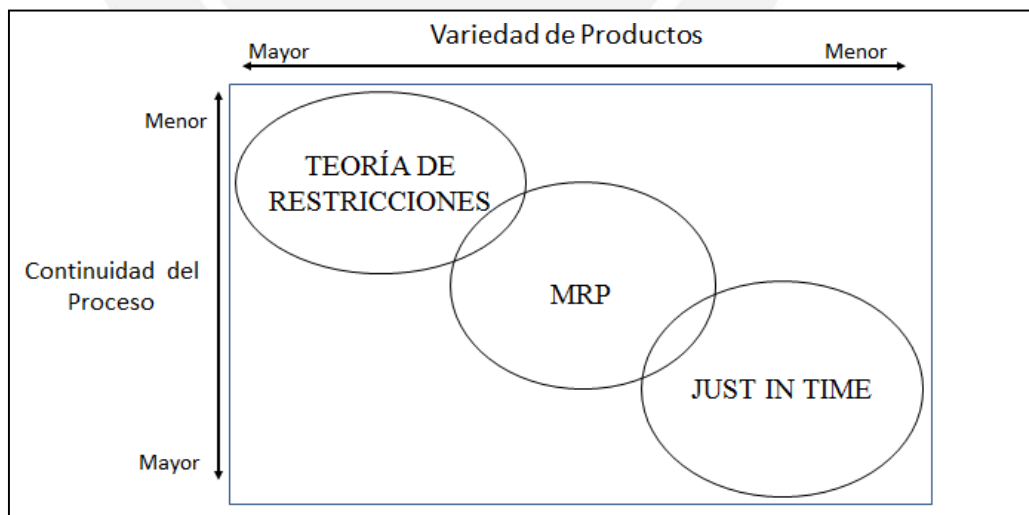


Figura 3: Matriz proceso – sistema de producción  
Fuente: Krajewski (2010)

Con ambas matrices mostradas anteriormente, se podrá reconocer si el proceso puede ser asignado a esta metodología de planeamiento. Los *inputs* y

*outputs* necesarios para la aplicación de este sistema de planeamiento se explican a continuación.

### 1.3.2 Entradas fundamentales del sistema

Según Krajewski (2010), las entradas claves de un sistema MRP son: BOM, programa maestro de producción, el inventario actual y su política de stock, tal como se representa en la figura 4.

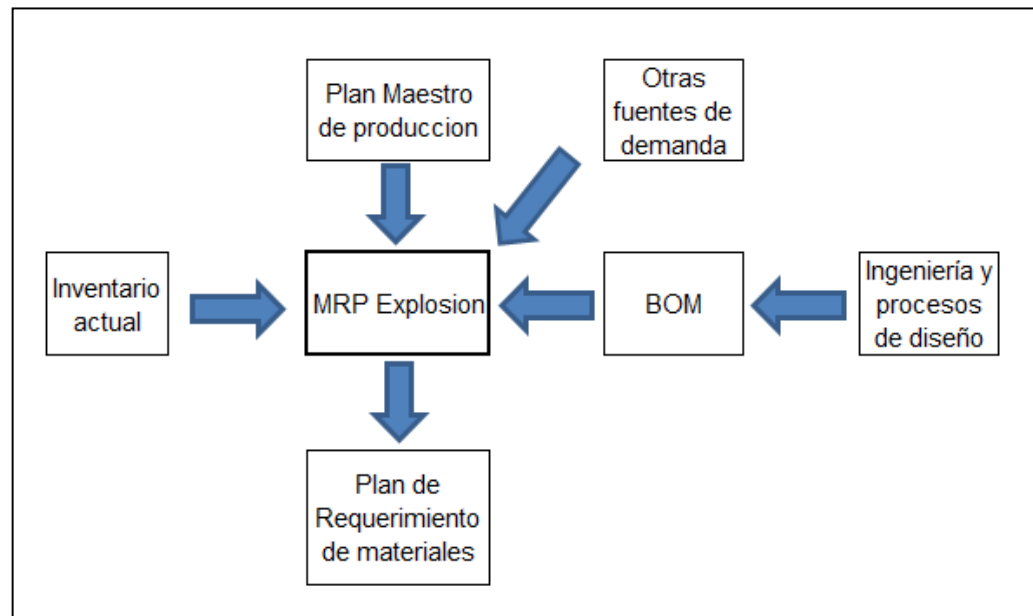


Figura 4: Inputs del sistema MRP

Fuente: Krajewski (2010)

- ***Bill of Materials*** (BOM): Según Chase (2009), es la lista que contiene la descripción completa de los productos y anota materiales, piezas y componentes, además de la secuencia en la que se elaboran los productos. Por ejemplo, para poder producir un artículo de tipo A, se requiere de sub-ensamblajes y fabricaciones de los artículos B, C, D, E, F y G; cada uno con sus respectivas cantidades. La figura 5 representa un ejemplo del BOM.

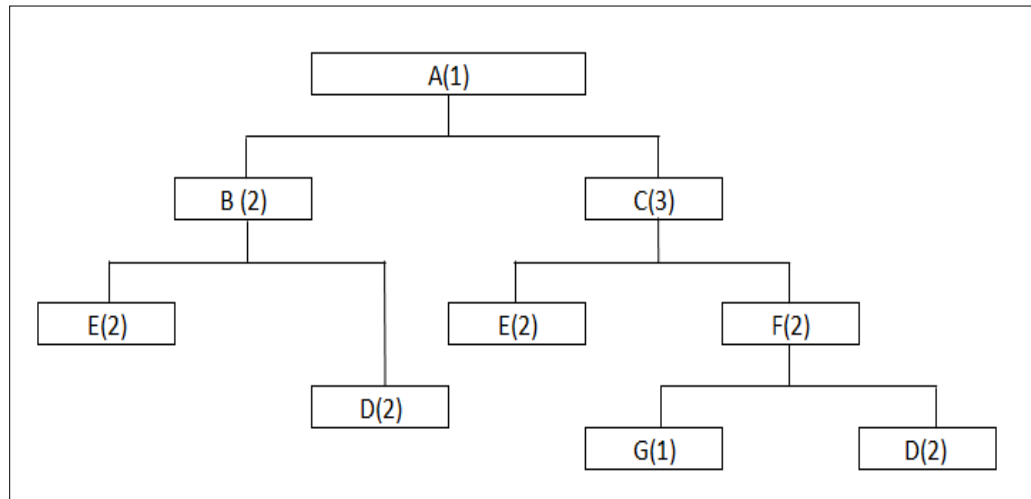


Figura 5: Lista de Materiales  
Elaboración Propia

- **Plan Maestro de Producción (PMP):** Este *input* es de alta relevancia para la planificación, ya que detalla cuántos ítems serán producidos en intervalos de tiempos específicos. Según Harrison (2008), PMP es el plan disgregado del S&OP<sup>2</sup>, el cual es el plan en cuestión entre la gestión de la demanda y el planeamiento de recursos, donde interviene el área de marketing y ventas para poder validar la viabilidad de nuevos requerimientos en un corto o largo plazo. En el PMP, se disgrega a detalle las familias en sus SKU<sup>3</sup> por la mayor facilidad de producción. Por ejemplo, si se requiere vender 1,800 muebles mensuales, esta cantidad se divide en cantidades semanales por cada tipo de sub-familia de productos. Se planificaría producir 200 unidades para la semana 1,3 y 4 de muebles de cuero; 200 unidades para la semana 2,3 y 4 de muebles de tela; y 200 unidades para la semana 1,2 y 3 de muebles madera. Según Chase (2009), existen algunas consideraciones a tomar en cuenta en el PMP:
  - No necesariamente las cantidades en producción son proporcionales, varían de acuerdo a lo que la demanda requiera; pero si es necesario que la suma de las sub-cantidades sean iguales a lo acordado en el S&OP<sup>4</sup>
  - Incluir todas las demandas de venta del producto, resurtido del almacén, refacciones y necesidades entre las plantas.

<sup>2</sup> Sales and Operation Planning

<sup>3</sup> Stock Keeping Unit

<sup>4</sup> Sales and operation Planning

- Nunca perder de vista el plan conjunto.
- Finalmente, el inventario de los insumos y de los productos finales deben de ser reales y actualizados para no tener errores en la planificación.

Por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV) es el indicador de demanda que permite saber si es constante o variable. Si fuera el caso de demanda variable, entonces sería necesario utilizar el método MRP; para ello el CV debe ser menor a 0.25. Dicho valor se calcula utilizando las necesidades netas de la siguiente manera:

$$CV = \frac{N \times \sum D^2}{(\sum D)^2} - 1$$

Donde D, son las necesidades netas y N, es el número total de meses.

- Registros de inventario: Según Gaither (2003), es un archivo computarizado con un registro completo de cada material que se tiene en inventario. Cada uno de estos materiales incluye el código, el inventario a la mano, los materiales en pedido y los pedidos de los clientes. Estos registros se actualizan mediante transacciones de inventarios como recepciones, desembolsos, materiales desechados, pedidos planeados u otras liberaciones de pedidos. Este input es relevante para el buen funcionamiento del MRP, ya que si se tienen errores en el inventario en el momento del análisis, las compras se realizarán de mala manera y generarán excesos de stock.

### 1.3.3 Salidas fundamentales del sistema

Según Krajewski (2010), la única salida del sistema del MRP es el Plan de Requerimiento de materiales, el cual es un conjunto de reportes que permite tener un mejor control del inventario de la demanda dependiente, los cuales son:

- Noticias de acciones: Liberaciones de nuevas órdenes, ajustes de órdenes por fechas de vencimiento, cancelaciones de órdenes, comparaciones de evaluaciones económicas por las cantidades solicitadas, entre otros.
- Informes Prioritarios: Listas de despacho y programaciones de proveedores con las fechas de entrega de las ordenes en proceso y nuevas.
- Reportes de Capacidad: Planeamiento de requerimientos por capacidad, programación de capacidad finita y controles de ingresos y salidas.

## 1.4 El nivel de servicio al cliente y su importancia

Según Ballou (2004), el servicio al cliente es el proceso integral de cumplir con el pedido de un cliente, desde la recepción de la orden hasta el envío, cumpliendo con las tareas diseñadas previamente con el cliente. El nivel de servicio será el grado de satisfacción que el cliente tenga una vez recibido su pedido con todos los requisitos, exigencias y necesidades.

Es importante que todas las empresas tomen en consideración el nivel de servicio como un indicador relevante, ya que se convierte en un elemento importante para promocionar las ventas, debido a que los compradores no sólo evalúan la elección de un producto por sus características de una marca específica, sino también por la capacidad de respuesta que tenga la empresa con el cliente. Por ejemplo, la empresa en estudio está dirigida a una cartera de clientes de alto potencial y si se le entrega un producto en mal estado y con retraso al cliente, éste podría decidir no comprar más ningún producto de la marca, lo cual conllevaría a que la venta disminuya. En cambio, si se entrega un producto a tiempo y con la calidad adecuada, el cliente mantendrá la preferencia con la empresa permitiendo evaluar futuras promociones de ventas en conjunto como estrategia de venta.

## 1.5 Gestión de Inventarios

### 1.5.1 Definición de Inventarios

Hoy en día, la globalización y el alto nivel de competitividad existente entre las empresas, ha hecho que la definición de inventario sea un nuevo paradigma con nuevos roles a tomar en consideración. Según Jaber (2009), la esencia de este cambio es que se debe cambiar la percepción de los inventarios de un rol pasivo a uno activo



en las estrategias de una compañía para poder afrontar decisiones estratégicas enfocadas en su buen manejo. Para ello es necesario conocer la clasificación de los inventarios según su nivel de importancia en tres dimensiones: como un valor agregado, flexibilidad y control. Un inventario como contribución de valor agregado, hace referencia al adecuado mix de productos que se deben de tener en diversos tipos de negocios, teniendo en consideración los tipos de clientes y sus preferencias; es decir ir más allá con algunas probabilidades de lo que el cliente desearía adquirir en lugares donde se tengan la misma categoría de productos. Un inventario como significado de flexibilidad, se utiliza como herramientas estratégicas para alcanzar la satisfacción y beneficios del cliente simultáneamente. Y un inventario como significado de control, hace que el costo deje de ser la medición del rendimiento para que la correcta medición este basada en la contribución de inventarios, encontrando así las mejores soluciones a lo que el cliente requiere, en comparación a la competencia.

### 1.5.2 Importancia y manejo de inventarios

Los inventarios son importantes para todo tipo de empresas dentro de su cadena de suministro. Según Chase (2009), todas las empresas mantienen un suministro de inventario debido lo siguiente:

- Mantienen independencia entre las operaciones
- Cubren la variación en la demanda.
- Permiten una mayor flexibilidad en la programación de la producción
- Existe una protección contra la variación en el tiempo de entrega de la materia prima
- Aprovechan los descuentos basados en el tamaño del pedido

Por otro lado, según Krajewski (2010), los inventarios afectan las operaciones del día a día, ya que tienen que ser contados, pagados, administrados y usados en procesos y operaciones necesarias para satisfacer al cliente.

Es importante tomar en cuenta, que el manejo de inventarios requiere una inversión de dinero establecido para poder realizar compras de productos, y solo dicha cantidad está destinada ello. No puede ser utilizado para otro destino ya que representa una cantidad en los flujos de efectivo de cada empresa. Por lo tanto, los inventarios toman

una alta importancia, ya que lo ideal es que se tenga una alta rotación y menos sobre stock para así tener una alta rentabilidad.

### 1.5.3 Clasificación ABC

Según Carreño (2011), la clasificación ABC es una herramienta para clasificar los inventarios. Esta clasificación hace mención a que unos pocos artículos usualmente concentran la mayor parte de los costos de inventarios, otros que son los de mayor consumo o movimiento ocupan la mayor cantidad de espacio de almacenamiento. El objetivo de este tipo de clasificación es identificar los SKU's pertenecientes a la clase A, de tal manera que sus niveles de inventario puedan ser controlados. Los que pertenecen a la categoría A, representan el 80% de los productos con mayor venta, costo, espacio ocupado, entre otras variables que se pueden evaluar en esta clasificación. Estos productos serán los que la empresa debe de tener en gran consideración al realizar compras, planificación, ventas, entre otros. Un ejemplo de este tipo de clasificación se muestra a continuación:

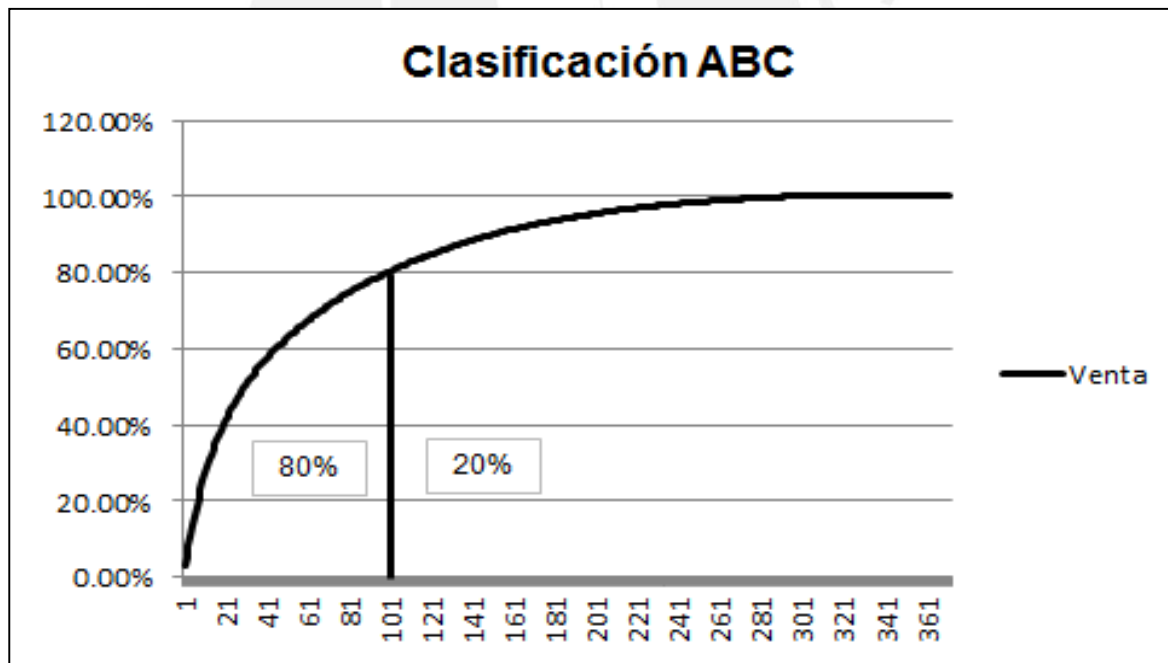


Figura 6: Clasificación ABC – Pareto 80-20  
Elaboración Propia

En la figura 6, se muestra la clasificación 80-20 de una empresa con 361 productos, de los cuales aproximadamente 100 representan el 80% de la venta anual en la empresa (productos tipo A) y el resto productos representa el 20% (productos tipo B y C).

#### 1.5.4. Tipos de Pronósticos

##### 1.5.4.1 Definición de pronósticos y su importancia

El pronóstico consiste en la estimación y el análisis de la demanda futura para un producto en particular, utilizando *inputs* como ratios históricos de venta, estimaciones de marketing, a través de diferentes técnicas de previsión con el propósito de planificar.

Según Krajewski (2010), los pronósticos son un *input* para la toma de decisiones dentro de toda organización, ya que permite realizar los planes de ventas y negocios, planes anuales y presupuestos futuros. Finanzas lo requiere para proyectar los flujos de efectivos y requerimientos del capital; Recursos Humanos, para poder contratar empleados y practicantes de apoyo; Marketing es de vital importancia ya que es el que está más cercano a los clientes y debe de elaborar un plan adecuado para ello; Logística, para poder saber qué cantidades importar o comprar; qué insumos son necesarios para poder fabricar los productos y evaluar la capacidad de producción adecuada.

Según Chopra (2010), los pronósticos deben de cumplir las siguientes características:

- Los pronósticos son siempre inexactos y deberían incluir los valores esperados del *forecast* y la medición del error.
- Los pronósticos para un período largo son usualmente menos precisos que los de períodos cortos.
- Los pronósticos agregados son siempre más precisos que los desagregados.

Los pronósticos cumplen un rol importante, ya que con ello las organizaciones miden sus objetivos y metas que se plantean anualmente para cada mes, y empujan a los trabajadores a poder alcanzar el objetivo.

##### 1.5.4.2 Patrones de Demanda

Según Krajewski (2010), la previsión de la demanda de los clientes es un reto difícil, ya que los requerimientos son variables a lo largo del tiempo porque la necesidad es distinta. Existen diversos casos de la demanda donde el cliente planifica compras constantes para cierto período, o un mes compra una alta cantidad y luego en el siguiente mes no compra nada, etcétera. Es por ello que existen cuatro patrones

comunes de la demanda, tal como se muestra en la figura 7: horizontal, tendencia, estacional y cíclico. Horizontal, cuando todos los puntos de datos se encuentran en una línea horizontal aproximada; Tendencia, cuando los datos aumentan o disminuyen a lo largo del tiempo de manera constante; Estacional, los datos muestran picos y valles a lo largo del tiempo; y cíclico, en donde los datos presentan incrementos y decrementos graduales.

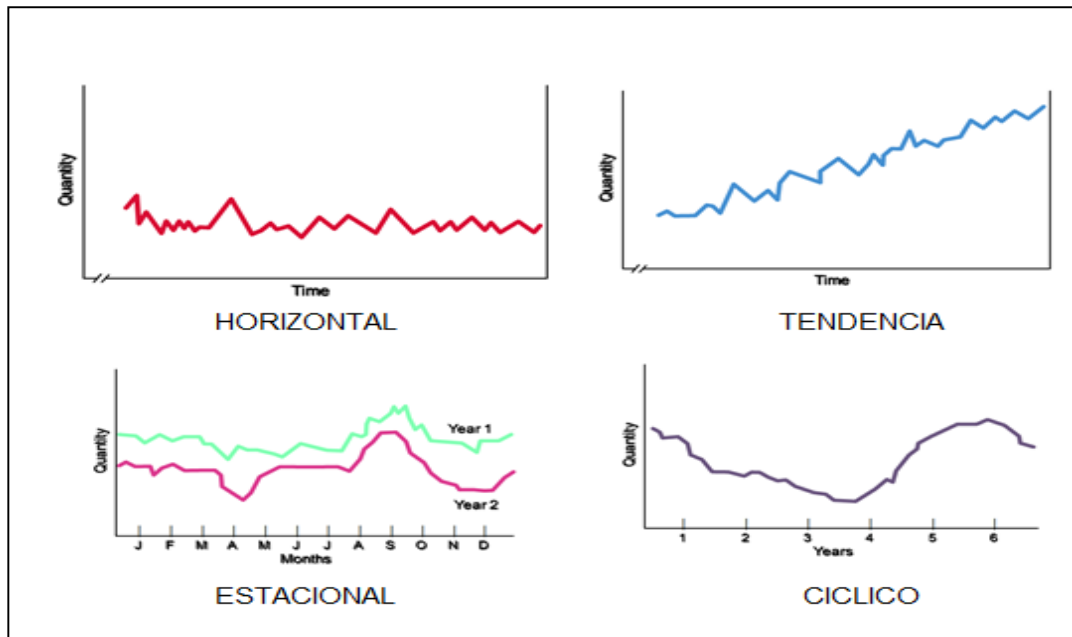


Figura 7: Patrones de la demanda  
Fuente: KRAJEWSKI (2010)

La demanda de las empresas puede comportarse como cualquier patrón mencionado. Dicho patrón dependerá del comportamiento histórico que tenga la venta de los productos en la empresa.

#### 1.5.4.3 Tipos de Pronósticos

Según Chase (2009), existen dos tipos de pronósticos: cualitativos y cuantitativos

- A) Los pronósticos cualitativos son aquellos que se dan en base al juicio de un grupo de expertos. Los más comunes son: opinión ejecutiva, analogía histórica, investigación de mercado y el método Delphi.

A.1) Opinión ejecutiva, es el intercambio libre en las juntas; donde el objetivo es que la discusión en grupo produzca mejores pronósticos que cualquier individuo.

A.2) La analogía histórica, es donde se relaciona lo pronosticado con un artículo similar. Es importante al planear nuevos productos en los que las proyecciones se pueden derivar mediante el uso historial del producto.

A.3) La investigación de mercado, es un método sistemático para poder determinar el grado de interés del consumidor externo por un producto o servicio, con el fin d comprobar la hipótesis acerca del mercado.

A.4) Método Delphi: Es un proceso para obtener el consenso dentro de un grupo de expertos; y mayormente es utilizado cuando se carece de datos históricos. La principal desventaja es que va a depender de la calidad de cuestionarios que se realicen.

Cada uno de estos tipos de pronósticos cualitativos es calificado en cuanto a su uso, horizonte de tiempo para el cual fueron diseñados y el costo asociado por cada método de acuerdo a la tabla 1 que se muestra a continuación:

Tabla 1: Clasificación de los diferentes métodos de pronóstico cualitativos

<b>Método</b>	<b>Horizonte</b>	<b>Costo</b>
Opinion ejecutiva	Corto plazo - Largo Plazo	Bajo - Medio
Analogía Histórica	Corto plazo - Largo Plazo	Bajo - Medio
Investigación de Mercado	Mediano plazo - Largo plazo	Alto
Método Delphi	Largo Plazo	Medio-Alto

Fuente: Paredes (2001)  
Elaboración Propia

B) Los pronósticos cuantitativos son aquellos que presentan data histórica y nos permite pronosticar hechos importantes a largo plazo y coto plazo. Existen diferentes tipos de pronósticos: métodos casuales, método de series de tiempo promedio móvil, método de series de tiempo suavización exponencial, método estacional multiplicativo y el método estacional con tendencia. Aquellos que se utilizan a corto plazo y a largo plazo se muestran en la siguiente tabla 2.

Tabla 2: Método de Pronósticos para cada horizonte de tiempo

Horizonte de pronóstico	Rango de tiempo	Tipo de Pronóstico	Ejemplo de factores que deben pronosticarse
Largo Plazo	Años	Método Regresión Lineal	Nueva línea de productos; líneas actuales de productos; capacidades de fábrica
Corto Plazo	Meses/Semanas	método de series de tiempo promedio móvil, método de series de tiempo suavización exponencial y método estacional multiplicativo	Grupo de productos, materiales comprados, productos específicos

Fuente: Gaither (2003)  
Elaboración Propia

Para el caso de la empresa comercializadora, se tendrá que escoger un tipo de pronóstico para corto plazo, ya que se realizan compras de materiales importadas mensualmente.

B.1) Método Regresión Lineal: Según Gaither (2003), es un modelo de pronóstico que establece una relación de una variable dependiente y una o más variables independientes. Si los datos forman una serie de tiempo, la variable independiente es el tiempo en períodos y la variable dependiente, por lo general, son las ventas o aquello que se desee pronosticar. El objetivo es poder hallar una ecuación cuyos valores minimicen la suma de las desviaciones cuadradas de los datos. La ecuación de regresión está representada de la siguiente manera:

$$Y = A + BX$$

Donde:

Y = Variable dependiente

X = Variable independiente.

A = Valor del intercepto de la línea del eje Y

B = La pendiente de la línea

A su vez, existe un coeficiente que explica la importancia relativa de la relación entre la variable dependiente e independiente: el coeficiente de correlación ( $r$ ). Este valor oscila entre valores absolutos de 0 y 1. Si es 0 es que no presentan ninguna relación entre las variables y si es cercano a 1 tienen una alta relación entre ellos.

B.2) Método de Series de promedio móvil: Según Chase (2009), cuando la demanda de un producto no crece ni baja con rapidez, y si es que no tiene características estacionales, un promedio móvil puede ser útil para eliminar las fluctuaciones aleatorias que se presenten en el pronóstico. Se tendrá que elegir un “ $n$ ”, el cual será el número de períodos para promediar, que representará los más recientes períodos de demanda según su estabilidad en el patrón que se analice. La decisión final de qué “ $n$ ” elegir dependerá del *forecast accuracy* (error de pronóstico) que se presente. La fórmula que se utilizará será:

$$F_{t+1} = \frac{\text{Suma de las últimas } n - 1 \text{ demandas}}{n}$$

Donde:

$F_{t+1}$  = Pronóstico para el siguiente período

Suma de las últimas  $n-1$  demandas: Las demandas sumadas sucesivamente hasta hace  $n$  períodos.

$N$  = Número de períodos para promediar

Por ejemplo, en la tabla 3 se muestra la demanda semanal que se ha tenido en las últimas 16 semanas, y el promedio con un número de períodos de 4 y 6 semanas:

Tabla 3: Ejemplo de Demanda y pronóstico período móvil

Semana	Demanda	n=4	n=6
1	500		
2	600		
3	650		
4	520	568	
5	730	625	
6	610	628	602
7	680	635	632
8	660	670	642
9	680	658	647
10	530	638	649
11	540	603	617
12	680	608	629
13	630	595	620
14	660	628	620
15	600	643	607
16	700	648	635

Elaboración Propia

Evaluamos el pronóstico de la semana 17 en donde al utilizar un “n” igual a 4 obtenemos un valor de 648 unidades, pero al evaluar con un “n” igual a 6 obtenemos un valor 635 unidades. Ambos valores difieren, pero el mejor pronóstico dependerá del que tenga el menor error ponderado una vez obtenida la venta real de los meses pronosticados, lo cual conllevará a elegir el mejor valor de “n”. Según Cohen (2008), El valor de n se elige en función a la influencia que se quiera que tenga la historia más antigua en la predicción de los valores futuros. Un valor de n muy chico, hará que los pronósticos sigan más de cerca los últimos valores reales, ya que se mostrarán patrones cambiantes; mientras que un valor de n más grande, se traduce en una curva más amortiguada, es decir la variable a pronosticar se presenta relativamente estable en el tiempo. En la práctica, los valores de “n” oscilan entre 2 y 10.

En la figura 8, se muestra el comportamiento de la demanda con cada número de período:



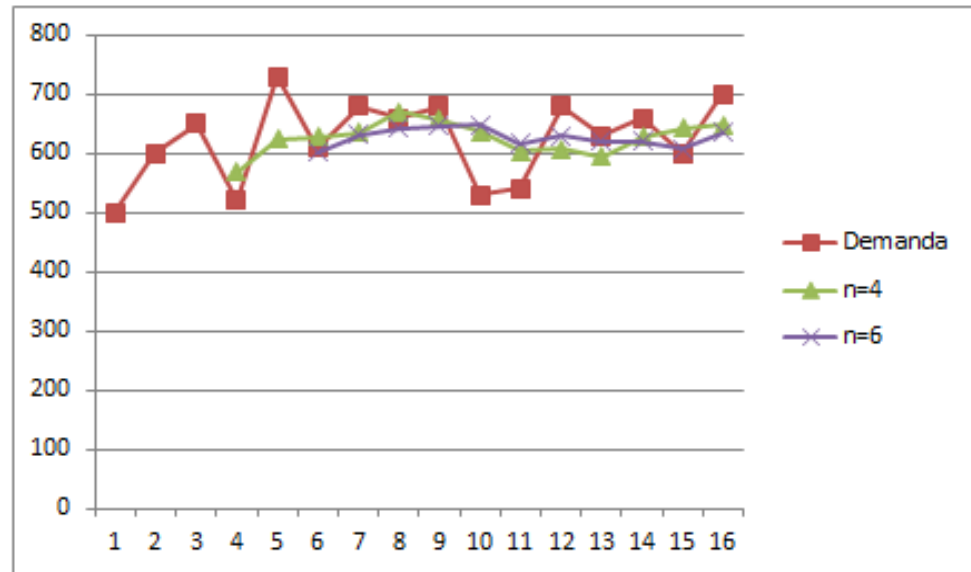


Figura 8: Gráfico de demanda con promedios ponderados  
Elaboración Propia

B.3) Método de series de tiempo de suavización exponencial: Según Gaither (2003), este método toma el pronóstico del período anterior y le incorpora un ajuste, dándole un peso a la demanda, para obtener el pronóstico del siguiente período. Este ajuste es proporcional al error anterior y se calcula multiplicando el error de pronóstico por una constante llamada coeficiente de suavización. Para su aplicación, se utiliza la siguiente expresión:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha (D_t - F_t)$$

Donde:

$F_t$  = El pronóstico del último período

$D_t$  = La demanda del último período

$\alpha$  = Coeficiente de suavización que puede tomar valores entre 0 y 1

$F_{t+1}$  = Pronóstico del siguiente período

Según Paredes (2001), los coeficientes  $\alpha$  pueden variar entre 0 y 1, tomando cualquier valor en ese intervalo. El peso de los coeficientes determina la confiabilidad del método, es decir, si el coeficiente de suavización  $\alpha$  es cercano a cero tendrá mayor peso los valores más recientes en la serie de datos históricos, pero si el coeficiente de

suavización  $\alpha$  es cercano a uno, entonces se le dará más peso a los datos más lejanos en la serie de tiempo. A continuación en la tabla 4 se mostrarán los valores que debería tomar  $\alpha$  para cada tipo de demanda:

Tabla 4: Coeficiente de suavización para cada tipo de demanda

Valor del Coeficiente $\alpha$	Tipo de demanda
0.7 - 0.9	Demanda inestable o dinámica como la de productos nuevos
0.1 - 0.3	Demanda muy estable con posibilidad de ser muy representativa en un futuro
0.4 - 0.6	Demanda ligeramente inestable

Fuente: Paredes (2001)  
Elaboración Propia

Para la empresa comercializadora en estudio, el valor adecuado de  $\alpha$  que se debería tomar sería entre 0.7 – 0.9, ya que la demanda es dinámica a lo largo del horizonte de tiempo porque presenta altas ventas puntuales en algunos meses (picos) y ventas bajas en otros debido a la alta competencia o a la falta de stock (valles).

Para poder observar mediante un gráfico las diferencias existentes al pronosticar una misma demanda con diferentes valores de coeficientes  $\alpha$ , se realizará un pronóstico con valores aleatorios de 0.1 y 0.6. Los valores se muestran a continuación en la tabla 5:

Tabla 5: Ejemplo de Demanda y pronóstico suavización exponencial

Semana	Demanda	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.6$
1	800	800.00	800.00
2	755	800.00	800.00
3	660	795.50	773.00
4	635	781.95	705.20
5	730	767.26	663.08
6	782	763.53	703.23
7	778	765.38	750.49
8	669	766.64	767.00
9	755	756.88	708.20
10	780	756.69	736.28
11	670	759.02	762.51
12	680	750.12	707.00
13	700	743.11	690.80
14	760	738.79	696.32
15	690	740.92	734.53
16		735.82	707.81

Elaboración Propia

Asumiendo que  $F_1 = D_1$  y reemplazando en la expresión se obtuvieron los pronósticos para las semanas del 2 al 16. La gráfica de comparación de los resultados se muestra en la siguiente figura:

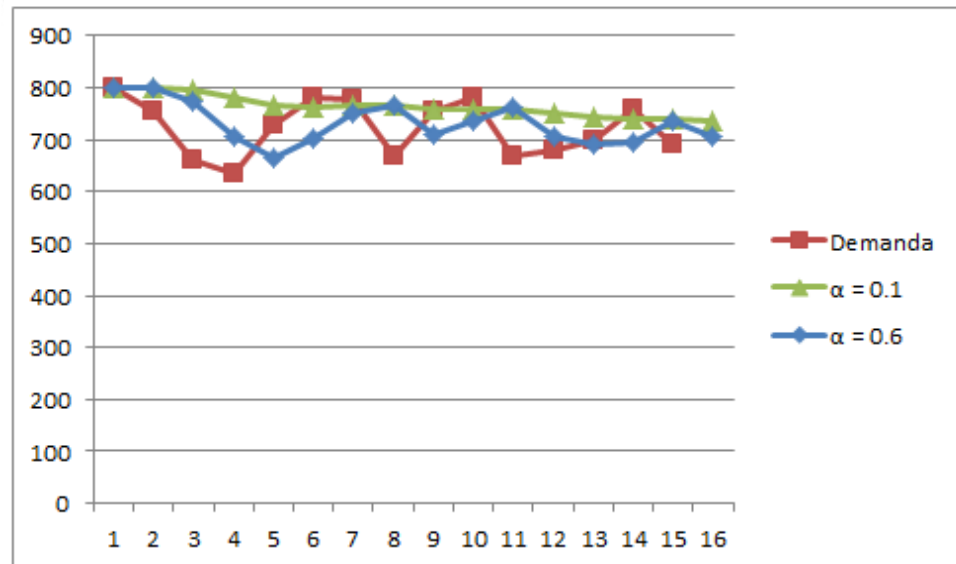


Figura 9: Gráfico de demanda con suavización exponencial  
Elaboración Propia

De la figura 9 podemos concluir que la demanda del producto fluctúa a lo largo del tiempo, por lo que un bajo valor de  $\alpha$  no produce resultados confiables, ya que suaviza en exceso el pronóstico. Por otro lado, tener un mayor valor de  $\alpha$  permite estar más cerca a la demanda real.

B.4) Método Estacional Multiplicativo (Winters): Según Krajewski (2010), este tipo de pronóstico utiliza a la demanda con un comportamiento estacional, extrayendo los factores de estacionalidad que son el molde de los pronósticos. Es necesario identificar el patrón estacional adecuado.

Dada la figura 10 y tabla 6, se mostrará el comportamiento estacional que debería presentarse en la demanda para aplicar este tipo de pronóstico:

Tabla 6: Ejemplo de demanda para el método estacional multiplicativo

Trimestre	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
1	25	50	80	80
2	315	350	565	715
3	500	570	600	900
4	80	150	265	195

Elaboración Propia

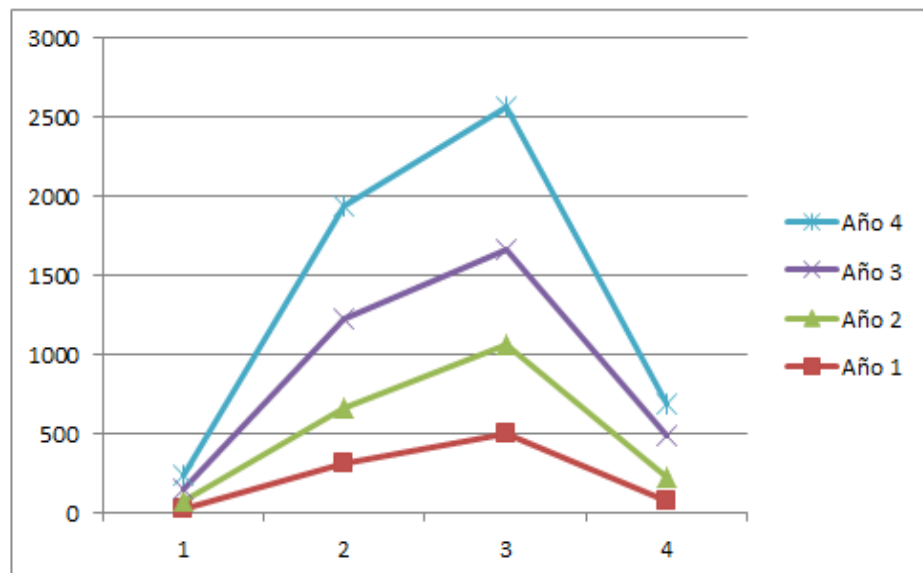


Figura 10: Demanda para método estacional multiplicativo  
Elaboración Propia

Para hallar el pronóstico del año 5, el procedimiento es el siguiente: se calcula la demanda promedio por cada año y se utiliza como denominador para hallar índices estacionales por cada trimestre. Luego, se promedian dichos índices obteniendo un valor cada trimestre. Se pronostica la demanda anual total del siguiente año en base al incremento promedio entre los 4 primeros años y se divide equitativamente por cada trimestre. Finalmente, estos últimos valores son multiplicados por los promedios de los índices estacionales obteniendo el pronóstico por trimestre del siguiente año. Para nuestro ejemplo inicial, el pronóstico sería tal como se muestra en la tabla 7:

Tabla 7: Pronóstico de la demanda para el año 5, utilizando método estacional multiplicativo

Trimestre	Año 5
1	92.59
2	779.68
3	1 066.98
4	276.75

Elaboración Propia

Con el resultado obtenido en la tabla 7 se obtiene la siguiente figura 11, donde el comportamiento trimestral es parecido y el cual permite saber que los picos de venta se dan en el trimestre 2 y 3 en comparación a las ventas en el trimestre 1 y 4.

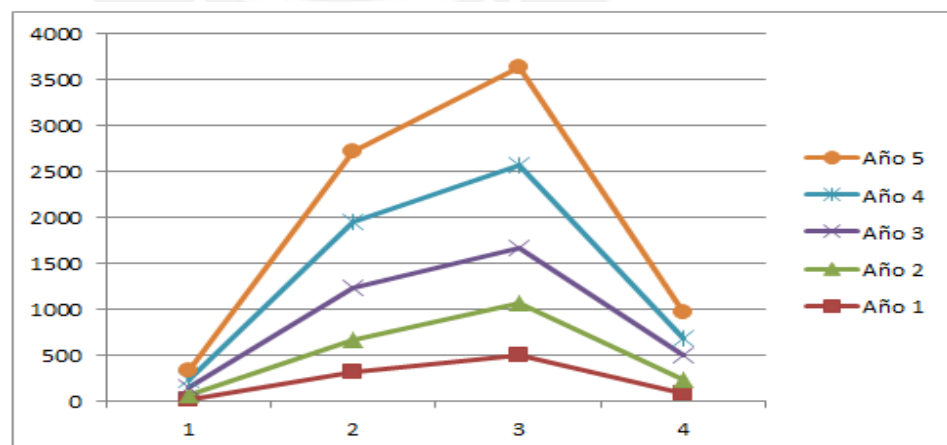


Figura 11: Demanda pronosticada con el método estacional multiplicativo  
Elaboración Propia

Existe un método estacional con tendencia, pero según Vidal (2009), el sistema de pronóstico de Winters o multiplicativo es aplicable para patrones con demanda estacional con o sin tendencia; por lo tanto, se puede utilizar la misma metodología.

#### 1.5.5 Planificación de Productos vs Ventas

La planificación de los productos se puede generar utilizando uno de los pronósticos explicados en el punto 1.5.4 acorde a la demanda que la empresa pueda tener. A esta planificación, según Harrison (2008), se le conoce como *demand management* ya que recolecta la demanda pronosticada de todas las fuentes externas (forecast y órdenes de compra), internas (otras firmas entre organizaciones) y piezas de repuestos.

Por otro lado, la agrupación consolidada de la demanda y la transmisión a la fabricación debe ser moderada por la capacidad a entregar, es decir la planificación es disgregada en el proceso de *resource planning*, la cual es relacionada con la capacidad de fabricación en el largo plazo (medición de salida) y con las maquinarias y la mano de obra en el corto plazo (medición de entrada).

Con ambos inputs mencionados anteriormente, se realiza la planificación de ventas y operaciones (SOP), donde el área de ventas y marketing deben revisar con el área de manufactura que los nuevos requerimientos sean fabricados y entregados dentro del *lead time* requerido. Estas revisiones requieren coordinaciones a través de varias unidades de fabricación en diferentes países. El propósito principal del SOP es mantener el balance entre la oferta y la demanda. Tener una demanda alta en términos de capacidad y manufactura implicará trabajar bajo presión con sobretiempos. Tener una baja demanda y márgenes implicará tener una baja utilización de recursos, despidos y recorte de precios. En la figura 12, se muestra la relación existente entre los procesos mencionados:

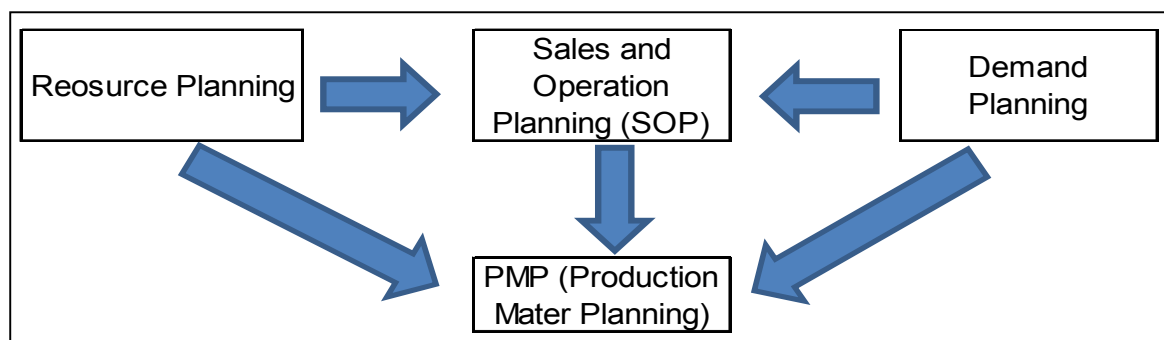


Figura 12: Relación de procesos de planeamiento – Elaboración Propia

#### 1.5.6 Planeamiento Colaborativo, previsión y reposición (CPFR)

Este tipo de planeamiento será una de las propuestas de mejora a implementar en la empresa en estudio. Según Harrison (2008), el CPFR está dirigido a mejorar la colaboración entre el comprador y el proveedor de tal manera que el servicio al cliente sea mejorado mientras el manejo de inventarios se realiza más eficiente.

Esta idea fue una iniciativa entre 5 compañías: Wal-Mart, Warner-Lambert, Benchmarking Partners y dos compañías de software, SAP y Manugistics. La meta desde un inicio era desarrollar un modelo de negocio que permita realizar un planeamiento colaborativo y reposición de inventarios de manera eficiente. Ello generó una clara visibilidad de los procesos que realizan las empresas internamente, para que de esta manera pueda existir un apoyo paralelo entre las empresas. Por ejemplo, el conocer el *sell out* del comprador permite tener una idea de cómo es la venta al cliente; por lo tanto, se podría implementar una estrategia de marketing conjunta para que el *sell out* sea mayor. Esta acción beneficia tanto al comprador como al proveedor.

#### 1.5.7 Manejo de inventarios

##### 1.5.7.1 El stock, su importancia y clasificación

Según Carreño (2011), el stock hace alusión a acumulaciones o depósitos tanto de materias primas, productos en proceso y productos terminados, como a cualquier otro objeto que se mantiene en la cadena de suministro. Las razones de mantener los stocks están relacionadas con las mejoras de servicio al cliente. Dichas existencias poseen un valor económico relevante que puede generar una inmovilización de capital para la empresa si es que se tiene un alto volumen. Por lo tanto, el objetivo principal es poder llegar a tener un equilibrio económico y de nivel de servicio para que no se vean perjudicadas ambas partes. La importancia de tener stock es que permita atender a los clientes cuando lo necesiten y así poder evitar futuras interrupciones o pérdidas por faltantes. Existen diversos tipos de stock:

- Stock de Productos Terminados: Este tipo de stock se utiliza para poder atender a los clientes en aquellos productos que hayan tenido altas ventas en los últimos meses. También permite conocer qué otros productos se encuentran disponibles para que puedan ser especificados y atendidos para la venta.

- Stock de Seguridad: Es aquel conjunto de existencias que son llamados “stock de previsión”, los cuales son necesarios para hacer frente a las variaciones en exceso de demanda, fallas de calidad o retrasos imprevistos en la entrega de los pedidos.
- Stock de Productos en Proceso: Son aquellas existencias que en algunas empresas lo manejan en las plantas de producción, realizando inventarios cierto intervalo de tiempo, pero son controlados dentro del sistema ERP para no tener problemas contables ni retrasos por falta de insumos.
- Stock muerto: Son aquellos artículos que se encuentran obsoletos o antiguos, que ya no funcionan adecuadamente y deben ser desechados.

#### 1.5.7.1 El stock de seguridad como política fundamental de inventarios

Uno de los diferentes tipos de stock que debemos de considerar relevante es el stock de seguridad. Según Chopra (2010), es el inventario reservado para satisfacer la demanda que excede de la cantidad que fue pronosticada para un período. Cumple un rol importante en la planificación de insumos o productos terminados, ya que se debe saber qué cantidad asignar por cada SKU al analizar la demanda para tenerlo como previsión frente a cualquier rotura de stock. Se debe de considerar algunos elementos para su cálculo:

- Coeficiente de seguridad ( $\mu$ ): El cual es la estandarización normalizada del nivel de servicio que se quiere alcanzar.
- Demanda Promedio ( $D_p$ ): Es el promedio de la demanda mensual de los últimos 6 o 12 meses. Ello varía según lo que la empresa especifique.
- Desviación estándar de la demanda ( $\sigma_p$ ): Es la desviación estándar de la demanda mensual de los últimos 6 o 12 meses. Ello varía según lo que la empresa especifique.
- Promedio de *lead time* ( $D_{lt}$ ): Es el promedio del tiempo en que se demora en llegar al stock los productos o insumos.
- Desviación estándar del *lead time* ( $\sigma_{lt}$ ): Es la desviación estándar del tiempo en que se demora en llegar al stock los productos o insumos.

Para los cuatro últimos elementos se debe definir una unidad de tiempo común para que el resultado sea coherente. La ecuación para el cálculo es la siguiente:



$$SS = \mu * \sqrt{Dp^2 * \sigma p^2 + Dlt^2 * \sigma lt^2}$$

Donde:

$\mu$ : Coeficiente de seguridad

Dp: Demanda Promedio

$\sigma p$ : Desviación estándar de la demanda

Dlt: Promedio de *lead time*

$\sigma lt$ : Desviación estándar del *lead time*

## 1.6 Reglas referentes al tamaño de lote

Existen diferentes tamaños de lotes que se pueden utilizar en una demanda dependiente. La elección del método correcto es aquella que tenga el mayor beneficio y menor costo. Cada una de las reglas existentes presentan diferentes comportamientos de demanda que pueden ser determinísticas o estocástica. Según Sánchez (2004), un modelo estocástico, el cual presenta variables aleatorias que evoluciona en función de otra a lo largo del tiempo, puede ser de demanda estacionaria, donde en función de la densidad de probabilidad de la demanda se mantiene sin cambios a lo largo del tiempo; y de demanda no estacionaria donde la función de densidad varía con el tiempo. Por otro lado, un modelo determinístico puede ser tanto estático, donde la tasa de consumo permanece constante durante el transcurso del tiempo; y dinámico, donde la demanda se conoce con certeza, pero varía al período siguiente. Para el caso de la empresa comercializadora en estudio, aplicará un modelo determinístico dinámico ya que la tasa de consumo no varía a lo largo del tiempo.

Wammerlov y Whybark (1984), presentan una clasificación de estudios de tamaño de lote de acuerdo a la presencia de la incertidumbre y la naturaleza del programación de la producción. Wammerlov (1989) sugirió que los tamaños de lote sean en ambientes estocásticos y dinámicos lo más cercanos a la realidad, pero la clasificación de las reglas de lote en cada tipo de ambiente fueron demostradas por Chrwan-Jyh (1993), que extendió sus estudios comprobados en dos importantes direcciones:

- Seis tamaños de lote evaluados en estructuras de productos multinivel en un sistema MRP en condiciones estocásticas con un *lead time* y desviación

estándar de la demanda variable. Dichos tamaños de lote pueden ser: EOQ, Lote por Lote, PPB, Mínimo costo unitario, Silver Meal y POQ.

- Una investigación de la frecuente reprogramación como uno de los principales problemas de la programación. La reprogramación de costos y la penalidad como resultado de la reprogramación frecuente es considerado como una parte del costo integral total para evaluar el desempeño de tamaño del lote.

A su vez, estableció algunas hipótesis relevantes para la evaluación del rendimiento de los tamaños de lote ya mencionados:

- Para un entorno operativo, no existe diferencia significativa alguna de rendimiento entre las distintas normas de tamaño de lote a prueba en términos de una multiplicidad de criterios de evaluación.
- Para cualquier grado de variación (picos y valles) de la demanda, no hay ninguna diferencia significativa de rendimiento entre los distintos tamaño de lote reglas.
- Para cualquier nivel de incertidumbre del *lead time*, no hay ninguna diferencia significativa de rendimiento entre los distintos tamaño de lote reglas.

Las conclusiones sobre este análisis propuesto por Chwan-Jyh, bajo diferentes condiciones de variación de la demanda, costos totales e incertidumbre de lead times, en base las hipótesis planteadas fueron:

- El EOQ como regla de lote en la demanda dependiente, tiene un mejor rendimiento en una demanda constante y es claramente superado en costos totales por la regla de lote PPB, Mínimo costo unitario y Silver Meal. Por lo tanto, debería ser una demanda determinística estática, ya que su demanda es conocida y constante.
- La técnica Lote por Lote (L x L), es más efectivo en condiciones operativas *Just in Time* (JIT).
- La mejor técnica bajo el ambiente más operativo en costos y acorde a las hipótesis planteadas es la técnica de Silver Meal, seguida de la metodología PPB y Mínimo Costo Unitario. Para estos tres casos la demanda será determinística ya que es variable a lo largo del tiempo.

Para el caso de la empresa en estudio se podría utilizar la técnica de Silver Meal, PPB o Mínimo Costo Unitario debido a la característica de su demanda. Aquella que tenga el menor costo total de acuerdo a las condiciones que se presenten será la óptima.

#### 1.6.1 Lote Económico de Compra (EOQ)

Según Carreño (2011), esta técnica resuelve dos preguntas básicas: cuánto pedir y cuándo pedir. Su aplicación se limita a escenarios en los que se deben de cumplir ciertas condiciones: la demanda y el tiempo de entrega del proveedor son conocidos y constantes, no existen descuentos por volúmenes de compra de parte del proveedor y la entrega es del lote completo de productos pedidos. Para obtener el lote de económico de compra se utiliza la siguiente expresión:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde:

D = Demanda anual

S= Costo de emitir una orden constante

H= Costo de mantención de inventario en un año

Q= Cantidad a ordenar

Para poder evaluar si esta técnica es viable económicamente, el costo total está conformado por el costo de almacenamiento y costo de preparación y se calcula con la siguiente expresión:

$$C(Q) = H * \frac{Q}{2} + S * \frac{D}{Q}$$

Donde:

D = Demanda anual

S= Costo de emitir una orden constante

H= Costo de mantención de inventario en un año

Q= Cantidad a ordenar

### 1.6.2 Cantidad de pedido periódica (POQ)

Según Chase (2009), en esta técnica se generan cantidades de pedidos que varían de un período a otro. El sistema de cantidad de pedido supone el rastreo continuo del inventario disponible y que se hará un pedido al llegar el punto correspondiente. Por ejemplo, si es que se tienen necesidades constantes de 20 unidades meses por 5 meses, se puede elegir un POQ de 2, 3, 4 o 5; es decir, se podría comprar 40, 60, 80 o 100 unidades pero la decisión de elegir la cantidad exacta dependerá de los costos totales que se tengan al realizar las compras de abastecimientos.

### 1.6.3 Lote por lote (LXL)

Según Krajewski (2010), es la regla que minimiza la inversión en inventario, pero también maximiza el número de pedidos que es necesario hacer. Esta regla es aplicable sobre todo cuando se trata de elementos caros o de elementos cuyos costos de pedido son bajos. Dentro del desarrollo de un MRP, lo que se produce son las necesidades de la demanda dependiente que van variando de acuerdo al stock inicial que se tenía.

### 1.6.4 Métodos Heurísticos

Existen tres métodos de lotificación heurísticos: mínimo coste unitario, método Silver-Meal y equilibrio de unidades período (PPB):

- **Mínimo coste unitario:** Según Chase (2009), es una técnica dinámica de determinación de tamaños de lote que calcula la cantidad de pedidos al comparar el costo de bienes inactivos (posesión) y los costos de preparación de varios tamaños de lotes. La metodología inicia calculando este coste para el caso de pedir para cubrir las necesidades netas del primer periodo. Se continúa para el caso de los dos primeros periodos, etc., seleccionando el lote que dé lugar al primer mínimo coste relativo. Se continúa del mismo modo con las necesidades netas aún no cubiertas hasta llegar al límite del horizonte de planificación. De esta manera, se identifican en qué meses se realizarán las compras para poder satisfacer la demanda futura y al menor costo posible. Su aplicación se da con demandas variables que permiten realizar un comparativo con los otros métodos.

- Método Silver-Meal: Según Domínguez (1995), en este método de lotificación, se selecciona aquel lote que tiene el menor coste total (emisión más posesión) por período para el intervalo cubierto por el reaprovisionamiento. La manera de calcular el coste total por período (CTP) es:

$$\text{CTP} = \frac{\text{Coste de emisión} + \text{Coste de posesión}}{\text{Número de períodos que se cubren}}$$

La metodología es similar al método del mínimo coste unitario, la diferencia está en que se continuará analizando los casos cubriendo los dos, tres, cuatro períodos, etc., hasta dar lugar el menor coste total por período; continuando con las necesidades hasta llegar al límite del horizonte de planificación. Según Vidal (2009), su uso se da cuando el patrón de demanda es muy variable, es decir cuando el método del lote económico de pedido y otros métodos heurísticos no producen buenos resultados.

- Equilibrio de unidades período (PPB): Según Domínguez (1995), este último método heurístico tiene una mayor dinámica para equilibrar los costes de preparación y de almacenamiento para demandas conocidas. Utiliza una información adicional que cambia el tamaño del lote para reflejar las necesidades del siguiente tamaño del lote del futuro. Este desarrolla una unidad de periodo económica (EPP), la cual es la relación existente entre el coste de preparación y el de almacenamiento. Su aplicación se da con demandas conocidas con el objetivo de equilibrar el costo de preparación y almacenamiento. Por ejemplo, si es costo de preparación fuera de \$ 200 y el de almacenamiento fuera de \$ 2, el EPP sería 100 unidades. Por lo tanto, la metodología, sería cubrir las necesidades de los períodos hallando diferentes lotes y analizando en cada caso las unidades que se van almacenando, hasta que la suma de los productos en inventario esté cerca al EPP. En ese momento, el tamaño de lote analizado será la mejor alternativa y se continuará realizando el mismo análisis hasta acabar el horizonte de planificación.

## 1.7 Curva de costos totales vs Lote de Compra

Luego de haber analizado la metodología de un sistema de planificación MRP, los diferentes tipos de pronósticos que se pueden tener en las necesidades requeridas, las diversas metodologías de lotificación y los costos que se incurren en el sistema; se tiene que escoger una manera óptima de poder implementar este sistema. Según Heizer (2008), la meta de todos los modelos de inventarios es minimizar los costos totales, al minimizar los costos de ordenar y de mantenimiento. Tal como se muestra en la figura 13, conforme aumenta la cantidad ordenada, disminuye el número total de órdenes colocadas. Así, si la cantidad ordenada crece, el costo anual de ordenar o preparar decrece. Pero si aumenta la cantidad ordenada, el costo de mantener también aumenta, ya que se mantiene un inventario promedio mayor. Finalmente, al reducir los costos de preparación o bien de mantener, la curva de costo total se reduce.

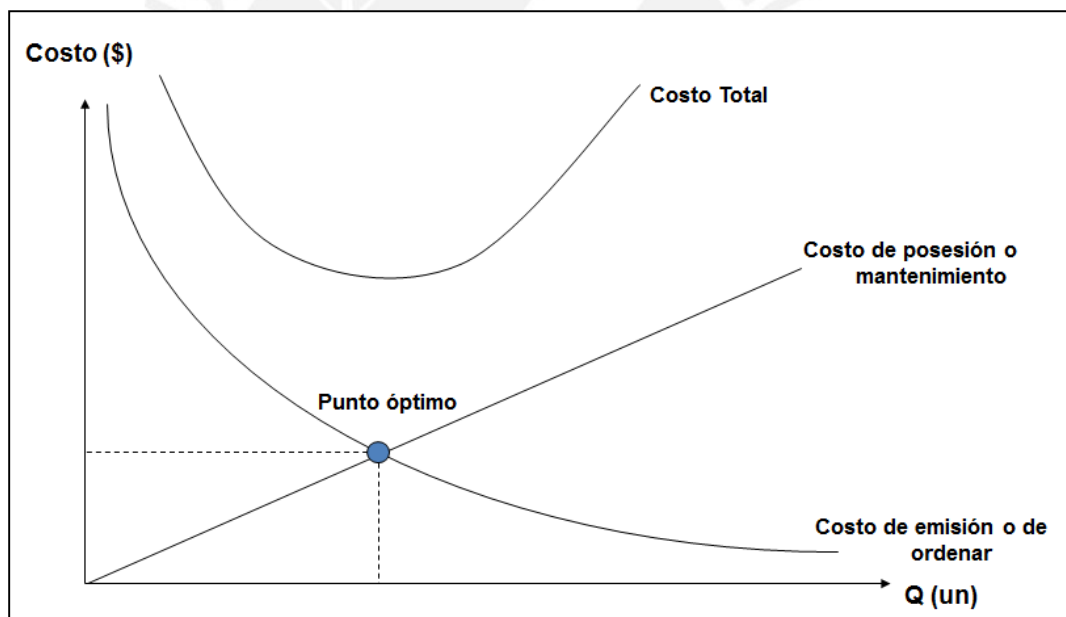


Figura 13: Curva de Costos totales vs. Lote de Compra  
Elaboración Propia

Tal como se muestra en este gráfico siempre existirá un punto óptimo donde se tenga el menor costo total y los costos de ordenar y posesión se crucen; encontrando de esta manera el tamaño adecuado del lote de compra.

## Capítulo 2: Descripción de la empresa

La empresa comercializadora en estudio se dedica a la importación, comercialización y distribución de productos en cada una de sus unidades de negocio. Se encuentra dentro del sector de comercio al mayor y al por menor, ya que la venta se realiza tanto a clientes directos como a distribuidores autorizados. Según la clasificación internacional uniforme (CIIU), se encuentra en la sección G; cuyo código es 5139, la cual representa “venta al por mayor de artefactos electrodomésticos.” Su actividad principal es la comercialización de diversos productos, como por ejemplo, lámparas, en la iluminación; reproductores MP3, en los productos de consumo y máquinas de tomografía, en los productos de cuidado de salud.

Es una de las empresas líderes en el mercado peruano y en el mundo enfocada en mejorar la vida, salud y bienestar de las personas a través de sus innovaciones. Los pilares de la empresa inician en 1891 cuando Anton y Gerard fundaron la primera empresa en Eindhoven (Países Bajos), país donde hoy en día se encuentra la casa matriz. Desde un inicio, comenzaron fabricando lámparas de filamento de carbón y tras el cambio de siglo, ya se había convertido en uno de los productores más importantes en Europa. Desde el año 1939, está en Perú y hoy en día tiene 147 trabajadores más los equipos Outsourcing y es líder en sus 3 unidades de negocio: Cuidado de la Salud (*Healthcare*), Productos de Consumo (*Consumer Lifestyle*) e Iluminación (*Lighting*). El sub negocio que será el eje de la presente tesis es el de Iluminación.

La unidad de negocio *Lighting*, representa el 50% de los ingresos de la empresa, según los resultados económicos y financieros de los últimos diez años. Este sub-negocio va dirigido a cuatro tipo de canales: distribución eléctrica, *retail & foods*, proyectos y *tenders*. Dentro de estos canales, proyectos representa el 50%; *tenders*, representa el 25%; distribución eléctrica el 18% y *retail & foods* el restante de la venta mensual en la empresa. Cada canal tiene sus propios KAM<sup>5</sup>, los cuales son los vendedores que salen al mercado a ofrecer los productos para poder llegar a su meta de venta. A su vez, se tienen diferentes áreas de soporte tales como: el área logística, marketing, finanzas y servicios como LIAS<sup>6</sup>, donde se realiza la arquitectura de la

---

<sup>5</sup> Key Account Manager

<sup>6</sup> Lighting Application Services

iluminación; son los que apoyan para que el acuerdo del cliente y su venta se dé de la mejor manera posible.

Por otro lado, *Lighting* presenta tres BG<sup>7</sup>, las cuales representan las categorías del portafolio de productos que se comercializa en el sub-negocio, las cuales se presentan en la tabla 8:

Tabla 8: Divisiones del portafolio de productos Lighting

BG	Descripción	Tipo de Productos
9001	Lighting Electronics	Lámparas, balastos, ignitores, portafusibles, etc. Todo lo referente a la parte interna de las luminarias y su conexionado.
9002	Professional Luminaries	Luminarias industriales, oficina, alumbrado público, deportiva, entre otros.
9021	Consumer Luminaries	Luminarias decorativas de interiores y exteriores.

Elaboración Propia

El enfoque a la cual está dirigida la presente tesis se encuentra en un 50% en la BG 9002 y 50% de la BG 9001, ya que si bien la demanda dependiente se muestra en su mayoría en Professional Luminaries, Lighting Electronics representa una alta proporción de venta total tanto independiente como dependientemente. Las subcategorías que se comercializan en este último sub negocio se muestran en la tabla 9.

<sup>7</sup> Business Group



Tabla 9: Pareto de Categorías de la BG 9001

Categoría	Unidades vendidas	%relativo	%absoluto	ABC
Consumer CFL-i	7,681,256	0.2699	0.2699	A
Professional TL&CFL-ni	6,467,437	0.2272	0.4971	A
Lamp Drivers	5,946,722	0.2089	0.7060	A
Professional HID	4,913,016	0.1726	0.8786	B
Consumer GLS	1,943,116	0.0683	0.9468	B
Led Lamps	1,020,518	0.0359	0.9827	C
Consumer Halogen	479,984	0.0169	0.9996	C
Led Systems / Led Modules	12,466	0.0004	1.0000	C
<b>TOTAL</b>	<b>28,464,514</b>			

Elaboración Propia

En la BG 9002 de luminarias profesionales, se tiene un amplio portafolio de productos que pueden ser divididos en diferentes líneas: luminarias para oficinas, sector industrial, sector comercial, sector deportivo y alumbrado público. Cada categoría tienen productos representativos los cuales se muestran a continuación:

Línea de Oficinas

En la línea de oficinas, las más representativas son las TBS y Offismart (ver figura 14) ya que tienen mayor movimiento en el mercado por la cantidad de pedidos que se reciben de los clientes. Ambos tienen buenas características para tener una buena iluminación y varían de acuerdo al tipo de lámpara que se requiera y la cantidad de iluminancia que se necesite.

Línea de sector Industrial

En la línea del sector industrial, las que tienen mayor movimiento son las High Bay (ver figura 14) e Indiko. Esto se debe al buen tiempo de vida que ofrecen y los buenos sistemas ópticos, que les permiten tener una buena estética.

Línea Comercial

En la línea comercial, las que son más representativas con las Milanos y Firenzes (ver figura 14). Esto se debe a que tienen un buen sistema óptico y sus lámparas tienen un gran ahorro energético.

□ Línea Deportiva

En la línea deportiva, los más representativos son las Contempo (ver figura 14) y Arena Vision; ya que ambas tienen gran iluminancia para alumbrados deportivos y estadios. El proyecto más reciente en donde se utilizó este producto fue en Estadio Nacional.

□ Línea de Alumbrado Público

En la línea de alumbrado público, las más representativas son las Ecom (ver figura 14), Ecovia y SRC; ya que tienen buen sistema óptico, buen tiempo de vida y aplicaciones para diversos lugares públicos.



Figura 14: Luminarias por categoría (de izquierda a derecha): Offismart, High Bay, Firenze, Contempo y Ecom respectivamente

Dentro de todas las sub-áreas de esta unidad de negocio, el que tendrá un mayor análisis de los procesos en la presente tesis será el área logística. La jerarquía de esta área se muestra a continuación:

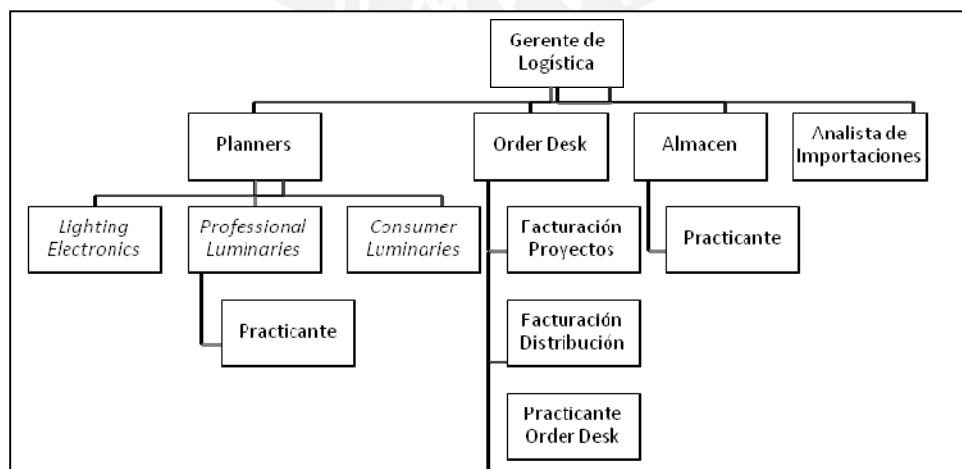


Figura 15: Organigrama de Logística  
Elaboración Propia

Dentro de esta área se realizan actividades relevantes para la empresa como la planificación de la demanda, la facturación, la coordinación de entregas a los clientes, entre otros. Por lo tanto, es fundamental en el proceso de comercialización, ya que dependerá de las coordinaciones que se realicen en el área para que se pueda realizar la venta de la mejor manera.

Dentro de las importaciones, los productos más importantes son los balastos, ignitores, lámparas fluorescentes, lámparas incandescentes, lámparas fluorcirculares, arrancadores, lámparas ahorradoras, carcasas para las luminarias indiko, Europas para las luminarias milano, entre otros. Todos estos insumos son componentes que son parte de las luminarias que dependen de cómo el cliente lo desee, ya sea en KIT (luminaria completa con todos los componentes instalados) o KIT-S (luminaria con los componentes separados). Un ejemplo de KIT y KIT-S se muestra en la tabla 10.

Tabla 10: Estructura de Luminarias

N°	Tipo de Luminaria	Componente
1	KIT ECOM 70W PA	Balasto Sodio Son70W 220V
		Condensador 10uF
		Ignitor SN57T5
		Portalámpara E27
		Lámpara de Sodio 70W E27 SLV
		Difusor Ecom PC/Insumos
	Tapa Ecom ABS/Insumos	
2	KIT-S OFFISMART EBE M2 228/830	TBS299 2xTL5-28W EBC M2
		Lámpara TL5 HE Secura 28W/830

Elaboración Propia

Los componentes del KIT, son enviados a fabricar a las ensambladoras y se entregan al cliente completamente ensamblado; por otro lado, los KIT-S se entrega la carcasa TBS y la lámpara separada, para que sea ensamblado en el lugar donde el cliente lo desea.

## Capítulo 3: Análisis y Diagnóstico de la empresa

### 3.1 Análisis del planeamiento actual

La metodología de planeamiento actual que la empresa maneja es el siguiente:

- El planner de cada BG actualiza la venta del último mes y prepara la plantilla de forecast para que cada KAM coloque su input.
- Luego, cada KAM coloca su estimado de venta para los próximos meses considerando las próximas promociones que puedan realizar en dicho horizonte.
- Posteriormente, esta plantilla es enviada al planner, el cual analiza si las cantidades colocadas son muy altas o no con respecto al histórico de ventas. Si existe algún valor distinto, el planner se reúne con el KAM para evaluar dicho valor; si no existe ningún problema se consolida toda la información para una próxima evaluación.
- Luego, se cuantifica monetariamente los valores del forecast de los próximos seis meses para compararlo con la meta mensual de cada canal.
- Finalmente, se prepara el archivo para la reunión S&OP, en donde se discutirán aquellas variaciones entre el forecast valorizado vs la meta mensual y los acuerdos comerciales futuros que se hayan acordado en temas de promociones, reemplazos de productos, entre otros.
- Con este output se realiza el análisis de las compras para el abastecimiento de los próximos meses, dependiendo del lead time de cada producto.

En la figura 16, se muestra el flujograma de esta metodología.

Dentro de la descripción del planeamiento actual existen algunas observaciones por detallar, las cuales se muestran a continuación:

- Según la clasificación ABC de los productos por cada categoría, tanto los planificadores como los vendedores realizan la planificación de acuerdo a la siguiente tabla:

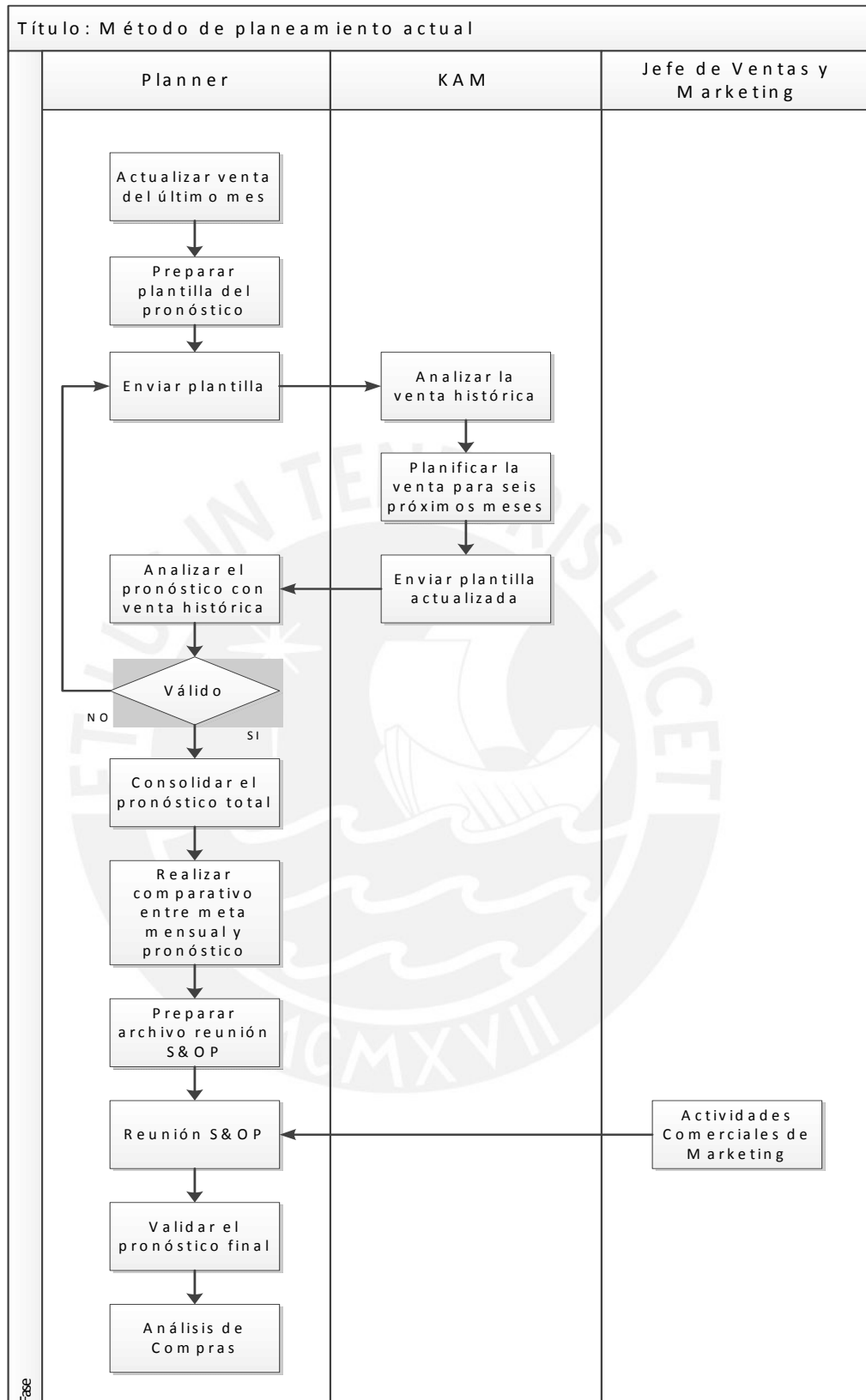


Figura 16: Flujograma de planeamiento actual  
Fuente: Información empresa de estudio

Tabla 11: Metodología de Planificación

Categoría Pareto	Responsable de planificación	Metodología de Planificación
A	Vendedores	Opinión ejecutiva
B-C	Planificadores	Promedio móvil 6 meses

Fuente: Información de la empresa

Para el caso de la clase A, los vendedores se basan en la venta de los últimos 3 meses repitiendo el promedio en todos los meses del horizonte de planificación. Para el caso de la clase B y C se trabajan con un promedio de los últimos 6 meses.

- La plantilla se muestra en la figura 17. Cada uno propone el pronóstico para cada uno de sus clientes (distribuidoras, en el caso del canal de distribución). Luego, es consolidado a nivel total para enviárselo al *planner*. En la plantilla se muestra la venta promedio histórica de los últimos tres años, la venta real de los últimos meses del año y el forecast de los próximos seis meses para que sean llenados por el vendedor.

		Distribuidora X												
Código	Descripción	Histórico			Venta Real 2012				Pronóstico					
		Prom 2009	Prom 2010	Prom 2011	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov
9238.105.44279	REFLECTORA 'PAR38 80W 30D FLOOD	2	0	4	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5
9280.510.07395	MERC OVOIDE HPL-N 80W/542 E27 1CT/24	81	19	56	0	100	148	412	59	59	59	59	59	59
9280.520.07395	MERC OVOIDE HPL-N 125W/542 E27 1CT/24	71	19	64	65	65	65	329	67	67	67	67	67	67
9280.535.07495	MERC OVOIDE HPL-N 400W/542 E40 SLV/6	6	5	8	0	0	0	1	8	8	8	8	8	8
9280.823.05125	CDM-T 70W/830 G12 1CT/12	0	8	5	0	0	24	24	6	6	6	6	6	6
9280.837.05125	CDM-T 150W/830 G12 1CT/12	0	0	3	12	12	12	12	4	4	4	4	4	4

(DATOS)

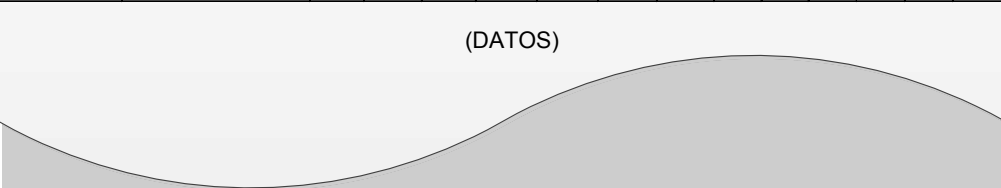


Figura 17: Plantilla de pronóstico para los vendedores - Elaboración Propia

- En las reuniones de S&OP, donde participan los *product manager* y los jefes de venta, la información es validada para poder saber si el *forecast* valorizado está alineado a la meta mensual de venta propuesta. Si no fuera así, se realizan algunas modificaciones para poder estar lo más alineado posible, como incrementar o disminuir las cantidades pronosticadas. La meta mensual de

venta planificada es calculada con el método cualitativo de opinión ejecutiva utilizando porcentajes de crecimientos establecidos por los gerentes y *product managers* para cada tipo de categoría de los productos.

- Para hacer el análisis de compras, se realiza la explosión de los materiales (BOM) para poder saber qué componentes se necesitarán importar. Dicha explosión sólo se realiza en un Excel para poder hallar las cantidades totales por cada insumo, no existe ninguna relación con una metodología de planeamiento MRP.

Por otro lado, para poder medir la precisión de los pronósticos se utiliza el indicador del *forecast accuracy* el cual es medido de la siguiente manera:

$$\text{Forecast Accuracy (FA)} = 1 - \frac{\sum |\text{Forecast} - \text{Demand}|}{\text{Forecast}}$$

La plantilla que utilizan para realizar el cálculo se muestra en la figura 18. En ella se encuentra el código y descripción del producto, el pronóstico del mes, la demanda real y la variación absoluta del pronóstico con respecto a la demanda (ABS):

Código	Descripción	Pronóstico	Demanda Real	Variación Absoluta
9238.105.44279	REFLECTORA 'PAR38 80W 30D FLOOD E27 230V 1BL/10	1,406	945	461
9280.510.07395	MERC OVOIDE HPL-N 80W/542 E27 1CT/24	455	866	411
9280.520.07395	MERC OVOIDE HPL-N 125W/542 E27 1CT/24	437	691	254
9280.530.07495	MERC OVOIDE HPL-N 250W/542 E40 SLV/12	239	372	133
9280.535.07495	MERC OVOIDE HPL-N 400W/542 E40 SLV/6	319	461	142

(DATOS)

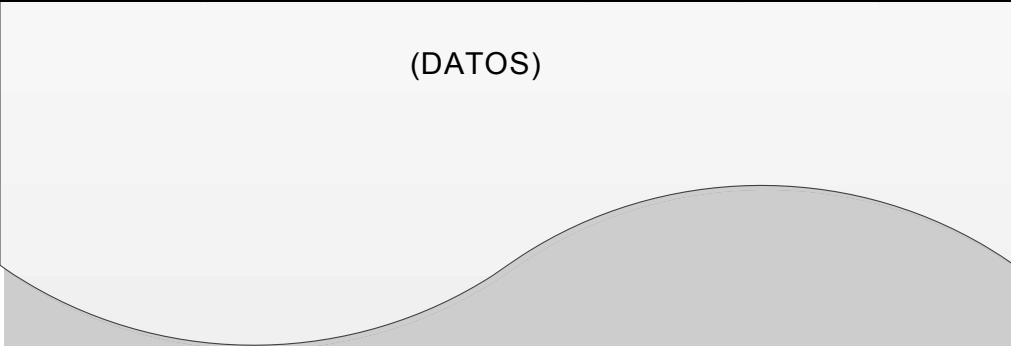


Figura 18: Plantilla de cálculo de *forecast accuracy*  
Elaboración Propia

Los resultados de este indicador en el último año se muestran a continuación:

Tabla 12: Forecast Accuracy del 2011

BG/mes	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	Promedio
9001	56.55%	59.50%	58.53%	65.05%	72.75%	70.92%	63.59%	79.34%	56.03%	61.14%	67.79%	68.50%	64.97%
9002	34.06%	26.10%	53.50%	38.13%	74.37%	59.84%	71.28%	65.13%	58.24%	61.26%	68.57%	73.77%	57.02%
9021	36.00%	33.20%	35.00%	32.17%	28.19%	52.95%	62.10%	61.10%	62.19%	60.17%	66.20%	51.80%	48.42%
Total	42.20%	39.60%	49.01%	45.12%	58.44%	61.24%	65.65%	68.52%	58.82%	60.86%	67.52%	64.69%	56.81%

Elaboración Propia

### 3.2 Diagnóstico de planeamiento actual

- Con esta metodología de planeamiento se tienen algunos problemas que perjudican la venta de los productos. Los KAM's sólo se enfocan en estar en el mercado tratando de ofrecer los productos a sus clientes, pero cuando realizan el pronóstico no lo realizan de la mejor manera, ya que en la mayoría de los casos repiten el pronóstico del mes pasado debido a que no saben con certeza qué productos serán los que el cliente comprará el siguiente mes. Solo en el caso que hubiera escasez de algunos insumos para la fabricación de los productos, saben que se debe reducir la cantidad para el mes siguiente o planificar una venta de cero. No existe un control sobre ello, sólo un indicador global que es el *forecast accuracy*.
- El mal planeamiento conlleva a que se generen compras recurrentes sin saber si el cliente todos los meses comprará las mismas cantidades, lo cual genera altos costos de almacenamiento y costos de ordenar excesivos convirtiendo a los productos en futuros *slow movers*<sup>8</sup>.
- El *forecast accuracy* promedio de la BG 9002 es de 57.02%, el cual es un indicador deficiente para la empresa, ya que la meta es poder tener un indicador mínimo de 65%.

<sup>8</sup> Slow Movers: Es un término que se utiliza para nombrar aquellos productos que tienen una baja rotación, y que luego de 12 meses pueden ser provisionados para ser vendidos con un menor margen.



### 3.3 Análisis de Política de Stock y colocación de órdenes de compra actual

La política actual de stock que se maneja contiene un stock de seguridad que está en un intervalo de 30-60 días para todos los productos, según la clasificación ABC de su venta anual respectiva, la cual se muestra en la tabla 13.

Tabla 13: Clasificación de stock de seguridad actual

Clase	SS
A	60
B	45
C	30

Elaboración Propia

A su vez, contiene un nivel de inventario basado en el inventario promedio de los próximos 6 meses de pronóstico. El nivel de inventario total, stock de seguridad más inventario promedio, es contrastado con el nivel de ventas que se da mes a mes, según se muestra en la figura 19.

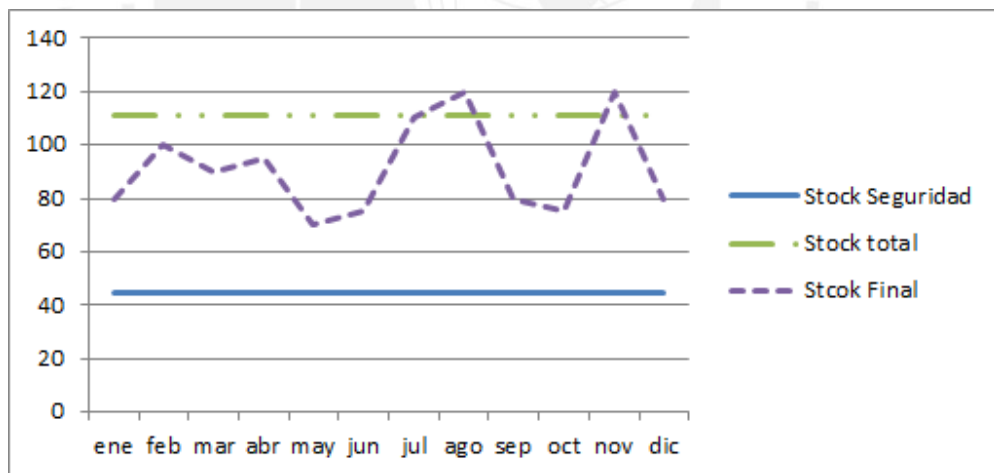


Figura 19: Nivel de stock con la política actual  
Elaboración Propia

En la figura 20, se muestra un nivel de inventario en sobre stock a lo largo del tiempo y un stock de seguridad muy bajo en comparación al ritmo de venta, representado como stock final; lo cual genera sobre costos de almacenaje y problemas en el flujo de caja.

Por otro lado, la plantilla en donde se controla el *back order*<sup>9</sup> y el stock total mensual es en donde se utiliza tanto el stock de seguridad como el *forecast* para poder saber qué cantidad se debe de programar mensualmente en producción, de tal manera que se pueda cumplir con lo propuesto. Dicha plantilla se muestra en la figura 19, en donde se muestra el código del producto, descripción, la venta y el promedio ajustado de los últimos doce meses, la clase ABC del producto, el stock *on hand* y *on order*, *back order*, días de stock de seguridad y el *forecast*.

Código	Descripción	Total Venta 12 Meses	Promedio Ajustado	Clase ABC	STOCK	Back Order	Stock de Seguridad	Pronóstico	Días Cobertura
4425.191.82026	KIT conTEMPO L HPI-T 400W AS	2,808	195	A	225	0	60	220	31
4425.191.82016	KIT CONTEMPO L SIM SON-T 400W	3,190	178	A	388	0	60	300	39
4425.191.82012	KIT CONTEMPO L ASIM SON-T 400W	1,615	92	A	213	0	60	130	49
4425.191.82015	KIT CONTEMPO L SIM SON-T 250W	1,055	82	A	124	0	60	110	34
4425.191.82011	KIT CONTEMPO L ASIM SON-T 250W	658	42	A	64	0	60	50	38

(DATOS)

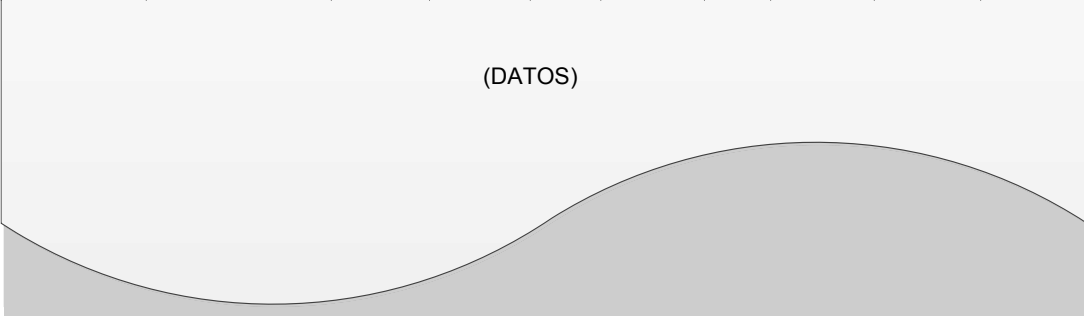


Figura 20: Plantilla de control de back order y stock de seguridad – Elaboración Propia  
Elaboración Propia

Bajo esta política de stock de seguridad es que se realizan las compras de los insumos de tal manera que se pueda tener una cobertura equivalente al stock de seguridad como mínimo. La cobertura diaria se define de la siguiente manera:

$$Cobertura = \frac{Stock\ final\ del\ mes\ anterior \times 30}{Venta\ Proyectada\ del\ mes\ siguiente}$$

<sup>9</sup> Back Order: Lista de pedidos que están en espera por falta de stock.

Mensualmente se utiliza una plantilla de compras, la cual permite calcular la cantidad de la orden a colocar por cada producto que sea necesario de manera que pueda tener como cobertura el stock de seguridad en días como mínimo. Asumiendo un stock de seguridad de 30 días, la fórmula para el cálculo de la compra por producto es de la siguiente manera:

$$Q = (Cobertura * Venta del mes siguiente / 30) + Venta del mes - ingresos de importaciones$$

*programados - Stock final del mes anterior*

La plantilla en la que se trabaja las compras se muestra en la figura 21.

Código	Descripción	may-12		jun-12								
		Stock Final	Días de Cobertura	Back Order	Pronóstico de Venta	Real	Total Ingresos	Tránsito	Sugerencia Compra	Compra	Stock Final	Días de Cobertura
9238.105.44279	REFLECTORA 'PAR38 80W30D FLOOD E27 230V 1BL/10	9,527	203	0	1,408	1,408	0	0	0		8,119	178
9280.510.07395	MERCOVOIDE HPL-N 80W/542 E27 1CT/24	1,997	102	0	590	590	0	0	0		1,407	72
9280.520.07395	MERCOVOIDE HPL-N 125W/542 E27 1CT/24	563	28	52	615	563	0	0	672		0	0
9280.530.07495	MERCOVOIDE HPL-N 250W/542 E40SLV/12	1,335	112	0	360	360	0	0	0		976	82
9280.535.07495	MERCOVOIDE HPL-N 400W/542 E40SLV/6	2,540	191	0	399	399	0	0	0		2,141	161
(DATOS)												

Figura 21: Plantilla de cálculo de órdenes de compra  
Elaboración Propia

Por otro lado, la empresa realiza las compras mensuales importando productos en FCL<sup>10</sup> o LCL<sup>11</sup>. En caso el volumen de la carga consolidada sea como máximo 33 m<sup>3</sup> se utiliza un contenedor de 20 pies; en cambio, si el máximo volumen es 67.7 m<sup>3</sup> se utiliza un contenedor de 40 pies. Las dimensiones de los contenedores se muestran en la siguiente tabla 14.

Tabla 14: Dimensiones de contenedores estandarizados

Tipo de contenedor	Dimensiones	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Carga (tn)	Tara (tn)
Standard 20 pies	Exterior	2.44	6.06	2.59	33	28.15	2.33
	Interior	2.35	5.9	2.39			
	Puerta	2.34	-	2.28			
Standard 40 pies	Exterior	2.44	12.19	2.59	67.7	28.7	3.8
	Interior	2.35	12.03	2.39			
	Puerta	2.34	-	2.28			

Elaboración Propia

Para las importaciones específicamente marítimas, las cuales representan el 85% según el histórico de los últimos 2 años, se incurren en los siguientes costos:

- FOB (*free on board*): *Incoterm*<sup>12</sup> de vía marítima o fluvial en donde el vendedor asume los costos hasta dejarlo en puerto y luego el comprador asume la diferencia hasta tenerlos en stock. Es un costo variable que depende de las cantidades que se importen.
- Flete: Es un costo variable que se incurre por el transporte internacional, el cual depende del país de procedencia y de las dimensiones de la carga.
- Costos de Servicios de Agenciamiento: Son costos fijos que se incurren por el pago realizado al agente de aduana, en este caso la empresa AUSA, por la realización de trámites ante la Aduana. Influyen todos los gastos operativos.

<sup>10</sup> Full Container Load

<sup>11</sup> Less than a Container load

<sup>12</sup> Términos Internacionales de Comercio

- Gastos por comisión: Son costos fijos que se incurren por gastos administrativo y financieros.
- Costos por contenedor: Son costos fijos que se incurren al importar contenedores de 20 o 40 pies.
- Transporte local: Son costos variables al transportar la carga desde el lugar de desaduanaje hacia el almacén.
- Seguro: Son costos fijos que permiten que la carga este asegurada bajo cualquier siniestro que pueda ocurrir en el transcurso de la importación. El cálculo de este valor es de la siguiente manera:  
 **$Seguro = 0.02\% \times 1.1 (FOB + flete)$**
- Ad-Valorem: Son costos variables que dependen del origen de la importación y que son pagados como arancel. Mayormente el porcentaje variaba entre 0% y 6%. Dicho porcentaje se le aplica al precio CIF que incluye el FOB, flete y seguro.

La suma de los costos mencionados anteriormente son los costos que se incurren al comprar una orden. Los costos de almacenamiento anualmente son 13,2 USD/m<sup>3</sup>. Los volúmenes anuales que se importaron en el 2011 por cada proveedor se muestran en la siguiente tabla 15.

Tabla 15: Volúmenes anuales totales por cada proveedor

Proveedor	Volumen anual	Proveedor	Volumen anual
999131	93,123.83	270602	2,021.32
260013	78,808.00	660105	1,741.03
110967	76,899.94	270610	1,657.39
260013	39,553.30	999136	1,602.74
260324	31,935.47	802465	1,334.18
676560	29,688.33	155661	925.25
670471	27,428.96	200134	699.00
999126	23,563.49	380243	350.08
801670	15,105.72	140004	341.21
131561	9,610.47	140663	245.22
206032	9,158.18	134027	156.40
260178	4,773.06	480083	62.45
251021	4,383.03	260776	40.75
260173	3,697.43	200111	31.37
999130	3,534.62	165234	13.31
270285	3,385.91	264051	9.65
454087	3,252.76	130010	6.09
999134	3,223.44	140003	5.76
422560	3,095.93	264259	3.53
320350	2,604.03	320805	0.78
660107	2,487.11		

## Elaboración Propia

Todos los volúmenes mostrados en la tabla 14 son importados con una frecuencia mensual y por lo menos en un contenedor FCL de 40 pies ( $67.7 \times 12 = 812.4 \text{m}^3$ ); en cambio los últimos trece proveedores sólo se han importado o como un contenedor FCL de 20 pies ( $33 \times 12 = 396 \text{m}^3$ ) o como carga suelta LCL en el último año. Los *lead time en días* por cada continente de donde más se importa se muestra en la siguiente tabla 16.

Tabla 16: *Lead time* de los continentes más importados

Actividades	FCL (Contenedor exclusivo)			LCL (Contenedor exclusivo)		
	Más de 10,000 kg			Entre 100kg y 10,000kg		
	USA	Europa	Asia	USA	Europa	Asia
Transporte del almacén del Proveedor al puerto	5	5	5	5	5	5
Trámites de exportación en país de origen	2	2	4	2	2	2
Tiempo de espera para cargar productos en nave según frecuencias de salidas	7	7	7	14	14	14
Travesía	20	25	30	20	25	30
Desconsolidación de carga	0	0	0	2	2	2
Aduanas/Nacionalización en Perú	7	7	7	7	7	7
<b>Tiempo en días</b>	<b>41</b>	<b>46</b>	<b>53</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>60</b>
<b>Tiempo en semanas</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>

Fuente: Información de la empresa en estudio  
Elaboración Propia

### 3.4 Diagnóstico de la política de Stock y colocación de órdenes de compra actual

- El problema que se genera en la política de stock es que el stock de seguridad no debería ser acorde a una clasificación ABC, ya que no todos los productos presentan la misma variabilidad de la demanda. Por lo tanto, cada producto debe tener una política diferente para que no tenga rupturas de stock y pueda tener un mejor abastecimiento. Cuantitativamente, el nivel de inventario debería estar formado por el stock de seguridad más un inventario promedio basado en el pronóstico de los próximos seis meses.
- Tal como se muestra en la figura 20, la cobertura en cada SKU es un valor alto o cero en otros. Ello se debe a que se están realizando compras recurrentes debido a un mal planeamiento, lo cual genera un sobre stock, conjuntamente con un mal manejo de la política de stock al tener una cantidad en reserva incoherente.
- Las compras se realizan mensualmente sin analizar la posibilidad de poder abastecerse para un número de mayor de meses. Ello genera costos que pueden ser ahorrados si se analizara las compras para una mayor frecuencia. Dicho análisis estará enfocado con los últimos trece proveedores, ya que en

algunos casos pueden ser enviados como carga suelta LCL<sup>13</sup> y en otros casos como contenedores de 20 pies. Pero, ¿qué pasaría si se abastece para más de un mes y por temas de volumen la carga suelta se convierte en un FCL? ¿se tendrían altos montos de ahorro? Este análisis se presentará en el capítulo 4 de la presente tesis.

### 3.5. Nivel de Servicio al cliente

La empresa define el nivel de servicio como el proceso de cumplir con el pedido de un cliente, desde la recepción de la orden hasta su envío. Este nivel es evaluado por la empresa mes a mes como un indicador que permite saber la capacidad de respuesta que se tiene hacia los clientes y saber cuáles fueron los motivos por los cuales se demoró la entrega.

Según la empresa, el nivel de servicio al cliente se puede definir bajo tres conceptos:

- *Fill Rate*: Es una de las mediciones más importantes de la empresa, ya que en ella se evalúa el % de productos que son atendidos cuando el cliente lo solicita. Este indicador es evaluado con mayor relevancia en *retail* ya que es en ese canal en donde se tiene una mayor presión cuando el cliente coloca una orden de compra. El indicador es evaluado de la siguiente manera:

$$\text{Fill Rate} = \frac{\text{Pedidos atendidos}}{\text{Pedidos solicitados}}$$

En el último año, los resultados en la BG9002 y en retail fueron los siguientes:

---

<sup>13</sup> Less than a Container load



Tabla 17: Fill Rate 9002 y Retail

Mes	Fill Rate Retail	Mes	Fill Rate 9002
ene-11	82.10%	ene-11	86.60%
feb-11	88.45%	feb-11	86.10%
mar-11	91.48%	mar-11	94.60%
abr-11	92.76%	abr-11	95.93%
may-11	94.04%	may-11	99.48%
jun-11	94.80%	jun-11	99.52%
jul-11	95.12%	jul-11	98.37%
ago-11	94.86%	ago-11	94.86%
sep-11	95.66%	sep-11	95.66%
oct-11	95.12%	oct-11	95.12%
nov-11	95.27%	nov-11	95.27%
dic-11	95.34%	dic-11	95.35%
Anual	92.92%	Anual	94.74%

Elaboración Propia

- CLIP (*Confirmed Line Item Performance*): Mide el nivel de cumplimiento respecto a la fecha en el cual se pueda entregar el pedido al cliente (*lead time*)  
La medición de este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$CLIP = \frac{\text{Líneas entregadas hasta el día requerido}}{\text{Total líneas de orden recibidas en el periodo}}$$

- RLIP (*Requested Line Item Performance*): Mide el nivel de cumplimiento en la entrega del producto respecto a la fecha en la cual el cliente quiere recibirlo.

$$RLIP = \frac{\text{Líneas entregadas hasta el día requested}}{\text{Total de líneas de orden recibidas del pedido}}$$

Los indicadores del último año se muestran a continuación:

Tabla 18: CLIP-RLIP de los últimos meses

	CLIP	RLIP
<b>ene-11</b>	50.52%	52.72%
<b>feb-11</b>	50.52%	52.76%
<b>mar-11</b>	66.14%	52.64%
<b>abr-11</b>	66.30%	52.75%
<b>may-11</b>	66.01%	52.88%
<b>jun-11</b>	66.10%	52.29%
<b>jul-11</b>	66.80%	53.10%
<b>ago-11</b>	65.14%	53.25%
<b>sep-11</b>	66.36%	50.52%
<b>oct-11</b>	68.90%	55.52%
<b>nov-11</b>	60.16%	53.71%
<b>dic-11</b>	70.02%	70.02%
<b>Anual</b>	63.58%	54.35%

Elaboración propia

Con estos tres indicadores fundamentalmente la empresa evalúa el nivel de servicio. Se debería tener un fill rate mayor al 95%, un RLIP mayor al 50% y un CLIP mayor a 65%, como meta de la empresa. Para el CLIP y RLIP, se cumplen la meta propuesta; pero para el fill rate, que es el indicador más importante, se deben implementar mejoras en los procesos para poder llegar a la meta.

## Capítulo 4: Propuestas de Mejora

Luego de conocer la realidad actual de la empresa en sus diversas metodologías y tener las herramientas claras para buscar mejoras, se presentarán las siguientes alternativas.

### 4.1 Nueva metodología de planeamiento

Para poder tener una mejor precisión de pronósticos se propondrá dos metodologías de planeamiento: planeamiento colaborativo y suavización exponencial, el cual será demostrado bajo la validación de las diferentes metodologías de planificación.

#### 4.1.1 Planeamiento Colaborativo (CPFR):

Es una metodología que permitirá tener una comunicación de ida y vuelta con el cliente, mejorar el nivel de servicio y tener una mejor visibilidad de stocks y *sell out*. En la figura 22 se muestra la idea del flujo de información con este planteamiento:

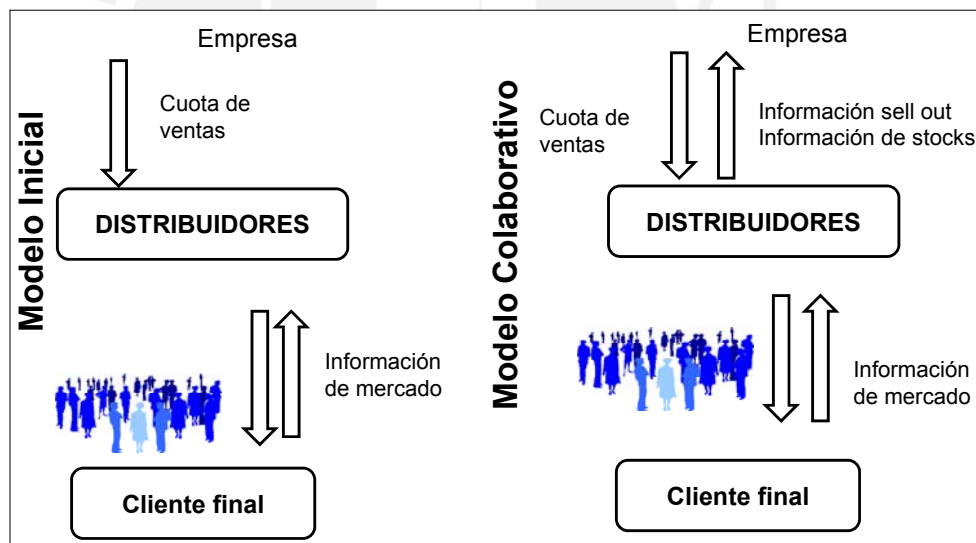


Figura 22: Flujo de información del Planeamiento Colaborativo  
Elaboración Propia

Las actividades a implementar en esta nueva metodología serían:

- Recopilación de la información de Stocks y *sell outs* de clientes.
- Reuniones mensuales de planeamiento colaborativo con la participación del KAM y el *planner* para tener una comunicación más directa utilizando el método promedio para el pronóstico. Ello será ajustado en estas reuniones.

Los beneficios que se podrían tener con esta metodología serían:

- Tener una propuesta de promociones focalizadas en los productos que necesitan mayor apoyo para su venta.
- Tener un stock más saludable evitando excesos y faltantes.
- Manejar un stock de seguridad alineado al *sell out*.

#### 4.1.2 Metodología de planificación

Dentro de todos los sub negocios, *Lighting Electronics* es la que representa el 70% de la venta. La propuesta de mejora estará enfocada en este sub negocio. En la tabla 19, se muestra el Pareto de las categorías de los productos según el histórico de venta de los últimos 24 meses:

Tabla 19: Clasificación Pareto de productos 9001

Categoría	% Relativo	% Absoluto	ABC
Consumer CFL-i	0.27	0.27	A
Professional TL&CFL-i	0.23	0.50	A
Lamp Drivers	0.21	0.71	A
Professional HID	0.17	0.88	B
Consumer GLS	0.07	0.95	B
Led Lamps	0.04	0.98	C
Consumer Halogen	0.02	1.00	C
Led Systems / Led Modules	0.00	1.00	C

Elaboración Propia

Para la clase A, se realizará un análisis con diversas metodologías de planeamiento para al final elegir la mejor opción con los indicadores de error más mínimos posibles.

Los indicadores de error se muestran en la tabla 20 donde:

$Y_t$ : Demanda actual

$Y_{t+1}$ : Demanda del próximo mes, según cada tipo de pronóstico

Tabla 20: Indicadores de error de pronóstico

Indicador de Error	Abreviatura	Fórmula
Desviación Absoluta de la media	DAM	$\sum  Y_t - Y_{t+1} $
Error medio cuadrático	EMC	$\sum (Y_t - Y_{t+1})^2$

Porcentaje de error medio absoluto	PEMA	$\sum \frac{( Y_t - Y_{t+1} )}{Y_t}$
Porcentaje medio de error	PME	$\sum \frac{Y_t - Y_{t+1}}{Y_t}$

Elaboración Propia

Las fórmulas a utilizar en cada metodología de planeamiento se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 21: Metodologías de planificación

N°	Metodología de Planeamiento	Fórmula
1	Modelo estacionario	$\hat{Y}_{t+1} = Y_t$
2	Modelo de datos con tendencia	$\hat{Y}_{t+1} = Y_t * \frac{Y_t}{Y_{t-1}}$
3	Modelo de datos con estacionalidad	$\hat{Y}_{t+1} = Y_{t-3}$
4	Modelo de datos con tendencia y estacionalidad	$\hat{Y}_{t+1} = Y_{t-3} + \frac{(Y_t - Y_{t-1}) + \dots + (Y_{t-3} - Y_{t-4})}{4} = Y_{t-3} + \frac{(Y_t - Y_{t-4})}{4}$
5	Método promedio simple	$\hat{Y}_{t+1} = \sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{n}$
6	Método promedio móvil (2,3,4 y 5 períodos)	$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n+1}}{n}$
7	Método de suavización exponencial	$\hat{Y}_{t+1} = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * \hat{Y}_t$
8	Método de suavización exponencial ajustada a la tendencia	$A_t = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (A_{t-1} + \hat{T}_{t-1})$ $\hat{T}_t = \beta * (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) * \hat{T}_{t-1}$ $\hat{Y}_{t+1} = A_t + \hat{T}_t$

Elaboración Propia

Con la información de la tabla 20 y 21, se realizan los cálculos de los indicadores para el primer caso de Consumer CFL-i. Con ello se obtienen las siguientes tablas:

Tabla 22: Indicadores de error: Consumer CFL-i

MODELOS	$\hat{Y}_{t+1}$	DAM	EMC	PEMA	PME
Datos estacionarios	972,620.00	352,975.09	207,341,841,157.52	0.3538	-0.1035
Datos con tendencia	997,629.00	809,613.41	1,493,450,224,271.99	0.7574	-0.3757
Datos con estacionalidad	1,122,492.00	398,166.50	274,451,035,324.50	0.4448	-0.1519
Datos con var. estacional y tendencia	1,117,803.50	439,356.16	310,572,913,786.49	0.4820	-0.1593
Promedios simples	1,095,798.29	258,943.12	121,050,947,545.12	0.2734	-0.0582
Promedios móviles 2 periodos	960,115.50	255,921.91	133,035,934,567.66	0.2953	-0.1229
Promedios móviles 3 periodos	1,003,459.00	275,192.51	129,509,585,637.15	0.2923	-0.0953
Promedios móviles 4 periodos	1,033,217.25	283,061.91	140,974,536,274.09	0.3109	-0.1208
Promedios móviles 5 periodos	1,024,848.60	279,393.61	133,480,593,450.43	0.3061	-0.1160

Método de suavización exponencial (en unidades vendidas)

$\alpha =$	$\hat{Y}_{t+1}$	DAM	EMC	PEMA	PME
0.10	1,085,290.08	255,675.41	115,895,889,138.79	0.2653	-0.0498
0.25	1,043,000.45	263,171.28	118,246,736,745.54	0.2824	-0.0915
0.60	984,036.56	280,375.39	141,052,055,469.44	0.2984	-0.1034
0.80	973,353.90	309,516.17	166,662,145,154.85	0.3212	-0.10393
0.90	971,563.24	329,994.74	184,626,302,248.44	0.3369	-0.10387
1.00	972,620.00	352,975.09	207,341,841,157.52	0.3538	-0.10346

Método de suavización exponencial ajustada a la tendencia (en unidades vendidas)

$\alpha =$	$\beta =$	$\hat{Y}_{t+1}$	DAM	EMC	PEMA	PME
0.10	0.10	1,177,236.48	282,364.21	122,353,799,263.41	0.2952	-0.0883
0.10	0.25	1,210,836.16	308,080.75	134,217,019,631.22	0.3249	-0.1273
0.10	0.60	1,049,772.90	326,430.37	151,376,704,424.33	0.3506	-0.1666
0.10	0.80	903,255.34	321,487.27	156,119,931,803.23	0.3492	-0.1703
0.25	0.10	1,047,002.21	279,080.23	126,799,575,715.60	0.3031	-0.1231
0.25	0.25	944,410.58	283,460.63	135,826,332,785.45	0.3118	-0.1382
0.25	0.60	777,781.45	317,803.21	154,292,160,538.70	0.3506	-0.1181
0.25	0.80	827,384.17	332,543.69	164,840,272,582.54	0.3654	-0.1020
0.60	0.10	963,751.73	290,014.75	150,731,699,500.10	0.3100	-0.1150
0.60	0.25	938,604.95	307,399.37	165,189,401,054.51	0.3273	-0.1124
0.60	0.60	975,347.78	354,718.01	203,481,218,115.52	0.3714	-0.1055
0.60	0.80	951,428.71	373,944.58	228,016,462,333.43	0.3885	-0.1065
0.80	0.10	957,120.83	324,445.90	180,212,491,008.58	0.3365	-0.1119
0.80	0.25	940,789.53	350,318.01	201,927,523,490.91	0.3607	-0.1097
0.80	0.60	930,669.02	401,551.21	263,047,511,638.46	0.4044	-0.1062
0.80	0.80	911,678.70	427,717.45	306,603,859,351.59	0.4249	-0.1061

## Elaboración Propia

Con toda la información mostrada en la tabla 22, se elegirá los mejores indicadores de todos los métodos promedio, de la suavización exponencial y de la suavización exponencial ajustada a la tendencia, de tal manera que sólo exista una comparación entre cuatro métodos para elegir el método adecuado. De todos los indicadores, el PEMA es el que indica el porcentaje de error medio de la demanda histórica, y a su vez es el relevante para la selección del mejor método. Por lo tanto, en base a esta información, en la siguiente tabla se muestran los métodos finales:

Tabla 23: Indicadores de error de los 4 métodos finales - Consumer CFL-i

MODELOS	$\hat{Y}_{t+1}$	DAM	EMC	PEMA	PME
Modelo de datos con tendencia	997,629.00	809,613.41	1,493,450,224,271.99	0.7574	-0.3757
Promedios móviles 2 periodos	960,115.50	255,921.91	133,035,934,567.66	0.2953	-0.1229
Suavización Exponencial (alfa = 0.8)	973,353.90	309,516.17	166,662,145,154.85	0.3212	-0.1039
<b>Suaviz. Exp. Con tendencia (alfa = 0.1; beta = 0.1)</b>	<b>1,177,236.48</b>	<b>282,364.21</b>	<b>122,353,799,263.41</b>	<b>0.2952</b>	<b>-0.0883</b>

## Elaboración Propia

Basándose en el mismo indicador de comparación, se elige el método más adecuado a la suavización exponencial con tendencia con parámetros (alfa=0.1; beta=0.1) como nueva propuesta de metodología de planeamiento.

Por otro lado, para la categoría Professional TL&CFL-i y Lamp Drivers los resultados se muestran en la tabla 24 y 25 respectivamente:

Tabla 24: Indicadores de error categoría Professional TL&amp;CFL-i

MODELOS	$\hat{Y}_{t+1}$	DAM	EMC	PEMA	PME
Modelo de datos con tendencia	2,477,185.00	1,071,583.83	2,309,507,558,087.98	0.8746	-0.4302
Promedios móviles de 2 periodos	1,627,036.00	497,969.27	393,807,713,040.02	0.5489	-0.1886
Suavización Exponencial (alfa = 0)	-	-	-	-	-
<b>Suaviz. Exp. Con tendencia (alfa = 0.25; beta = 0.1)</b>	<b>1,677,437.84</b>	<b>462,492.33</b>	<b>334,387,261,864.52</b>	<b>0.4773</b>	<b>-0.1385</b>

## Elaboración Propia

Tabla 25: Indicadores de error categoría Lamp Drivers

MODELOS	$\hat{Y}_{t+1}$	DAM	EMC	PEMA	PME
Modelo de datos con tendencia	385,519.00	137,118.90	46,167,270,653.03	0.8793	-0.4298
Promedio móvil 2 períodos	335,921.50	45,981.73	4,384,152,364.82	0.3381	-0.0270
Suavización Exponencial (alfa = 0.6)	-	-	-	-	-
<b>Suaviz. Exp. Con tendencia(alfa = 0.25; beta = 0.25)</b>	<b>386,432.02</b>	<b>41,130.96</b>	<b>4,338,935,685.23</b>	<b>0.2971</b>	<b>-0.0182</b>

Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 24 y 25 para ambas categorías Professional TL&CFL-i y Lamp Drivers el mejor método es de suavización exponencial con tendencia pero con parámetros diferentes. En el primer caso, con un alfa de 0.25 y un beta de 0.1; y en el segundo caso, con un alfa de 0.25 y un beta de 0.25. En el caso del método de suavización exponencial, no es comparable con los demás tipos de pronóstico debido a que la señal de rastreo debería oscilar entre  $\pm 1.5$  para que pueda ser utilizado el método.

Finalmente, se podría implementar nuevas mediciones para tener un mejor control de los pronósticos. Los nuevos indicadores son:

- Triángulo de Previsiones: Es un indicador que permitirá controlar la variación de los pronósticos que se dan mes a mes, logrando notar si los pronósticos son constantes todos los meses, si es que se están implementando planes de marketing a corto plazo y si el forecast se está sub o sobre estimando con respecto a la venta. Por ejemplo, en la figura 23 se observa que todos los meses se van incrementando y disminuyendo los pronósticos, lo que puede generar sobre stock o rupturas en cada caso. Es por ello que con esta herramienta se podrá tener una mejor visibilidad de los pronósticos y control sobre estas variaciones. Por otro lado, tomando como referencia el valor del pronóstico desde hace tres meses, ya que es el lead time que maneja la empresa, en el mes de abril de obtuvo -2% en este indicador ya que en febrero se habría planificado vender 5467 unidades para abril, pero la venta real fue de 5360; por lo tanto, se sobre estimo el forecast. Caso contrario ocurrió en mayo donde se planificó vender 5383 unidades pero se vendió realmente 5860 unidades obteniéndose 9% de forecast sub estimado.



	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12
ene-12	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663
feb-12	-	5457	5457	5457	5457	5457	5457	5457	5457	5457	5457
mar-12	-	-	5383	5383	5383	5383	5383	5383	5383	5383	5383
abr-12	-	-	-	5608	5608	5608	5608	5608	5608	5608	5608
may-12	-	-	-	-	5250	5250	5250	5250	5250	5250	5250
jun-12	-	-	-	-	-	7740	5045	7890	6470	8015	5158
VTA REAL	1750	6580	4800	5360	5860						
			3%	-2%	9%						

Figura 23: Triángulo de Previsiones  
Elaboración Propia

- BIAS: Es un indicador estadístico que se traduce como sesgo el cual indica la desviación de los resultados con respecto al valor esperado. Con este indicador se podrá decidir si el pronóstico del mes anterior está sobre estimado o sub estimado con respecto a la venta real. El indicador se halla de la siguiente manera:

$$BIAS = \frac{\sum \text{forecast de los 3 últimos meses} - \sum \text{venta real de los 3 últimos meses}}{\sum \text{venta real de los 3 últimos meses}}$$

Si el valor está entre  $\pm 5\%$ , el pronóstico está correcto. Sin embargo, si es mayor al 5% el forecast está sobre estimado; por lo tanto, la acción a tomar sería disminuir el pronóstico; en cambio, si es menor al 5% el forecast estará sub estimado; por lo tanto, la acción a tomar sería aumentar el forecast.

En la figura 24, se muestra un ejemplo de este indicador:

	mar-12	abr-12	may-12	Total
<b>DP</b>	5383	5608	5250	16241
<b>VTA REAL</b>	4800	5360	5860	16020

<b>BIAS</b>	1.382%
-------------	--------

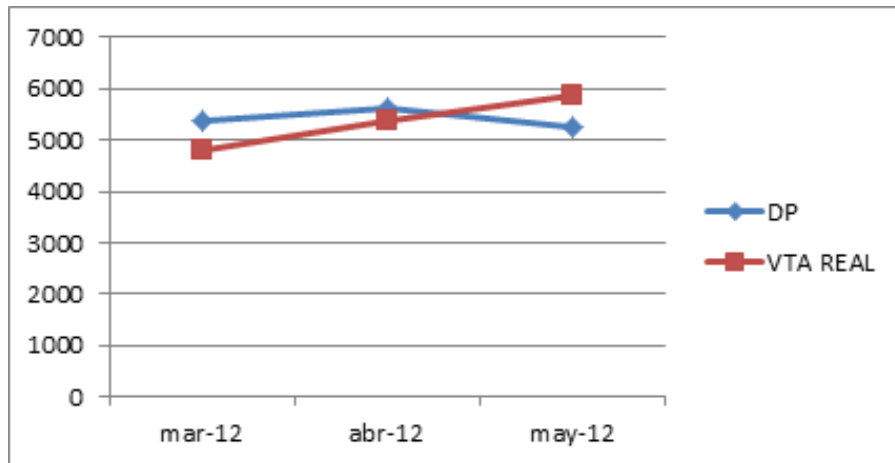


Figura 24: Indicador BIAS  
Elaboración Propia

Para el ejemplo propuesto, un BIAS de 1.382% es un buen indicador de planeamiento al estar por debajo del 5%. Lo cual indica que la planificación en el último trimestre estuvo correcta.

## 4.2 Nuevas políticas de stock

Para establecer la política de stock de seguridad adecuada para cada producto se utilizará la siguiente fórmula basados en la información de Chopra (2010) como el stock de reserva más adecuado.

Para ello se utilizará ciertas variables explicadas a continuación:

- Coeficiente de seguridad ( $\mu$ ): El cual es el nivel de servicio que se desea alcanzar de 95% normalmente estandarizado.
- Demanda Promedio ( $D_p$ ): Es el promedio de la demanda mensual de los últimos 24 meses de venta. Mientras mayor información histórica de demanda

se tenga, la variabilidad de la demanda será más observable. Es por ello que se plantea utilizar este número de meses de venta como análisis.

- Desviación estándar de la demanda ( $\sigma_p$ ): Es la desviación estándar de la demanda mensual de los últimos 24 meses de venta.
- Promedio de *lead time* (Dlt): Es el promedio del tiempo en que se demora en llegar al stock los productos o insumos de las últimas importaciones realizadas en el último año.
- Desviación estándar del *lead time* ( $\sigma_{lt}$ ): Es la desviación estándar del tiempo en que se demora en llegar al stock los productos o insumos de las últimas importaciones realizadas en el último año.

En la tabla 26 se muestran los diez productos más vendidos del sub negocio con las variables necesarias para poder calcular el stock de seguridad.

Tabla 26: Datos de las variables del stock de seguridad

Código	Descripción	Demanda		Lead Time			Nivel de Servicio	
		Average Sales	StdDev Sales	Count of LT (Days)	Average LT (Days)	StdDev LT (Days)	Required Service Level	Z Factor
8225.890.91010	LUM INDIKO-P C/E 236 EB-S	4,716	3,207	90	115	25	95%	1.645
8225.890.91011	CARCASA INDIKO-P 236 (TCW060)	1,046	1,486	90	115	25	95%	1.645
8225.890.91023	CARCASA INDIKO-P S/E T5 PC	658	764	90	115	25	95%	1.645
8225.179.79026	CAJA PE COMP MH/CDM 70W CT	668	838	60	55	5	95%	1.645
8225.179.79024	CAJA PE COMP MH/CDM 150W CT	348	246	60	55	5	95%	1.645
8225.179.79023	CAJA PE COMP CDM 35W CT	32	37	60	55	5	95%	1.645
9114.010.48180	CONTEMPO L HP400 SIM C/EQUIP	843	283	90	115	25	95%	1.645
9114.010.48580	CONTEMPO L HP400 ASIM C/EQUIP	1,061	399	90	115	25	95%	1.645
9114.010.41780	CARC CON-TEMPO L SY E40	351	314	90	115	25	95%	1.645
9114.010.41880	CARC CON-TEMPO L ASY E40	335	264	90	115	25	95%	1.645

Elaboración Propia

El cálculo para los principales productos empleando la fórmula explicada anteriormente, se muestra en la tabla 27.

Tabla 27: Cálculo del stock de seguridad

Código	Descripción	$(\text{StdDev Sales}/15)^2$	$(\text{StdDev LT})^2$	$(\text{Average Sales}/30)^2$	$[\text{Average LT} \cdot (\text{StdDev Sales}/15)]^2$	$[(\text{StdDev LT})^2] \cdot [\text{Average Sales}/30]^2$	$[\text{Average LT} \cdot (\text{StdDev Sales}/15)]^2 + [(\text{StdDev LT})^2] \cdot [\text{Average Sales}/30]^2$	Safety Stock	# Months
8225.890.91010	LUM INDIKO-P C/E 236 EB-S	45,717	625	24,707	5,257,438	15,442,093	20,699,531	7,484	2
8225.890.91011	CARCASA INDIKO-P 236 (TCW060)	9,818	625	1,216	1,129,100	760,218	1,889,318	2,093	2
8225.890.91023	CARCASA INDIKO-P S/E T5 PC	2,596	625	481	298,494	300,441	598,935	1,273	2
8225.179.79026	CAJA PE COMP MH/CDM 70W CT	3,124	25	496	171,812	12,395	184,207	706	1
8225.179.79024	CAJA PE COMP MH/CDM 150W CT	269	25	134	14,821	3,362	18,183	222	1
8225.179.79023	CAJA PE COMP CDM 35W CT	6	25	1	335	29	364	31	1
9114.010.48180	CONTEMPO L HF400 SIM C/EQUIP	355	625	790	40,794	493,506	534,300	1,202	1
9114.010.48580	CONTEMPO L HF400 ASIM C/EQUIP	709	625	1,251	81,564	781,751	863,314	1,528	1
9114.010.41780	CARC CON-TEMPO L SY E40	440	625	137	50,548	85,448	135,996	607	2
9114.010.41880	CARC CON-TEMPO L ASY E40	310	625	125	35,665	78,153	113,818	555	2

Elaboración Propia

Por lo tanto, con estos valores obtenidos cada SKU presentará su propia política acorde a la variabilidad de su demanda y podrá tener un stock de reserva que evitará tener quiebres de stock a futuro.

A su vez, se tendrá un nivel de inventario adecuado para cada código utilizando el stock de seguridad calculado como base y adicionando el inventario promedio (Ip). De esta manera, se tendrá un stock adecuado para evitar rupturas y sobre stock.

Ergo, el inventario mes a mes tendrá el siguiente comportamiento según la figura 25.

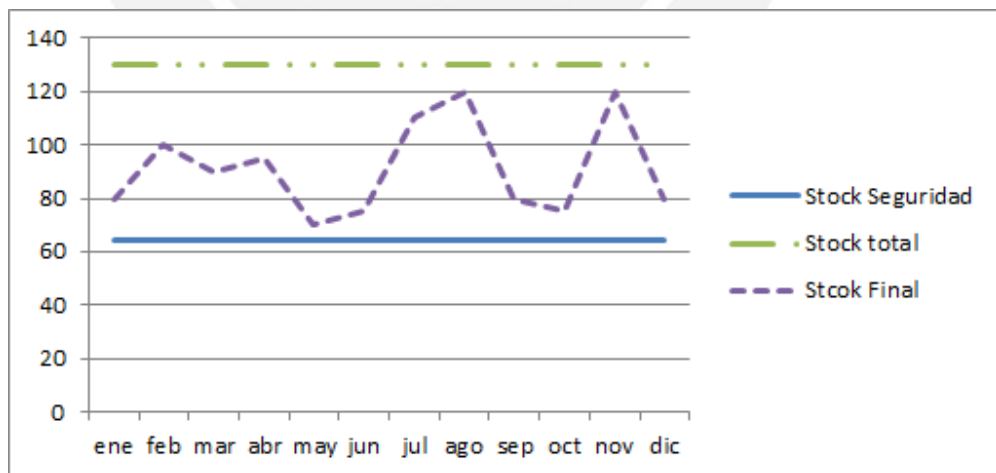


Figura 25: Inventario con una nueva política de stock  
Elaboración Propia

En la figura 24, se muestra un stock de seguridad constante a lo largo del tiempo, calculado utilizando el lead time, la estadística de la demanda histórica, el nivel de

servicio y el nivel de inventario de manera tal que el stock final de mes a mes se encuentre dentro del rango de aceptación. Si bien esta mejora no es cuantificable con un indicador directo, se puede afirmar que para el nivel de ventas mensuales que se tiene el stock se da abasto para cubrir dicha demanda evitando así los quiebres de stock por sobrevender y los sobre stock por el exceso de nivel de seguridad.

#### 4.3 Análisis y control de frecuencia de órdenes de compra.

Para poder implementar la mejora en las frecuencias de órdenes de compra, es importante realizar un análisis de costos totales simulando importaciones mensuales, bimensuales, trimestrales y así sucesivamente por cada proveedor. Tal como se comentó en la metodología actual, el análisis tendrá un enfoque en aquellos que anualmente sólo han importado un volumen menor al máximo de un contenedor de 20 pies. Dichos proveedores se muestran en la tabla 28.

Tabla 28: Proveedores con volúmenes menores a 396 m3

Cod. Proveedor	País	Volumen anual	Flete/Kg.	Vía
320805	Alemania	0.78	\$0.14	Marítima
140003	Argentina	5.76	\$0.50	Marítima
130010	Estados Unidos	6.09	\$0.80	Marítima
165234	Estados Unidos	13.31	\$0.60	Marítima
200111	Brasil	31.37	\$0.33	Marítima
260776	China	40.75	\$1.35	Marítima
480083	Indonesia	62.45	\$1.12	Marítima
134027	Estados Unidos	156.40	\$0.40	Marítima
140663	Argentina	245.22	\$1.80	Aérea
140004	Argentina	341.21	\$1.80	Aérea

Fuente: Información de costos de la agencia de aduanas AUSA  
Elaboración Propia

Como las importaciones marítimas representan el mayor porcentaje de importaciones, se realizarán diversas simulaciones para los primeros cuatro proveedores de vía marítima. Los productos importados con mayor frecuencia, sus pesos, volúmenes, cantidad y precio de importación se muestran en tabla 29.

Tabla 29: Datos logísticos de productos importados por proveedor

Proveedor	12NC	Descripción	Volumen	Peso	Precio	Cantidad
134027	9137.005.00161	ELE BALLAST ICN 2S 54 35M	0.0003	0.12	\$8.55	240,698
	9137.005.08491	ELE BALLAST(2)42WCFL (4 PIN)	0.0003	0.12	\$8.11	6,396
	9137.102.59802	HID-PV 70W M139/M143 USA	0.0005	0.18	\$22.27	152,320
	9137.108.91602	ELE BALLAST (2) F28T5 120-277V	0.0003	0.12	\$9.72	20,022
480083	9279.260.84018	LAMP TL5 HE Super80 14W/840 UN	0.0002	0.0580	0.8620	267,472
260776	4425.808.08500	TBS165 4XTL5-14W HFS C6 PI SC	0.0250	3.60	19.54	1,155
	4425.808.08501	TBS165 2XTL5-28W HFS C6 PI SC	0.0248	3.85	18.69	480
200111	9137.006.26566	HF-R 226-42 PL-T/C EI1220-60HZ	0.0009	0.20	21.00	1,500
	9290.001.97302	LEDspot 12W 2700K PAR30 25D	0.0051	0.32	25.45	5,900

Elaboración Propia

Para realizar la simulación es necesario saber los costos que se influyen para cada cálculo, los cuales se muestran en la tabla 30.

Tabla 30: Costos para la simulación de frecuencias

Costo	Valor	Observación
FOB	-	Precio de importación mostrado en la tabla 28
Flete	\$0.40	10,000 kg.) y por cada vez que se importe
	\$1.28	Por cada vez que se importe . Costo de un contenedor FCL de 20 pies
C. Agencia	\$155.00	Por cada vez que se importe vía marítima
Gastos Locales	\$390.00	Por cada vez que se importe una carga suelta
	\$665.00	Por cada vez que se importe en un contenedor FCL de 20 pies
Transporte	\$73.00	Por cada vez que se importe una carga suelta
	\$143.00	Por cada vez que se importe en un contenedor FCL de 20 pies
Almacenaje	\$13.00	Por metro cúbico mensual

Fuente: Información de costos de la agencia de aduanas AUSA  
Elaboración propia

Con dicha información, se calculan los costos anuales totales (costos de ordenar más costos almacenamiento) por cada frecuencia de compra en cada proveedor utilizando todos los productos que brindan a la empresa en estudio. Dicho análisis se muestra en la tabla 31, por cada proveedor.

Tabla 31: Simulación de frecuencias de proveedores

Proveedor: 134027

Frecuencia	1	2	3	4	5	6
Período	12	6	4	3	2.4	2
<b>Cantidad de compra</b>	<b>34,953</b>	<b>69,906</b>	<b>104,859</b>	<b>139,812</b>	<b>174,765</b>	<b>209,718</b>
Peso total	4,956	9,912	14,868	19,824	24,780	29,736
Volumen total	13	26	39	52	65	78
FOB	\$5,696,618	\$5,696,618	\$5,696,618	\$5,696,618	\$5,696,618	\$5,696,618
Flete	\$23,789	\$23,789	\$5,120	\$3,840	\$3,072	\$2,560
C. Agencia	\$1,860	\$930	\$620	\$465	\$372	\$310
Gastos Locales	\$4,677	\$2,339	\$2,661	\$1,995	\$1,596	\$1,330
Transporte	\$874	\$437	\$571	\$429	\$343	\$286
Seguro	\$1,258.49	\$1,258.49	\$1,254.38	\$1,254.10	\$1,253.93	\$1,253.82
<b>Costo Ordenar</b>	<b>\$5,729,077</b>	<b>\$5,725,371</b>	<b>\$5,706,845</b>	<b>\$5,704,601</b>	<b>\$5,703,255</b>	<b>\$5,702,358</b>
<b>Costo Almacenaje</b>	<b>\$1,032</b>	<b>\$2,065</b>	<b>\$3,097</b>	<b>\$4,129</b>	<b>\$5,161</b>	<b>\$6,194</b>
<b>Costos Totales</b>	<b>\$5,730,109</b>	<b>\$5,727,435</b>	<b>\$5,709,941</b>	<b>\$5,708,730</b>	<b>\$5,708,417</b>	<b>\$5,708,551</b>

Proveedor: 480083

Frecuencia	1	2	3	4	5	6	7	8
Período	12	6	4	3	2.4	2	1.7	1.5
<b>Cantidad de compra</b>	<b>22,289</b>	<b>44,579</b>	<b>66,868</b>	<b>89,157</b>	<b>111,447</b>	<b>133,736</b>	<b>156,025</b>	<b>178,315</b>
Peso total	1,293	2,586	3,878	5,171	6,464	7,757	9,049	10,342
Volumen total	5	10	16	21	26	31	36	42
FOB	\$230,561	\$230,561	\$230,561	\$230,561	\$230,561	\$230,561	\$230,561	\$230,561
Flete	\$17,375	\$17,375	\$17,375	\$17,375	\$17,375	\$2,560	\$2,194	\$1,920
C. Agencia	\$1,860	\$930	\$620	\$465	\$372	\$310	\$266	\$233
Gastos Locales	\$4,677	\$2,339	\$1,559	\$1,169	\$935	\$780	\$668	\$585
Transporte	\$874	\$437	\$291	\$219	\$175	\$146	\$125	\$109
Seguro	\$54.55	\$54.55	\$54.55	\$54.55	\$54.55	\$51.29	\$51.21	\$51.15
<b>Costo Ordenar</b>	<b>\$255,402</b>	<b>\$251,696</b>	<b>\$250,461</b>	<b>\$249,843</b>	<b>\$249,473</b>	<b>\$234,407</b>	<b>\$233,865</b>	<b>\$233,458</b>
<b>Costo Almacenaje</b>	<b>\$412</b>	<b>\$824</b>	<b>\$1,237</b>	<b>\$1,649</b>	<b>\$2,061</b>	<b>\$2,473</b>	<b>\$2,885</b>	<b>\$3,298</b>
<b>Costos Totales</b>	<b>\$255,814</b>	<b>\$252,520</b>	<b>\$251,697</b>	<b>\$251,492</b>	<b>\$251,534</b>	<b>\$236,880</b>	<b>\$236,750</b>	<b>\$236,756</b>

**Proveedor: 260776**

Frecuencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Período	12	6	4	3	2.4	2	1.7	1.5	1.33	1.20	1.09
<b>Cantidad de compra</b>	<b>136</b>	<b>273</b>	<b>409</b>	<b>545</b>	<b>681</b>	<b>818</b>	<b>954</b>	<b>1,090</b>	<b>1,226</b>	<b>1,363</b>	<b>1,499</b>
Peso total	501	1,001	1,502	2,002	2,503	3,003	3,504	4,004	4,505	5,005	5,506
Volumen total	3	7	10	14	17	20	24	27	31	34	37
FOB	\$31,540	\$31,540	\$31,540	\$31,540	\$31,540	\$31,540	\$31,540	\$31,540	\$31,540	\$31,540	\$31,540
Flete	\$8,108	\$8,108	\$8,108	\$8,108	\$8,108	\$8,108	\$8,108	\$1,920	\$1,707	\$1,536	\$1,396
C. Agencia	\$1,860	\$930	\$620	\$465	\$372	\$310	\$266	\$233	\$207	\$186	\$169
Gastos Locales	\$4,677	\$2,339	\$1,559	\$1,169	\$935	\$780	\$668	\$585	\$520	\$468	\$425
Transporte	\$874	\$437	\$291	\$219	\$175	\$146	\$125	\$109	\$97	\$87	\$79
Seguro	\$8.72	\$8.72	\$8.72	\$8.72	\$8.72	\$8.72	\$8.72	\$7.36	\$7.31	\$7.28	\$7.25
<b>Costo Ordenar</b>	<b>\$47,068</b>	<b>\$43,362</b>	<b>\$42,127</b>	<b>\$41,510</b>	<b>\$41,139</b>	<b>\$40,892</b>	<b>\$40,715</b>	<b>\$34,394</b>	<b>\$34,077</b>	<b>\$33,824</b>	<b>\$33,617</b>
<b>Costo Almacenaje</b>	<b>\$269</b>	<b>\$538</b>	<b>\$807</b>	<b>\$1,076</b>	<b>\$1,345</b>	<b>\$1,614</b>	<b>\$1,883</b>	<b>\$2,152</b>	<b>\$2,421</b>	<b>\$2,690</b>	<b>\$2,959</b>
<b>Costos Totales</b>	<b>\$47,337</b>	<b>\$43,900</b>	<b>\$42,934</b>	<b>\$42,585</b>	<b>\$42,484</b>	<b>\$42,506</b>	<b>\$42,598</b>	<b>\$36,545</b>	<b>\$36,498</b>	<b>\$36,514</b>	<b>\$36,576</b>

**Proveedor: 200111**

Frecuencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Período	12	6	4	3	2.4	2	1.7	1.5	1.33	1.20	1.09
<b>Cantidad de compra</b>	<b>617</b>	<b>1,233</b>	<b>1,850</b>	<b>2,467</b>	<b>3,083</b>	<b>3,700</b>	<b>4,317</b>	<b>4,933</b>	<b>5,550</b>	<b>6,167</b>	<b>6,783</b>
Peso total	182	365	547	729	912	1,094	1,276	1,459	1,641	1,823	2,006
Volumen total	3	5	8	10	13	16	18	21	24	26	29
FOB	\$181,655	\$181,655	\$181,655	\$181,655	\$181,655	\$181,655	\$181,655	\$181,655	\$181,655	\$181,655	\$181,655
Flete	\$722	\$722	\$722	\$722	\$722	\$722	\$722	\$722	\$722	\$722	\$1,396
C. Agencia	\$1,860	\$930	\$620	\$465	\$372	\$310	\$266	\$233	\$207	\$186	\$169
Gastos Locales	\$4,677	\$2,339	\$1,559	\$1,169	\$935	\$780	\$668	\$585	\$520	\$468	\$425
Transporte	\$874	\$437	\$291	\$219	\$175	\$146	\$125	\$109	\$97	\$87	\$79
Seguro	\$40.12	\$40.12	\$40.12	\$40.12	\$40.12	\$40.12	\$40.12	\$40.12	\$40.12	\$40.12	\$40.27
<b>Costo Ordenar</b>	<b>\$189,829</b>	<b>\$186,123</b>	<b>\$184,888</b>	<b>\$184,270</b>	<b>\$183,899</b>	<b>\$183,652</b>	<b>\$183,476</b>	<b>\$183,344</b>	<b>\$183,241</b>	<b>\$183,158</b>	<b>\$183,765</b>
<b>Costo Almacenaje</b>	<b>\$207</b>	<b>\$414</b>	<b>\$621</b>	<b>\$828</b>	<b>\$1,035</b>	<b>\$1,242</b>	<b>\$1,449</b>	<b>\$1,656</b>	<b>\$1,863</b>	<b>\$2,070</b>	<b>\$2,277</b>
<b>Costos Totales</b>	<b>\$190,036</b>	<b>\$186,537</b>	<b>\$185,509</b>	<b>\$185,098</b>	<b>\$184,935</b>	<b>\$184,895</b>	<b>\$184,925</b>	<b>\$185,000</b>	<b>\$185,104</b>	<b>\$185,229</b>	<b>\$186,043</b>

Elaboración Propia



Tal como se observa en la tabla 31, los costos totales de ordenar disminuyen conforme la frecuencia de compra aumenta; y los costos de almacenaje aumentan conforme la frecuencia aumenta en ambos proveedores. El ahorro potencial se da en el flete al superar el volumen mínimo de un contenedor FCL ( $27m^3$ ) con respecto a la carga total que se importa, ya que hasta una frecuencia específica el volumen y peso corresponden a una carga suelta; en cambio, a partir de la frecuencia en donde el volumen es mayor al del contenedor, el costo no depende del peso, sino de la cantidad de veces en que se solicite.

Por lo tanto, con este análisis se pueden las siguientes conclusiones relevantes, por cada proveedor:

- Con el proveedor de Estados Unidos (134027), se tiene un costo anual actual de 5'730,109 dólares utilizando una frecuencia mensual de compra. Pero observando los costos totales con una frecuencia para 5 meses, se tiene el costo mínimo total de 5'708,417 dólares anuales. Lo cual demuestra un ahorro aproximado de 21,692 dólares sólo para este proveedor.
- Con el proveedor de Indonesia (480083), se tiene un costo anual actual de 255,814 dólares utilizando la frecuencia mensual de compra. Pero observando los costos totales con una frecuencia de 7 meses, se tiene un costo mínimo total de 236,750. Lo cual demuestra un ahorro aproximado de 19,063 dólares para este proveedor.
- Con el proveedor de China (260776), se tiene un costo anual actual de 47,337 dólares utilizando la frecuencia mensual de compra. Pero observando los costos totales con una frecuencia de 8 meses, se tiene un costo mínimo total de 36,545. Lo cual demuestra un ahorro aproximado de 10,792 dólares para este proveedor.
- Con el proveedor de Brasil (20111), se tiene un costo anual actual de 190,036 dólares utilizando la frecuencia mensual de compra. Pero observando los costos totales con una frecuencia de 6 meses, se tiene un costo mínimo total de 184,895 dólares. Lo cual demuestra un ahorro aproximado de 5,141 dólares para este proveedor.
- Por lo tanto, el ahorro total anual que se genera con todos los proveedores mencionados anteriormente, es de una suma de **56.688 dólares anuales**.

#### 4.4 Propuesta de MRP

Tal como se mencionó en el marco teórico, para poder elegir esta metodología es necesario escoger qué tipo de producto-proceso es el que se realiza en la empresa, para a su vez escoger el tipo de proceso-sistema de producción adecuado.

La producción actual que la empresa maneja de manera tercerizada en sus plantas es considerada como un proceso en línea, ya que se realiza una operación de ensamblaje y conexas en el 80% de sus productos finales. Por lo tanto, posee una variedad moderada de productos, lo cual implica utilizar como sistema de producción el MRP.

A su vez, analizando la demanda de los productos planificables que se venden mensualmente, es necesario que el coeficiente de variabilidad, explicado en el punto 1.3.2, sea menor a 0.25 para que esta herramienta pueda ser aplicada. Dicho análisis se muestra en la tabla 32.

Tabla 32: Análisis del coeficiente de variabilidad

12NC	Descripcion	FORECAST						Suma 6 meses	Suma cuadrado	CV
		jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12			
8225.890.91017	KIT-S INDIKO-P 236/865 EB-S	7268	4348	7268	5748	7268	4448	36348	230200784	0.05
4425.191.82030	KIT-S conTEMPO L HPI-T400W SIM	1149	849	1149	1074	1149	774	6144	6433956	0.02
9104.010.10002	KIT-S SNF AREA ST 2xHPI-T 400W	66	12	66	12	42	24	222	11340	0.38
4425.191.82032	KIT-S conTEMPO L HPI-T400W ASI	832	733	832	733	832	583	4545	3491139	0.01
4425.822.22303	KIT-S HIGH-BAY HPI 400W CV	486	378	486	318	558	306	2532	1121400	0.05
4425.178.60285	KIT ECOM 70W STD	230	230	230	230	230	230	1380	317400	0.00
8225.890.91014	KIT-S INDIKO-P 236/865 AF	125	350	125	225	250	225	1300	317500	0.13
4425.178.60183	KIT ECOM 70W PA	245	145	245	145	245	145	1170	243150	0.07
4425.185.60316	KIT SRC 515 HPI-T 400W	56	12	56	12	56	12	204	9840	0.42
4425.191.82016	KIT CONTEMPO L SIM SON-T 400W	208	146	208	146	208	146	1062	193740	0.03
4425.822.22302	KIT-S HIGH-BAY HPI 250W CV	210	162	138	162	198	90	960	162936	0.06
4425.808.08111	KIT-S OFFISMART 414/840 M2 EBC	124	124	124	124	124	124	744	92256	0.00
4425.178.60286	KIT ECOM 150W STD	124	92	124	92	124	80	636	69456	0.03
4425.808.08119	KIT-S OFFISMART 414/865 M2 EB	110	80	110	80	110	80	570	55500	0.02
4425.178.60266	KIT ECOM 50W STD	100	80	100	80	100	80	540	49200	0.01
4425.191.82029	KIT-S conTEMPO L HPI-T250W SIM	114	80	102	80	90	68	534	48924	0.03
4425.191.82031	KIT-S conTEMPO L HPI-T250W ASI	82	96	82	96	82	96	534	47820	0.01
4425.190.82432	KIT-S HLF 432A HPI-T 400W ST	12	42	12	42	12	42	162	5724	0.31
4425.178.60224	KIT ECOM 50W PA	42	0	42	0	42	0	126	5292	1.00
4425.191.82005	KIT CONTEMPO M MHN-TD 150W/84	68	68	68	68	68	68	408	27744	0.00
4425.191.82038	KIT-S CONTEMPO XL ASIM WB HPI-	12	0	12	0	12	0	36	432	1.00
4425.191.82012	KIT CONTEMPO L ASIM SON-T 400W	70	70	70	56	84	56	406	28028	0.02
4425.180.00013	KIT-S ECOVIA 70W ST	72	48	72	48	72	48	360	22464	0.04
4425.808.08117	KIT-S OFFISMART 228/840 M2 EBC	50	50	50	50	50	50	300	15000	0.00
4425.191.82015	KIT CONTEMPO L SIM SON-T 250W	42	42	42	42	42	42	252	10584	0.00
9104.010.10003	KIT-S SNF AREA ALU 2xHPIT 400W	0	12	0	12	0	0	24	288	2.00
4425.190.82446	KIT-S HLF 432S HPI-T 400W ALU	36	36	36	36	36	36	216	7776	0.00
4425.178.60227	KIT ECOM-F 70W PA	50	20	50	20	50	20	210	8700	0.18
4425.180.00035	KIT-S ECOVIA 50W ST	30	30	30	30	30	30	180	5400	0.00
4425.185.85002	KIT SRC 515 SON-T 400W	24	12	24	12	24	12	108	2160	0.11
8225.890.91039	KIT-S INDIKO-P PC 254/865 HF-P	12	12	12	12	12	0	60	720	0.20

Elaboración Propia

Fuente: Información de la empresa

De la tabla 32, el 80% de los productos son adecuados para esta metodología. Por lo tanto, analizaremos el MRP sólo a los que pertenecen al 80% de los que son adecuados, según la herramienta Pareto utilizando el volumen de ventas como variable. Los productos a evaluar se muestran en la siguiente tabla 33.

Tabla 33: Pareto de productos para aplicar MRP

12NC	Description	Suma 6 meses	%relativo	%ABS	Suma cuadrado	CV
8225.890.91017	KIT-S INDIKO-P 236/865 EB-S	36348	0.591034001	59.10%	230200784	0.0454
4425.191.82030	KIT-S conTEMPO L HPI-T400W SIM	6144	0.099904063	69.09%	6433956	0.0226
4425.191.82032	KIT-S conTEMPO L HPI-T400W ASI	4545	0.073903641	76.48%	3491139	0.0140
4425.822.22303	KIT-S HIGH-BAY HPI 400W CV	2532	0.041171401	80.60%	1121400	0.0495
4425.178.60285	KIT ECOM 70W STD	1380	0.022439389	82.85%	317400	0.0000
8225.890.91014	KIT-S INDIKO-P 236/865 AF	1300	0.021138555	84.96%	317500	0.1272
4425.178.60183	KIT ECOM 70W PA	1170	0.0190247	86.86%	243150	0.0657
4425.191.82016	KIT CONTEMPO L SIM SON-T 400W	1062	0.017268573	88.59%	193740	0.0307
4425.822.22302	KIT-S HIGH-BAY HPI 250W CV	960	0.01561001	90.15%	162936	0.0608
4425.808.08111	KIT-S OFFISMART 414/840 M2 EBC	744	0.012097758	91.36%	92256	0.0000
4425.178.60286	KIT ECOM 150W STD	636	0.010341632	92.39%	69456	0.0303
4425.808.08119	KIT-S OFFISMART 414/865 M2 EB	570	0.009268443	93.32%	55500	0.0249
4425.178.60266	KIT ECOM 50W STD	540	0.008780631	94.20%	49200	0.0123
4425.191.82029	KIT-S conTEMPO L HPI-T250W SIM	534	0.008683068	95.07%	48924	0.0294
4425.191.82031	KIT-S conTEMPO L HPI-T250W ASI	534	0.008683068	95.93%	47820	0.0062
4425.191.82005	KIT CONTEMPO M MHN-TD 150W/842	408	0.006634254	96.60%	27744	0.0000
4425.191.82012	KIT CONTEMPO L ASIM SON-T 400W	406	0.006601733	97.26%	28028	0.0202
4425.180.00013	KIT-S ECOVIA 70W ST	360	0.005853754	97.84%	22464	0.0400
4425.808.08117	KIT-S OFFISMART 228/840 M2 EBC	300	0.004878128	98.33%	15000	0.0000
4425.191.82015	KIT CONTEMPO L SIM SON-T 250W	252	0.004097628	98.74%	10584	0.0000
4425.190.82446	KIT-S HLF 432S HPI-T 400W ALU	216	0.003512252	99.09%	7776	0.0000
4425.178.60227	KIT ECOM-F 70W PA	210	0.00341469	99.43%	8700	0.1837
4425.180.00035	KIT-S ECOVIA 50W ST	180	0.002926877	99.73%	5400	0.0000
4425.185.85002	KIT SRC 515 SON-T 400W	108	0.001756126	99.90%	2160	0.1111
8225.890.91039	KIT-S INDIKO-P PC 254/865 HF-P	60	0.000975626	100.00%	720	0.2000

61499

Elaboración Propia

Fuente: Información de la empresa

El BOM de los 6 productos que representan el 85% de la venta de los productos planificables según la tabla 33, se muestra a continuación en la figura 26.

Nivel	Item	Componentes	Cantidad neta
0	KIT-S INDIKO-P 236/865 EB-S	LUM INDIKO-P C/E 236 EB-S	1
		LAMP SUPER 80 TL-D 36W/865 CH	2

Nivel	Item	Componentes	Cantidad neta
0	KIT-S conTEMPO L HPI-T400W SIM	CONTEMPO L HPI400 SIM C/EQUIP	1
		LAMP HPI-T Plus 400W/645 E40	1

Nivel	Item	Componentes	Cantidad neta
0	KIT-S HIGH-BAY HPI 400W CV	KIT HIGH-BAY HPI 400W SV	1
		KIT VIDRIO P/HIGH BAY GR	1
1	KIT HIGH-BAY HPI 400W SV	BALASTO MERCURIO HG400IC22/6	1
		Condensador 30 Uf	1
		IGNITOR SI 51	1
		PORTALAMPARA E40	1
		LAMP HPI Plus 400W/745 BU E40	1

Nivel	Item	Componentes	Cantidad neta
0	KIT ECOM 70W STD	BALASTO SODIO SON70 220V	1
		PORTALAMPARA E27	1
		Condensador 10 Uf	1
		IGNITOR SN 57	1
		LAMP SON-T PIA 70W E27 EUR	1
		DIFUSOR ECOM PC	1
		TAPA ECOM ABS	1
1	DIFUSOR ECOM PC	MAKROLON 2807 023692	0.38
	TAPA ECOM ABS	NOVODUR P2M 901510 NEGRO	0.19

Nivel	Item	Componentes	Cantidad neta
0	KIT-S INDIKO-P 236/865 AF	LUM INDIKO-P 236 AF	1
		LAMP SUPER 80 TL-D 36W/865 CH	2
1	LUM INDIKO-P 236 AF	CARCASA INDIKO-P 236 (TCW060)	1
		REACTOR BTA 36/40W L61-CHINA	2
		Arrancador S-10 azul 4-65W	2
		Condensador 10 Uf	1

Figura 26: BOM de los principales productos a aplicar MRP  
Elaboración Propia

Los lead times para cada componente se muestran en la siguiente tabla 34.

Tabla 34: Lead time de componentes

Componente	Lead Time
LUM INDIKO-P C/E 236 EB-S	3 meses
LAMP SUPER 80 TL-D 36W/865 CH	3 meses
CONTEMPO L HPI400 SIM C/EQUIP	2 meses
LAMP HPI-T Plus 400W/645 E40	3 meses
CONTEMPO L HPI400 ASIM C/EQUIP	2 meses
BALASTO MERCURIO HG400IC22/6	2 meses
Condensador 30 Uf	3 meses
IGNITOR SI 51	3 meses
PORTALAMPARA E40	3 meses
LAMP HPI Plus 400W/745 BU E40	3 meses
KIT VIDRIO P/HIGH BAY GR	1 mes
BALASTO SODIO SON 70 220V	2 meses
PORTALAMPARA E27	3 meses
Condensador 10 Uf	3 meses
IGNITOR SN 57	3 meses
LAMP SON-T PIA 70W E27 EUR	3 meses
MAKROLON 2807 023692	3 meses
NOVODUR P2M 901510 NEGRO	3 meses
CARCASA INDIKO-P 236 (TCW060)	3 meses
REACTOR BTA 36/40W L61-CHINA	3 meses
Arrancador S-10 azul 4-65W	3 meses

Elaboración Propia

A continuación, en la figura 27 se muestra el MRP aplicado al producto que genera el 59% de la venta en el período de 6 meses según la tabla 33.

Item: KIT-S INDIKO-P 236/865 EB-S		SS: 0		Lote por lote				LT: 0 meses	
Periodo		1	2	3	4	5	6		
Necesidad bruta		7268	4348	7268	5748	7268	4448		
Recepciones programadas									
Inventario a la mano		0							
Necesidades netas		7268	4348	7268	5748	7268	4448		
Rep. Pedido Planificado		7268	4348	7268	5748	7268	4448		
Lanzamiento Ped. Planificado		7268	4348	7268	5748	7268	4448		

Item: LUM INDIKO-P C/E 236 EB-S		SS: 3000		Lote por lote				LT: 3 meses	
Periodo		1	2	3	4	5	6		
Necesidad bruta		7268	4348	7268	5748	7268	4448		
Recepciones programadas			5500						
Inventario a la mano		8000	4464	5616	3000	3000	3000		
Necesidades netas		732		-1652	-2748	-4268	-1448		
Rep. Pedido Planificado		3732		4652	5748	7268	4448		
Lanzamiento Ped. Planificado		4652	5748	7268	4448	0	0		

Item: LAMP SUPER 80 TL-D 36W/865 CH		SS: 6000		Lote por lote				LT: 3 meses	
Periodo		1	2	3	4	5	6		
Necesidad bruta		14536	8696	14536	11496	14536	8896		
Recepciones programadas									
Inventario a la mano		8000	6000	6000	6000	6000	6000		
Necesidades netas		-6536	-2696	-8536	-5496	-8536	-2896		
Rep. Pedido Planificado		12536	8696	14536	11496	14536	8896		
Lanzamiento Ped. Planificado		14536	11496	14536	8896	0	0		

Figura 27: MRP del producto principal  
Elaboración Propia

En la figura 26, se muestra el desarrollo de esta metodología de MRP en donde el producto principal KIT-S INDIKO-P 236/865 EB-S, no tiene stock de seguridad, ni lead time. Esto se debe a que el producto solo se requiere para la venta final de forma separada, ya que en la instalación de las luminarias la lámpara (item 3) será colocada en la luminaria (item 2); por lo tanto, no requiere de ningún ensamblaje o requerimiento previo que sea significativo en la metodología de planeamiento. El resto de ítems si tienen el stock de seguridad y lead time adecuado para que puedan ser desarrollados en la metodología.

## Capítulo 5: Impacto Económico

Finalmente, evaluaremos económicamente cuánta mejora representa dichas alternativas presentadas para la empresa.

### 5.1 Mejora de planeamiento

Para medir la mejora en el planeamiento se utilizará el comparativo del indicador *forecast accuracy* tanto en el método de pronóstico actual, promedio de 6 meses, con el método de pronóstico propuesto, suavización exponencial, utilizando los distintos parámetros obtenidos para cada categoría de producto.

Primeramente, en la categoría de producto de CFLi obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 35: Comparativo de forecast accuracy de CFLi

Mes	$Y_t$	$A_t$	$\hat{T}_t$	$\hat{Y}_{t+1}$	ABS Suav. Exp.	Fcst Accuracy	Método Promedio (n=6)	ABS Promedio	Fcst Accuracy
	Demanda	At	Tt	Forecast Suav. Exp					
jul-10	945,775	945,775	-						
ago-10	1,261,190	977,317	3,154	945,775					
sep-10	692,561	951,680	275	980,471					
oct-10	1,218,357	978,595	2,939	951,955					
nov-10	917,663	975,147	2,300	981,534					
dic-10	352,300	914,933	-3,951	977,447					
ene-11	1,284,054	948,289	-220	910,981	373,073	59.05%	897,974	386,080	57.01%
feb-11	972,411	950,503	23	948,068	24,343	97.43%	954,354	18,057	98.11%
mar-11	1,206,077	976,081	2,579	950,526	255,551	73.11%	906,224	299,853	66.91%
abr-11	1,056,456	986,439	3,357	978,659	77,797	92.05%	991,810	64,646	93.48%
may-11	1,211,680	1,011,984	5,575	989,796	221,884	77.58%	964,827	246,853	74.41%
jun-11	1,192,073	1,035,011	7,321	1,017,559	174,514	82.85%	1,013,830	178,243	82.42%
jul-11	880,271	1,026,125	5,700	1,042,331	162,060	84.45%	1,153,792	273,521	76.29%
ago-11	1,950,547	1,123,697	14,887	1,031,825	918,722	10.96%	1,086,495	864,052	20.47%
sep-11	1,334,862	1,158,212	16,850	1,138,584	196,278	82.76%	1,249,517	85,345	93.17%
oct-11	1,843,640	1,241,920	23,536	1,175,062	668,578	43.10%	1,270,982	572,659	54.94%
nov-11	1,081,329	1,247,043	21,694	1,265,456	184,127	85.45%	1,402,179	320,850	77.12%
dic-11	815,774	1,223,441	17,165	1,268,737	452,963	64.30%	1,380,454	564,680	59.09%
ene-12	957,896	1,212,335	14,338	1,240,606	282,710	77.21%	1,317,737	359,841	72.69%
feb-12	991,374	1,203,143	11,985	1,226,672	235,298	80.82%	1,330,675	339,301	74.50%
mar-12	1,122,492	1,205,864	11,058	1,215,127	92,635	92.38%	1,170,813	48,321	95.87%
abr-12	1,090,146	1,204,245	9,791	1,216,922	126,776	89.58%	1,135,418	45,272	96.01%
may-12	947,611	1,187,393	7,126	1,214,035	266,424	78.05%	1,009,835	62,224	93.84%
jun-12	972,620	1,172,329	4,907	1,194,519	221,899	81.42%	987,549	14,929	98.49%
TOTAL					4,935,632	75.35%		4,744,724	76.54%

Elaboración Propia

En la tabla 35, se puede observar que no existe una mejora considerable del pronóstico, sino que al contrario, es mejor utilizando el método promedio actual. Por lo tanto, implementando esta mejora el indicador cae en un 1.19% y a su vez no genera impacto económico alguno.

Por otro lado, en la categoría de producto *Lamp Driver* se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 36: Comparativo de forecast accuracy de Lamp Drivers

Mes	$Y_t$	$A_t$	$\hat{T}_t$	$\hat{Y}_{t+1}$	ABS Suav. Exp.	Fcst Accuracy	Método Promedio (n=6)	ABS Promedio	Fcst Accuracy
	Demanda	At	Tt	Forecast Suav. Exp					
jul-10	89,095.25	89,095.25	0.00						
ago-10	83,297.00	87,645.69	-362.39	89,095					
sep-10	44,864.00	76,678.47	-3,013.60	87,283					
oct-10	119,875.00	85,217.41	-125.46	73,665					
nov-10	108,345.00	90,905.21	1,327.85	85,092					
dic-10	91,506.00	92,051.29	1,282.41	92,233					
ene-11	126,381.00	101,595.53	3,347.87	93,334	33,047	65%	89,497	36,884	59%
feb-11	90,855.00	101,421.30	2,467.34	104,943	14,088	87%	95,711	4,856	95%
mar-11	60,772.00	93,109.48	-227.45	103,889	43,117	58%	96,971	36,199	63%
abr-11	150,300.00	107,236.52	3,361.18	92,882	57,418	38%	99,622	50,678	49%
may-11	139,533.00	117,831.52	5,169.63	110,598	28,935	74%	104,693	34,840	67%
jun-11	84,436.00	113,359.87	2,759.31	123,001	38,565	69%	109,891	25,455	77%
jul-11	112,344.00	115,175.38	2,523.36	116,119	3,775	97%	108,713	3,631	97%
ago-11	98,188.00	112,821.06	1,303.94	117,699	19,511	83%	106,373	8,185	92%
sep-11	158,869.00	125,311.00	4,100.44	114,125	44,744	61%	107,596	51,274	52%
oct-11	66,358.00	113,648.08	159.60	129,411	63,053	51%	123,945	57,587	54%
nov-11	187,806.00	132,307.26	4,784.49	113,808	73,998	35%	109,955	77,851	29%
dic-11	164,914.00	144,047.31	6,523.39	137,092	27,822	80%	118,000	46,914	60%
ene-12	416,337.00	217,012.28	23,133.78	150,571	265,766	-77%	131,413	284,924	-117%
feb-12	284,787.00	251,306.29	25,923.84	240,146	44,641	81%	182,079	102,708	44%
mar-12	295,477.00	281,791.85	27,064.27	277,230	18,247	93%	213,179	82,299	61%
abr-12	327,084.00	313,413.09	28,203.51	308,856	18,228	94%	235,947	91,138	61%
may-12	319,389.00	336,059.70	26,814.29	341,617	22,228	93%	279,401	39,988	86%
jun-12	352,454.00	360,268.99	26,163.04	362,874	10,420	97%	301,331	51,123	83%
<b>TOTAL</b>					<b>827,604</b>	<b>72.76%</b>		<b>1,086,533</b>	<b>58.44%</b>

Elaboración Propia

En la tabla 36 se muestra que existe una mejora significativa en el forecast accuracy de 14.32% para esta categoría. Por lo tanto, económicamente existe una oportunidad de venta que se genera del diferencial entre el valor absoluto de la demanda VS el forecast de ambos métodos, el cual equivale a 258,929 unidades (108,6533 - 827,604), y que cuantificadamente utilizando el precio promedio de venta de la categoría, 10 dólares, equivale a 2'589,290 dólares en 18 meses.

Finalmente, en la categoría Professional TLI se obtienen los siguientes resultados:



Tabla 37: Comparativo de forecast accuracy de Professional TLI

Mes	$Y_t$	$A_t$	$\hat{T}_t$	$\hat{Y}_{t+1}$	ABS Suav. Exp.	Fcst Accuracy	Método Promedio (n=6)	ABS Promedio	Fcst Accuracy
	Demanda	At	Tt	Forecast Suav. Exp					
jul-10	269,007	269,007.00	0.00						
ago-10	342,205	287,306.50	1,829.95	269,007.00					
sep-10	655,927	380,834.09	10,999.71	289,136.45					
oct-10	1,615,327	697,707.10	41,587.04	391,833.80					
nov-10	935,555	788,359.36	46,493.57	739,294.14					
dic-10	225,520	682,519.69	31,260.24	834,852.92					
ene-11	551,953	673,323.20	27,214.57	713,779.93	161,826.93	77.33%	673,924	121,970.50	81.90%
feb-11	1,789,537	972,787.58	54,439.55	700,537.77	1,088,999.23	-55.45%	721,081	1,068,455.83	-48.17%
mar-11	1,572,789	1,163,617.59	68,078.60	1,027,227.13	545,561.87	46.89%	962,303	610,485.83	36.56%
abr-11	1,468,446	1,290,883.64	73,997.34	1,231,696.19	236,749.81	80.78%	1,115,114	353,332.50	68.31%
may-11	1,863,631	1,489,568.49	86,466.09	1,364,880.98	498,750.02	63.46%	1,090,633	772,997.67	29.12%
jun-11	1,286,818	1,503,730.44	79,235.68	1,576,034.58	289,216.58	81.65%	1,245,313	41,505.33	96.67%
jul-11	2,039,365	1,697,065.83	90,645.65	1,582,966.11	456,398.89	71.17%	1,422,196	617,169.33	56.60%
ago-11	1,493,137	1,714,067.86	83,281.29	1,787,711.48	294,574.48	83.52%	1,670,098	176,960.67	89.40%
sep-11	1,960,898	1,838,236.36	87,370.01	1,797,349.15	163,548.85	90.90%	1,620,698	340,200.33	79.01%
oct-11	2,380,780	2,039,399.78	98,749.35	1,925,606.37	455,173.63	76.36%	1,685,383	695,397.50	58.74%
nov-11	1,374,066	1,947,128.35	79,647.27	2,138,149.13	764,083.13	64.26%	1,837,438	463,372.17	74.78%
dic-11	686,126	1,691,613.21	46,131.03	2,026,775.62	1,340,649.62	33.85%	1,755,844	1,069,718.00	39.08%
ene-12	1,710,174	1,730,851.68	45,441.77	1,737,744.24	27,570.24	98.41%	1,655,729	54,445.33	96.71%
feb-12	1,088,493	1,604,343.34	28,246.76	1,776,293.46	687,800.46	61.28%	1,600,864	512,370.50	67.99%
mar-12	1,256,007	1,538,444.33	18,832.19	1,632,590.11	376,583.11	76.93%	1,533,423	277,415.83	81.91%
abr-12	1,718,040	1,597,467.39	22,851.27	1,557,276.52	160,763.48	89.68%	1,415,941	302,099.00	78.66%
may-12	1,343,653	1,551,152.24	15,934.63	1,620,318.66	276,665.66	82.93%	1,305,484	38,168.67	97.08%
jun-12	1,910,419	1,652,919.91	24,517.93	1,567,086.88	343,332.12	78.09%	1,300,416	610,003.50	53.09%
<b>TOTAL</b>					<b>8,168,248.11</b>	<b>70.58%</b>		<b>8,126,068.50</b>	<b>66.98%</b>

Elaboración Propia

En la tabla 37, se muestra que existe una mejora en el forecast accuracy de 3.6% para esta categoría. Por lo tanto, económicamente existe una oportunidad de venta que se genera del diferencial entre el valor absoluto de la demanda VS el forecast de ambos métodos que equivale a 42,180 unidades (8´126,068 – 8´168,248), lo cual cuantificado utilizando el precio promedio de venta de la categoría 3 dólares, equivale a 126,538 dólares en 18 meses.

Ergo, los resultados totales que son relevantes para la gestión de abastecimiento se muestran en la siguiente tabla 38.

Tabla 38: Impacto Económico de mejora de pronóstico

	Accuracy Mejora	Accuracy Actual	% Mejora	\$ Impacto mensual
Consumer CFLi	75.35%	76.54%	-1.19%	\$0.00
Lamp Driver	72.76%	58.44%	14.32%	\$143,849
Professional Tli	70.58%	66.98%	3.60%	\$7,030
<b>TOTAL</b>			<b>16.73%</b>	<b>\$150,879</b>

Elaboración Propia

## 5.2 Mejora de frecuencias de órdenes de compra

Tal como se mostró en el punto 4.3, el ahorro económico que se genera con la optimización de frecuencias de compra se da en el flete, ya que al tener volumen que sea mayor al de un contenedor de 20' (27m<sup>3</sup>) se pagará por la cantidad de veces en que se soliciten contenedores y no por el volumen y peso en carga suelta.

El ahorro potencial por cada proveedor se muestra según la siguiente tabla 39, obteniendo un total de ahorro anual de \$56,689:

Tabla 39: Resultado de frecuencias

Proveedor	Costo actual anual	Costo anual con la propuesta	Ahorro	Frecuencia óptima
Estados Unidos	\$5,730,109	\$5,708,417	\$21,692	5 meses
Indonesia	\$255,814	\$236,750	\$19,064	7 meses
China	\$47,337	\$36,545	\$10,792	8 meses
Brasil	\$190,036	\$184,895	\$5,141	6 meses
		<b>TOTAL</b>	<b>\$56,689</b>	

Elaboración Propia

## Capítulo 6.- Conclusiones y Recomendaciones

Luego de las propuestas de mejora presentadas en el presente trabajo se llega a lo siguiente:

### 6.1 Conclusiones

- Las frecuencias de compra no deben de ser mensuales para todos los proveedores y todos los productos, cada uno debe de tener su frecuencia de compra óptima de tal manera que exista menores costos totales, tanto en el almacenaje como en la colocación de órdenes.
- Los pronósticos no deben de tener el método promedio para todos los tipos de productos, cada categoría de producto debe de tener su propia metodología ajustada a su demanda. Se comprobó que la metodología de suavización exponencial era la más ajustada pero con parámetros distintos para cada categoría.
- Se comprobó que el stock de seguridad no sólo se definía por 30,45 o 60 días sino que estaba definido bajo ciertos parámetros de la demanda y *lead time*, obteniendo un stock de reserva diferente para todos los productos con valores distintos.
- Se comprobó que se puede implementar la metodología MRP ya que la demanda se ajusta al valor necesario para que esta metodología pueda ser implementada.
- El pronóstico de la demanda, la frecuencia de colocación de compras y el nivel de inventario deben estar completamente vinculados entre sí para tener un inventario adecuado para las ventas mensuales.
- Las reuniones S&OP son de vital importancia para que la meta mensual de ventas esté alineada al pronóstico valorizado, para que las compras de abastecimiento no generen sobre stock.

### 6.2 Recomendaciones

- El pronóstico de la demanda debería ser diferente por cada clasificación de producto A, B, C. Es decir, para los productos A deberíamos implementar un tipo de pronóstico que se ajuste al comportamiento y tendencia de su histórico y

para los productos B y C bastaría en tener un tipo de pronóstico simple, como el del método promedio.

- El stock de seguridad debería ser actualizado cada 6 meses, ya que la demanda puede haber incrementado debido a la buena aceptación del cliente por promociones de ventas, o puede haberse reducido por haber habido un reemplazo de producto por otro mejor o de menor costo.
- Para el cálculo del stock de seguridad se debe revisar detalladamente los lead times históricos, ya que pueden haber habido lead times altos debido a problemas en desaduanaje, falta de emisión de B/L, entre otros; lo cual afecta el valor del promedio y desviación estándar del lead time.
- Si el stock está por encima del nivel stock adecuado para tener un inventario saludable, se debería provisionar las cantidades que no tengan un plan de venta futuro y que no haya tenido venta en los últimos 6 meses.
- En las reuniones S&OP se debería conocer la flexibilidad de las plantas de los diversos proveedores para poder saber si se puede realizar una promoción de ventas que está fuera del planeamiento normal, para así poder solicitarlas y evitar retrasos en las entregas.

## 7.- Fuentes Bibliográficas

- BALLOU, Ronald  
2004 Logística, Administración de la Cadena de Abastecimiento” 5ª. Edición.  
México: Pearson
- BizNews.pe  
2012 “Sector construcción crecería 9% en el 2012”. BizNews.pe. Lima, 26 de  
Marzo del 2012. Consulta: 27 de Marzo del 2012.  
[http://biznews.pe/noticias-empresariales-nacionales/sector\\_construccion-creceria-9-2012](http://biznews.pe/noticias-empresariales-nacionales/sector_construccion-creceria-9-2012)
- BLANCHARD, David  
2010 Supply Chain Management Best Practices, 2da Edición, Editorial: John  
Wiley & Sons, ISBN: 9780470531884
- CARREÑO, Adolfo  
2011 Logística de la A a la Z. Lima: Fondo Editorial de la Pontifica Universidad  
Católica del Perú.
- COHEN, Roger  
2008 Pronósticos. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Consulta: 19 de  
Mayo del 2012. <http://materias.fi.uba.ar/7628/PronosticosTexto.pdf>
- CHASE, Richards. JACOBS, Robert. AQUILANO, Nicholas  
2009 Administración de Operaciones. 12va Edición. México: McGraw-Hill
- CHOPRA, Sunil. MEINDL, Peter  
2010 Supply Chain Management: strategy, planning, and operation. 4ta  
Edición. USA: Prentice Hall.
- CHRWAN-JYH, Ho  
1993 "Evaluating Lot-sizing Performance in Multi-level MRP Systems: A  
Comparative Analysis of Multiple Performance Measures", International  
Journal of Operations & Production Management, Vol. 13 Num. 11 pp.  
52 -79
- DOMINGUEZ Machuca, José  
1995 Dirección de Operaciones. 1ra Edición. España: McGraw-Hill
- GAITHER, Norman  
2003 Administración de producción y operaciones. 8va Edición. México:  
Thomson

- HARRISON, Alana. VAN HOEK Remko  
2008 Logistic Management and Strategy. 3ra Edición. Inglaterra: Editorial Pearson
- HEIZER, Jay  
2008 Operation Management. 9na Edición. USA: Pearson and Prentice Hall
- JABER, Mohamad  
2009 Inventory Management. 1ra Edición. Estados Unidos: Editorial CRC Press
- JACOBY, David  
2010 Cadena de Suministro, Guía para una gestión exitosa. Lima: The Economist
- KRAJEWSKI, Lee. RITZMAN, Larry. MALHOTRA, Manoj.  
2010 Operations Management. Processes & supply chains. 9na Edición. México: Editorial Pearson
- LOPEZ Escobar, Johanna  
2011 Estudio de Mejora de la Gestión de Inventarios de Materias Primas Estándares de una Empresa Metal Mecánica. Tesis para obtener título en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- MONTERROSO, Eida  
2002 "La Gestión de Abastecimiento". Universidad Nacional de Luján, Argentina, Agosto 2002. Consulta: 25 de Marzo del 2012.  
<http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/abastecimiento.pdf>
- ORDINOLA Galván, Ana Rita  
2008 Análisis, Diagnóstico y Propuesta de Mejora del Sistema de Planeamiento y Control de Operaciones de una Empresa del Sector Pecuario. Tesis para obtener título en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- PAREDES, Jorge  
2001 Planificación de la Producción. Universidad de Cuenca Ecuador. Consulta: 20 de Mayo del 2012.  
<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/ecuador/idiuc/teoria.doc>

PARRAGA Condezo, José Alan

2011 Investigación, Análisis y Propuestas de políticas de planeamiento y Control de Inventarios Para el Sector Comercial de Productos Siderúrgicos. Tesis para obtener título en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

PEÑA, Víctor – ZUMELZU, Lillio

2006 “Cadena de suministros: sus niveles e importancia “. Modelado de Procesos de Negocios. Universidad Técnica Federico Santa María. Santiago de Chile, 15 de Noviembre del 2006. Consulta: 27 de Marzo del 2012.

[http://www.alumnos.inf.utfsm.cl/~vpena/ramos/inf362/informe.supply\\_chain.pdf](http://www.alumnos.inf.utfsm.cl/~vpena/ramos/inf362/informe.supply_chain.pdf)

Peru21.pe

2012 “Centros comerciales vendieron US\$ 4,200 millones en el 2011”. Peru21.pe. Lima, 18 de Enero del 2012. Consulta: 27 de Marzo del 2012. <http://peru21.pe/2012/01/18/economia/centros-comerciales-vendieron-us4200-millones-2011-2008017>

PORTER, Michael.

2010 La ventaja competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior. 1ra Edición. España: Pirámide

QUEVEDO Cassana, Juan Gonzalo Isaac

2010 Análisis, Diagnóstico y Propuesta de Mejora de la Cadena Logística y de Planeamiento de Compras de una Empresa Peruana Comercializadora de Productos Químicos. Tesis para obtener título en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

SANCHEZ, Juan

2004 Logística: Modelos deterministas. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile 2004. Consulta: 13 de Mayo del 2012.

[http://www.material\\_logistica.ucv.cl/en%20PDF/Introd\\_MODELOS%20DE%20INVENTARIO\\_2004.pdf](http://www.material_logistica.ucv.cl/en%20PDF/Introd_MODELOS%20DE%20INVENTARIO_2004.pdf)

VIDAL, Carlos

2009 Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. 1ra Edición. Colombia: Comité Editorial de Universidad del Valle

WEMMERLOV U. & WHYBARK D.C.

1984 "Lot-sizing Under Uncertainty in a Rolling Schedule Environment,  
International Journal of Production Research, Vol. 22 No. 3, pp. 467-84

WEMMERLOV, U.

1989 "The Behavior of Lot-sizing Procedures in the Presence of Forecast  
Errors", Journal of Operation Management, Vol. 8 No. 1, pp. 3

