

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y GESTIÓN
DE INVENTARIOS Y ALMACENES APLICADO A UNA
EMPRESA DE FABRICACIÓN DE PERFILES DE PLÁSTICO
PVC**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presentan las bachilleras:

Josselyn Lizeth Alan Rodríguez
Joselin Yudith Prada Licla

ASESOR: Ing. José Alan Rau Álvarez

Lima, enero del 2017



RESUMEN

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo brindar una propuesta de mejora del sistema de planificación de la producción y gestión de inventarios y almacenes en una empresa dedicada a la fabricación de perfiles de PVC. Abarca desde la descripción de las herramientas a utilizar para las propuestas hasta la evaluación económica de las mismas, lo cual refleja si la inversión y el ahorro generado son beneficiosos para la empresa.

Con respecto al sistema de planificación de producción se propone un método de pronóstico multiplicativo ya que es el que más se acerca a la demanda real de la empresa, además se plantea utilizar la estrategia de ajuste para el Plan agregado de Producción, ya que genera un ahorro de S/.66,890 en costos de producción. También, con una nueva política de pedidos según el PMP propuesto se reduce la cantidad de inventario de Producto Terminado en 95%.

Con respecto a la gestión de inventarios y almacenes, se propone una nueva política de inventarios y un nuevo plan de requerimiento de materiales que minimicen los costos. Esto permitirá un ahorro de S/. 3,800 soles y un nivel de inventario menor al actual que se adapte a la capacidad de planta. Además, se propone una nueva redistribución y codificación de las zonas de almacenaje. Se utilizarán estanterías especiales según el tipo de producto, ello permite un aprovechamiento del espacio en un 90%. El ahorro que se genera corresponde a un tiempo menor de picking de 44.4% en los perfiles PVC y 36% en Aluminio, en suma equivale a un ahorro anual de S/.58,088.28. Por último se propone la implementación de tecnologías como un lector de código de barras y un sistema de gestión de almacenes WSM, los cuales permiten monitorear el movimiento y almacenamiento de los materiales en el almacén y los procesos como el envío, recepción, entrada en stock y picking. Esto permitirá disminuir el tiempo de digitación del Kardex y se tendrá información confiable en tiempo real de los inventarios. El ahorro total anual de esta propuesta es de S/. 9,000 frente a una inversión de S/. 10,000.

Finalmente, estas propuestas generan un impacto positivo en la viabilidad económica de la empresa pues con la mejora de almacenes, se obtiene un TIR de 33% frente a una inversión de S/. 119,540. Por otro lado, las propuestas tecnológicas presentan un TIR de 82% frente a una inversión de S/. 10,000, se concluye que las propuestas descritas son económicamente viables al ser mayor que el costo de oportunidad de 22.7%.

A Dios, por brindarme salud y bienestar para lograr alcanzar el sueño de convertirme en ingeniera. A mis padres, John y Carmen por ser un apoyo incondicional en mi vida, a mi hermana Atenas por ser mi compañera y modelo a seguir y a mi abuelo Ángel, quien siempre será una gran inspiración en mi vida.



A Dios, por la vida y todas las bendiciones que me brinda día a día. A mis padres Alejandro y Dionisia, por su amor, paciencia y apoyo incondicional para lograr mis metas. A mis hermanos, Joel, por ser mi ejemplo a seguir a lo largo de mi vida y Eduardo, por su paciencia, comprensión y motivar a la culminación de esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarnos siempre por el camino correcto.

A nuestros padres y hermanos, por brindarnos siempre todo su amor y motivación en todo momento.

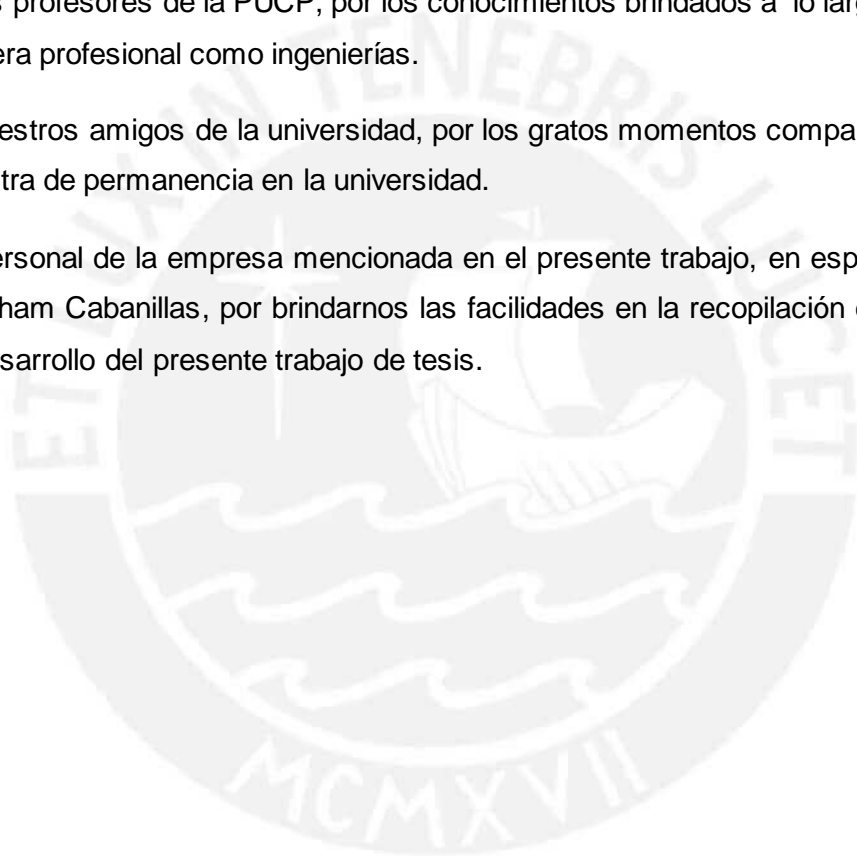
A nuestro asesor, el Ingeniero José Rau Álvarez, por su tiempo e interés en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

Al Ingeniero Jonatán Rojas Polo, por su aporte en el presente trabajo de tesis.

A los profesores de la PUCP, por los conocimientos brindados a lo largo de nuestra carrera profesional como ingenierías.

A nuestros amigos de la universidad, por los gratos momentos compartidos durante nuestra de permanencia en la universidad.

Al personal de la empresa mencionada en el presente trabajo, en especial al señor Abraham Cabanillas, por brindarnos las facilidades en la recopilación de datos para el desarrollo del presente trabajo de tesis.



ÍNDICE GENERAL

Página

ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planeamiento y control de la producción	4
1.2.1. Administración de las operaciones	5
1.2.2. Pronósticos.....	6
1.2.3. Planificación agregada y planificación de los recursos.....	8
1.2.4. Programa Maestro de Producción y Plan Aproximado de Capacidad ...	9
1.2.5. Planificación de Requerimientos de Materiales y Planificación de Requerimiento de Capacidad	10
1.3. Gestión de inventarios.....	11
1.3.1. Tipos de demanda	11
1.3.2. Tipos de inventarios	11
1.3.3. Funciones del Inventario	12
1.3.4. Problemas con la gestión de inventarios	12
1.3.5. Costos de la gestión de inventarios	12
1.3.6. Nivel de servicio	13
1.3.7. Lote económico de compra.....	13
1.3.8. Clasificación ABC.....	14
1.3.9. Sistemas de control de inventarios	16
1.3.10. Curvas de Intercambio	18
1.4. Manejo de almacenes	20
1.4.1. Procedimientos operacionales en almacén.....	20
1.4.2. Infraestructura de almacenes	21
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	22
2.1. Descripción general de la empresa	22
2.1.1. Concepción del cliente y descripción de los productos.....	22
2.1.2. Perfil organizacional y principios empresariales	24
2.1.3. Organigrama	25
2.1.4. Cadena de suministro	25

2.1.5.	Cadena de valor	26
2.1.6.	Análisis FODA.....	27
2.1.7.	Evolución de sus ventas	28
2.2.	Descripción del Sistema Productivo	29
2.2.1.	Proceso de fabricación.....	29
2.2.2.	Procesos.....	32
2.2.3.	Materiales e insumos	33
2.3.	Instalaciones, maquinarias y equipos	34
2.3.1.	Instalaciones de soporte para los procesos	34
2.3.2.	Maquinarias y equipos	34
2.4.	Tipo de distribución	35
2.5.	Descripción Sistema de Planificación de la Producción.....	36
2.6.	Descripción Sistema de Gestión de Inventarios	38
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL		40
3.1.	Justificación	40
3.1.1.	Justificación de elección del área de Producción.....	40
3.1.2.	Justificación de elección de Línea de producto.....	41
3.1.3.	Justificación de problemas.....	42
3.2.	Análisis del problema fundamental	44
3.3.	Análisis de causas fundamentales.....	47
3.3.1.	Causas del problema principal.....	47
3.3.2.	Análisis relacional de causas principales	47
3.3.3.	Causas principales y secundarias	48
3.4.	Diagnóstico.....	58
CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA.....		60
4.1.	Situación propuesta de un sistema de planificación de la producción.....	60
4.1.1.	Clasificación ABC de los productos.....	61
4.1.2.	Evaluación y propuesta de los pronósticos de demanda.....	61
4.1.3.	Plan Agregado de Producción	64
4.1.4.	Programa Maestro de Producción	65
4.1.5.	Plan Agregado de Capacidad	68
4.1.6.	Plan Aproximado de Capacidad	71
4.2.	Propuesta para un sistema de gestión de inventarios y almacenes.....	74
4.2.1.	Clasificación ABC Multicriterio	74

4.2.2.	Curva de Intercambio.....	77
4.2.3.	Integración del Sistema de Planificación y Políticas propuestas en la Gestión de Inventarios	82
4.2.4.	Propuesta de mejora para el almacenamiento.....	83
4.2.5.	Lectora de código de barras	89
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DE IMPACTO		91
5.1.	Evaluación del Impacto del sistema de Planificación de la producción	91
5.1.1.	Evaluación de la Elaboración de pronósticos de la demanda	92
5.1.2.	Evaluación de la Elaboración de la Planificación Agregada de la producción.....	92
5.1.3.	Evaluación de la Elaboración de la Programación Maestra de la producción.....	93
5.1.4.	Evaluación de la Elaboración del Programa de Requerimiento de Materiales	95
5.2.	Evaluación del Impacto del Sistema de Gestión de Inventarios y Almacenes.....	96
5.2.1.	Evaluación económica de la política de compra	96
5.2.2.	Evaluación económica de la mejora de almacenes	97
5.2.3.	Evaluación económica de la implementación de la lectura de código de barras	99
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		103
12.1.	Conclusiones.....	103
12.2.	Recomendaciones	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		107

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla N° 1 Ponderación de criterios - Áreas	41
Tabla N° 2 Ponderación de criterios - Problemas	43
Tabla N° 3 Inventario Aluminio enero - junio 2016.....	45
Tabla N° 4 Inventario Perfiles enero - junio 2016.....	45
Tabla N° 5 Inventario real y sistema (en unidades)	58
Tabla N° 6 Pronóstico de demanda del año 2016 utilizando Método Estacional Multiplicativo (en unidades)	63
Tabla N° 7 Errores de Pronóstico.....	63
Tabla N° 8 Costos de contratación y despido (en soles)	64
Tabla N° 9 Costos Totales de Producción por estrategia (en soles).....	65
Tabla N° 10 Métodos de loteo para cada familia	66
Tabla N° 11 Resumen del PMP	67
Tabla N° 12 Centro de trabajo	68
Tabla N° 13 Recorrido de familias por centros de trabajo	69
Tabla N° 14 CRP actual de centros de trabajo	70
Tabla N° 15 CRP Propuesto.....	73
Tabla N° 16 Clasificación ABC Multicriterio.....	75
Tabla N° 17 Política Actual de Inventarios	77
Tabla N° 18 Clasificación ABC multicriterio de la Materia Prima e insumos.....	78
Tabla N° 19 Parámetros de TCS, N y A/r	79
Tabla N° 20 Propuestas para punto de operación ideal	80
Tabla N° 21 Evaluación de costos (en soles).....	80
Tabla N° 22 Condiciones de Compra	81
Tabla N° 23 Política única para todos los ítems.....	81
Tabla N° 24 Evaluación de costos del punto operacional propuesto	82
Tabla N° 25 Indicadores de inventarios.....	89
Tabla N° 26 Ahorro con nueva política de inventarios con propuesta de curva de intercambio (en soles).....	97
Tabla N° 27 Inversión para mejora en distribución de almacenes (en soles)	97
Tabla N° 28 Reducción en tiempo de picking	98
Tabla N° 29 Cálculo de ahorro anual por mejora de almacenes (en soles).....	98
Tabla N° 30 Flujo de caja para la inversión para propuesta de almacenes	99
Tabla N° 31 TIR y VAN Mejora Almacenes.....	99
Tabla N° 32 Inversión inicial – Implementación de código de barras (en soles)	100

Tabla N° 33 Ahorro por la propuesta de implementación de código de barras (en soles).....	100
Tabla N° 34 Flujo de caja la inversión para propuesta de lector de barras	100
Tabla N° 35 TIR y VAN Mejora Lectora de Barras	101
Tabla N° 36 Resumen ahorros de mejoras del sistema de gestión de inventarios y almacenes (en soles).....	101
7. Tabla N° 37 Flujo de caja la inversión total del sistema de gestión de inventarios y almacenes.....	101
Tabla N° 38 TIR y VAN Mejoras Totales	102



ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura N° 1 Subsistema de Operaciones	5
Figura N° 2 Cálculo de Inventarios disponibles	9
Figura N° 3 Análisis FODA	27
Figura N° 4 Matriz EFI y EFE	28
Figura N° 5 Evolución de ventas	29
Figura N° 6 DOP del perfil de PVC	31
Figura N° 7 DOP de Protector de paso de escalera y Zócalo de PVC	32
Figura N° 8 Diagrama de Bloques del proceso de Planificación de la Producción ..	37
Figura N° 9 Diagrama de Bloques del proceso de abastecimiento	38
Figura N° 10 Diagrama de Bloques de gestión de inventario de Producto Terminado	39
Figura N° 11 Ventas del mes de Febrero 2016	42
Figura N° 12 Diagrama Causa - Efecto	46
Figura N° 13 Diagrama de Pareto – Análisis de causas principales	48
Figura N° 14 Rotación de Inventarios	49
Figura N° 15 Duración de Inventarios	50
Figura N° 16 Entregas a tiempo	51
Figura N° 17 Error de previsión de demanda	52
Figura N° 18 Porcentaje de Mermas	52
Figura N° 19 Comportamiento de la demanda (en unidades)	53
Figura N° 20 Variación del Costo de la materia prima (\$/kg) vs Tipo de cambio (Sol/\$)	56
Figura N° 21 Diagnóstico de situación actual	59
Figura N° 22 Clasificación ABC por producto	61
Figura N° 23 Comportamiento de las ventas por familia de productos	62
Figura N° 24 Rutas 1 y 2 – Centros de trabajo 1, 2 y 3	68
Figura N° 25 Rutas 3 y 4 – Centros de trabajo 2 y 3	69
Figura N° 26 Clasificación ABC de productos terminados	76
Figura N° 27 Curva de Intercambio	79
Figura N° 28 Ficha indicador – Error de pronóstico	92
Figura N° 29 Ficha Indicador – Costos totales de producción	93
Figura N° 30 Inventarios de Perfiles PVC y Aluminio	94
Figura N° 31 Inventario de Pellets PVC	95
Figura N° 32 Inventario de MP Aluminio	96

LISTADO DE ACRÓNIMOS

ALM_001: Aluminio Metal

ALM_002: Aluminio Anodizado

PFL_ACN: Perfiles Acento, comprende los colores de perfiles: amarillo plain, azul pley, naranja pley, naranja spay, rojo pley, verde spay y turquesa.

PFL_CLR: Perfiles Claros, comprende los colores de perfiles: gris plata, almendra, beige, blanco, marfil, marfil claro, celeste claro, champagne, crema, gris, gris claro, gris forster claro, verde claro, guinda claro, mármol y bone.

PFL_MRR: Perfiles Marrones, comprende los colores de perfiles: caramelo, cuero, marrón, marrón tabaco, tabaco, chocolate, cuero oscuro, marrón claro, cuero claro y marrón oscuro.

PFL_OSC: Perfiles Oscuros, comprende los colores de perfiles: aluminio, verde petróleo, azul marino, azul profundo, celeste oscuro, gris forster oscuro, gris oscuro, negro, verde cactus, verde nilo, verde ópalo, melón oscuro, rojo ópalo y guinda oscuro.

PFL_PST: Perfiles Pasteles, comprende los colores de perfiles: azul pastel, lila pastel, palorosa claro, celeste cielo, lila perola, palorosa oscuro, azulado, rosado, azul Arizona y celeste azulado.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe una alta competitividad en la industria de construcción y decoración, y esto a su vez, hace necesario que las empresas se enfoquen en trabajar con eficiencia en sus operaciones, que desarrollen una mejor relación con sus proveedores, compartiendo información y confianza. Existen herramientas de la ingeniería industrial que pueden ayudar a mejorar estos aspectos, a continuación se mostrará la estructura a seguir del presente proyecto.

El primer capítulo consiste en un marco teórico de las herramientas a utilizar así como sus posibles aplicaciones. En primer lugar, la implementación de pronósticos y un sistema de planificación de producción asegura que los materiales y productos estén disponibles para la producción y entrega a los clientes. En segundo lugar, la gestión de inventarios y almacenes permiten reducir al mínimo posible las existencias y asegura su disponibilidad.

En el segundo capítulo, se describe la empresa en general, incluyendo información sobre sus productos, proveedores, clientes y organización. Además, una descripción detallada de su proceso productivo (productos, procesos, materiales, equipos, personal, etc.) hasta la gestión de la producción e inventarios (sistema de planificación, programación y control de la producción).

En base a ello, en el capítulo tres, se procede a un análisis y diagnóstico de la situación actual de la empresa. Para ello, se hará uso de herramientas de análisis como diagramas de Pareto y diagramas de causa-efecto, con el fin de identificar los procesos críticos y sus principales causas.

En el cuarto capítulo, se presentará las propuestas que responden a la problemática actual, dichas propuestas se basan en la integración de las dos herramientas principales, planeamiento de la producción y gestión de inventarios y almacenes.

En el quinto capítulo, se realizará el estudio económico de la implementación de las propuestas y el análisis de la viabilidad del proyecto.

Finalmente, en el último capítulo se mencionan las conclusiones y recomendaciones en base al análisis de las mejoras propuestas que permitirán un mejor desempeño, productividad y competitividad de la empresa.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se detalla, en primer lugar, antecedentes de las aplicaciones de sistemas de planificación de producción y gestión de inventarios en diferentes rubros, mostrando que la correcta aplicación de estos genera resultados rentables. En segundo lugar, se explicarán brevemente las principales herramientas a utilizar en el presente proyecto de propuestas de mejora.

1.1. Antecedentes

Con respecto a la planificación y control de la producción, según Condori (2007), las empresas continúan cambiando sus prácticas de sistemas de planificación y control de la producción, pues siempre ha sido un área importante para la mejora de la efectividad de la fabricación. Es sabido que, la eficiencia de una organización depende de la efectividad de sus procesos. Los problemas de procesos se ven reflejados en el desperdicio de recursos, conflictos internos, pérdida de clientes, inercia organizacional y escasa capacidad competitiva.

Es así como, Vásquez (2013) muestra las mejoras que pueden ser el resultado de una adecuada utilización de un sistema de planeamiento de producción de una empresa textil dedicada a la fabricación de calcetines. Inició con un análisis de la situación actual de desarrollo del sistema de planeamiento productivo, para luego diagnosticar cuáles eran las deficiencias actuales y qué medidas se podían tomar para mejorar éstas. La estrategia de planificación agregada que se escogió fue la de adaptación, ya que se analizaron los costos y métodos de las distintas estrategias y ésta fue la óptima. Además se utilizó la clasificación ABC para definir los productos más importantes de la empresa y basar sobre ellos la planificación. Luego, se compararon los costos de utilizar los diferentes métodos de dimensionamiento de lotes, de éste análisis, se concluyó que el método más adecuado es el de lote a lote. Una vez obtenido el método de loteo, se realizaron los Programas Maestros de Producción (PMP) de las familias de productos escogidas.

Seguidamente, se tuvo que calcular la capacidad y flexibilidad con la que contaba la empresa, ya sean horas- hombre, horas-máquina que se necesitaban para cumplir con la demanda mostrada en el plan maestro. A todo esto, se concluyó que la

capacidad actual utilizada por la empresa era mayor a la que se necesitaba realmente, es decir, con el nuevo plan de capacidad calculado, se reducirían los costos de mano de obra. Una vez analizado el plan de capacidad se reacomodó el PMP, pues se observó que en ciertos meses no se lograba atender las demandas pronosticadas. Por ello, se tomó decisiones como aumentar jornadas de trabajo en algunos casos y en otros, anticipar la producción, con lo cual, se probó que se podría aumentar el porcentaje de eficiencia y utilización al 80% de los centros de trabajo.

Finalmente, se diseñó y analizó indicadores como el “Costo total de producción”, el cual demostró que a lo largo del año la estrategia de trabajo propuesta (estrategia de adaptación) es mejor que la utilizada actualmente por la empresa (estrategia de subcontratación). También, se analizó los PMP actual y propuesto y se analizó el indicador “Cantidad de inventario por semana”. Debido al tamaño de lote actual utilizado, los inventarios son muy variables, estando muy por encima de la meta establecida por el área. Con el método propuesto de dimensionamiento lote a lote, los inventarios se mantienen en cero, ya que se produce lo que se pronostica. De esta manera, podemos concluir que, respecto al sistema anterior, la metodología propuesta es mejor tanto en reducción de inventarios como en costos.

Con respecto a la Gestión de Inventarios, en primer lugar, se consultó el trabajo de grado Análisis y Propuesta de Implementación de Pronósticos, Gestión de inventarios y almacenes en un comercializadora de vidrios y aluminio, escrito por Ramos y Flores (2013). Este trabajo propuso el uso de métodos de pronósticos cuantitativos para elevar la eficiencia en una empresa comercializadora de vidrios, la cual utilizaba como método de cálculo de pronóstico la experiencia del personal. Con la implementación de un método de pronóstico cuantitativo se estimó un ahorro de S/.40,000 anual. Además, para establecer la política de inventario se utilizó el método de la curva de intercambio, estimando un ahorro total de S/. 235,555 anual en costos totales comparado a la política que utilizaba la empresa.

Este estudio conduce y orienta el presente trabajo de tesis porque permite establecer una estructura en el análisis y diagnóstico de la gestión de inventarios. Por ejemplo, mediante herramientas como el diagrama causa-efecto y el análisis ABC se pueden identificar oportunidades de mejora. Además, los problemas de gestión de inventarios que presenta la empresa comercializadora de vidrio son similares a los planteados en la empresa Plástico Perú, con lo cual, las propuestas

de mejora del estudio sirven como referencia en la generación de nuevas ideas. Por último, la evaluación económica del estudio permite estimar ahorros tras la implementación de las propuestas de mejora, lo cual justifica el motivo para iniciar el presente trabajo de tesis.

En segundo lugar, se consultó el artículo *Inventory Management Systems used by Manufacturing Small Medium and Micro Enterprises*, escrito por Bruwer (2015). Este artículo trata sobre la gestión de inventarios en la pequeña y mediana empresa, se menciona que el 40% de este tipo de empresas fracasan en los primeros 4 años debido a la gestión ineficaz del inventario. El objetivo de este estudio es determinar el grado de eficacia del inventario gestionado por la pequeña y mediana empresa, el cual fue calculado utilizando métodos de investigación cuantitativa, específicamente los datos fueron recolectados por medio de encuestas a los líderes empresariales del sector. En dichas encuestas se mencionan las iniciativas de gestión de inventarios que utilizan y qué tan efectivas son.

El análisis de los resultados determinó que el 69% de los gerentes están de acuerdo en la importancia de la gestión de inventarios. Además, con respecto a la aplicación de los cuatro sistemas de gestión de inventarios (ERP, JIT, ABC, EOQ), se observó que ellos perciben más ventajas con los sistemas EOQ y JIT. Por otro lado, con respecto a los principales factores que influyen en la elección de la estrategia de la gestión de inventario se tiene como resultado: la eficacia de los sistemas de negocio, los recursos limitados y el exceso de inventario. En base a ello, se establecieron propuestas de mejoras en la gestión de inventarios. La investigación orientó el presente trabajo de tesis en la identificación de los factores o problemas que se presentan por la falta o ineficacia de la gestión de inventarios.

1.2. Planeamiento y control de la producción

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009), el planeamiento y control de operaciones trata de cómo desempeñar el trabajo de forma expedita, eficiente, sin errores y a bajo costo. Propone la optimización de procesos que se emplean para transformar los recursos que utiliza una empresa en los productos y servicios que desean los clientes.

1.2.1. Administración de las operaciones

La Administración de las operaciones se define como la dirección y control de los procesos dentro de una organización con el fin de transformar insumos en bienes y servicios. Según Vargas, Rau y León (2014), las decisiones fundamentales dentro de la organización son: decisiones por proceso, por calidad y por diseño.

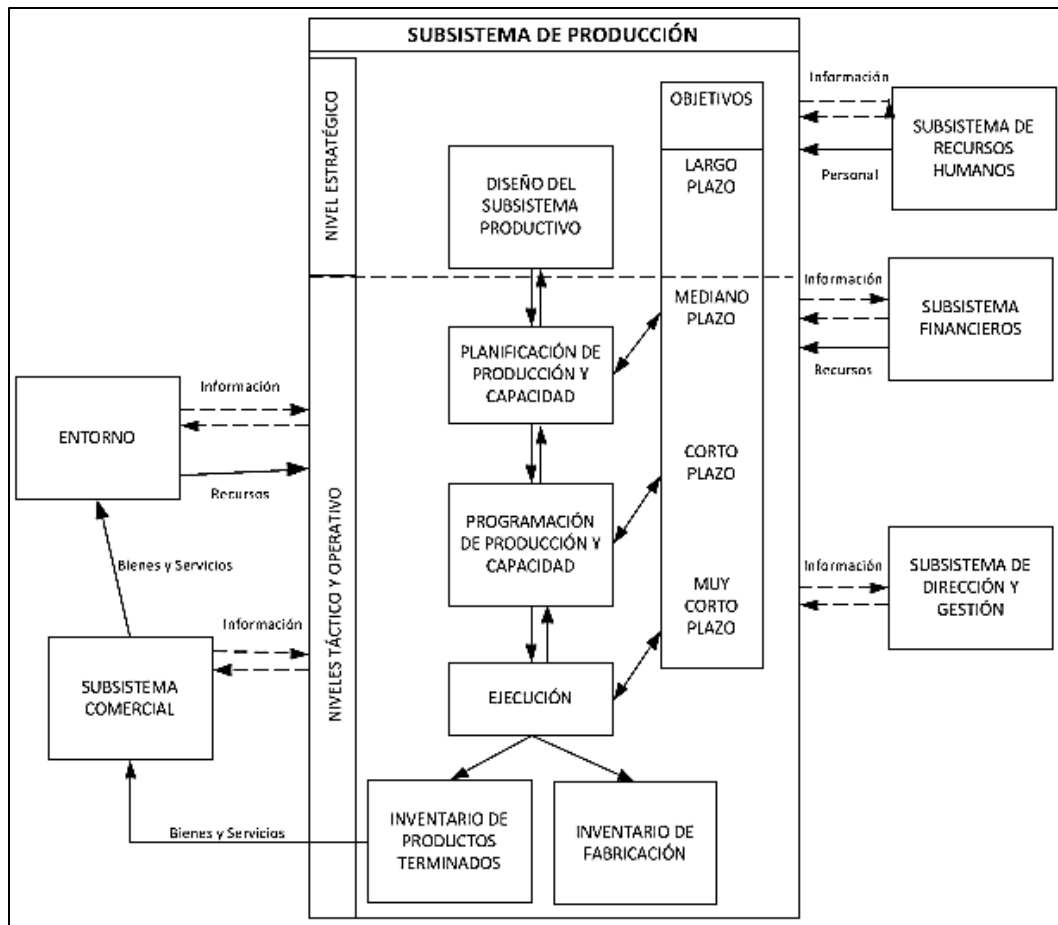


Figura N° 1 Subsistema de Operaciones

Fuente: Domínguez Machuca (1995)

En la Figura N° 1, se muestra en forma abreviada las actividades que incluye el subsistema de operaciones, que se caracteriza por un conjunto de decisiones que van a afectar cada nivel de la actividad productiva, ya sea al largo, medio y corto plazo. En general, la finalidad de la función de operaciones, como menciona Domínguez Machuca (1995), es “proyectar el futuro deseado, los medios necesarios y las actividades a desarrollar para conseguirlo”.

1.2.2. Pronósticos

Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013), un pronóstico es una predicción de acontecimientos futuros que se utiliza con propósitos de planificación. El proceso de realizar el pronóstico de la demanda y ventas es una pieza fundamental para el desempeño de toda empresa, ya que según Álvarez (2009), cada una de las áreas de la empresa tomará esta información para poder planificar y controlar sus actividades. Los métodos para estimar pronósticos son:

a) Métodos cualitativos

Se usan principalmente cuando no hay información sobre los datos históricos. Son métodos subjetivos y de bajo costo.

b) Métodos cuantitativos

Los métodos cuantitativos se pueden dividir en dos categorías: Series de tiempo y Causales.

- Regresión Lineal

Según Krajewski, Ritman y Malhotra (2013), "los métodos causales se emplean cuando se dispone de data histórica y la relación entre el factor que se intenta pronosticar y otros factores externos e internos pueden identificarse." La ecuación es la siguiente:

$$Y = a + bX$$

Dónde:

Y = Variable dependiente

X = Variable independiente

A = Intersección de la recta con el eje Y

B = Pendiente de la recta

- Promedio móvil simple

Este método se utiliza, cuando los datos no presentan tendencia y/o estacionalidad. La fórmula es la siguiente.

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

Dónde:

F_{t+1} = Demanda proyectada del periodo t+1

t = Periodo de tiempo (semana o mes)

n = Cantidad del periodo total (semanas o meses). Depende de la estabilidad de la demanda, y para escoger el “n” adecuado, este debe ser aquel que minimice el error de pronóstico

- Promedio móvil ponderado

El promedio móvil simple supone que las demandas de todos los periodos tienen una ponderación igual a 1. En este caso, se busca hacer énfasis en la demanda más reciente, la elección de los pesos se basan en la experiencia de los directivos de la organización. La ecuación es la siguiente:

$$F_t = k_1 * D_{t-1} + k_2 * D_{t-2} + \dots + k_n * D_{t-n}$$

Dónde:

t = Periodo de tiempo

n = Cantidad del periodo total (semanas o meses).

F_t = Demanda proyectada del periodo t

k_n = Pesos de la demanda del periodo n.

D_t = Demanda del periodo t.

- Suavización Exponencial

Este método permite una ponderación de promedios de las demandas que da mayor peso a las demandas más recientes.

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

Dónde:

t = Periodo de tiempo

F_t = Demanda proyectada del periodo t

D_t = Demanda del periodo t.

α = Coeficiente de suavización (valores entre 0 y 1)

- Suavización Exponencial ajustada a la tendencia

El método de suavización exponencial con tendencia difiere del anterior, ya que se introducirá un nuevo factor, la tendencia. El cual representa el comportamiento promedio de las ventas en un periodo de tiempo. La ecuación es la siguiente:

$$A_t = \alpha * D_t + (1 - \alpha) * (A_t - 1 + T_t - 1)$$

$$T_t = \beta * (A_t - A_t - 1) + (1 - \beta) * (T_t - 1)$$

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

Dónde:

D_t = Demanda del periodo t

F_t = Demanda proyectada del periodo t

A_t = Media exponencialmente suavizado de la serie en el periodo t

T_t = Media exponencialmente suavizado de la tendencia en el periodo t

α = Coeficiente de suavización para el promedio (valor entre 0 y 1)

β = Coeficiente de suavización para la tendencia (valor entre 0 y 1)

1.2.3. Planificación agregada y planificación de los recursos

El objetivo del plan agregado de operaciones es determinar la cantidad y la programación de producción necesaria para cubrir la demanda durante un periodo a mediano plazo, aproximadamente de 3 a 12 meses. Por otro lado, para garantizar el funcionamiento del plan agregado, Domínguez (1995) menciona que se deben considerar las cantidades anuales del plan de producción en cifras mensuales y/o trimestrales, así como también otras posibles fuentes de demanda para obtener las necesidades mensuales totales de la producción agregada.

Las empresas, al manejar distintos tipos de productos, deben agruparlas por grupos de familias. Según Vargas, Rau y León (2014), la metodología del proceso de planificación agregada sigue los siguientes pasos:

- Determinar la demanda de cada periodo.
- Determinar cuál es la capacidad en el tiempo normal de trabajo, las horas extras y en subcontratación para cada periodo.
- Hallar los costos de la mano de obra, contratación, despido y costos de mantener el inventario.
- Considerar la política de la compañía, que deba aplicarse a los trabajadores o a los niveles de existencias.
- Desarrollar planes alternativos y examinar sus costos totales.

1.2.4. Programa Maestro de Producción y Plan Aproximado de Capacidad

Una vez obtenido el Plan Agregado, el siguiente paso es elaborar el Programa Maestro de Producción, en el cual se programan los productos finales, de tal manera que la capacidad de producción se utilice con eficiencia. Una vez determinado el PMP propuesto, ha de comprobarse si es viable desde el punto de vista de la capacidad, para ello se debe realizar un Plan Aproximado de Capacidad.

a) Programa Maestro de Producción (PMP)

Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013), el PMP se define como “un plan detallado que establece cuántos productos finales serán producidos y en qué periodos de tiempo específicos.” Los inputs que requiere el PMP son el plan de ventas, inventarios de materias primas, inventarios de productos terminados, políticas de gestión de inventarios, entre otros. Según Vargas, Rau y León (2014), la metodología para la elaboración del PMP, es como se muestra a continuación:

Paso 1: Se calculan los inventarios disponibles a la mano, para cada uno de los periodos. Para ello seguimos la siguiente lógica:

Inventario proyectado a la mano al final de la semana actual	=	Inventario a la mano al final de la última semana	+	Cantidad en el PMP pendiente al inicio de esta semana	-	Requerimientos proyectados o reales de la semana actual (el mayor valor)
--	---	---	---	---	---	--

Figura N° 2 Cálculo de Inventarios disponibles

Fuente: Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013)

Paso 2: Ahora se deben determinar las magnitudes y fechas de producción a programar en el PMP. Para ello, se necesita conocer la política de pedidos establecida y el tiempo de entrega o lead time de los mismos.

Paso 3: Se repiten los pasos 1 y 2 para el resto de los periodos que abarca la proyección del PMP.

b) Plan Aproximado de Capacidad

El Plan aproximado de capacidad (*Rough-Cut Capacity Planning*) se realiza en conjunto con el Plan Maestro de Producción para evaluar la factibilidad de la

capacidad producción. Esto asegura que el PMP propuesto no sobrecargue ningún departamento, centro de trabajo o maquinaria. Las técnicas utilizadas para realizar este plan son: listas de capacidad, perfiles de recursos y la planificación de capacidad usando factores agregados.

1.2.5. Planificación de Requerimientos de Materiales y Planificación de Requerimiento de Capacidad

Una vez elaborado el PMP, se procede a elaborar el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), que le permite a la empresa estimar cuánto material de cada tipo requiere y en qué fecha lo necesita. Además, el Plan de Requerimiento de la Capacidad (CRP) permite tomar decisiones en función del cálculo de las capacidades de las estaciones de trabajo que pueden afectar, inclusive, al MRP.

a) Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP)

Domínguez Machuca (1995) define el MRP como un “sistema de planificación de componentes de fabricación que, mediante un conjunto de procedimientos lógicamente relacionados, traduce un Programa maestro de producción en necesidades reales de componentes, con fechas y cantidades.” La información necesaria para elaborar una Planificación de requerimiento de materiales comprende, cantidades de producto final a elaborar indicando las fechas de entrega (información que resulta del PMP), estructura de fabricación del producto o Lista de Materiales y datos de los materiales como tiempos de suministro, existencias disponibles, entre otros que se encuentran especificados en el Fichero de Registro de Inventarios.

b) Planificación de Requerimiento de Capacidad (CRP)

Según Domínguez (1995), el CRP es la técnica que permite planificar las necesidades de capacidad de los pedidos emitidos por el MRP, bajo la consideración de la disponibilidad ilimitada de capacidad. Los cinco principales pasos que sigue para construir este plan, son los siguientes:

- Determinación de las cargas generadas por los pedidos planificados en cada centro de trabajo.
- Periodificación de las mismas a lo largo del tiempo suministrado.
- Inclusión de la carga generada por las recepciones programadas.

- Determinación de la capacidad necesaria por periodo en cada centro de trabajo.
- Comparación con la Capacidad Disponible y determinación de desviaciones.

1.3. Gestión de inventarios

La importancia del control de inventarios radica en el cumplimiento del objetivo principal de la empresa, el cual es obtener utilidades. La falta de un sistema óptimo de gestión y control de inventarios genera mermas, desperdicios y hasta robos, ya que no se tiene un registro apropiado de los productos.

1.3.1. Tipos de demanda

De acuerdo a Ballou (2004) se tienen dos tipos de demandas: demanda dependiente e independiente.

a) Demanda Independiente

Este tipo de demanda se encuentra influenciada por las condiciones de mercado y es generada por parte de los clientes. En este tipo de demanda se utilizan los pronósticos estadísticos.

b) Demanda Dependiente

Este tipo de demanda surge a partir de los requerimientos específicos en un programa de producción.

1.3.2. Tipos de inventarios

De acuerdo a Narasimhan y Billington (1996), el término inventario representa la existencia de productos físicos que se conservan en un lugar y momento determinado. Según Heyzer y Render (2001), existen cuatro tipos de inventarios de acuerdo a su utilización, cada uno con características específicas.

- **Inventario de Materia Prima:** Está compuesto por aquellos materiales que se someten a un proceso de fabricación como elementos de entrada y son transformados en un producto terminado a su salida.
- **Inventario de Producción en Proceso:** Se refiere a los materiales que se utilizan en el proceso de producción actual, son productos parcialmente terminados en mitad del proceso productivo.

- Inventario de Productos Terminados: Se refiere a los productos finales del proceso de producción y que son transferidos al almacén de productos terminados.
- Inventario de Materiales y Suministros: Se refiere a la materia prima secundaria, como por ejemplo lubricantes y combustibles.

1.3.3. Funciones del Inventario

De acuerdo a Muñoz (2009), el objetivo primordial de los inventarios es mantener una demanda y asegurar la continuidad de las operaciones de la empresa. En base a ello se definen las siguientes funciones:

- Debido a que el abastecimiento de los productos usualmente tiene retrasos si no se almacenan inventarios, los clientes internos y externos tendrían que esperar que su demanda sea atendida, por lo que el inventario es necesario para satisfacer la demanda requerida con eficiencia.
- Las compras por grandes lotes generalmente cuentan con descuento. Cuando se tiene una política de pedidos de órdenes considerables es beneficioso para la empresa en términos de costo.
- Los inventarios de mantenimiento y seguridad funcionan como herramientas de prevención, ya que siempre se dispondrá de herramientas para el ensamble o necesarios en situaciones de emergencia.

1.3.4. Problemas con la gestión de inventarios

El problema principal con respecto a los inventarios es el costo que conlleva su manejo. Además, el costo de oportunidad de tener un alto nivel de inventario puede representar la inversión en beneficios para la empresa.

1.3.5. Costos de la gestión de inventarios

Según Everett (1991), los costos pertinentes a la gestión de inventarios son:

- Costo del producto: Costos directos de manufactura, incluidos los costos de transporte, recepción e inspección.

- Costo de Adquisición: Costos por colocar una orden de compra, varían dependiendo de cada tipo de orden.
- Costo del manejo de inventario: Costos de llevar el inventario, este costo incluye los siguientes elementos: seguros, alquiler, calefacción, energía, descomposición del producto por rotura y los costos de oportunidad no directos.
- Costo de operación: Costos incurridos en la recopilación de datos y los procedimientos de control para inventarios.

1.3.6. Nivel de servicio

La definición de nivel de servicio, de acuerdo a Guerra (2014), hace referencia a la probabilidad de tener un artículo en almacén cuando se necesite, es decir, al porcentaje de la demanda que es atendida con el inventario existente.

1.3.7. Lote económico de compra

El lote económico de compra (EOQ) hace referencia a la cantidad óptima a comprar. El objetivo de este modelo de cantidad fija es el de conocer cuándo y cuánto pedir teniendo en cuenta la minimización de los costos incurridos. El cálculo del lote económico de compra requiere el cálculo previo de los costos totales anuales del manejo de inventario en la empresa. El costo total comprende la suma de los costos de colocar pedidos y los costos de mantener inventario.

$$CT = Q/2 * H + (D/Q) * S$$

Dónde:

CT = Costo total anual

Q = Tamaño de Lote

H = Costo de mantener inventarios (anual)

D = Demanda anual

S = Costo de pedido (un lote)

A medida que se incremente la cantidad de pedido, el costo de compra disminuye, caso contrario ocurre con el costo de mantenimiento de inventario. Además, se observa que el EOQ se encuentra establecido de tal modo que el costo total alcanza su menor valor posible. El cálculo del EOQ se establece derivando la función costo total, ya que se requiere minimizar el costo, luego se procede a

igualar el resultado a cero para hallar el punto mínimo, finalmente se obtiene lo siguiente:

$$EOQ = (2D * (S/H))^{1/2}$$

Dónde:

EOQ = Lote económico de compra

D = Demanda anual

H = Costo de mantener inventarios (anual)

S = Costo de pedido (un lote)

1.3.8. Clasificación ABC

Uno de los puntos clave en la gestión de inventarios es diferenciarlos de acuerdo al grado de importancia de éstos y en base a ello establecer estrategias diferenciadas y eficientes para su gestión.

La clasificación ABC es una técnica de la gestión de inventarios que permite determinar que productos representan una mayor parte del valor del mismo y si justifican su inmovilización. De acuerdo a Agustín (2013), se establece que aproximadamente el 20% del total de los productos representa un 80% del valor del inventario. Se tienen tres clases de productos:

- Artículos A: Productos más importantes a los efectos de control.
- Artículos B: Productos de importancia secundaria.
- Artículos C: Productos de importancia reducida.

En la gestión de inventarios, la clasificación ABC sirve para establecer el plan de inventario rotativo, según Ferrín (2007), los productos A se recuentan con mayor frecuencia que los productos B, y éstos a su vez más que los productos C, ello se realiza con el fin de tener actualizada la información de stock y poder emitir en cualquier momento la cantidad de inventario existente.

a) Clasificación ABC multicriterio

Esta clasificación abarca una serie de criterios con el fin de realizar una mejor clasificación. Dichos criterios deben ser clave para la empresa, es decir, tener un fuerte impacto en las ventas o en su producción, ello se ve reflejado en los pesos que adquiere cada criterio. La metodología a seguir es la siguiente:

- Se realiza una matriz de criterios para ponderar cada uno de ellos y obtener su peso.
- Luego se realiza una matriz de puntaje de cada producto para cada criterio.
- Luego se realiza la normalización de los datos, ya que los datos iniciales de cada criterio para cada producto están en una escala diferente. Se obtiene valores normalizados entre 0 y 1 mediante la siguiente ecuación:

$$yn_{ij} = \frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,y_{ij}}}{\max_{i=1,2,\dots,y_{ij}} - \min_{i=1,2,\dots,y_{ij}}}$$

Dónde:

i = Etiquetas, bolsas, Aluminio Metal, Aluminio Anodizado y Pellets de cada tipo de perfil

j = Demanda, Inventario promedio y costo unitario

yn_{ij} = Valor Normalizado del ítem i -ésimo con respecto al criterio j -ésimo

y_{ij} = Cantidad del ítem i -ésimo con respecto al criterio j -ésimo. En unid/mes si el valor de j es demanda e inventario promedio, en el caso de j igual a costo unitario, la unidad es soles/unid.

- El puntaje total se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Puntaje\ Total = \sum_1^i w_j yn_{ij}$$

Dónde:

yn_{ij} = Valor Normalizado del ítem i -ésimo con respecto al criterio j -ésimo

w_j = Peso asignado al criterio j

- Luego se aplica el principio de Pareto sobre la columna de puntaje total, de esta manera se obtiene la clasificación ABC multicriterio.

1.3.9. Sistemas de control de inventarios

De acuerdo a Muñoz (2009), hay dos métodos de controlar inventarios mediante un sistema:

a) Sistema de revisión continua

De acuerdo a este sistema, se realiza la revisión del nivel de inventario cada vez que ocurre una compra y se realiza el pedido de compra cuando el nivel de inventarios alcance el punto de reorden. Las principales variables en este sistema son el tamaño de la orden y el punto de reorden. Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013), en cada revisión se procede a tomar la decisión de la posición de inventario de cada producto, en caso se considere bajo se realiza un pedido. La posición de inventario mide la capacidad del producto de satisfacer la demanda en el futuro y se encuentra conformada según la siguiente expresión.

$$IP = OH + SR - BO$$

Dónde:

IP: Posición de Inventario

OH: Inventario Disponible

SR: Recepciones Programadas

BO: Órdenes Atrasadas

Luego, cuando el IP llega a un número mínimo determinado llamado Punto de Reorden, se procede a pedir una cantidad fija Q del producto analizado, esta cantidad puede ser el EOQ o el tamaño del contenedor. En este tipo de sistema la cantidad es fija y se permite la incertidumbre en la demanda, pero el tiempo entre la colocación de pedidos varía. En caso la demanda sea conocida, el punto de reorden será la demanda durante el tiempo de entrega, caso contrario se debe añadir el stock de seguridad a la demanda establecida. El nivel de stock de seguridad se calcula a partir del nivel de servicio (z) de la empresa.

$$\text{Stock de seguridad} = z * \text{desviación estándar}$$

Finalmente, se obtiene el punto de reorden:

$$R = d_L + z * \sigma_L$$

Dónde:

R= Punto de reorden

d_L = Demanda en el tiempo de entrega

z = Nivel de servicio

σ_L = Desviación estándar en el tiempo de entrega

b) Sistema de revisión periódica

De acuerdo a este sistema, se realiza la revisión del nivel de inventario cada periodo fijo y se decide si se realiza un pedido. Este tipo de sistema permite que puedan ordenarse en el mismo pedido diversos productos aprovechando así las economías de escala en el transporte del pedido. La posición de inventario de un producto se revisa periódicamente y el tiempo entre pedidos tiene un valor fijo P. Sin embargo, en este tipo de sistemas el tamaño de lote Q es variable entre pedidos y permite la incertidumbre en la demanda.

Para calcular el tiempo entre revisiones se divide la demanda anual entre el EOQ, luego se divide 300 días laborales del año entre la cantidad hallada previamente que representa la cantidad de pedidos anual. Con ello, se obtiene el tiempo entre pedidos. Además, debido a que en este sistema también es posible la incertidumbre en la demanda, se debe considerar el stock de seguridad.

$$\text{Stock de seguridad} = z * \sigma_{P+L}$$

Dónde:

z = Nivel de servicio

σ_{P+L} = Desviación estándar de la demanda en el periodo P + L

P = periodo entre revisiones

L = tiempo de entrega

La desviación estándar del periodo P + L se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$\sigma_{P+L} = \sigma_t * (P + L)^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

σ_{P+L} = Desviación estándar del periodo P + L

σ_t = Desviación estándar en el periodo T

P = periodo entre revisiones

L = tiempo de entrega

Por último, el nivel objetivo de inventario se calcula de la siguiente manera.

$$T = d_{P+L} + z * \sigma_{P+L}$$

Dónde:

T = nivel objetivo de inventario

z = Nivel de servicio

d_{P+L} = demanda en el periodo de revisión y la entrega

σ_{P+L} = Desviación estándar del periodo P + L

1.3.10. Curvas de Intercambio

Según Peterson y Silver (1995), las curvas de intercambio son una técnica agregada que se utiliza para poder manejar una política de inventarios integral de los productos acorde a la realidad mediante el cálculo del costo de ordenar (A) y la tasa de costo de posesión (r). Para ello, se busca el tamaño de lote óptimo que minimice los costos de ordenar y de posesión mediante la siguiente metodología.

- Realizar una clasificación ABC de los productos (i ítems).
- Se calcula los lotes económicos para cada ítem (i ítems) de acuerdo a la clasificación ABC previa.
- Si se utiliza el lote económico para el dimensionamiento del tamaño de pedido, entonces el stock de ciclo sería:

$$TCS = \sum_1^i \frac{Q_i \times v_i}{2}$$

Dónde:

TCS = Stock de ciclo

i = Etiquetas, bolsas, Aluminio Metal, Aluminio Anodizado y Pellets de cada tipo de perfil

Q_i = Consumo actual del ítem i, en el caso de aluminio, bolsas y etiquetas en unidades y en el caso de pellets en kg

v_i = Costo unitario en soles del ítem i

- Luego, se calcula la expresión stock de ciclo por número de ordenes de compra, multiplicando las siguientes expresiones (1) y (2).

$$N = \sqrt{\frac{r}{A}} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times \sum_1^i \sqrt{D_i \times v_i} \quad (1)$$

$$TCS = \sqrt{\frac{A}{r}} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times \sum_1^i D_i \times v_i \quad (2)$$

Dónde:

TCS = Stock de ciclo

N = Número de órdenes de compra

i = Etiquetas, bolsas, Aluminio Metal, Aluminio Anodizado y Pellets de cada tipo de perfil

r = Costo de posesión

A = Costo de ordenar

D_i = Consumo anual del ítem i, en el caso de aluminio, bolsas y etiquetas en unidades y en el caso de pellets en kg

v_i = Costo unitario en soles del ítem i

- Se obtiene la siguiente constante k producto de la multiplicación de las expresiones (2) y (3).

$$TCS \times N = \frac{1}{2} \times \left(\sum_1^i \sqrt{D_i \times v_i} \right)^2 = k$$

Dónde:

k = constante

- La expresión (5) es una hipérbola, en la cual cada punto tiene un valor de A/r y cuando la estrategia EOQ es utilizada en cualquier ítem se puede seleccionar un punto deseado de la curva de intercambio. Ello genera un valor correcto de r, A o A/r, los cuales deberán cumplir con las políticas de la empresa.

$$\frac{TCS}{N} = \frac{A}{r}$$

Dónde:

TCS = Stock de ciclo

N = Número de órdenes de compra

r = Costo de posesión

A = Costo de ordenar

1.4. Manejo de almacenes

El concepto de almacén comprende la integración de recursos humanos, maquinarias, procesos e infraestructura que tiene como fin conservar y manipular inventarios para que estén disponibles a los clientes internos y externos.

1.4.1. Procedimientos operacionales en almacén

De acuerdo a Dobler y Burt (1996), se tienen los siguientes procedimientos de almacén:

a) Procedimiento de Recepción de Productos

Involucra la recepción de los productos por los proveedores o los productos terminados de la empresa para su entrega hacia el cliente final.

b) Procedimiento de Almacenamiento de Productos

Según Dobler y Burt (1996), los productos se distribuyen en el almacén en función del índice de rotación de inventarios o demanda para evitar recorridos o traslados innecesarios. En base a ello, existen dos métodos para ubicar los productos dentro del almacén.

- Método de ubicación fija

Este método asigna cada producto a una zona determinada del almacén. Se aplica este método en almacenes de poca variedad de productos. Además, este método es simple y no requiere de un código de ubicación.

- Método de ubicación aleatoria

Mediante este método se ubican los productos en cualquier zona disponible del almacén. El principal beneficio que ofrece este método es que hay una mejor utilización del espacio, sin embargo, requiere un código de la ubicación del producto dentro del almacén.

c) Procedimiento de Control Documental

Inicia con la recepción de la documentación de salida del área de ventas, luego se distribuye dicha documentación en el almacén para atender los pedidos y finalmente se integra dicho documento con la documentación de soporte de los pedidos realizados.

d) Procedimiento de Preparación de pedidos

De acuerdo a Carreño (2007), el procedimiento de preparación de pedidos consiste en recepcionar las mercancías pedidas del área de almacén.

e) Procedimiento de Despacho

Tiene como objetivo realizar la entrega del producto terminado hacia el cliente respectivo.

f) Procedimiento de control de stocks

De acuerdo a Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013), este procedimiento consiste en la verificación física de los productos desde la recepción hasta el despacho.

g) Procedimiento de Devoluciones

Involucra las devoluciones de productos por daño, agotado o faltante.

1.4.2. Infraestructura de almacenes

La infraestructura abarca puntos como el aprovechamiento de espacio, la accesibilidad de la mercancía, la gestión de stocks, entre otros. Se puede establecer la infraestructura mediante dos tipos de diseño.

- Estanterías frontales

Este tipo de estantería tiene como principal beneficio la versatilidad, ya que tienen una profundidad simple. Ello a su vez permite un acceso directo a los pallets del almacén. De acuerdo a Carreño (2007), este tipo de estantería es recomendable para almacenes con una gran cantidad de productos con bajo niveles de stock.

- Estanterías de acumulación

Este tipo de estantería tiene como principal beneficio un mejor aprovechamiento del espacio, ya que las estanterías tienen una profundidad mayor. Según Carreño (2007), este tipo de estantería es recomendable para almacenes con pocos tipos de productos con altos niveles de stock.

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En este capítulo se hará una breve descripción de la empresa donde se realizó la investigación, incluyendo información sobre sus productos, proveedores, clientes y organización. Además una descripción detallada de su proceso productivo.

2.1. Descripción general de la empresa

La empresa es del rubro industrial que se encarga de la fabricación y comercialización de productos para el sector construcción y decoración a nivel nacional, actualmente, cuenta con un aproximado de 80 trabajadores y una facturación anual promedio de S/. 4,300,000.

Entre los principales productos se encuentran los perfiles de plástico y aluminio, sócalos y pasos de escalera de PVC, además de accesorios como crucetas para mayólica. Su principal materia prima son los pellets de polietileno que son importados en sacos de 25 kilogramos, con una variedad de 54 colores.

Por otro lado, la empresa tiene como principales competidores a Eternit, Siderplast y Celima, ya que estas también poseen una parte considerable del mercado y sus productos están dirigidos a los mismos sectores económicos.

2.1.1. Concepción del cliente y descripción de los productos

En la actualidad, los clientes de la empresa, son por lo general, distribuidores mayoristas de Lima y provincias, aunque también, atienden a clientes minoristas, que son principalmente, ferreterías o tiendas de acabados. Solo se producen tres productos, el resto es comercializado.

a) Clientes

La empresa tiene como clientes principales a cinco grandes distribuidores, tanto en Lima, como en provincias, que le compran al por mayor y representan, aproximadamente, el 70% de sus ventas:

- Cerámica Lima S.A. (Lima)
- JCG Surpass S.A.C. (Chimbote)

- Cerámicas Cajamarca E.I.R.L. (Cajamarca)
- Glorisa S.A.C. (Trujillo)
- Casas & Cerámicos S.A.C. (Arequipa)

Además, se comercializa con minoristas a lo largo de Lima metropolitana y Callao. Si bien es cierto, estos representan un menor porcentaje en ventas, pero le dan a la empresa liquidez, ya que sus ventas son al contado a diferencia que con los distribuidores que tienen créditos de 30 a 60 días.

b) Productos

Actualmente, se poseen tres productos que son diseñados, fabricados y comercializados íntegramente por la propia empresa, los cuales se mencionan a continuación:

- Perfiles PVC
El perfil de PVC protege y brinda mayor vida útil a las esquinas de los revestimientos cerámicos y porcelanatos. Los perfiles que ofrece la empresa son exclusivamente fabricados con materia prima virgen (pellets de PVC), pues esto brinda alta calidad y resistencia al producto.
- Protector para paso de escalera PVC
Este producto es un accesorio que se coloca en el borde de las escaleras enchapadas o que son de madera. Su principal función es disminuir el riesgo de accidentes, pues está compuesto de un material de PVC flexible de alto tránsito. Este producto tiene presentación de rollos de 24m y en variados colores.
- Zócalos de PVC
Al igual que el protector para paso de escalera este producto está compuesto de un material de PVC flexible de alto tránsito. Básicamente, la función de éste, es proteger las paredes de la humedad y suciedad, a la que están expuestos los pisos. Posee solo una presentación de rollos de 20 metros y en variados colores. Por otro lado, la empresa comercializa otros productos, los cuales pertenecen al mismo rubro de construcción y acabado, y que complementan la variedad de productos en el rubro, y lo que le da una mayor cobertura en el mercado.
- Perfiles de aluminio
Este producto tiene la misma utilidad que los de PVC. Poseen tres diferentes medidas. En la planta, pasan por el proceso de troquelado y empaquetado

individual, ya que es un material que necesita ciertas condiciones adecuadas para su almacenaje.

- Base de aluminio para paso de escalera

Estos son accesorios que van colocados en los bordes de las escaleras y son necesarios para la instalación de los protectores de pasos de escalera de PVC. Cabe resaltar, que el diseño de esta base es único para la marca de la empresa en mención, ya que la matriz está diseñada especialmente para ensamblarse solo con los protectores de esta marca.

- Cruquetas y Separadores de Block de Vidrios

Estos productos están compuestos de Polietileno de alto impacto, fabricados por medio de un proceso de inyección. Su función principal es alinear los cerámicos, porcelanatos y blocks en el momento de su instalación. Este producto solo pasan por un proceso de embolsado y empaquetado.

- Canaletas de PVC

Estos productos protegen y ocultan los cables eléctricos que son instalados sin necesidad de realizar un cableado interno. Tienen presentaciones de distintas medidas y también pasan por un proceso de empaquetado y etiquetado en la planta.

2.1.2. Perfil organizacional y principios empresariales

A continuación, se mencionará la visión, misión y principios de la empresa.

a) Visión

La empresa tiene como visión consolidarse en el mercado nacional constituyéndose como una empresa referente y de vanguardia en el diseño, producción y comercialización de productos de decoración y construcción a nivel nacional.

b) Misión

La empresa tiene como misión alcanzar la máxima satisfacción de sus clientes, manifestándoles siempre, alta calidad y variedad en sus productos, además de demostrar su vocación de servicio y superación.

c) Políticas y valores

La política actual de la empresa es la de mantenerse firme en la producción y distribución de sus principales productos, para poder lograr mayor cobertura a lo largo del país. Asimismo, mantener la buena calidad con la que viene realizando

sus productos, ya que es esa una de las fortalezas de la marca. De la misma manera, la empresa inculca a sus colaboradores valores específicos para que su trabajo se realice en un grato ambiente de trabajo. Los valores de la empresa son la paciencia, el respeto y humildad.

Luego de lo mencionado anteriormente, se concluye que la empresa se encuentra encaminada, logrando poco a poco la visión que tienen planteada, ya que, actualmente, se posicionan entre las 5 primeras empresas en el sector, con un buen posicionamiento del mercado. Todo esto se debe a que han mantenido su alta calidad en todos sus productos, además de la rapidez en la atención a sus clientes y la buena relación con sus proveedores.

2.1.3. Organigrama

La empresa, como muestra el anexo 1, posee como área principal la gerencia general, ya que, es la encargada de la relación con los proveedores y la planificación de la producción. Luego, está la Administración y Asistencia Contable, estas áreas trabajan conjuntamente, ya que se encargan de registrar, verificar, analizar los documentos de pagos, órdenes de compra, entre otros.

Por otro lado, en el área de producción se sitúan los maquinistas y operarios de producción, los primeros se encargan de programar, operar y verificar el correcto funcionamiento de las máquinas extrusoras, los operarios son los encargados de procesar el producto una vez terminada la extrusión.

Con respecto al área de Logística, existen dos actividades muy importantes dentro de esta, el almacenado, tanto de materia prima y productos terminados y la distribución, que prepara y planifica la distribución de productos tanto en Lima y provincias. Por último, el área de ventas que se encarga de la relación con los clientes y de la búsqueda de nuevos mercados, esta se divide en dos áreas, ventas a lima y callao, y ventas a provincias.

2.1.4. Cadena de suministro

La empresa posee distintos proveedores, tanto para materia prima como para los productos que comercializa, además como ya se mencionó, posee clientes

mayoristas y minoristas, en el anexo 2 se muestra, gráficamente, la cadena de suministros.

a) Proveedores

Los principales proveedores de la empresa son Plater SAC y AndinaPlast, ya que son los encargados de abastecerla de materia prima, pellets de polietileno. La relación con estos dos proveedores es muy buena, la puntualidad en las entregas y la alta calidad de los productos, hacen que se tenga una alta fidelidad y buenos acuerdos.

Por otro lado, están los proveedores de productos que se comercializan, como Furukawa, que se encarga del abastecimiento de productos de aluminio, perfiles y bases, además se encuentra, Cimplast, que es la empresa encargada de abastecer de materiales de PVC realizados mediante el proceso de inyección, como crucetas, separadores de bloques de vidrio y canaletas. Por último, tienen un proveedor de bolsas y empaques plásticos con los que se realiza el empaquetado de los productos.

b) Clientes y Distribuidores

Si bien es cierto, la empresa maneja canales directos de ventas, es decir, comercializa sus productos directamente con sus clientes y no posee intermediarios, esta empresa le vende a distribuidores mayoristas, que al mismo tiempo llega a minoristas y, por último, al usuario final. Es por ello, que la empresa posee muy buenas relaciones con sus clientes, ya que, estos participan de una manera muy activa en el crecimiento de la empresa, pues a través de ellos, sus productos son comercializados en el interior del país.

2.1.5. Cadena de valor

De acuerdo a Porter, la cadena de valor es la forma mediante el cual una empresa se descompone en sus partes constitutivas para buscar fuentes de ventajas competitivas en las actividades que agregan valor.

En el anexo 3, se muestra la cadena de valor de la empresa, así también se puede observar que las actividades que agregan valor al producto son: Logística entrada y salida, Operaciones, Marketing, Ventas y Servicios, mientras que las actividades que figuran en la parte superior sirven de apoyo a las actividades principales.

El cuadro de la cadena de valor permite darle un valor a cada actividad y observar en cada una debilidades y fortalezas para disminuirlas y potenciarlas respectivamente. Además, al potenciar una fortaleza, ésta se convertirá en una ventaja competitiva para la empresa.

2.1.6. Análisis FODA

Se realizó un análisis FODA, como muestra la Figura N° 3, para observar la situación actual de la empresa obteniendo un diagnóstico con el detalle de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los productos son de alta calidad, ya que se utiliza materia prima (PVC) virgen, no reciclado como otras empresas de la competencia. - Brinda atención personalizada a todos sus clientes anivel nacional, reforzando el lazo comercial. - Se cumple con el tiempo de entrega de los pedidos. 	<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se cuenta con un sistema de planificación de producción para estimar la demanda, solo se basan en los pedidos y la proyección de ventas. - La empresa no cuenta con un sistema de gestión y control de inventario por lo que se genera exceso de stock y altos costos de posesion. - Inadecuada distribución de almacenes y productos, lo que incrementa el tiempo de picking.
<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - El crecimiento de las PYME, de acuerdo a la INEI es positiva, debido a la gran cantidad de competidores, fortalecer una ventaja competitiva es esencial. - La demanda tiene una tendencia creciente, especialmente por parte de clientes mayoristas en el interior del país. - Se prevé incrementar la capacidad de producción de planta, ya que se conseguirá un terreno mayor para centralizar la producción. 	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de crecimiento de la competencia con la misma calidad de productos. - Inestabilidad del dólar, ya que la MP principal es importada por lo que se inestabiliza a los costos. - Posibilidad de crisis económica en el país, lo que reducirá la demanda de estos productos por no se de consumo vital.

Figura N° 3 Análisis FODA

Elaboración propia

En base a ello se plantean estrategias objetivas que se pueden derivar las matrices de evaluación de factores internos (EFI) y el de evaluación de factores externos (EFE). Dichas matrices evalúan cuantitativamente cada factor del análisis FODA con el fin de tener un valor ponderado de ellos.

En la Figura N° 4, la Matriz EFI se puede apreciar que la empresa tiene una fuerte posición interna ya que el total de ambos factores Fortalezas y Debilidades está por

encima del promedio 2.5. Por otro lado, el total de la Matriz EFE, está ligeramente por encima del promedio, por ello se infiere que la empresa, en un bajo grado, está capitalizando las oportunidades y evitando las amenazas.

MATRIZ EFI				MATRIZ EFE			
Factores	Peso	Calificación	Valor Ponderado	Factores	Peso	Calificación	Valor Ponderado
FORTALEZAS				OPORTUNIDADES			
1. Calidad del producto	0.2	3	0.6	1. Crecimiento constante de la industria plástica	0.2	3.5	0.7
2. Atención Personalizada	0.11	3	0.3	2. Fuerte lazo comercial con los clientes	0.12	4	0.48
3. Capacidad de entrega a tiempo	0.11	2.5	0.275	3. Instalación de una nueva planta que integre las dos existentes.	0.08	1.5	0.12
4. Posicionamiento de la marca	0.08	1.5	0.12	4. Aumento de demanda de grandes clientes.	0.1	2.5	0.25
<i>Subtotal</i>	0.5		1.295	<i>Subtotal</i>	0.5		1.55
DEBILIDADES				AMENAZAS			
1. Capacidad de la planta	0.05	2	0.1	1. Entrada de nuevos competidores al mercado	0.1	2.5	0.25
2. Falta de un sistema de planificación de la producción	0.15	4	0.6	2. Competencia mayor en términos de calidad	0.15	1.5	0.225
3. Falta de un sistema de gestión y control de inventarios	0.15	4	0.6	3. Precio menor de la competencia	0.15	2.5	0.375
4. Falta de orden y distribución de almacenes	0.1	4	0.4	4. Crisis económica que afecte al cliente	0.05	1	0.05
5. Falta de un plan de mercadeo	0.05	2.5	0.1	5. Inestabilidad del dólar	0.05	2	0.1
<i>Subtotal</i>	0.5		1.8	<i>Subtotal</i>	0.5		1
TOTAL			3.095	TOTAL			2.55

Figura N° 4 Matriz EFI y EFE

Elaboración propia

2.1.7. Evolución de sus ventas

Como se observa en Figura N° 5, las ventas han crecido en los último tres años, un aproximado de 20% anual, esto ha sido resultado de sus grandes esfuerzos por reforzar su ventaja competitiva, que es la calidad del producto, así también, como ampliar el mercado objetivo hacia distribuidores mayoristas y sobre todo al interior del país.

Además, se puede apreciar un comportamiento pseudoestacional, ya que, según la información brindada por la empresa, los últimos meses del año son en los que presentan mayor demanda de sus productos y los meses de marzo a mayo son los de menor demanda.

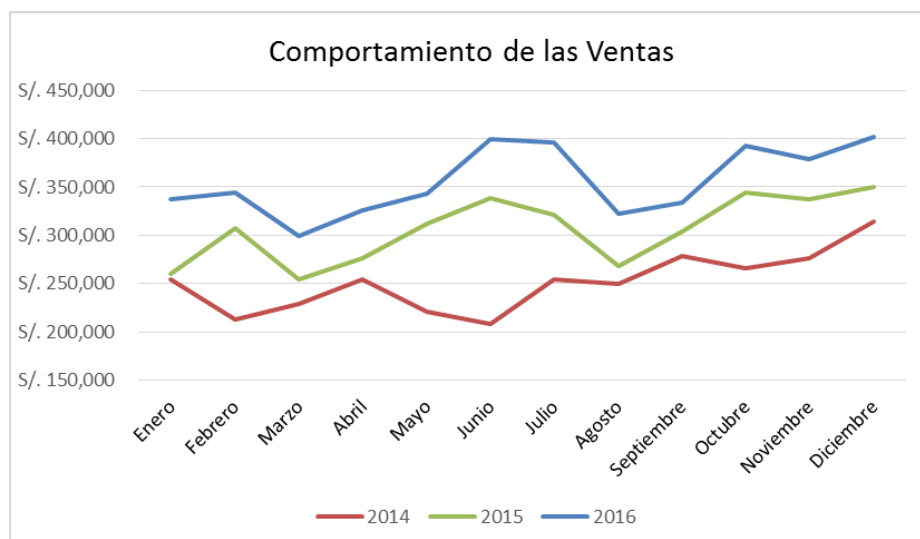


Figura N° 5 Evolución de ventas

Fuente: La empresa

2.2. Descripción del Sistema Productivo

Como ya se mencionó, la empresa sólo fabrica tres productos, los cuales son: el perfil PVC, el protector para paso de escalera PVC y zócalo PVC; los otros productos son comercializados.

De los tres productos fabricados por la empresa, el que tiene un mayor número de ventas es el perfil de PVC. Dicho perfil está compuesto por pellets de polietileno (PVC) y entre sus principales características se tienen: resistente al agua, aislante térmico y acústico, fortaleza y peso ligero y difícilmente inflamable.

2.2.1. Proceso de fabricación

A continuación, se detalla el proceso de fabricación de los productos mediante Diagramas de Operación (DOP). Cabe mencionar que en los tres procesos se inicia con la actividad de la extrusión de PVC, para ello se requiere que la máquina extrusora caliente dos horas antes de empezar la producción, generalmente esto se realiza cada lunes de 8 a 10 de la mañana, luego de ello, la producción es constante y sin interrupción a lo largo de la semana.

Adicionalmente, el tiempo del cambio de matriz por cada tipo de producto, según las medidas a fabricar, es de 1 hora aproximadamente.

a) Proceso de fabricación de Perfiles PVC

- Recepción de la Materia Prima

El proceso se inicia con la recepción de la materia prima, que tiene la presentación de 25 kilogramos. Previamente, se solicita a los proveedores los colores requeridos, ellos se encargan de pigmentar el material. La empresa trabaja con 54 colores de pellets, entre los cuales destacan el color marfil y cuero claro.

- Proceso de Extrusión

Previo a este proceso, la máquina extrusora se calienta cerca de 2 horas, luego de ello, se inicia el proceso de extrusión. En primer lugar, la materia prima, ingresa a la máquina extrusora por una tolva, después se realiza el proceso en sí, es decir, se da forma al material. Se comprime el material y la matriz le da la forma y medida deseada, que pueden ser las siguientes.

- Cliente Celima: 8, 9, 9.5, 11.5 mm

- Otros clientes: 8.5, 9.5, 10.5, 12 mm

El proceso de moldeo se realiza mediante una cocción a alta temperatura, dicha temperatura es controlada por la máquina.

- Proceso de Enfriamiento

En el proceso de enfriamiento, el perfil con la forma dada por la matriz a una alta temperatura ingresa a un sistema de bombeo, el cual reutiliza el agua para el enfriamiento del perfil.

- Proceso de Corte

Una vez enfriado el perfil se sigue el proceso continuo mediante los rodillos que siguen la velocidad acorde la programación de la máquina. El perfil es dirigido hacia un tubo que posee la medida deseada y se realiza el corte. El largo normal es de 1.87 metros, en el caso de Celima, este es 2.1 metros.

- Proceso de Troquelado

Una vez obtenido el perfil, estos son apilados en grupos de 10 y son llevados a la maquina troqueladora. El operario procede a realizar 6 troqueles por perfil, la merma obtenida en este proceso origina que el peso original disminuya alrededor de 12 gramos.

- Proceso de empaque y despacho

Una vez obtenido el perfil troquelado, se agrupan los perfiles en grupos de 10, estos a su vez son empaquetados en bolsas en 5 grupos de 10. Luego, los productos terminados son llevados al almacén. En el caso del cliente Celima, la empresa le envía los códigos de barra que requieren los perfiles.

Adicionalmente, cabe mencionar que el tiempo de fabricación del perfil PVC es de 20 segundos por perfil y que la empresa terceriza el proceso de fabricación de bolsas. En la Figura N° 6 se muestra el proceso mencionado y el anexo 4 se pueden observar imágenes de este.

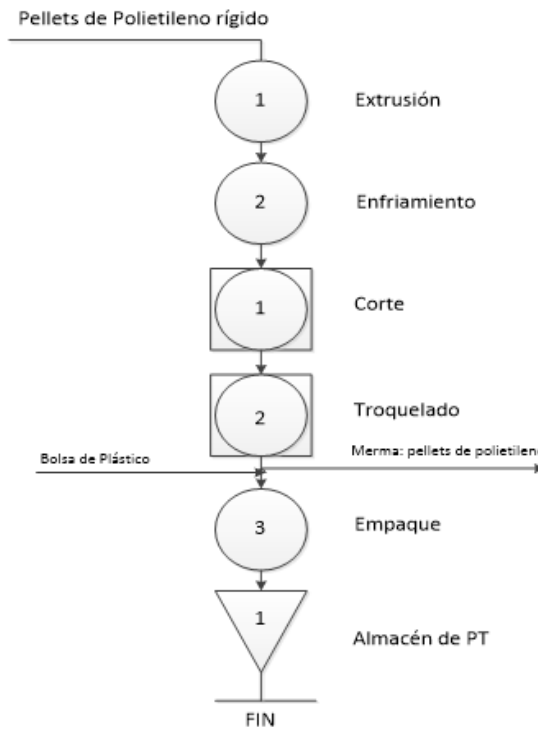


Figura N° 6 DOP del perfil de PVC

Elaboración propia

b) Proceso de fabricación del Protector adhesivo para paso de escalera PVC y del Zócalo PVC

El proceso de fabricación de ambos productos es idéntico, la única diferencia entre ellos, es a matriz utilizada en la máquina extrusora, la cual posee distinta forma, para darle el acabado correspondiente al producto. Además los primeros procesos son los mismos que se realizan con el perfil de PVC, a partir del proceso de corte está la diferencia, la explicación está a continuación:

- Proceso de corte y enrollado.

Una vez enfriado el protector, este sale de la máquina extrusora a la velocidad programada y se mide un largo de 20 metros. El corte se realiza aproximadamente cada 10 protectores, y es enrollado para su próximo empaquetado.

- Proceso de empaque y despacho

Se procede a embolsar individualmente, en presentaciones de 20 metros cada uno. Seguidamente, los productos terminados son llevados al almacén de Otros clientes a la espera del despacho. Adicionalmente, cabe mencionar que el tiempo de fabricación de ambos productos es, en promedio, 40 segundos por producto.

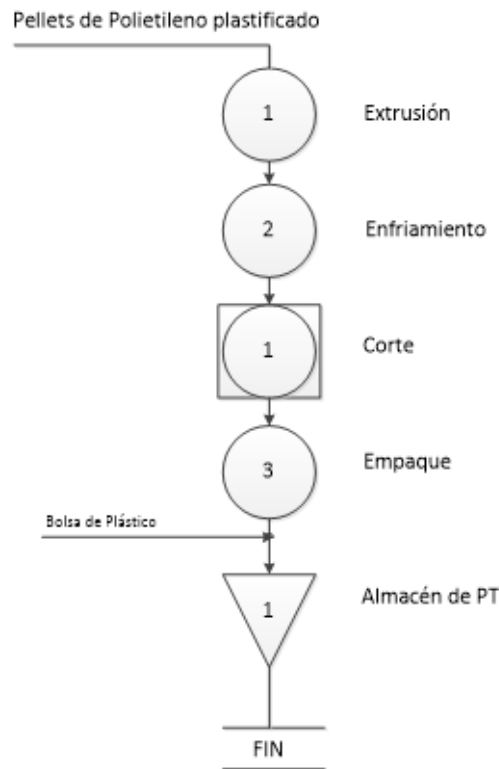


Figura N° 7 DOP de Protector de paso de escalera y Zócalo de PVC
Elaboración propia

2.2.2. Procesos

Los procesos realizados en la empresa en mención se clasifican en:

- Procesos Core: Son procesos que impactan directamente sobre la satisfacción del cliente. En este caso se encuentran: el proceso de fabricación de los productos y el proceso de ventas.
- Procesos de apoyo o soporte: Se refiere a los servicios internos necesarios para realizar los procesos core mediante la provisión de recursos. En este caso, los procesos de soporte son: Gestión de Recursos Humanos, Contabilidad, Gestión de Compras y Mantenimiento de Maquinaria.

- **Procesos estratégicos:** Son aquellos procesos que la empresa realiza para planificar, organizar, dirigir y controlar los recursos, además indica a los otros procesos como deben realizarse para llevar a cabo la misión de la empresa. En este caso se encuentra el proceso de recepción de pedidos.

2.2.3. Materiales e insumos

Los materiales que se utilizan para la fabricación de los productos son Pellets de Polietileno, Pellets de Polietileno con aditivo flexible y Bolsas plásticas para el empaquetado.

- **Pellets de Polietileno**

Es un compuesto de PVC rígido, el cual es abastecido por dos proveedores: Andina Plast y Platers S.A. En ambos se cumplen adecuadamente los requerimientos de calidad, seguridad y conservación del medio ambiente. Este compuesto se obtiene por la fusión y moldeo a una temperatura adecuada de policloruro de vinilo con aditivos plastificantes. Además, el material que se obtiene es resistente al impacto y cuenta con propiedades eléctricas.

La empresa maneja 54 colores, entre los cuales destacan el color marfil y cuero oscuro. La pigmentación de los pellets a dichos colores es realizada por las empresas proveedoras. Los pellets son entregados en sacos de 25 kilogramos y su precio depende del tipo de color, en el anexo 5 se puede observar el detalle.

- **Pellets de Polietileno con aditivo**

Es un compuesto de PVC plastificado, también llamado flexible. Principalmente le brinda al PVC la propiedad de ser moldeable, esta materia prima es utilizada para el zócalo y paso de escalera. Tienen presentación de 25 kilogramos y una gran variedad de colores entre las cuales, las principales son los marfiles, marrones y cuero.

- **Bolsas Plásticas**

Las bolsas de plástico que se utilizan para el empaque de los productos son fabricadas por la empresa Brillo Plástico. La empresa solicita bolsas impresas y sin impresión, ello depende del requerimiento del cliente. El aprovisionamiento de este material se realiza aproximadamente cada dos meses y la venta se realiza por Kilo. Adicionalmente, el precio oscila entre los S/. 8.5 y S/.10 dependiendo del tipo de impresión que se requiera.

2.3. Instalaciones, maquinarias y equipos

A continuación, se mencionará las principales instalaciones, maquinarias y equipos con los que cuenta la empresa, que hacen posible que el proceso productivo se realice de manera adecuada.

2.3.1. Instalaciones de soporte para los procesos

Como es sabido, el proceso principal de la empresa es la fabricación de los perfiles de PVC, ya que este producto es el que posee más rotación, además es en el que se invierte la mayoría de la capacidad de la planta. Para el correcto funcionamiento del proceso productivo de los perfiles, se poseen distintas instalaciones de soporte, que constantemente deben realizar sus respectivas funciones.

- Área de Almacén: Se encarga de brindar el material necesario para la producción de los productos. En este caso, a materia prima fundamental son los pellets de polietileno, de los distintos colores y son despachados al maquinista según la planificación de la producción.
- Área de Ventas: En esta área se realizan las negociaciones con los clientes, además se encarga de la búsqueda de nuevos mercados, gracias a su función, se puede planear en base a la demanda prevista por los pedidos ya acordados de manera anticipada.
- Área de despacho: En esta área los operarios se encargan de preparar los pedidos que se tienen que despachar, estos se dividen de distintas maneras, pues los pedidos para Lima y Callao se distribuyen de manera distinta a los pedidos que se envían a provincia, así mismo, los pedidos son preparados de distinta manera.
- Área de Administración: Es la encargada de registrar los datos de los pedidos en el sistema para llevar un control de las compras y ventas, así también como los niveles de inventarios.

2.3.2. Maquinarias y equipos

Las maquinarias y equipos utilizados para la producción de los tres productos fabricados por la empresa, se muestran a continuación:

- **Máquina Extrusora:** En esta, se procesan los pellets de polietileno, se calientan para moldearlos según la matriz del producto a fabricar, para ello, se cuenta con distintas matrices para los perfiles, pasos de escalera y zócalos, con sus respectivas medidas. Esta máquina posee un sistema de enfriamiento que reutiliza el agua, es decir, por medio de una bomba retorna el agua caliente a su repositorio al mismo tiempo que la enfría para así aprovechar este recurso y reducir costos de producción. En el anexo 6 se observa el esquema de la máquina extrusora, además se puede ver que posee grandes dimensiones a lo largo, por lo cual se necesita tener espacios abiertos a la salida de esta.
- **Prensa Troqueladora:** De la misma manera que la máquina extrusora, la prensa troqueladora también necesita una matriz que posee la forma de la marca de la empresa. El troquelado que se realiza a los perfiles, no solo se hace para diferenciar la marca de estos, sino que poseen una función importante dentro de la instalación de perfiles. (Ver anexo 6)
- **Selladora térmica manual:** Esta máquina se utiliza para el sellado y embolsado de los productos, no solo los productos fabricados, sino también los que se comercializan. Para los productos de aluminio, el embolsado es un proceso clave, ya que depende este para su correcto mantenimiento.

2.4. Tipo de distribución

La empresa trabaja bajo órdenes de pedido, es por ello que la demanda es variable, con un comportamiento estacional, como se puede observar en la Figura N° 5, la demanda es parecida a lo largo del año, con excepción en los meses de marzo y agosto, donde la producción disminuye. Con esto, se puede apreciar las siguientes características de la distribución actual de la planta:

- **Proceso de trabajo:** Las operaciones y equipos que corresponden a un mismo tipo de actividad se agrupan en un área común. La secuencia de fabricación se da a través de cada proceso que requiera el producto a fabricar.
- **Material en curso de fabricación:** El material en curso de fabricación se desplaza de un puesto a otro, lo que conlleva una menor manipulación del mismo y que a su vez contiene un mayor grado de automatización respecto a la maquinaria.
- **Poca flexibilidad:** No permite la adaptación inmediata a otra fabricación distinta para la que fue proyectada, pues la maquinaria es grande y su movimiento sería costoso.

- Continuidad de funcionamiento: La planta opera todo el año, a pesar que hayan temporadas bajas. Asimismo, la producción arranca el lunes y trabaja sin interrupciones hasta el sábado, pues el tiempo de encendido y preparación de la maquinaria es relativamente grande.
- Calificación de la mano de obra: Para la programación y manejo de las máquinas extrusoras, se necesita mano de obra calificada, ya que es un proceso medianamente complicado, sin embargo, para los demás procesos esto no es necesario, ya que el proceso es repetitivo y la variabilidad entre productos no es mucha.

Además, reiterando lo mencionado, tenemos lo siguiente:

- Los lotes de producción son altos, pero se consideran variables, pues existe variedad de medidas y una gran variedad de colores, que implica cambio de material y piezas en la maquinaria.
- El diseño del producto es más o menos estandarizado, pero posee varias presentaciones.
- Existe altas cantidades de producto en proceso.
- En conclusión, a las características anteriormente mencionadas tenemos que la planta de fabricación de perfiles y productos de PVC sigue una distribución por proceso.

En el anexo 7, se puede observar el layout de la empresa, donde se aprecia que la distribución depende los procesos de trabajo, es decir se agrupan por maquinarias que realizan las mismas operaciones y en el orden respectivo.

2.5. Descripción Sistema de Planificación de la Producción

Actualmente, la empresa en mención realiza la planificación de la producción de manera empírica, es decir, se basan en los años de experiencia que tienen en el sector para realizar su programación de producción y pedidos.

Todas las semanas se realiza la revisión de los inventarios, pues de esto depende la cantidad de productos a fabricar para cubrir la demanda, así mismo, se realiza la programación de producción diaria. Se puede decir que los productos tienen dos comportamientos, el primero, pedidos ya previstos con anticipación, estos ayudan a la planificación, pues ya se conoce la demanda que se debe atender, mientras el

segundo, son las demandas imprevistas, hechas principalmente por los clientes minoristas, las cuales deben ser calculadas aproximadas la semana anterior. Además, se sabe que, los pedidos tienen un comportamiento estacional, esto es un comportamiento que se ha reflejado los últimos años, lo que ayuda al planeamiento de la producción.

Otra consideración importante dentro de la planificación, es que el principal cliente de la empresa, Celima, que representa un 30% del total de sus ventas, tiene una frecuencia de compra bimestral, y con una cantidad constante, además los pedidos son realizados con 20 días de anticipación. Con estos datos, la empresa debe planificar su producción para atender estos periodos con picos de demanda.

Una vez establecido los cronogramas de producción, estos son entregados al jefe de planta, quien es el encargado de programar las máquinas extrusoras. Como se observa en la **Figura N° 8**, el control de la producción se realiza al terminar cada lote, luego del control se analizan los formatos de producción, estos son llenados con datos de cantidad de lote, medidas del producto, peso, color, mermas, materia prima utilizada, entre otros. Muchas veces las cantidades reales de producción difieren del planeamiento, pues se prioriza el término de la materia prima utilizada, antes que la programación.

Luego de ello, el jefe de producción es el encargado de ingresar los datos de producción reales al sistema, con el fin de tener un control de producción e inventarios, finalmente, se realizan informes semanales para la verificación de la producción y de los inventarios reales.

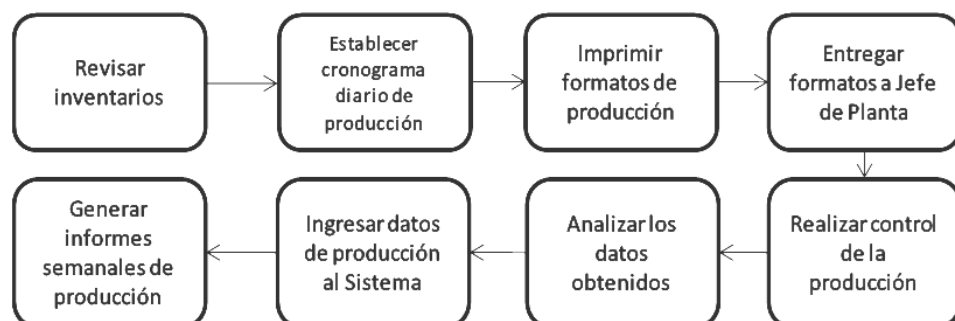


Figura N° 8 Diagrama de Bloques del proceso de Planificación de la Producción

Elaboración Propia

2.6. Descripción Sistema de Gestión de Inventarios

La gestión de inventarios incluye los procesos de abastecimiento, almacenamiento y despacho. En primer lugar, la gestión de abastecimiento de materia prima se realiza empíricamente. A inicio de semana, cada 7 días el encargado del manejo de inventarios revisa el almacén de materia prima y verifica que colores de pellets de polietileno o bolsas de plástica se requieren. La empresa solicita las ordenes de pedido con una anticipación de 15 a 30 días. En ocasiones excepcionales la empresa proveedora puede realizar el pedido en dos días. En la Figura N° 9 se muestra el flujo del proceso de abastecimiento. Principalmente, se observa que la empresa por temor a atrasarse en los pedidos o perder posibles ventas se abastece más de lo necesario. Ello también se debe a que la materia prima es comprada en dólares, por lo tanto la compra se ve influenciada por la variación del tipo de cambio.

Además, la empresa cuenta con un sistema SGI para registrar sus ventas y la cantidad de material que se utiliza. Sin embargo, los reportes que se obtienen no son 100% confiables, ya que el sistema no cuadra con el stock que se tiene en almacén. Esto se debe principalmente a que existen pequeñas ventas que no son registradas en el sistema. En cuanto a las normas y los procedimientos referidos a los procesos de entrada y salida de la materia prima y producto terminado, se observa que no se cuenta con manuales estandarizados.

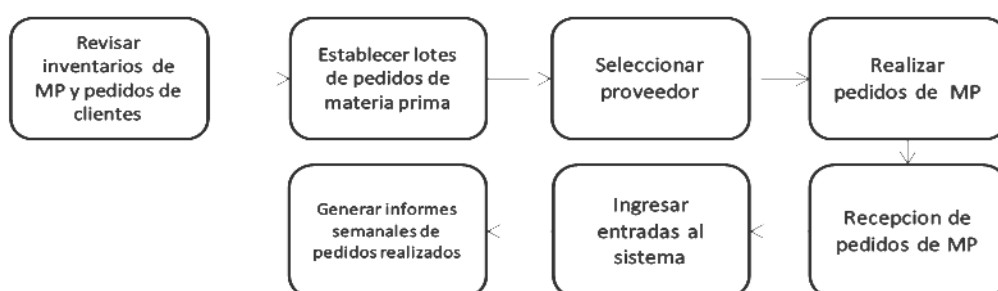


Figura N° 9 Diagrama de Bloques del proceso de abastecimiento

Elaboración Propia

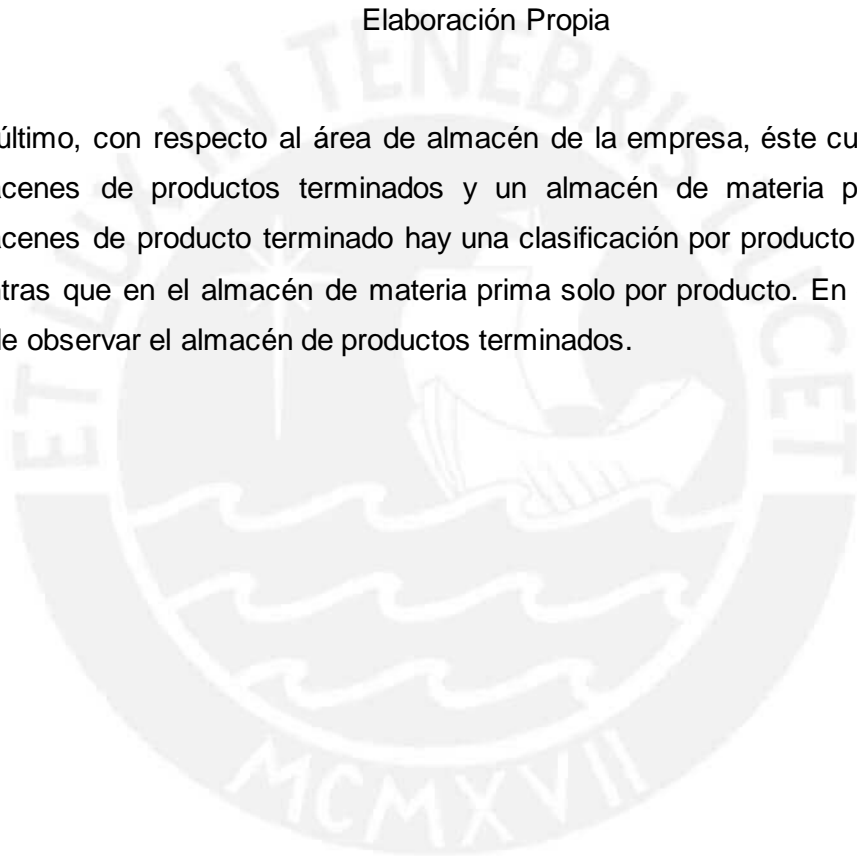
En segundo lugar, el proceso de la gestión de inventario de los productos terminados se detalla en la **Figura N° 10**. El kardex de la empresa se realiza por

medio del sistema SGI, sin embargo como ya se mencionó anteriormente el inventario real no cuadra con el que figura en el sistema, a pesar que la diferencia no es alta, ello dificulta el planeamiento de las órdenes de compra de materia prima.



Figura N° 10 Diagrama de Bloques de gestión de inventario de Producto Terminado
Elaboración Propia

Por último, con respecto al área de almacén de la empresa, éste cuenta con tres almacenes de productos terminados y un almacén de materia prima. En los almacenes de producto terminado hay una clasificación por producto y por cliente, mientras que en el almacén de materia prima solo por producto. En el anexo 8 se puede observar el almacén de productos terminados.



CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo, se analizará y evaluará la situación actual de la empresa, es decir, se reconocerá sus principales problemas en aspectos de planeamiento, producción, abastecimiento, entre otros. Todo ello con el fin de reconocer las oportunidades de mejora y las herramientas a proponer para la solución de éstas.

En primer lugar, se justificará, mediante análisis cualitativos y cuantitativos el área de la empresa a analizar, las líneas de productos en la que se enfocará el análisis y los problemas principales encontrados en estas.

En segundo lugar, se realizará un análisis más específico, mediante un diagrama Causa-Efecto para poder identificar las causas que provocan el problema principal.

En tercer lugar, mediante análisis cuantitativos se determinará las causas fundamentales, así mismo, se analizará cada una de ella para identificar su situación actual mediante indicadores y gráficos pertinentes.

Por último, se realizará un diagnóstico general de la empresa, en base a los resultados obtenidos en el análisis, para poder determinar qué herramientas de Ingeniería Industrial se utilizarán para atacar estas causas fundamentales y así reducir el problema principal.

3.1. Justificación

A continuación, se detalla la justificación de los principales problemas de la empresa mediante una estructura *top down*, es decir, empezando desde la selección del área problemática, la línea de producción y finalmente, los problemas principales en éstos.

3.1.1. Justificación de elección del área de Producción

Para identificar el área donde se presenta una mayor cantidad de problemas que afectan directamente el rendimiento de la empresa se realizará un análisis cualitativo de cada área en función de los siguientes factores:

- Incidencias reportadas
- Nueva tecnología (informática y maquinaria)
- Procesos documentados
- Planificación y seguimiento del proceso
- Asignación de recursos

Luego, se procede a realizar una matriz de enfrentamiento para poder calcular los pesos de los criterios mencionados, como se muestra en el anexo 9 el criterio con mayor peso es el de planificación y seguimiento. A continuación, en la Tabla N° 1 se muestra la ponderación de las áreas en base a los criterios escogidos, para lo cual se asignó una puntuación de 0 a 5, donde 0 es mejor y 5 es peor.

Tabla N° 1 Ponderación de criterios - Áreas

Áreas/Criterios	Incidencias reportadas	Nueva Tecnología	Procesos Documentados	Planificación y Seguimiento	Asignación Recursos	Puntaje Total
	20%	5%	15%	40%	20%	
Área de Logística	4	4	4	4	5	4.20
Área de Producción	4	3	4	5	5	4.55
Área de Contabilidad	1	3	2	1	3	1.65
Área de Ventas	2	2	3	1	3	1.95

Elaboración propia

Se observa que el área de Producción y Logística cuentan con un mayor puntaje con respecto a los criterios mencionados, es decir, presentan mayores problemas en comparación con las demás áreas. Por ello, se seleccionan las áreas de Logística y Producción como las áreas donde se realizará el análisis de la problemática.

3.1.2. Justificación de elección de Línea de producto

La empresa cuenta con diversos productos de los cuales tres de ellos son fabricados por la misma empresa y los restantes solo se comercializan. Para seleccionar la familia de productos que se analizará, se tomará en cuenta las ventas del mes de febrero del 2016, ya que los años anteriores muestran un comportamiento similar. En base a ello, se elegirán los productos que tengan un mayor porcentaje de ventas con respecto al total.

A continuación, en la Figura N° 11 se observa el valor de las ventas de los productos que maneja la empresa. Según el análisis de Pareto, podemos concluir, que las principales líneas de productos que posee la empresa son los que representan el 85% del total valorizado.

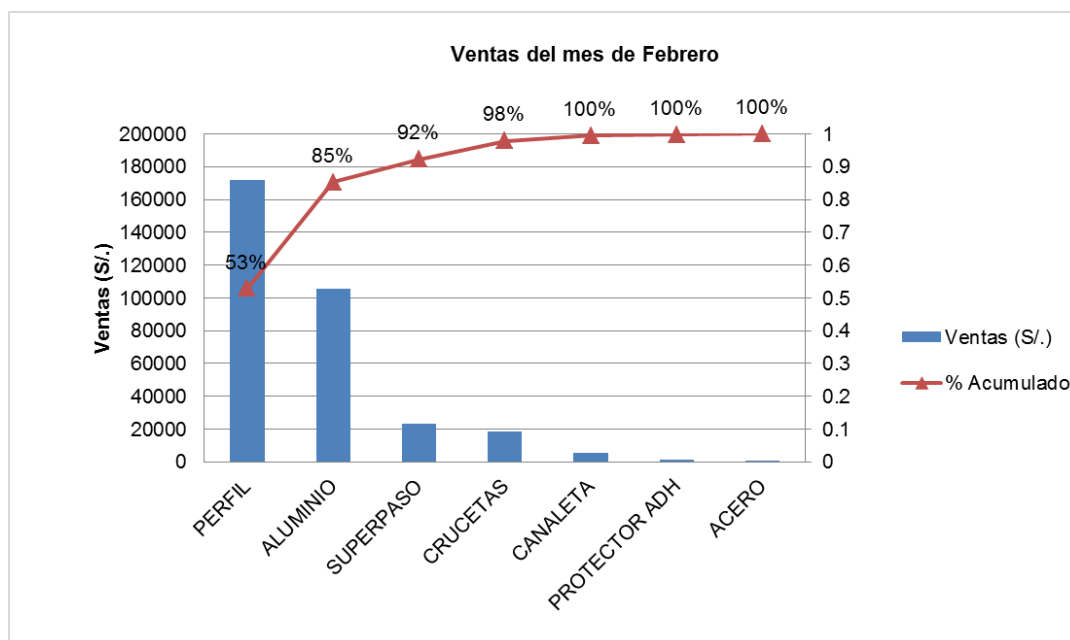


Figura N° 11 Ventas del mes de Febrero 2016

Elaboración propia

Como se observa, los productos que cuentan con un mayor valor de ventas, alrededor del 85% del total, son los productos: Perfiles PVC y los Perfiles de Aluminio, por ello, se analizarán dichos productos con respecto a los problemas que existan en las áreas de logística y producción.

3.1.3. Justificación de problemas

Una vez determinados los productos más representativos de la empresa, se analizarán los siguientes problemas identificados en las áreas de logística y producción.

- Incertidumbre de la demanda futura

La empresa tiene una demanda fluctuante, de acuerdo a los datos de la demanda del 2015, se observa que entre los meses de marzo a julio se tiene una demanda creciente, sin embargo en los meses siguientes no se observa un patrón definido.

- **Sobreproducción**
Al tratar de anticiparse a la demanda, se produce más de lo necesario, ello se debe a la falta de un adecuado planeamiento de la producción, el cual se realiza empíricamente.
- **Altos niveles de existencias**
Con respecto a la materia prima, se genera dicho inventario debido a la variabilidad del precio del material en el mercado y con respecto a los productos terminados, se genera debido a la sobreproducción.
- **Demora en el despacho de productos**
La demora en el despacho de productos se debe a la falta de operarios en esta área. El tiempo de retraso no genera valor agregado al producto final aumentando el tiempo total de producción del pedido.
- **Exceso de horas extras**
Debido a la incertidumbre de la demanda, la empresa cuenta con periodos de una alta cantidad de pedidos, generando horas extras para los operarios del área de producción.

Para poder determinar los principales problemas de la empresa, éstos se analizarán en función a los siguientes criterios: costos incurridos, frecuencia, tiempo invertido (en arreglar los inconvenientes generados por el problema) y área a la pertenece. En el anexo 10 se muestra la matriz de enfrentamiento de los criterios mencionados y se observa como resultado la ponderación respectiva de éstos. Una vez determinadas las ponderaciones, se procede a analizar los problemas. En la Tabla N° 2 se observa la calificación de los problemas con puntajes del 1 al 5, siendo 5 “mayor” y 1 “menor”.

Tabla N° 2 Ponderación de criterios - Problemas

Áreas/Criterios	Costos incurridos	Frecuencia	Tiempo invertido	Área a la que pertenece	Puntaje Total
	33%	33%	25%	8%	
Incertidumbre de la demanda	2	5	5	4	3.92
Sobreproducción	4	2	4	4	3.33
Altos niveles de existencias	5	4	3	3	4.00
Demora en los despachos	1	1	2	3	1.42
Exceso de horas extras	3	3	1	4	2.58

Elaboración propia

Como resultado al análisis anterior, se puede concluir, que los problemas principales de la empresa son los altos niveles de existencias y la incertidumbre de la demanda futura, los cuales poseen distintas causas asociadas analizadas posteriormente.

3.2. Análisis del problema fundamental

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se analizarán los siguientes problemas principales:

a) Incertidumbre de la demanda futura

La empresa tiene una demanda fluctuante, de acuerdo a los datos de la demanda del 2015, se observa que entre los meses de marzo a julio cuenta con una demanda creciente. Sin embargo, en los meses siguientes no se observa un patrón definido. Debido a la incertidumbre de la demanda y a la falta de un adecuado planeamiento de la demanda, la empresa recae en una sobreproducción para llegar a cubrir pedidos imprevistos. Ello a su vez implica esperas, movimientos innecesarios y exceso de inventario.

b) Altos niveles de existencias

Como se detalló en el punto anterior, la sobreproducción, generada por la incertidumbre de la demanda y la inadecuada planificación de la demanda, genera inventario de materia prima y producto terminado. Adicionalmente, no se tiene especificado un modelo de inventario para cada producto ni la política de compra de la materia prima. Para un mayor detalle, en la **¡Error! No se encuentra el origen e la referencia.** y Tabla N° 4 se observa el inventario promedio de los productos aluminio y perfiles del periodo enero - junio 2016, mientras que en el anexo 11, se muestra el detalle del inventario por cada familia de aluminio y perfil.

Tabla N° 3 Inventario Aluminio enero - junio 2016

Mes	Inv. Inicial (unid)	Inv. Final (unid)	Inv. Prom (unid)
Enero	1,141,804	1,155,514	1,148,659
Febrero	1,937,102	1,937,374	1,937,238
Marzo	1,681,678	1,682,378	1,682,028
Abril	889,245	878,869	884,057
Mayo	705,999	711,767	708,883
Junio	1,098,380	1,098,726	1,098,553
Promedio	1,242,368	1,244,105	

Fuente: La empresa

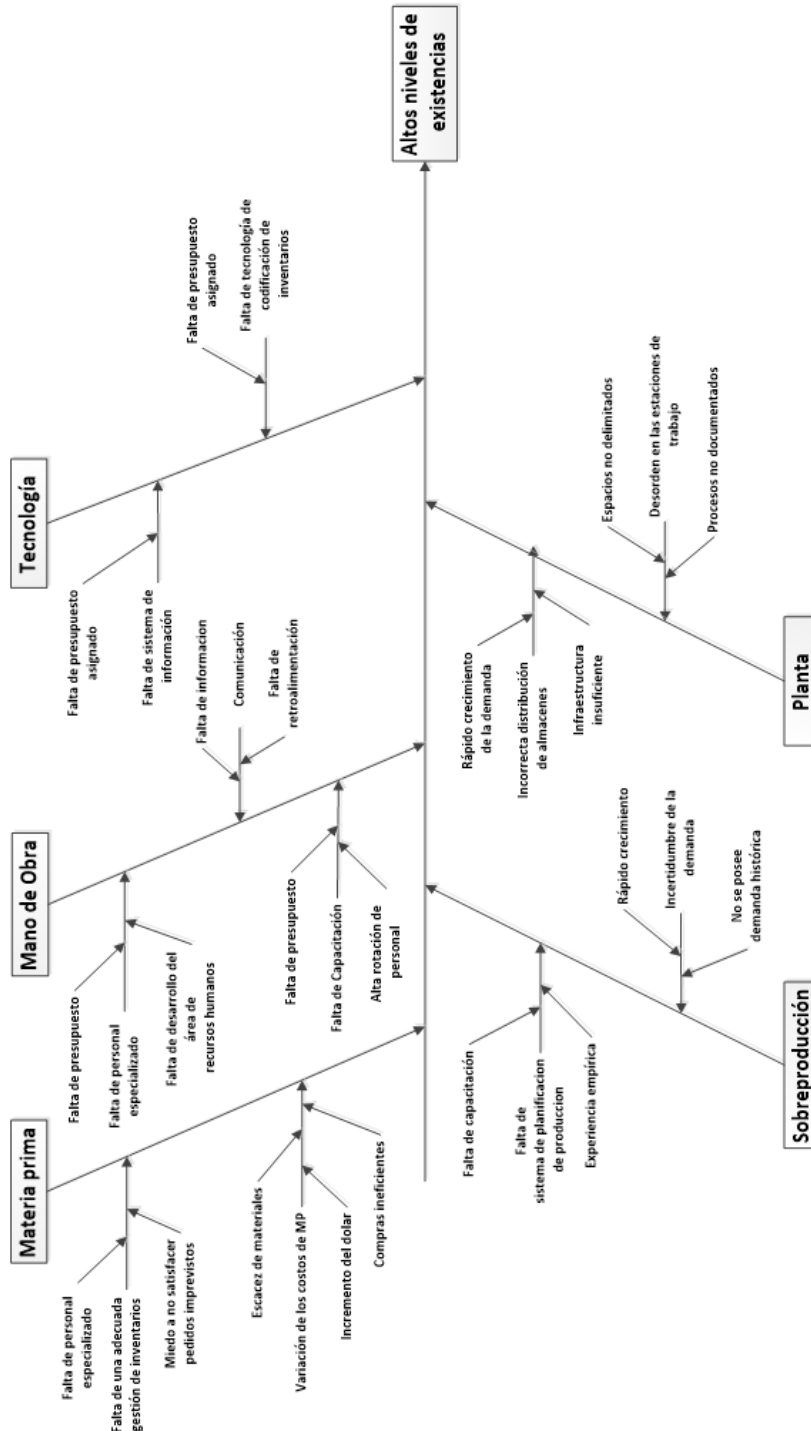
Tabla N° 4 Inventario Perfiles enero - junio 2016

Mes	Inv. Inicial (unid)	Inv. Final (unid)	Inv. Prom (unid)
Enero	162,273	168,425	165,349
Febrero	159,737	160,590	160,164
Marzo	165,723	160,613	163,168
Abril	132,975	131,204	132,089
Mayo	118,651	118,374	118,512
Junio	180,908	179,845	180,376
Promedio	153,378	153,175	

Fuente: La empresa

En resumen, se puede observar que la incertidumbre de la demanda futura también es causante de un alto nivel de existencias, ya que al tratar de satisfacer pedidos imprevistos se genera una sobreproducción, y éste a su vez un elevado nivel de inventarios. Por ello, se elige el segundo problema como el principal para su posterior análisis. En la Figura N° 12, se detalla mediante el diagrama de Ishikawa, las causas del problema seleccionado.

Figura N° 12 Diagrama Causa - Efecto



Elaboración propia

3.3. Análisis de causas fundamentales

A continuación, se detallará brevemente cada una de las causas mencionadas, luego con el fin de identificar las principales causas del alto nivel de existencias se realizará un análisis relacional, mediante la ponderación de factores relevantes. Finalmente, se realizará un análisis detallado de las causas principales resultantes.

3.3.1. Causas del problema principal

Las causas identificadas que originan un alto nivel de existencias son las siguientes:

- a) Falta de una adecuada gestión de inventarios
- b) Variación de costos de materia prima
- c) Falta de personal especializado
- d) Comunicación
- e) Falta de capacitación
- f) Falta de un sistema de la información
- g) Falta de sistema de codificación de inventarios
- h) Falta de un sistema de planeamiento de la producción
- i) Incertidumbre de la demanda
- j) Incorrecta distribución de almacenes
- k) Desorden en las estaciones de trabajo

Estas causas tienen diferente grados de impacto en el problema principal, por ello se realiza un análisis relacional de causas para poder identificar las causas principales y secundarias.

3.3.2. Análisis relacional de causas principales

El análisis relacional de causas principales se realiza en base a la ponderación de la ocurrencia y el impacto que generan cada una de las causas. Esta ponderación se realizó con las opiniones de los ingenieros de planta y supervisores de línea. En el anexo 12 se observa el detalle y en la Figura N° 13 el gráfico de Pareto.

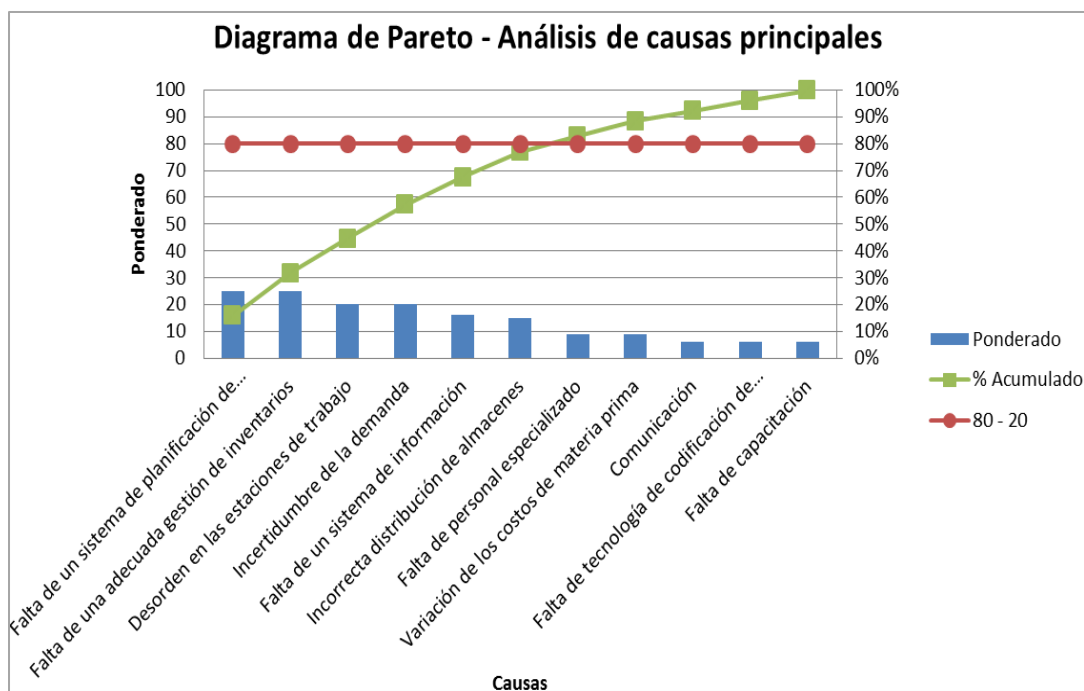


Figura N° 13 Diagrama de Pareto – Análisis de causas principales

Elaboración propia

El análisis relacional de las causas fundamentales muestra que las principales causas son: falta de un sistema de planificación de producción, falta de una adecuada gestión de inventarios, desorden en las estaciones de trabajo, incertidumbre de la demanda e incorrecta distribución de almacenes.

3.3.3. Causas principales y secundarias

A continuación, se analizarán cuantitativa y cualitativamente las causas principales y secundarias, de tal manera que se muestre, con mayor detalle, la situación actual de la empresa.

3.3.3.1. Causas principales

Las causas principales son:

- Falta de un sistema de gestión de inventarios
- Falta de un sistema de planificación de producción
- Incertidumbre de la demanda
- Incorrecta distribución de almacenes
- Desorden en las estaciones de trabajo

A continuación, se detallarán cada una de las causas

a) Falta de un sistema de gestión de inventarios

Una de las causas con mayor impacto del alto nivel de existencias es la falta de una eficaz gestión de inventarios, por ello, es importante determinar el análisis de la situación actual de los procesos claves de la logística de la empresa mediante sus indicadores logísticos

- Rotación de Inventario

Este indicador determina el número de veces que se han renovado las existencias de un producto en un periodo específico, mediante su cálculo es posible ver la eficiencia de la gestión de abastecimiento de la empresa, la gestión de inventarios y su proceso de compras. En la Figura N° 14 se observan los valores, mientras que en el anexo 13 los cálculos.

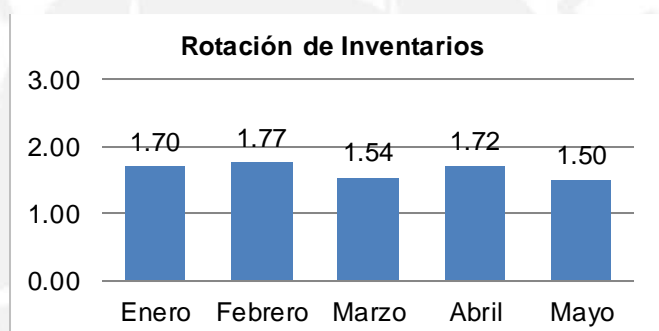


Figura N° 14 Rotación de Inventarios

Elaboración propia

A partir del gráfico se puede observar que la rotación de inventarios no varía significativamente en los cinco primeros meses, con un promedio de 1.65 veces que el capital invertido se recupera a través de las ventas. Este valor es bajo a comparación de la meta que se propone, esto quiere decir que las políticas de entrega no son muy frecuentes y tienen tamaños muy grandes. La mercancía permanece más tiempo en el almacén, lo cual genera un mayor costo y en consecuencia una ineficaz gestión de inventarios.

- Duración de inventarios

Este indicador determina la duración de los inventarios en almacén, mediante su cálculo es posible controlar los días de inventario disponible. En la Figura N° 15

se observan los valores mensuales del indicador, mientras que en el anexo 14 los cálculos.

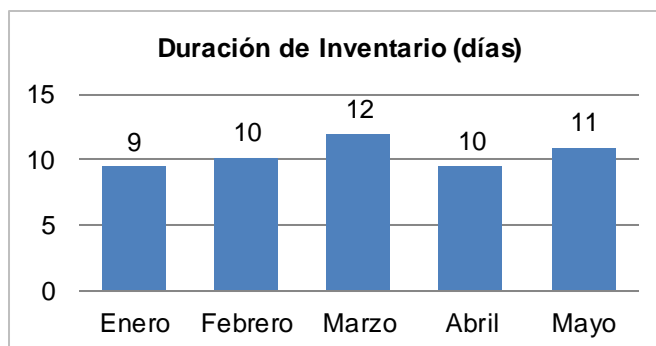


Figura N° 15 Duración de Inventarios

Elaboración propia

A partir del gráfico se puede observar que la duración de inventarios no varía significativamente en los cinco primeros meses, con un promedio de 10 días. Este valor es alto a comparación de la meta que se propone, ello quiere decir que se están utilizando demasiados recursos en inventarios que pueden no tener una materialización inmediata, generando un mayor riesgo de obsolescencia o pérdida.

- Plazo de aprovisionamiento

Este indicador determina el lead time de aprovisionamiento de materia prima, mediante su cálculo es posible ver la eficiencia del abastecimiento de los proveedores, así como del sistema de gestión de inventarios actual.

El valor promedio de los últimos meses es de 8 a 10 días de lead time. Este valor se encuentra alrededor de la meta inicial que se propone, sin embargo, en ocasiones, al no tener un pronóstico de la demanda adecuado surgen pedidos imprevistos que aumenta el lead time.

- Entregas a tiempo

Este indicador determina la cantidad de pedidos que son entregados a tiempo a los clientes, mediante su cálculo es controlar el nivel de cumplimiento de la entrega de los pedidos. En la Figura N° 16 se observan los valores mensuales del indicador, mientras que en el anexo 15 los cálculos.

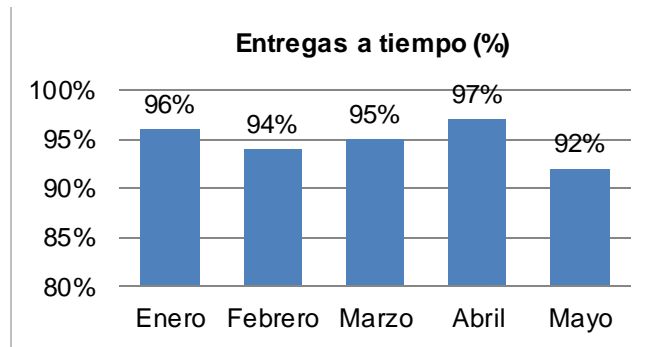


Figura N° 16 Entregas a tiempo

Elaboración propia

A partir del gráfico se puede observar que las entregas a tiempo no varían significativamente en los cinco primeros meses, con un promedio de 95%. Este valor se encuentra alrededor de la meta; sin embargo, para cumplir con este indicador la empresa recurre a un alto costo de stock de seguridad para los pedidos imprevistos. El 5% se debe principalmente a ello, a pedidos imprevistos que no pueden ser cubiertos por la empresa en el tiempo acordado.

b) Falta de sistema de planificación de la producción

La planificación, programación y control de la producción que realiza la empresa no cuenta con un sistema definido, ello genera una serie de problemas, entre los principales sobreproducción, o caso contrario, pedidos incumplidos en un menor porcentaje.

En primer lugar, la planificación de la producción actual es realizada en base a los pedidos registrados, un pronóstico de la demanda y el inventario existente. Cada semana se emiten hojas de producción para abastecer los pedidos. En el anexo N° 16 se observa la programación de producción del mes de febrero de los productos perfil y aluminio. La programación puede variar conforme vayan llegando los pedidos, la empresa al tener años en la industria ha desarrollado un pronóstico de la demanda empírico que no siempre resulta eficaz. Para realizar el análisis de la planificación, programación y control de la producción, se realizará el cálculo de cuatro indicadores que reflejan su estado actual.

- Error de previsión de demanda

Este indicador determina el error entre la previsión de la demanda y la demanda real, mediante su cálculo es posible ver la eficiencia de los pronósticos actuales

de demanda. En la Figura N° 17 se observan los valores mensuales del indicador, mientras que en el anexo 17 los cálculos. A partir del gráfico, se puede observar que el error de previsión de la demanda tiende a aumentar en el mes de marzo, el cual es el mes dónde aumentan las ventas. Luego en los meses restantes el error promedio es de 30%. Este valor es mayor a la meta que se propone., lo cual significa que el pronóstico de ventas actual no es efectivo.

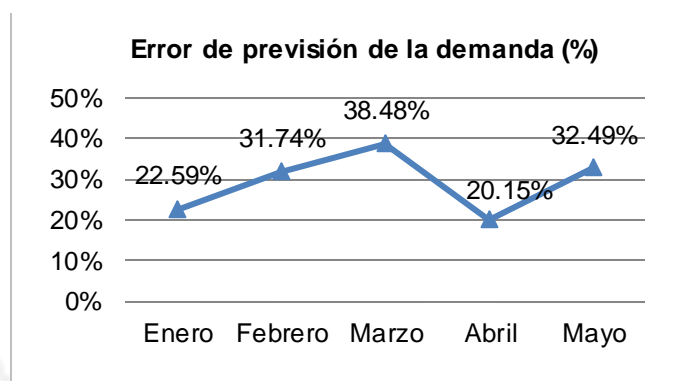


Figura N° 17 Error de previsión de demanda

Elaboración propia

- Porcentaje de merma

Este indicador determina el porcentaje de merma del proceso productivo, mediante su cálculo es posible observar la eficiencia del control de la producción. En la Figura N° 18 se observan los valores mensuales del indicador, mientras que en el anexo 18 los cálculos.

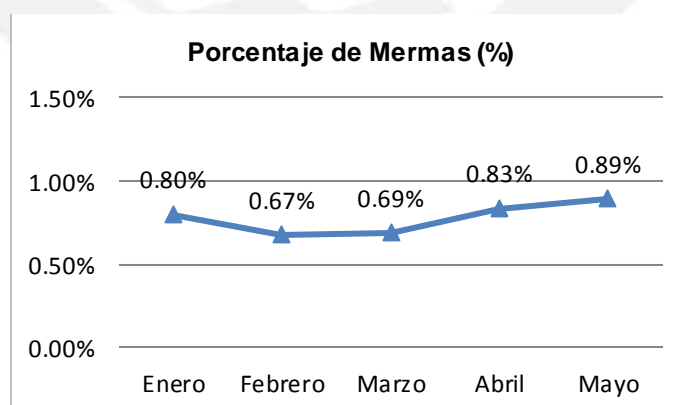


Figura N° 18 Porcentaje de Mermas

Elaboración propia

A partir del gráfico se puede observar que el porcentaje de merma no varía significativamente en los cinco primeros meses, con un valor promedio de 0.78%. Este valor se encuentra por debajo de la meta que se propone, lo cual significa que hay un buen aprovechamiento de la materia prima en el proceso productivo logrando maximizar el rendimiento.

c) Incertidumbre de la demanda

La demanda de perfiles de PVC y aluminio, es elevada, pero al mismo tiempo es variable y con un comportamiento fluctuante. Por un lado, existen meses dónde la demanda aumenta más de lo normal y esto se debe, a los pedidos que realiza su principal cliente, Cerámica Lima, ya que estos son, generalmente, de cantidad constante y son realizadas cada 2 o 3 meses.

Por otro lado, la demanda resultante de los pedidos de los clientes más pequeños, es muy variable año a año, pues es más difícil acceder a la información de las necesidades de ellos. Esto dificulta el planeamiento, en la Figura N° 19 se observa que la previsión de la demanda actual, calculada por la empresa, no es muy exacta, y siempre se busca tener mayor cantidad de productos de la que prevé vender, lo que genera un porcentaje de error de pronóstico alto y en consecuencia mayor acumulación de inventarios.

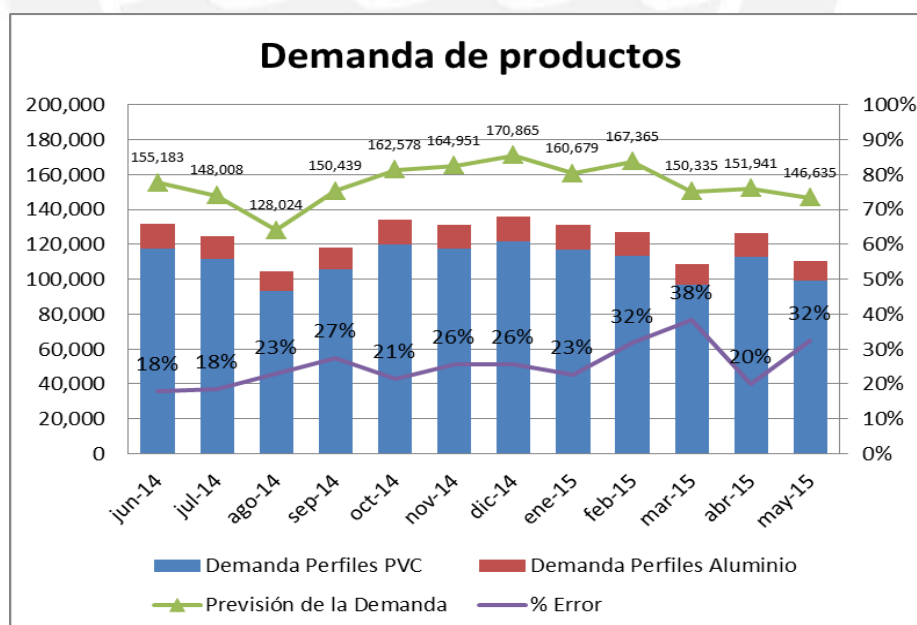


Figura N° 19 Comportamiento de la demanda (en unidades)

Elaboración propia

La principal causa es la falta de una metodología para hacer el cálculo de los pronósticos de la demanda, ésta se realiza de manera empírica y en base a la experiencia del área de producción con respecto a las familias de los productos que poseen mayor demanda.

d) Incorrecta distribución de almacenes

La distribución y el almacenamiento de materias primas, insumos, productos en proceso y productos terminados muestran una organización poco efectiva, pues a causa de la sobreproducción, muchas veces estos no poseen un lugar adecuado para su almacenamiento, y se colocan obstruyendo los pasillos de los almacenes, sin una clasificación previa.

Por un lado, como se puede observar en el anexo 19, los flujos de producción del perfil de PVC y aluminio tienen una trayectoria accidentada, pues deben pasar por todas las áreas de la planta para poder almacenarse y procesarse. Por otro lado, la distribución interna de los perfiles no es la óptima, ya que los que tienen mayor rotación (perfiles oscuros y claros) no se encuentran fácilmente accesibles a su traslado. Con lo que respecta a la materia prima, como ya se ha mencionado anteriormente, la empresa tiende a comprar ésta, en grandes cantidades, pues no hay un correcto dimensionamiento de los pedidos, ni una gestión adecuada de inventarios. Ello genera altos costos de mantenimiento, ya que el almacén de materia prima, muchas veces se trabaja al total de su capacidad, generando inconvenientes para el *picking*.

e) Desorden en las estaciones de trabajo

Como se observó en la Figura N° 17, se tiene un considerable porcentaje error de previsión de la producción que está entre 18% y 38%, lo que genera altas cantidades de productos en proceso que se acumulan entre una y otra estación de trabajo, obstaculizando los pasillos, y dificultando los procesos que se realizan. Además al no contar con procesos estandarizados y lugares específicamente señalizados con las herramientas a utilizar, se genera un desorden en el proceso productivo.

Además, como se puede observar en la Figura N° 18, existe un porcentaje de mermas que es relativamente pequeño, éste en promedio es de 0.786%, pero al trabajar con pedidos de altas cantidades - en promedio, la producción en un mes es de 112,365 perfiles, es decir 15,686 kg de producto - éstas se acumulan

considerablemente. En los cálculos, a continuación, se observa la cantidad de mermas mensual, en promedio.

$$\text{Mermas} \left(\frac{\text{kg}}{\text{mes}} \right) = \text{Producción prom} \left(\frac{\text{kg}}{\text{mes}} \right) * \text{merma prom} (\%)$$

$$\text{Mermas} \left(\frac{\text{kg}}{\text{mes}} \right) = 15,686 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} * 0.786$$

$$\text{Mermas} \left(\frac{\text{kg}}{\text{mes}} \right) = 122.6 \text{ kg/mes}$$

Si bien es cierto, las mermas se acumulan en bolsas de plástico, pues se puede reciclar para volver a extraer, éstas se mantienen a los lados de la estación de trabajo obstaculizando el flujo del personal y del proceso en sí.

3.3.3.2. Causas secundarias

Las causas secundarias son:

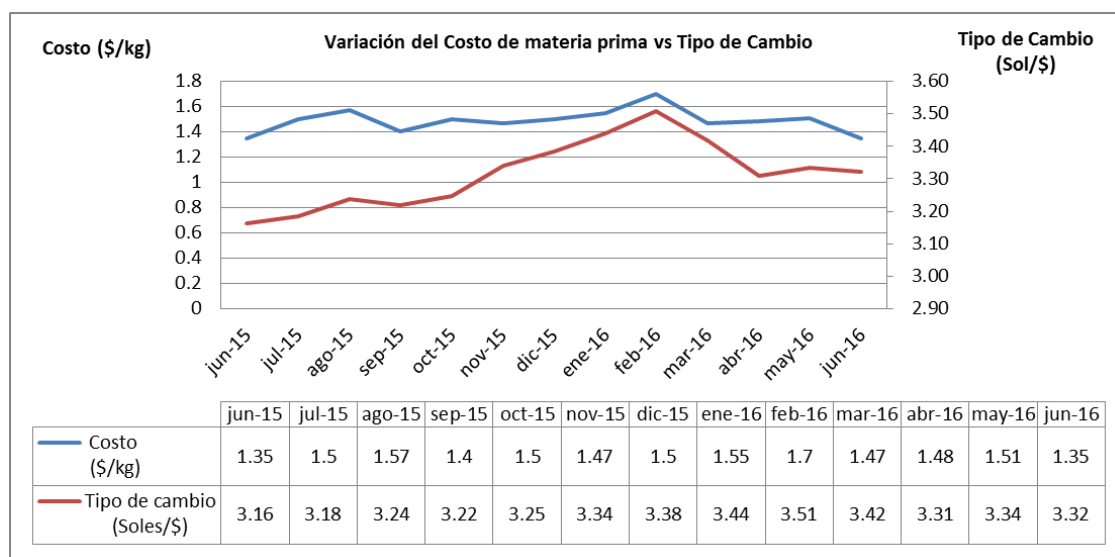
- a) Variación de costos de materia prima
- b) Falta de personal especializado
- c) Comunicación
- d) Falta de capacitación
- e) Falta de un sistema de la información
- f) Falta de un sistema de codificación de inventarios

A continuación, se detallarán cada una de las causas secundarias.

- a) Variación de costos de materia prima

La materia prima principal de la empresa son los pellets de polietileno, los cuales son abastecidos por dos proveedores: Plater SAC y Andina Plast. Ambos cuentan con precios similares de los productos que ofrecen, sin embargo, presentan variaciones en los precios debido a la escasez de materiales e incremento del dólar. En ciertos periodos de tiempo los proveedores tienen una escasez de materiales (pellets), por ello suelen aumentar el precio de venta de los mismos. Al tener solo dos proveedores no es posible establecer una amplia estrategia para negociar el precio, por ello los proveedores dominan las negociaciones. Luego, con respecto al incremento del dólar, la cantidad a comprar se ve sujeta a la variación de la moneda, en este caso dólares. La empresa suele abastecerse en demasía cuando

el valor del dólar disminuye, ello genera un ahorro en costos pero a su vez genera un alto nivel de inventarios. La variación del costo promedio del pellet desde junio 2015 hasta junio 2016 se representa en la Figura N° 20 mediante la comparativa del costo de pellets mensual versus el tipo de cambio de dólar en ese periodo, se observa que el costo varía directamente proporcionalmente al tipo de cambio.



*No incluye IGV

Figura N° 20 Variación del Costo de la materia prima (\$/kg) vs Tipo de cambio (Sol/\$)

Fuente: La empresa

b) Falta de personal especializado

Actualmente, se tiene 80 trabajadores entre operarios y personal administrativo. Entre ellos no se cuenta con personal especializado en las labores críticas, por ejemplo en la planificación de producción e inventarios. Las causas que originan ello son: falta de presupuesto y desarrollo del área de recursos humanos. La falta de presupuesto en contratar personal especializado se debe a un desbalance en la asignación de recursos a todas las áreas, hay una mayor inversión en la fuerza de ventas y el abastecimiento de materia prima. Por otro lado, existe un lento desarrollo en el área de recursos humanos, especialmente la falta de un proceso de selección del personal acorde a los nuevos estándares.

c) Comunicación

La comunicación entre las áreas de producción, logística y gerencia no es efectiva. Ello se debe principalmente a la falta de información y comprensión total del

mensaje. En primer lugar, la falta de información se refiere a que la empresa determina qué información debe llegar a cada área, lo cual genera discrepancias entre las áreas y se crean malos entendidos. Los empleados deberían tener claro el objetivo de la labor que realizan y como éste afecta a otras áreas. Con respecto a la falta de comprensión del mensaje se tiene como prueba la encuesta realizada a mediados del año 2016 a los trabajadores, que tenía como objetivo medir el nivel de satisfacción, el 70% creía que la comunicación entre las áreas era ineficiente y ambigua.

d) Falta de Capacitación

La capacitación de los trabajadores influye en tener un alto nivel de existencias, ya que no solo basta contratar el personal idóneo sino brindar periódicamente capacitaciones de nuevos procesos o nueva tecnología. Las causas de la falta de capacitación son: falta de presupuesto y alta rotación de personal. La falta de presupuesto, como ya se mencionó anteriormente se debe a la incorrecta asignación de recursos para las áreas, del 10% de la inversión que se realiza al área de recursos humanos, solo el 4% se enfoca en las capacitaciones. Con respecto al alto nivel de rotación de personal, se refiere a que la empresa considera un sobrecosto invertir en capacitar personal que no laborará un tiempo prolongado. El nivel de rotación de personal trimestral es de 6 trabajadores aproximadamente.

e) Falta de un Sistema de Información

Actualmente, no se cuenta con un sistema de información adecuado para poder realizar un correcto seguimiento de los inventarios, ni hacer una planificación de la producción. El sistema de Información que utiliza la empresa es un software llamado SIG, el cual tiene como principal objetivo dar soporte al área de contabilidad. Sin embargo, este sistema también es utilizado para gestionar el kardex de la empresa. La planificación de la producción se realiza en base al planeamiento de la demanda y éste a su vez de los pedidos, un pronóstico y el inventario. Este último es verificado mediante el software de la empresa, sin embargo existen diferencias entre la cantidad de inventario físico y el que figura en el sistema. Esta diferencia se debe a ventas menores que no son ingresadas al software, por ser de poca cantidad y realizarse imprevistamente. Por ejemplo, en la Tabla N° 5 se observa la diferencia entre el inventario real y el inventario del sistema en el mes de Febrero.

Tabla N° 5 Inventario real y sistema (en unidades)

Inventario Febrero 2016				
Producto	Inventario real		Inventario sistema	
	Inv. Inicial	Inv. Final	Inv. Inicial	Inv. Final
Perfil	10,697	17,745	10,385	17,228
Aluminio Metal	3,852	6,390	3,740	6,204
Aluminio Anodizado	2,606	4,323	2,530	4,198

Elaboración Propia

f) Falta de Sistema de codificación de inventarios

Si bien es cierto, un gran porcentaje de la producción de la empresa va destinado a su principal cliente que es Cerámicas Lima y para ello deben tener un especial proceso de empaquetado y etiquetado mediante código de barras, esto no se aplica para todos los productos, pues dentro de la empresa no se cuenta con la tecnología suficiente para la codificación de los inventarios.

3.4. Diagnóstico

Como se observó, anteriormente, la empresa presenta diversas deficiencias en los aspectos de planificación y gestión de inventarios, siendo un problema fundamental el alto nivel de existencias y las causas principales a éste, la falta de un sistema de gestión de inventarios, la falta de un sistema de la planeamiento de la producción, la incertidumbre de la demanda, una incorrecta distribución de almacenes y el desorden en las estaciones de trabajo.

En primer lugar, lo que se refiere a la gestión de inventarios, como muestran los indicadores logísticos, por ejemplo, la rotación de inventarios promedio está entre 1.77 y 1.5, lo cual refleja que los inventarios rotan en su totalidad menos de 2 veces al mes y poseen una duración promedio de 10 días, lo que para el rubro, es un número bastante alto, sabiendo que estos productos tienen una gran demanda. En segundo lugar, con respecto al sistema de planeamiento de producción, se puede observar que la empresa no cuenta con la tecnología necesaria y le cuesta establecer un programa de producción basado en una demanda incierta, ello se refleja en el porcentaje de error de la previsión de demanda que llega a tener un valor de 38%.

En tercer lugar, se tiene una incertidumbre de la demanda futura bastante alto, pues no se posee un control de la data histórica de las demandas, ello conlleva a la sobreproducción pues se busca cubrir los pedidos y, por lo tanto, a los altos niveles de stock. En cuarto lugar, con lo que respecta a la incorrecta distribución de almacenes, éstos están ubicados de manera restringida a la infraestructura, además de no haberse analizado factores como rotación, demanda y costos para la distribución interna de los productos. Ello genera dificultades en el picking y menor rapidez en el despacho de pedidos.

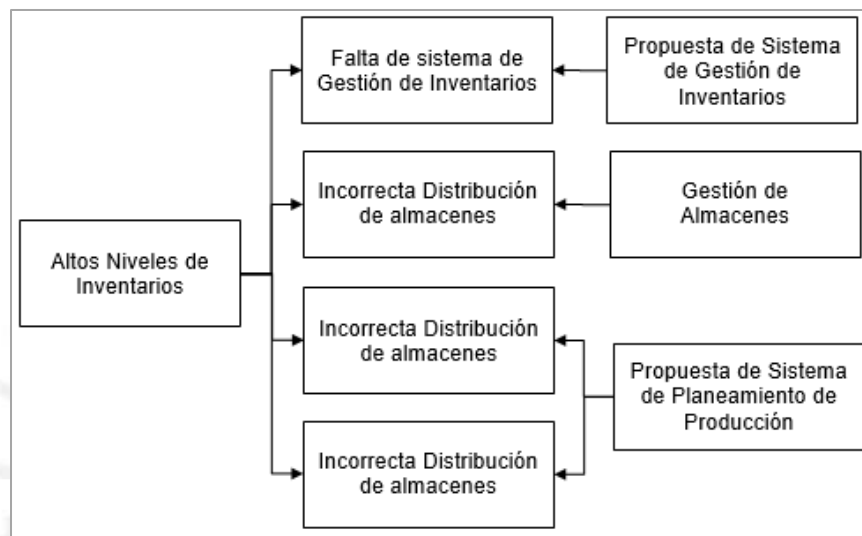


Figura N° 21 Diagnóstico de situación actual

Elaboración propia

Finalmente, con respecto al desorden en las estaciones de trabajo, se pudo observar que principalmente es causado por la falta de un correcto proceso de tratamiento de mermas, además de la sobreproducción que genera altos niveles de productos en proceso. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se puede inferir que la empresa necesita herramientas de mejora para su óptimo funcionamiento, las cuales se muestran en la Figura N° 21, y que se analizarán y desarrollarán en los siguientes capítulos.

CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA

En el presente capítulo, se desarrollarán las propuestas de implementación de las oportunidades de mejora identificadas en el capítulo anterior los cuales son un Sistema de Planificación de la Producción y Sistema de Gestión de Inventarios.

Con respecto al Sistema de Planificación de Producción propuesto, en primer lugar, se realizó una clasificación ABC de los productos que cuenta la empresa. Luego, se evaluó el pronóstico actual determinando el método adecuado para realizar el pronóstico propuesto, una vez ello, se comparó ambos pronósticos y se evaluó el indicador de error obtenido. Posteriormente, se realizó el plan agregado de capacidad, en el cual se evaluó y comparó la capacidad de los centros de trabajo de la empresa. Seguidamente, se realizó el plan agregado de producción en el cual se utilizaron diversos métodos para identificar el plan que incurría en menos costos de producción. Luego, se procedió a realizar el plan maestro de producción para cada familia de productos en un horizonte de 6 meses. Una vez ello, se desarrolló el plan aproximado de capacidad, donde se evaluó la capacidad de cada centro de trabajo en función de los recursos críticos. Finalmente, se realizó el plan de requerimiento de material para el producto con mayor demanda.

Con respecto al Sistema de Gestión de Inventarios, en primer lugar se realizó una clasificación ABC Multicriterio, en base a diversos criterios como costo, margen de contribución y frecuencia. Luego se procedió a realizar una evaluación de los costos mediante curvas de intercambio. Seguidamente se realizó una propuesta de mejora en el almacenamiento que consiste en una redistribución de los productos en el almacén, zonificación de áreas y gestión de indicadores de almacenamiento. Finalmente se realizó una serie de propuestas de lectura de barras de código y un control de inventarios.

4.1. Situación propuesta de un sistema de planificación de la producción

Para desarrollar la propuesta del sistema de planificación de la producción se requirió previamente una clasificación ABC de los productos más demandados, luego se realizó un pronóstico con un menor margen de error. En base a ello, se procedió a realizar la planificación de producción que consiste básicamente en

desarrollar los siguientes pasos: plan agregado de capacidad, plan agregado de producción, plan maestro de producción para cada familia de productos y el plan de requerimiento de materiales del producto representativo.

4.1.1. Clasificación ABC de los productos

Los productos que se desarrollarán en la propuesta de sistema de planificación son los detallados en el anexo 20, se seleccionaron dichos artículos debido a que son los que poseen una mayor demanda, además de los motivos mencionados en el capítulo anterior.

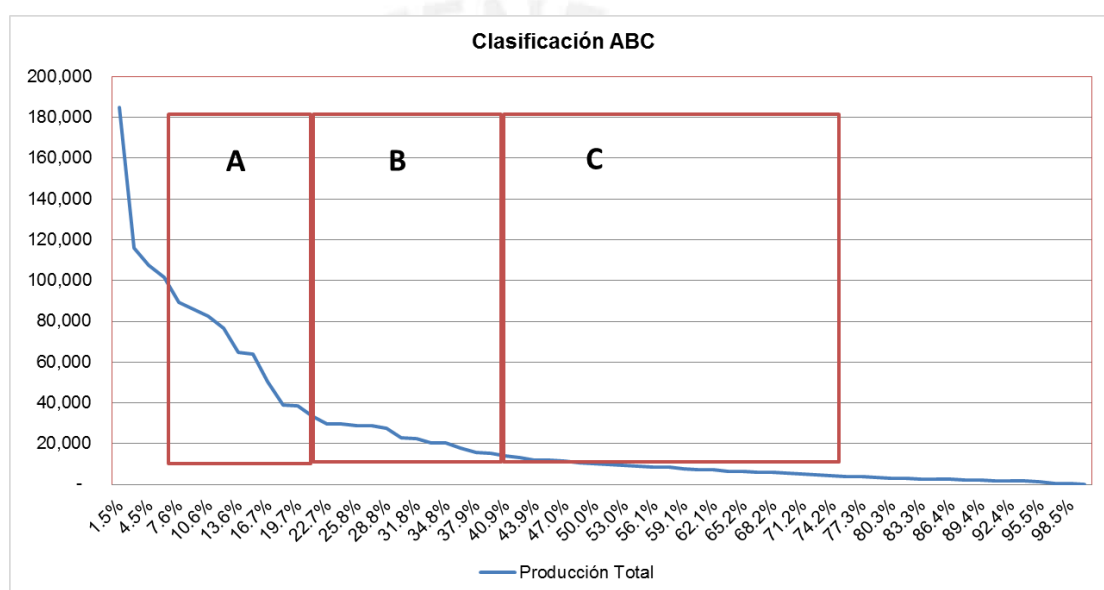


Figura N° 22 Clasificación ABC por producto

Elaboración propia

En la Figura N° 22, se puede observar que aproximadamente el 60% de la producción anual corresponde a los ítems Perfil: blanco, cuero oscuro, marfil oscuro, caramelo, mármol, negro, gris claro, beige, marfil claro, gris oscuro, marrón oscuro, Aluminio Metal y Anodizado. Se realizó la clasificación ABC en función del criterio volumen de producción anual, ya que se debe analizar la capacidad de la planta para cumplir con los pedidos de los clientes.

4.1.2. Evaluación y propuesta de los pronósticos de demanda

Como se dijo en el capítulo precedente, el cálculo de pronósticos de la demanda no se realiza de manera cuantitativa, por el contrario, esta se hace en base a la

experiencia o de manera empírica, usando como referencia las demandas o tendencias de los meses anteriores, asimismo los pedidos adelantados de los clientes ayudan al cálculo de estos pronósticos.

En primer lugar, para realizar el cálculo de los pronósticos, se hizo una clasificación de los productos en familias, la cual se muestra en el anexo 21. El criterio para la clasificación de los productos son las características físicas que presentan éstos, ya que también influye en la demanda. En este caso, se han agrupado todos los colores de los perfiles en 5 familias, Acento, Claros, Marrones, Oscuros y Pasteles, por otro lado, los perfiles de aluminio, en sus dos presentaciones, anodizado y metal.

En el anexo 22, se muestra el comportamiento de las ventas de la empresa en los años 2014, 2015 y parte del 2016 se puede concluir que estas presentan un comportamiento estacional.

Además, al observar la Figura N° 23, se puede verificar que el comportamiento estacional también afecta a la demanda de cada una de las familias de productos mencionadas anteriormente.

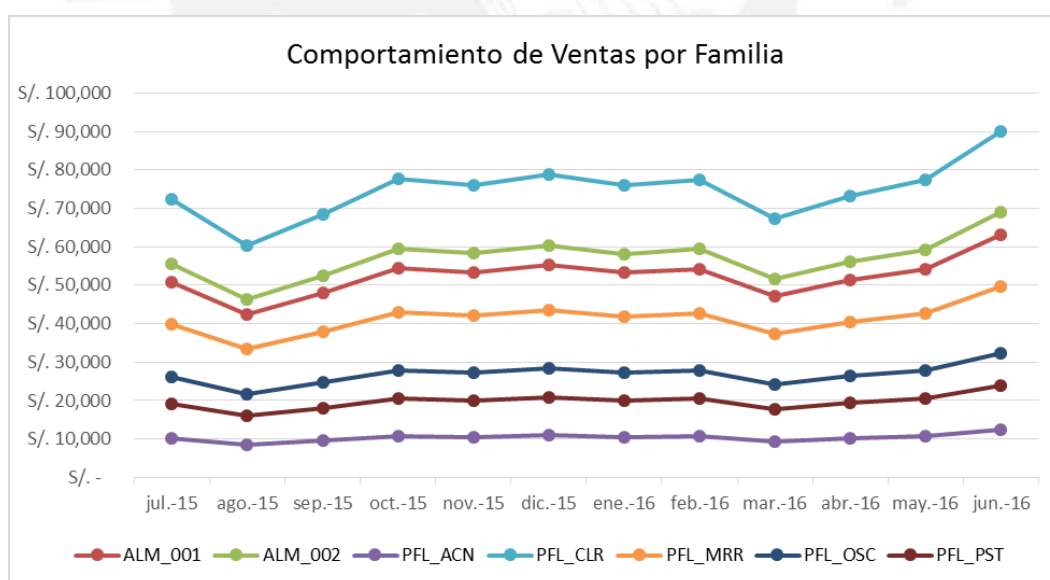


Figura N° 23 Comportamiento de las ventas por familia de productos

Elaboración propia

Se procedió a calcular los pronósticos de cada una de las familias de productos, por un lado, se utilizó el método estacional multiplicativo, con el cual se obtuvo el pronóstico que se muestra en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6 Pronóstico de demanda del año 2016 utilizando Método Estacional Multiplicativo (en unidades)

PRONOSTICO 2016	ALM_001	ALM_002	PFL_ACN	PFL_CLR	PFL_MRR	PFL_OSC	PFL_PST
Enero	7,112	10,784	8,243	59,330	33,736	17,644	15,849
Febrero	7,008	10,628	8,124	58,469	33,246	17,388	15,619
Marzo	6,392	9,693	7,409	53,324	30,321	15,859	14,245
Abril	7,053	10,696	8,176	58,844	33,460	17,500	15,719
Mayo	7,026	10,654	8,143	58,612	33,327	17,431	15,657
Junio	6,261	9,495	7,257	52,235	29,702	15,535	13,954
Julio	6,607	10,019	7,658	55,118	31,341	16,392	14,724
Agosto	6,146	9,321	7,124	51,277	29,157	15,250	13,698
Septiembre	7,129	10,811	8,264	59,476	33,819	17,688	15,888
Octubre	7,449	11,295	8,634	62,140	35,334	18,480	16,600
Noviembre	7,306	11,079	8,469	60,952	34,658	18,127	16,282
Diciembre	7,731	11,724	8,961	64,499	36,675	19,182	17,230
Total	83,221	126,198	96,461	694,277	394,777	206,476	185,463

Elaboración propia

Por otro lado, se utilizó también, el método estacional aditivo, el cual concluyó en las siguientes cifras para el pronóstico de demanda del año 2016, el cual se muestra en el anexo 23.

Tabla N° 7 Errores de Pronóstico

Método Estacional Multiplicativo						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Pronóstico	152,697	150,482	137,242	151,449	150,849	134,439
Demanda Real	142,326	145,142	126,329	137,329	144,871	168,578
Error Norm.	-10,371	-5,340	-10,914	-14,120	-5,978	34,139
Error Cuad.	107,567,676	28,515,034	119,106,837	199,360,661	35,739,312	1,165,464,732
% Error	7%	4%	9%	10%	4%	20%
	MAD	TS	MAPE	MSE		
	13,477	- 0.934	9%	275,959,042		

Método Estacional Aditivo						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Pronóstico	156,161	153,895	140,355	154,884	154,271	137,488
Demanda Real	142,326	145,142	126,329	137,329	144,871	168,578
Error Norm.	-13,835	-8,753	-14,026	-17,554	-9,400	31,090
Error Cuad.	191,399,518	76,613,992	196,737,486	308,158,147	88,351,779	966,574,288
% Error	10%	6%	11%	13%	6%	18%
	MAD	TS	MAPE	MSE		
	15,776	- 2.059	11%	304,639,201		

Elaboración propia

Por último, se procede al cálculo de los errores de pronósticos, comparando ambos métodos con la demanda real. En este caso, solo se tiene los datos de la demanda del primer semestre del año 2016, es con estos datos que se procede al cálculo de errores que se muestran en la Tabla N° 7.

Al observar este comportamiento en los errores de pronósticos, se concluyó que el método más adecuado para calcular los pronósticos de demanda del año 2016 es el Estacional Multiplicativo, pues analizando los indicadores, se observa que este pronóstico es el que más se acerca a la demanda real de los productos, además se reduce un gran porcentaje el error de pronóstico, pues con el método actual utilizado por la empresa esta cifra es de 30%, originando, por consiguiente, el alto nivel de inventarios.

4.1.3. Plan Agregado de Producción

Luego de hallar los pronósticos de demanda, se realiza el plan agregado de producción, tomando en cuenta las necesidades de producción para el año 2016, halladas anteriormente, además se debe tomar en cuenta los siguientes datos:

- El centro de trabajo 1 trabaja 3 turnos, mientras que los centros de trabajo 2 y 3 trabajan 2 turnos. El horario solo es de lunes a sábado. El turno es de 8 horas cada uno.
- La empresa, actualmente, cuenta con 12 trabajadores en el área de producción.
- El costo de la hora hombre es de 4.33 soles. Esto se calcula basado en que el salario es de 900 soles mensuales y se trabaja 26 días al mes.
- El costo de la hora extra es de 4.97 soles, 15% sobre la hora regular.
- El costo de la hora improductiva de la mano de obra se considera igual al costo de hora hombre.
- El costo de contratación es de 188 soles y el de despido de 375 soles. A continuación, el detalle de dichos costos, los cuales fueron brindados por el gerente de la empresa.

Tabla N° 8 Costos de contratación y despido (en soles)

COSTOS DE CONTRATACIÓN		COSTOS DE DESPIDO	
Concepto	Costo	Concepto	Costo
Trámites de contrato	58	Liquidación	295
Capacitación	50	Exámenes médicos	80
Exámenes médicos	80		375
	188		

Elaboración propia

- El costo de almacenar inventario es de 0.5 soles/unid/mes, en base al costo de alquiler que se paga mensual.

- El costo de subcontratar una unidad es de 0.2 soles, en base a la experiencia anterior de la empresa.

Luego en base a las necesidades y los datos mencionados se procedió a evaluar el método más conveniente para realizar la planificación de producción. Los métodos evaluados son: Método de Ajuste, de fuerza de trabajo nivelada, fuerza de trabajo nivelada con horas extras y el método actual de la empresa.

A continuación, en la Tabla N° 9 se observa el resumen de los costos totales de producción de cada estrategia detallada anteriormente.

Tabla N° 9 Costos Totales de Producción por estrategia (en soles)

Estrategia	Costo Total
EST. AJUSTE	S/. 59,785
EST. DE NIVEL	S/. 91,055
EST. DE TRABAJO ESTABLE CON HORAS VARIABLES	S/. 99,105
ACTUAL	S/. 122,161

Elaboración propia

En el anexo 24, se observa con detalle los costos de cada uno de los métodos calculados. De esta manera, se concluye que la mejor estrategia de planificación agregada es la Estrategia de Ajuste, ya que tiene un menor costo total de producción.

4.1.4. Programa Maestro de Producción

Para realizar el Programa Maestro de Producción, primero se tuvo que definir el tamaño de lote adecuado para cada familia de los productos. Para ello, se calculó el coeficiente de variabilidad del producto más demandado de la empresa, es decir el Perfil. El coeficiente que se obtuvo fue de 0.101, ello significa que al ser menor a 0.25 la mejor forma de determinar tamaño de lote es con un método clásico. Dentro de los métodos clásicos se evaluaron los métodos de cantidad de pedido periódica para 3 y 2 semanas (POQ=3 y POQ=2), pedido lote a lote y lote económico (EOQ). La metodología que se utiliza para calcular el tamaño de lote de cada familia es la siguiente.

- a) Para cada familia, en un horizonte de 6 meses, se calcula el lote en base a la demanda y el inventario restante que se tiene para cada método de sistema de loteo.
- b) Luego, para cada sistema de loteo se calcula el número total de lotes, lote promedio y el inventario total.
- c) Se procede a calcular el costo total de cada sistema de loteo, mediante la siguiente formula.

$$CT = Q/2 * H + N * S$$

Dónde:

CT = Costo total anual

Q = Tamaño de Lote

H = Costo de mantener inventarios anual (15%), el cálculo de este costo se detalla en el anexo 25.

N = Número de lotes

S = Costo de pedido/1 lote , en este caso se considera 95 soles (mano de obra administrativa que se ocupa en realizar el pedido y hacer el seguimiento de la llegada y su calidad que son S/. 40, mano de obra de una operaria logística que verifica los inventarios y cantidad a pedir que es de S/. 43, las llamadas telefónicas realizadas que son alrededor de S/. 10 y otros gastos como la utilización de hojas y tinta, entre otros, estos representan unos S/. 2.00).

- d) Se selecciona el sistema de loteo con el menor costo total para cada familia. En el anexo 26 se muestra el detalle de la metodología descrita y en la siguiente Tabla N° 10, el resumen del método de loteo escogido para cada familia.

Tabla N° 10 Métodos de loteo para cada familia

	Método de Loteo
ALM_001	POQ 3 semanas
ALM_002	POQ 3 semanas
PFL_ACN	Lote Económico
PFL_CLR	POQ 3 semanas
PFL_MRR	POQ 3 semanas
PFL_OSC	Lote Económico
PFL_PST	Lote Económico

Elaboración propia

Tabla N° 11 Resumen del PMP

PMP	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ALM_001	6216	0	0	5284	0	0	5104	0	0	4794	0	0	5292	0	0	5278	0	0	5080	0	0	0	0	0
ALM_002	9429	0	0	8011	0	0	7738	0	0	7272	0	0	8025	0	0	8003	0	0	7702	0	0	0	0	0
PFL_ACN	13254	0	0	0	0	0	13254	0	0	0	0	0	13254	0	0	0	0	0	0	13254	0	0	0	0
PFL_CLR	49702	0	0	44069	0	0	42568	0	0	39996	0	0	44136	0	0	44018	0	0	42365	0	0	0	0	0
PFL_MRR	28261	0	0	25058	0	0	24205	0	0	22743	0	0	25095	0	0	25029	0	0	24090	0	0	0	0	0
PFL_OSC	19728	0	0	0	0	0	19728	0	0	19728	0	0	0	0	0	19728	0	0	0	19728	0	0	0	0
PFL_PST	18763	0	0	0	0	0	18763	0	0	18763	0	0	0	0	0	18763	0	0	0	18763	0	0	0	0

Elaboración Propia

Una vez hallado los tamaños de lotes se procedió a realizar la programación maestra de producción para las 7 familias. Las premisas que se tienen en cuenta son las siguientes: el horizonte a calcular el PMP es de 6 meses desde enero a junio del 2016 y cada mes tiene 4 semanas con una producción equitativa entre las semanas. A continuación, en la Tabla N° 11 se muestra el resumen de los PMP por familia, y en los anexos del 27 al 33 se encuentran los PMP al detalle por familia.

4.1.5. Plan Agregado de Capacidad

Una vez obtenido los planes maestros de producción se procede a realizar el plan agregado de capacidad con el fin de planificar la capacidad de las 7 familias descritas previamente, para ello se considera un horizonte de 6 meses. A continuación, en la Tabla N° 12 se detalla los centros de trabajo evaluados.

Tabla N° 12 Centro de trabajo

Código	Centro de Trabajo	Cantidad	Jornada de Trabajo (horas) por turno	N° de Turnos
CT1	Extrusion	2	8	3
CT1	Enfriamiento	2	8	3
CT1	Corte	2	8	3
CT2	Troquelado PVC	2	8	2
CT2	Troquelado Aluminio	2	8	2
CT3	Empaque y despacho PVC	5	8	2
CT3	Empaque y despacho Aluminio	5	8	2

Elaboración propia

Como podemos observar en la Figura N° 24, el proceso de la producción de perfiles de PVC pasan por la ruta 1 y 2, y cada una de estas comprenden los centros de trabajados correspondientes y en la Figura N° 25 se muestran las rutas para el proceso de producción de los perfiles de aluminio.

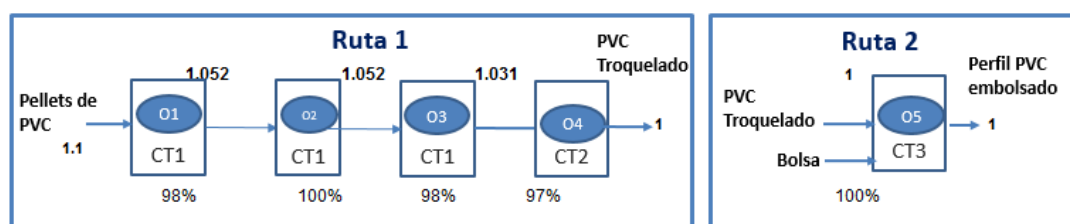


Figura N° 24 Rutas 1 y 2 – Centros de trabajo 1, 2 y 3

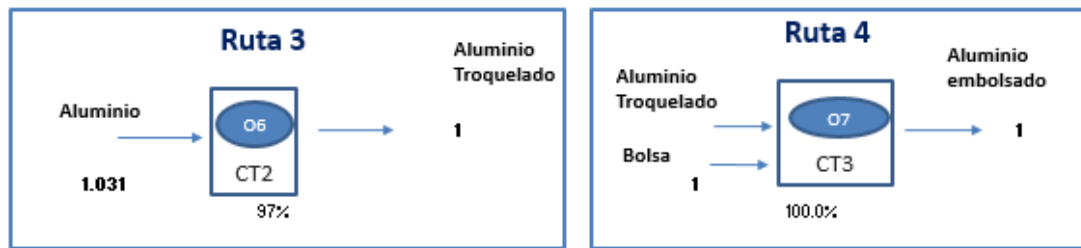


Figura N° 25 Rutas 3 y 4 – Centros de trabajo 2 y 3

Además, a continuación, en la Tabla N° 13, se muestra el recorrido de cada familia de producto por los diferentes centros de trabajo y como se puede apreciar, solo los productos de aluminio no pasan por el centro 1, ya que estos comprados ya fabricados, solo el PVC pasa por el proceso de extrusión.

Tabla N° 13 Recorrido de familias por centros de trabajo

Familia	CT1	CT2	CT3
ALM_001		X	X
ALM_002		X	X
PFL_ACN	X	X	X
PFL_CLR	X	X	X
PFL_MRR	X	X	X
PFL_OPC	X	X	X
PFL_PST	X	X	X

Elaboración propia

Se observa que uno de los recursos más críticos es la extrusora, ya que de ella depende el proceso inicial de fabricación de los perfiles y aluminio. Además, solo se cuenta con dos máquinas que trabajan las 24 horas del día, por ello es importante verificar la capacidad de cada una de ellas. Con respecto a los centros de troquelado, empaque y despacho se observa disponibilidad de recursos para equilibrar la carga de producción.

Luego, se procede a calcular la capacidad disponible mensual en cada centro de trabajo mediante el número de horas por jornada y turnos de las estaciones descritos en la Tabla N° 12. Para ello se utilizó los datos de tiempos de carga por operación y por cada centro de trabajo (anexo 34). En el anexo 35 se muestra el cálculo final de la capacidad disponible mensual de cada centro de trabajo.

Tabla N° 14 CRP actual de centros de trabajo

Periodo (semana)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PMP	1 Perfil PVC	129856	0	0	68464	38490	0	79358	0	19728	81637	0	0
	2 Perfil Aluminio	15021	0	0	13166	0	0	12713	0	0	12093	0	0
CT ₁	3 Carga f ₁	854.60	0.00	0.00	450.57	253.31	0.00	522.26	0.00	129.83	537.26	0.00	0.00
	4 Carga f ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 Plan de capacidad	855	0	0	451	253	0	522	0	130	537	0	0
	6 Capacidad disponible	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279
	7 Desviación (6-5)	-575	279	279	-171	26	279	279	-243	279	150	-258	279
	8 Desv. Acum.	-575	-296	-17	-188	-162	118	154	-125	304	46	325	604
	3 Carga f ₁	134.89	0.00	0.00	71.12	39.98	0.00	82.44	0.00	20.49	84.80	0.00	0.00
	4 Carga f ₂	87.17	0.00	0.00	76.41	0.00	0.00	73.78	0.00	0.00	70.18	0.00	0.00
5 Plan de capacidad	222	0	0	148	40	0	156	0	20	155	0	0	
6 Capacidad disponible	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	
7 Desviación (6-5)	-36	186	186	39	146	186	186	30	166	31	186	186	
8 Desv. Acum.	-36	150	337	375	522	708	924	738	1,090	1,121	1,307	1,494	
CT ₃	3 Carga f ₁	40.40	0.00	0.00	21.30	11.97	0.00	24.69	0.00	6.14	25.40	0.00	0.00
	4 Carga f ₂	41.72	0.00	0.00	36.57	0.00	0.00	35.31	0.00	0.00	33.59	0.00	0.00
	5 Plan de capacidad	82	0	0	58	12	0	60	0	6	59	0	0
	6 Capacidad disponible	466	466	466	466	466	466	466	466	466	466	466	466
	7 Desviación (6-5)	383	466	466	408	454	466	406	466	459	407	466	466
	8 Desv. Acum.	383	849	1,315	1,722	2,176	2,642	3,047	3,513	3,972	4,379	4,844	5,310

Elaboración propia

Finalmente en la Tabla N° 14 se observa el CRP actual por cada estación y se puede ver que en el centro de trabajo 1, la capacidad no es la suficiente para atender la demanda pronosticada para las primeras 12 semanas del año 2016, de igual manera, para el centro de trabajo 2, solo en la primera semana la capacidad necesaria supera a la disponible, mientras que en el centro de trabajo 3, la capacidad disponible es excesiva a la necesaria, haciendo de este proceso ineficiente, pues se tienen muchas horas improductivas.

4.1.6. Plan Aproximado de Capacidad

Una vez realizado el plan maestro de producción se requiere de un plan de capacidad que permita su implementación. Para ello se tomó como base la capacidad actual de la empresa de la Tabla N° 14. El plan propuesto consiste en estimar la cantidad de mano de obra, así como también el total de horas estándar requeridas por semana para poder cubrir la demanda semanal mostrada en el plan maestro.

- Centro de Trabajo 1

En la Tabla N° 14, en el plan de capacidad actual, se observa que existe una falta de capacidad de 575 horas estándar en la semana 1, por ello, se propone que en la primera semana se subcontrate la producción equivalente al tiempo faltante. Se escoge la opción de subcontratar, ya que, actualmente, en el centro de trabajo 1 se realiza las operaciones de extrusión, enfriamiento y corte, dichas operaciones se realizan durante 3 turnos de 8 horas, por lo que no es posible aumentar su producción con los recursos actuales. De esta manera, se nivela la capacidad para las demás semanas, además en algunas semanas se tiene que adelantar pedidos para aprovechar la capacidad disponible.

- Centro de Trabajo 2

En la Tabla N° 14 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en el plan de capacidad actual, se observa que en la primera semana hay un déficit de capacidad de 36 horas estándar. Actualmente, el centro de trabajo 2 corresponde a los procesos de troquelado tanto de perfil PVC como de aluminio que se realiza en 2 turnos de 8 horas cada uno, en dicho centro de trabajo trabajan 2 personas en 2 máquinas troqueladoras. Se propone que se adelante los pedidos de la primera semana a la semana número cero, de tal manera, se balancea la capacidad. Además, para no tener capacidad ociosa, se propone

cambiar el tipo de contrato del personal y pasar a destajo, de esta manera se obtiene una desviación acumulada de cero y se disminuyen los inventarios.

- Centro de Trabajo 3

En la Tabla N° 14, en el plan de capacidad actual, se observa que hay un exceso de horas sobrantes, es decir se están generando sobrecostos por pagar mano de obra que no se utiliza. Actualmente, el centro de trabajo 3 corresponde a los procesos de empaque y despacho tanto de perfil PVC como de aluminio que se realiza en 2 turnos de 8 horas cada uno, en dicho centro de trabajo trabajan 5 personas para estas actividades. Se propone reubicar a 2 de los trabajadores para actividades de gestión de inventarios, como hacer el control de inventarios, manejo del apilador hidráulico. De esta manera, la capacidad disponible del centro de trabajo 3 disminuye y se hace más eficiente.

El CRP propuesto permite la implementación de plan de producción, ya que en el centro de trabajo 1 y 2 se requería una mayor capacidad a la actual disponible y con las propuestas de subcontratar personal para la producción faltante y adelantar pedidos se logra una desviación mínima entre el plan de capacidad y la capacidad disponible. Además el nuevo plan de capacidad gestiona más eficientemente los recursos actuales, ya que en el centro de trabajo 3 actualmente se tiene capacidad sobrante, para ello se propuso redistribuir a dos operarios para realizar las nuevas acciones propuestas en el manejo de inventarios. En conclusión, el CRP propuesto permite aprovechar la capacidad disponible al 100% para cumplir con el plan de producción ampliando los recursos para cumplir los pedidos y a su vez disminuyendo las horas sobrantes en los centros de trabajo.

En la Tabla N° 15 se muestra el resultado de balancear el CRP con las nuevas propuestas.

Tabla N° 15 CRP Propuesto

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Periodo (semana)												
PMP	129858	11701	14283	42480	38491	39052	42434	14283	42521	42433	0	0
Perfil Aluminio	15671	3384	5040	4958	2160	5400	4937	2160	4968	4965	0	0

CT₁	3 Carga f ₁	855	77	94	280	253	257	279	94	280	279	0	0
	4 Carga f ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 Plan de capacidad	855	77	94	280	253	257	279	94	280	279	0	0
	6 Capacidad disponible	855	94	94	279	279	279	279	94	279	279	94	94
	7 Desviación (6-5)	1	17	0	0	26	22	0	0	0	0	94	94
	8 Desv. Acum.	1	18	18	18	44	66	66	66	66	66	160	254

CT₂	3 Carga f ₁	135	12	15	44	40	41	44	15	44	44	0	0
	4 Carga f ₂	91	20	29	29	13	31	29	13	29	29	0	0
	5 Plan de capacidad	226	32	44	73	53	72	73	27	73	73	0	0
	6 Capacidad disponible	226	32	44	73	53	72	73	27	73	73	0	0
	7 Desviación (6-5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8 Desv. Acum.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CT₃	3 Carga f ₁	216	20	24	71	64	65	71	24	71	71	0	0
	4 Carga f ₂	218	47	70	69	30	75	69	30	69	69	0	0
	5 Plan de capacidad	434	67	94	140	94	140	139	54	140	140	0	0
	6 Capacidad disponible	466	94	94	140	94	140	140	94	140	140	94	94
	7 Desviación (6-5)	32	27	0	0	0	0	0	40	0	0	94	94
	8 Desv. Acum.	32	59	59	59	59	59	59	99	99	99	193	287

Elaboración propia

4.2. Propuesta para un sistema de gestión de inventarios y almacenes

La empresa actualmente no cuenta con un sistema de gestión de inventarios de sus productos, tanto de materia prima, productos en proceso y productos terminados. Ello ha generado altos niveles de stock los cuales acarrearán costos de mantenimiento. La empresa hace hincapié al abastecimiento de materia prima, ya que la compra de pellets de polietileno se da en dólares y ello lo sujeta al factor externo del cambio de dólar. Es así como la empresa tiende a incrementar sus niveles de inventarios de MP de acuerdo a su experiencia en la variación de precios del mercado.

Por otro lado, la empresa cuenta con 5 almacenes, siendo el de mayor tamaño el almacén de materia prima. La distribución física de dichos almacenes en la empresa y su distribución interna son deficientes, ello ha generado pérdida de productos y altos niveles de stock al realizar pedidos que al contar con un inadecuado kardex se vuelven a producir.

A continuación, se propone un sistema de gestión de inventarios enfocado al abastecimiento de materia prima y una gestión de almacenes como complemento para la optimización del nuevo sistema. Para ello, en primer lugar se realiza una clasificación ABC multicriterio para establecer las políticas de inventario de acuerdo a factores relevantes de los productos. Luego, se realizan las curvas de intercambio para. Finalmente se propone mejoras en la gestión de almacenes como: redistribución de almacenes en la empresa, zonificación y codificación de áreas de almacén, indicadores de gestión de inventarios y tecnología como lectora de código de barras.

4.2.1. Clasificación ABC Multicriterio

Se plantea un análisis ABC Multicriterio con el fin de identificar las diferentes categorías de los inventarios de producto terminado y así poder establecer una política de control adecuada para cada tipo. En primer lugar, se realizará una matriz de ponderación de los criterios a considerar para la clasificación, en este caso demanda, inventario promedio y costo unitario. El cuadro de ponderación se detalla en el anexo 36.

Luego, en el anexo 37 se observan los datos para cada producto correspondientes a los criterios mencionados. Los productos que se analizarán son los perfiles de PVC y de aluminio clasificados en las familias detalladas previamente.

Para realizar una clasificación ABC Multicriterio es necesario normalizar la información para cada uno de los valores mostrados en el anexo 37, ya que los diferentes criterios utilizan unidades de medida que no son comparables ni operables entre ellas. Por ello, se utilizará la ecuación (1) para obtener valores normalizados entre 0 y 1 de todos los datos de la tabla, los cuales si tienen valores mayores (es decir, 1 o cercanos a 1) son de gran importancia, mientras que los valores menores (cero o cercanos a cero) son menos importantes. Los resultados de los valores normalizados se muestran en la Tabla N° 16.

$$\text{Valor normalizado} = \frac{\text{Dato} - \min(\text{datos})}{\max(\text{datos}) - \min(\text{datos})} \quad (1)$$

Tabla N° 16 Clasificación ABC Multicriterio

Producto	Demanda (unid/mes)	Inventario promedio (unid/mes)	Costo unitario (S./unid)	Puntaje Total	Porcentaje Total	Ponderación	Clasificación
PFL_CLR	1.000	1.000	0.005	0.834	42.56%	42.56%	A
PFL_MRR	0.510	0.510	0.000	0.425	21.68%	64.23%	A
ALM_002	0.070	0.070	0.860	0.202	10.30%	74.54%	A
PFL_OSC	0.202	0.202	0.012	0.170	8.67%	83.21%	B
ALM_001	0.000	0.000	1.000	0.167	8.50%	91.71%	B
PFL_PST	0.167	0.167	0.010	0.141	7.20%	98.91%	C
PFL_ACN	0.022	0.022	0.020	0.021	1.09%	100.00%	C
				1.960	100.0%		

Elaboración propia

Un ejemplo práctico del cálculo de un valor normalizado es el siguiente:

Para el valor de demanda del PFL_MRR (anexo 38) se tiene: 30,322 unid/mes, entonces el valor normalizado se halla con la siguiente fórmula:

$$\text{Valor} = \frac{30,322 - \min(\text{columna Demanda})}{\max(\text{columna Demanda}) - \min(\text{columna Demanda})}$$

$$\text{Valor} = \frac{30,322 - 6,392}{53,326 - 6,392} = 0.510$$

El puntaje final se obtuvo mediante la multiplicación de los pesos por los valores normalizados, además mediante el principio de Pareto se obtiene la clasificación ABC, detallada gráficamente en la Figura N° 26.

De acuerdo al análisis se observa que la política de inventarios de producto terminado debe diferenciarse para cada categoría y así poder disminuir los costos de inventario y establecer una mejor gestión de los mismos.

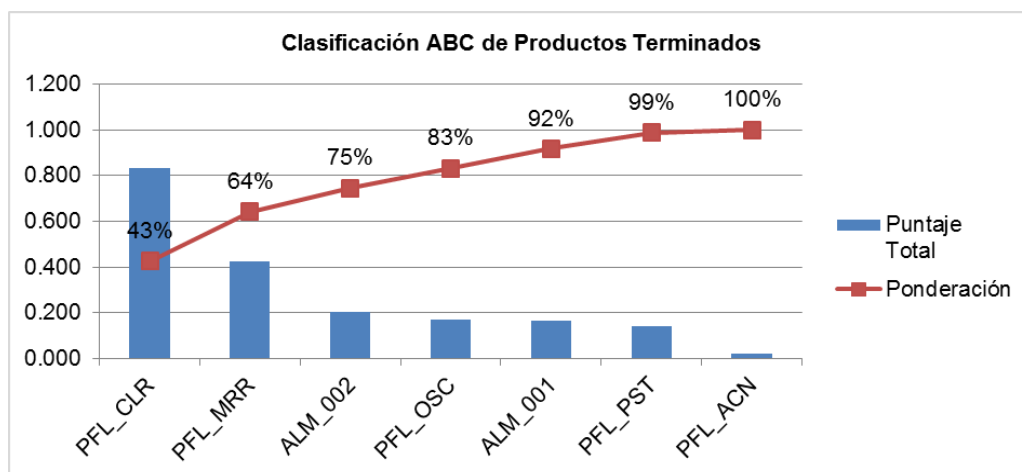


Figura N° 26 Clasificación ABC de productos terminados

Elaboración propia

a) Clasificación A

Actualmente los productos pertenecientes a esta categoría son PFL_CLR, PFL_MMR y ALM_002, dichas familias no son sometidos a un control estricto de inventario ni a un pronóstico de ventas óptimo, por ello se propone las siguientes políticas de inventario para el producto terminado.

- Mantener porcentajes de inventarios de seguridad estándar por tipo de material
- Tiempos de entrega bajos

b) Clasificación B

Actualmente los productos de esta categoría son PFL_OSC y ALM_001, dichas familias tienen un mediano nivel de inventarios, ya que tienen una rotación regular. Se proponen las siguientes políticas de inventario para producto terminado.

- Tiempos de entrega medios
- Reponer con lotes y periodos fijos

c) Clasificación C

Actualmente los productos de esta categoría son PFL_PST y PFL_ACN, dichas familias tienen un bajo nivel de consumo, por ello la empresa solo produce pequeñas cantidades a manera de reserva. Se propone las siguientes políticas de inventario de producto terminando.

- Tiempos de entrega altos
- El pedido de reorden debe hacerse una vez obtenida la venta.

4.2.2. Curva de Intercambio

La curva de intercambio nos permitirá consolidar todos los ítems de manera que en vez de tener para cada materia prima o insumo una política de inventario, se pueda manejar de manera global. Se escogió utilizar la curva de intercambio para una demanda de un año a pesar de que la demanda mensual no sea constante, se pudo apreciar que la demanda más baja se encuentra en los meses de marzo y agosto, una demanda media en los meses de enero, febrero y abril, y los picos en los meses de junio, julio y de octubre a diciembre. Por lo que se puede observar que la materia prima sigue el mismo comportamiento de consumo, pues como se sabe los productos finales están plenamente relacionados con la materia prima a utilizarse, ya que esta es única. Según esta estacionalidad, en los primeros meses de año se pueden hacer compras razonables y abastecerse para los meses posteriores que son en los que hay mayor demanda. La demanda de los perfiles de aluminio y PVC se muestran en los anexos 38 y 39.

4.2.2.1. Política actual como Número total de pedidos y Stock de ciclo total

La empresa no posee políticas de inventarios claras ni definidas, esta función la realizan de manera empírica basada en la frecuencia de los pedidos de los clientes, y realizan la revisión frecuente de los saldos de las materias primas para así abastecerse y no llegar a roturas de stock. Según la información brindada por la empresa, actualmente, se gestiona el inventario como se muestra en Tabla N° 17.

Tabla N° 17 Política Actual de Inventarios

CÓDIGO	Consumo Total Anual	Unidad de Medida	CANTIDAD DE PAQUETES	CANTIDAD/ PAQUETE	Q (actual)	N (Actual)
ETIQ_001	1,827,400	UN	4	100,000	400,000	5
MP_ALM_002	102,059	UN	10	1,000	10,000	11
MP_ALM_001	126,198	UN	10	1,000	10,000	13
MP_PFL_CLR	83,221	KG	200	25	5,000	17
MP_PFL_MRR	98,647	KG	200	25	5,000	20
BLS_001	58,032	UN	8	1,000	8,000	8
MP_PFL_OSC	30,352	KG	150	25	3,750	9
MP_PFL_PST	27,263	KG	150	25	3,750	8
MP_PFL_ACN	14,180	KG	70	25	1,750	9
						100

Código	Costo Unitario	Total Consumo Anual	N (Actual)	Q actual	TCS
ETIQ_001	0.001	1,827,400	5	400,000	200
MP_ALM_002	3.00	102,059	11	10,000	15,000
MP_ALM_001	3.40	126,198	13	10,000	17,000
MP_PFL_CLR	0.64	83,221	17	5,000	1,599
MP_PFL_MRR	0.63	98,647	20	5,000	1,564
BLS_001	0.002	58,032	8	8,000	8
MP_PFL_OSC	0.66	30,352	9	3,750	1,235
MP_PFL_PST	0.65	27,263	8	3,750	1,226
MP_PFL_ACN	0.68	14,180	9	1,750	597
TCS Actual					38,429

Elaboración propia

Aplicando esta política actual para los productos se puede decir que anualmente, se posee un TCS de S/. 38,429 y 100 pedidos. Por otro lado, se propone realizar una clasificación ABC multicriterio para la materia prima e insumos, para que, en base a esta, se determine las nuevas políticas el cual se muestra en la Tabla N° 18.

Tabla N° 18 Clasificación ABC multicriterio de la Materia Prima e insumos

CÓDIGO	Demanda (uni/mes)	Inventario promedio (unid/mes)	Costo unitario (S./unid)	Puntaje Total	Porcentaje Total	Porcentaje Acumulado	Clasificación
ETIQ_001	1.000	1.000	0.000	0.833	40.5%	40.5%	A
MP_ALM_002	0.262	0.025	0.882	0.287	13.9%	54.4%	A
MP_ALM_001	0.162	0.000	1.000	0.247	12.0%	66.4%	A
MP_PFL_CLR	0.206	0.359	0.188	0.254	12.3%	78.7%	A
MP_PFL_MRR	0.103	0.183	0.184	0.143	6.9%	85.7%	B
BLS_001	0.217	0.022	0.000	0.116	5.6%	91.3%	B
MP_PFL_OSC	0.038	0.072	0.193	0.075	3.7%	95.0%	B
MP_PFL_PST	0.031	0.060	0.192	0.067	3.3%	98.3%	C
MP_PFL_ACN	0.000	0.008	0.200	0.036	1.7%	100.0%	C

Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, se tomaron como criterios, la demanda, el inventario promedio y el costo unitario, el detalle de este método se encuentra en el anexo 40. Y la imagen de la clasificación en el anexo 41.

4.2.2.2. Elaboración de curva de intercambio

Se debe definir el tamaño de lote económico, en base a la curva de intercambio y los parámetros hallados, para poder observar el comportamiento de la TCS según el número de órdenes a realizar. La curva de intercambio se realiza en función a los parámetros mostrados en la Tabla N° 19, tal como se muestra en la Figura N° 27.

Tabla N° 19 Parámetros de TCS, N y A/r

N	TCS	TCS x N	A/r
20	111,756	2,235,126	5,588
30	74,504	2,235,126	2,483
40	55,878	2,235,126	1,397
44	50,798	2,235,126	1,155
60	37,252	2,235,126	621
63	35,478	2,235,126	563
70	31,930	2,235,126	456
77	29,028	2,235,126	377
80	27,939	2,235,126	349
82	27,258	2,235,126	332
100	22,351	2,235,126	224
64	34,924	2,235,126	546
58	38,537	2,235,126	664
76	29,410	2,235,126	387

N CTE

TCS CTE

Elaboración propia

Para definir el límite financiero se consideró la línea de crédito disponible de cada uno de sus proveedores, así como la liquidez que tiene la empresa para comprar al contado, contando estos dos criterios se tiene un límite financiero de aproximadamente S/. 56,000. El límite operacional es de 120 pedidos el cual se debe a la capacidad máxima del almacén con que cuenta la empresa, este dato se obtuvo del histórico de pedidos realizados al año y la experiencia del personal.

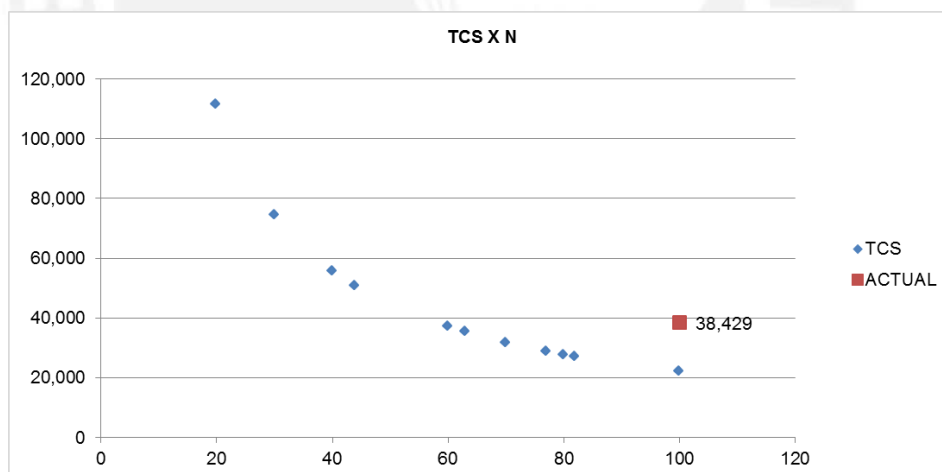


Figura N° 27 Curva de Intercambio

Elaboración propia

4.2.2.3. Punto de operación ideal

Se realizarán tres escenarios como punto de operación ideal. Estos son cuando el N (límite operacional) es constante, el A/r es constante y el TCS (límite financiero)

constante. Estos tres puntos tienen que pasar por la curva de intercambio, tal como se muestra en la Tabla N° 20.

Tabla N° 20 Propuestas para punto de operación ideal

ESCENARIOS	TCS	N
N CTE	22,351	100
TCS CTE	38537	58
A/R CTE	29,410	76

Elaboración propia

Para poder decidir una alternativa, se realizará la elección en base al criterio de costos, sabiendo que: Costo Total = $r * TCS + A * N$

Donde, TCS = Inventario promedio valorado N = Número de órdenes totales anuales r = Costo de posesión de inventarios (%) A = Costo de emisión de órdenes de compra.

Se está considerando que el costo de emisión de órdenes de compra es de S/.95, los cuales se compone de la mano de obra administrativa que se ocupa en realizar el pedido y hacer el seguimiento de la llegada y su calidad que son S/. 40, mano de obra de una operaria logística que verifica los inventarios y cantidad a pedir que es de S/. 43, las llamadas telefónicas realizadas que son alrededor de S/. 10 y otros gastos como la utilización de hojas y tinta, entre otros, estos representan unos S/. 2.00. Así, se realiza la evaluación de costos para las tres propuestas y el punto con la política actual, obteniéndose los resultados de la Tabla N° 21.

Tabla N° 21 Evaluación de costos (en soles)

ESCENARIOS	TCS	N	A	R	Costo Total
N CTE	22,351	100	95	0.425	S/. 19,000
TCS CTE	38537	58	95	0.143	S/. 11,020
A/R CTE	29,410	76	95	0.247	S/. 14,470

Elaboración propia

Se escoge la alternativa A/R constante porque el objetivo principal es disminuir la cantidad de stock en los inventarios por temas de capacidad de planta (TCS menor). Tiene un TCS de S/. 29,410 y N igual a 76 órdenes.

4.2.2.4. Establecimiento de política única para todos los ítems

El punto de operación propuesto se encuentra en un $A/r = 385.36$ y para poder definir los lotes de compra se ha usado el método del lote económico de compra (EOQ), en base a esto se puede hallar un POQ o frecuencia mensual a realizar

órdenes de compras. Esta cantidad de lote tiene que ser adecuada a la realidad debido a que productos son comprados con determinadas cantidades que ofrecen los proveedores. En la Tabla N° 22 se detalla las condiciones de compra.

Una vez ajustada esta condición de compra para poder acercarlo a la realidad, se calcula nuevamente la frecuencia mensual. Debido a que esta frecuencia calculada tiene valores muy variados, se ha ajustado a un valor aproximado que permita agrupar a una cantidad de ítems a que sigan una igual frecuencia dependiendo también de la clasificación que tiene.

Tabla N° 22 Condiciones de Compra

CÓDIGO	Lote	Unidad de Medida	LT (semanas)
ETIQ_001	100,000	UN	1
MP_ALM_002	1,000	UN	2
MP_ALM_001	1,000	UN	2
MP_PFL_CLR	25	KG	1
MP_PFL_MRR	25	KG	1
BLS_001	1,000	UN	1
MP_PFL_OSC	25	KG	1
MP_PFL_PST	25	KG	1
MP_PFL_ACN	25	KG	1

Elaboración propia

Tabla N° 23 Política única para todos los ítems

Código	POQ Ajustado	N° DE PEDIDOS	CANT. DE ITEMS	Unidad de Medida	Q AJUSTADO
ETIQ_001	6	2	12	UN	1,200,000
MP_ALM_002	1	20	5	UN	5,000
MP_ALM_001	1	24	6	UN	6,000
MP_PFL_CLR	2	9	382	KG	9,550
MP_PFL_MRR	2	9	420	KG	10,500
BLS_001	12	1	143	UN	143,000
MP_PFL_OSC	2	6	227	KG	5,675
MP_PFL_PST	3	5	216	KG	5,400
MP_PFL_ACN	3	4	153	KG	3,825

Elaboración propia

Por lo tanto, la política que se recomienda es de acuerdo a la frecuencia calculada y se tiene que solicitar la cantidad de lote para cada producto que se detalla en la Tabla N° 23.

Utilizando la política descrita anteriormente genera el punto de operación ideal con $TCS = S/. 27,939$ y $N = 80$, el cual representa un costo total de $S/.15,200$. Este valor es mayor al generado en el punto 2.2.3 con A/R constante, sin embargo, se

prefiere ésta (N = 80) debido a que permite un mejor control y una manera más ordenada de realizar los pedidos. La evaluación de costos de este punto se encuentra en la Tabla N° 24.

Tabla N° 24 Evaluación de costos del punto operacional propuesto

ESCENARIOS	TCS	N	A	R	Costo Total
Actual	38,537	100	95	0.25	S/. 19,000
Propuesto	27,939	80	95	0.27	S/. 15,200
				Ahorro Anual	S/. 3,800

Elaboración propia

4.2.3. Integración del Sistema de Planificación y Políticas propuestas en la Gestión de Inventarios

Una vez determinadas las políticas de inventarios para la materia prima e insumos, con la metodología de la curva de intercambio se procederá a utilizar estas propuestas para el desarrollo del Plan de Requerimiento de materiales, de tal manera que, los resultados de este generen la mayor eficiencia y utilización de los recursos de la empresa.

4.2.3.1. Plan de Requerimiento de materiales

Se procederá a realizar el plan de requerimiento de materiales para cada familia de productos, ya que si bien es cierto tienen una cantidad similar de insumos, no todos cuentan con los mismos materiales. A continuación, en el anexo 42 se muestran las listas de materiales para los perfiles PVC y Aluminio.

En base a ello, se procede a realizar el plan de requerimiento de materiales para cada familia de productos, en el caso de los materiales Bolsa y Etiqueta se realiza en general ya que son para todos los productos, es decir las necesidades brutas de ambos equivalen a la suma de todos los lanzamiento de producción de los perfiles de PVC y Aluminio. En el anexo 43 se muestran los detalles de inventario inicial, stock de seguridad, lead time y tamaño de lote para cada material de cada familia. A continuación los planes de requerimiento de materiales de los materiales por familia.

El MRP para la familia de productos ALM_001 está conformado por el aluminio sin troquelar (materia prima), luego el aluminio troquelado y finalmente el aluminio embolsado. Se consideró para el ALM_EMB y ALM_TRO un inventario inicial cero y

para la materia prima ALM_SIN_TRO un inventario inicial ideal de la demanda de la semana 2 más el inventario de seguridad. Además, tanto para el ALM_EMB y ALM_TRO se consideró la técnica de loteo hallado en el capítulo anterior y para la materia prima ALM_SIN_TRO el tamaño de lote hallado en la curva de intercambio. Los MRP de las familias restantes tienen la misma lógica con respecto a las consideraciones del inventario inicial y la técnica de loteo. En los anexos del 44 al 51 están los MRP de cada familia de productos.

4.2.4. Propuesta de mejora para el almacenamiento

Las propuestas de mejora para el almacenamiento de los productos: Materia prima, Productos en proceso y Productos terminados involucran la redistribución física de los mismos, así como su codificación en almacén. Como parte de la propuesta se desarrolla un nuevo layout de los almacenes. Además, para realizar un seguimiento adecuado se desarrollan nuevos indicadores de gestión.

4.2.4.1. Ubicación física de los productos

Se planteará la redistribución de los productos en los tres almacenes.

- a) Almacén de Materia Prima
- b) Almacén de Productos en proceso
- c) Almacén de Productos terminado

a) Almacén de Materia Prima

Actualmente este almacén cuenta con una sola ubicación, siendo éste el más grande de todos los almacenes. Dicho almacén no cuenta con la infraestructura adecuada, por lo que las bolsas de pellets van uno encima de otros aglomerados y sin llevar un orden específico. Esto genera daños en los productos, tales como raspones, abolladuras, etc. Se propone utilizar pallets de madera de tamaño 100x1200, en el anexo 52 se muestra la ficha técnica correspondiente. Una vez propuesto la estantería para el almacén, hay que implementar las políticas que se seguirán para asegurar un buen desempeño y gestión. Para ello, se clasificarán las materias primas según su índice de rotación de la siguiente manera.

Se utilizarán dos metodologías de ubicación: ubicación fija para aquellas materias prima de productos de alta rotación (Clasificación A) y ubicación aleatoria para aquellas materia primas de productos de baja rotación (Clasificación B y C). Se

tendrá que calcular la capacidad requerida lo cual nos dará noción de la cantidad aproximada de ubicaciones y con esto, la cantidad de pallets que se deben adquirir. De acuerdo a Julio Anaya (2008), para esto debemos conocer el stock operativo promedio que se define como la mitad del lote promedio más el stock de seguridad.

$$\text{Stock Promedio} = \frac{\text{Lote promedio}}{2} + \text{Stock de Seguridad}$$

Una vez que se tiene el stock promedio, si el sistema de organización empleado para la ubicación de la materia prima es fija, se utiliza el stock máximo y en el caso del sistema de ubicación aleatorio, el stock promedio. En la práctica, para el sistema de ubicación fija, se multiplica por 2 el stock promedio, siendo:

$$2 \times \left(\frac{\text{Pedido } Q}{2} + S.S. \right) = \text{Pedido } Q + 2 \times S.S.$$

Mientras que para el sistema de ubicación aleatorio, se utiliza el stock promedio. Para calcular la cantidad de ubicaciones, se utilizan las siguientes formulas:

- Sistema de Ubicación Fija

$$\frac{\text{Stock Promedio} \times 2}{\text{Cantidad por ubicación}}$$

- Sistema de Ubicación Aleatoria

$$\frac{\text{Stock Promedio}}{\text{Cantidad por ubicación}}$$

En base a ello se calcula la cantidad de materia prima por ubicación de acuerdo al peso y las medias del pallet a utilizar. Luego, se procede a calcular la cantidad de ubicaciones necesarias ya sean fijas o aleatorias. Cada pallet soporta una carga de 1200 kg, por lo que se requerirían 26 pallets para las materias primas con un sistema de ubicación fijo y 25 pallets para materia prima con ubicación aleatoria. El detalle se muestra en el anexo 53.

b) Almacén de Productos en proceso

Se propone utilizar la estantería cantiléver que presenta una solución para productos largos (apto para perfiles) optimizando los espacios del almacén. Este sistema se muestra en el anexo 56, tiene brazos (horizontales) que van empotrados en las columnas (verticales), pueden ser unilaterales o bilaterales. De esta manera se procede a calcular la cantidad de productos por ubicación dependiendo del tamaño de los perfiles sin troquelar. Luego, se procede a calcular la cantidad de ubicaciones necesarias ya sean fijas o aleatorias, en el anexo 54 se observa el

detalle. Cada estantería cantiléver presenta 10 ubicaciones por lo que se requerirían 7 estanterías destinadas para los productos en proceso con un sistema de ubicación fijo y 5 para los productos con sistema de ubicación aleatorio.

c) Almacén de Productos Terminados

Se propone utilizar la estantería cantiléver que presenta una solución para productos largos (apto para perfiles) optimizando los espacios del almacén. La estantería que se adecuaría a la empresa serían los de carga manual bilaterales, empleándose para el almacenamiento de materiales largos y donde no es necesario los medios de carga mecánicos. De esta manera se procede a calcular la cantidad de productos por ubicación dependiendo del tamaño de los perfiles. Luego, se procede a calcular la cantidad de ubicaciones necesarias ya sean fijas o aleatorias, en el anexo 55 se muestra el detalle. Finalmente, se requerirían 11 estanterías destinadas para los productos en proceso con un sistema de ubicación fijo y 2 para los productos con sistema de ubicación aleatorio.

4.2.4.2. Zonificación y codificación de áreas del almacén

La zonificación es importante para una correcta ubicación y localización de los productos dentro de un almacén. La empresa comercializa principalmente perfiles de aluminio y PVC, sin embargo dentro de ellos existen diversas subcategorías por colores, esta clasificación servirá de criterio para situar los productos en zonas concretas dentro del almacén. A cada zona de almacenaje le corresponde una determinada cantidad de ubicaciones, las cuales deben estar identificadas con un código de ubicación, entonces a cada estante le corresponde un código de identificación. La identificación de cualquier parte del almacén estaría dada por las siguientes coordenadas: zona almacén, estantería o pasillo, profundidad y nivel del estante.

a) Zona Perfil PVC

Una zona de almacenaje tiene que estar destinado para los perfiles PVC, los cuales incluyen las siguientes familias: PFL_ACN, PFL_CLR, PFL_MRR, PFL_OSC y PFL_PST. Para distribuir dichas familias se toma en cuenta el nivel de rotación que tienen, ello figura en la clasificación ABC establecida previamente, con ello se propone lo siguiente.

- Clasificación A
La conforman las familias PFL_CLR y PFL_MRR, los productos que la integran deben ubicarse en las zonas más alcanzables, en la entrada del almacén, en la parte delantera de las estanterías.
- Clasificación B
La conforma la familia PFL_OSC, los productos que la integran deben ubicarse en zonas alcanzables, en la parte media del almacén, en la parte delantera de las estanterías.
- Clasificación C
La conforman las familias PFL_PST y PFL_ACN, los productos que la integran al no tener una alta demanda deben ubicarse en zonas menos alcanzables, en la parte posterior del almacén, en la parte delantera de las estanterías.

La codificación de ubicaciones se realizará por estanterías y luego se tiene que identificar el nivel en que se encuentra, la numeración del nivel se inicia desde el suelo. En el anexo 58, se muestra el layout de esta zona.

b) Zona Aluminio

Una zona de almacenaje tiene que estar destinado para los perfiles de Aluminio, los cuales incluyen las siguientes familias: ALM_001 y ALM_002. Para distribuir dichas familias se toma en cuenta el nivel de rotación que tienen, ello figura en la clasificación ABC establecida previamente, con ello se propone lo siguiente.

- Clasificación A
La conforma la familia ALM_002, los productos que la integran deben ubicarse en las zonas más alcanzables, en la entrada del almacén, en la parte delantera de las estanterías.
- Clasificación B
La conforma la familia ALM_001, los productos que la integran deben ubicarse en zonas alcanzables, en la parte media del almacén, en la parte delantera de las estanterías.

La codificación de ubicaciones se realizará por estanterías y luego se tiene que identificar el nivel en que se encuentra, la numeración del nivel se inicia desde el suelo. En el anexo 58 se muestra el layout de esta zona.

c) Zona Materia Prima

La zona de almacenaje de materia prima, es decir el almacén de materia prima incluye los siguientes ítems: ETIQ_001, MP_ALM_002, MP_ALM_001, MP_PFL_CLR, MP_PFL_MRR, BLS_001, MP_PFL_OSC, MP_PFL_PST y MP_PFL_ACN. Para distribuir dichas familias se toma en cuenta el nivel de rotación que tienen, ello figura en la clasificación ABC establecida previamente, con ello se propone lo siguiente.

- Clasificación A

La conforman los productos ETIQ_001, MP_ALM_002, MP_ALM_001 y MP_PFL_CLR, estos deben ubicarse en las zonas más alcanzables, en la entrada del almacén, en la parte delantera de los pallets.

- Clasificación B

La conforman los productos MP_PFL_MRR, BLS_001 y MP_PFL_OSC, estos deben ubicarse en zonas alcanzables, en la parte media del almacén, en la parte delantera de los pallets.

- Clasificación C

La conforman los productos MP_PFL_PST y MP_PFL_ACN, estos deben ubicarse en zonas menos alcanzables, en la parte posterior del almacén, en la parte delantera de los pallets.

La codificación de ubicaciones se realizará por pallets y luego se tiene que identificar el nivel en que se encuentra, la numeración del nivel se inicia desde el suelo. En el anexo 57 se muestra el layout de esta zona.

4.2.4.3. Layout del almacén

Para el layout del almacén debe considerarse que los artículos de mayor rotación o importancia, según la clasificación ABC multicriterio mencionada anteriormente, se deben situar en el primer nivel o nivel del suelo ya que permite hacer una recogida manual, lo que da una mayor rapidez y versatilidad al sistema. En el anexo 57, se muestra el layout del almacén de materia prima, mientras que en el anexo 58 se muestran los layout de los almacenes de producto terminado y producto en proceso.

Finalmente lo que se busca con estos cambios es poder enfocarnos en estos 4 puntos principales:

- Minimizar los costos de manipuleo de mercancías.
- Minimizar las distancias totales recorridas en los almacenes.
- Minimizar los tiempos empleados para el picking de productos.
- Maximizar la utilización de los espacios.

4.2.4.4. Control de inventarios

Para el mejor control de los inventarios se propone una política de conteo y verificación de inventarios, la cual debería realizarse al menos una vez cada cuatro meses para verificar la cantidad real de inventarios y contrastar con los datos del sistema. Utilizando la Clasificación ABC multicriterio realizado, se plantea que, tanto para productos terminados como para la materia prima e insumos, se maneje este control de la siguiente manera:

a) Ítems de tipo A

Son los artículos que tienen mayor rotación y representan un mayor valor en el almacén. Dado su alto volumen se recomienda que debería inventariarse los días martes, pues son estos días en que hay mayor facilidad para ejecutar esta operación, ya que como se mencionó anteriormente, la planta empieza la producción los días lunes, consumiendo más horas hombre y los días martes ya se regulariza la carga laboral.

b) Ítems de tipo B

Estos códigos tienen un valor intermedio y no representan gran volumen en el almacén por lo que son más fáciles de inventariar que los ítems del tipo A. Se recomienda que sea revisada los días miércoles. Se espera que, durante el mes, se logre cubrir más del 50% de la misma.

c) Ítems de tipo C

Son los artículos que tienen una demanda baja y poca rotación. Estos códigos pueden ser inventariados el día jueves o viernes, pues no generan mayor esfuerzo al tener muy poca cantidad en los almacenes.

4.2.4.5. Indicadores de gestión de almacenes

Para evaluar el desempeño actual y realizar un adecuado seguimiento en la gestión de almacenes, es necesario establecer indicadores de la gestión de inventarios, que se evalúen regularmente en la empresa.

a) Duración de Inventarios

Tiene como objetivo controlar la duración de los productos en el almacén.

$$\frac{\text{Inventario final } \times 30 \text{ días}}{\text{Ventas Promedio}}$$

b) Rotación de inventarios

Son las veces que se consume el inventario el inventario en un periodo de tiempo (expresado en número de veces que rota).

$$\frac{\text{Costo de ventas mensual}}{\text{Inventario promedio mensual}}$$

En la siguiente tabla se muestra la comparación del resultado de los indicadores propuestos de la situación actual y propuesta.

Tabla N° 25 Indicadores de inventarios

	Situación Actual	Situación Propuesta
Rotación de Inventarios	1.65	2.56
Duración de Inventarios	10	5.16

Elaboración Propia

Con respecto a la rotación de inventarios, se observa que con la situación propuesta es mayor, ello indica que con la nueva política de inventario, obtenida con la curva de intercambio y adaptada a las condiciones de compra por parte de los proveedores, se tienen tamaños de lotes óptimos que aseguran una mayor rotación.

Con respecto a la duración de inventarios, se observa que éste tiene un menor número, aproximadamente la mitad de la situación actual. Ello indica que con la nueva política de inventario al tener una mayor rotación, las existencias tienen una menor duración en almacén, lo cual genera menor costo.

4.2.5. Lectora de código de barras

Como ya se mencionó en el capítulo de análisis y diagnóstico, un problema que se tiene actualmente en la empresa es que no se tiene conocimiento de los niveles reales de inventario en almacén, el cual repercute en ventas que no se pueden despachar y reproducción de pedidos generando insatisfacción en los clientes y altos niveles de stock. Esto se debe a que no se puede registrar directamente el

kardex desde despacho haciéndose la actualización por el comprador de manera posterior.

Por lo anteriormente expuesto, se plantea el uso de códigos de barras, que es uno de los sistemas de identificación más difundidos debido a su simplicidad y tipo de tecnología que involucra permitiendo la automatización del proceso, conocimiento de manera exacta el registro de los inventarios y disminuyendo tiempos en el personal encargado de la actualización y digitación del kardex. Además, este código también puede mostrar información adicional del producto como peso, precio, fechas, entre otros. Adicionalmente, permite un rápido control del stock de mercancías, lo cual generaría una disminución de los tiempos. Para poder hacer la selección de una lectora de códigos de barra se requiere que tenga buen rendimiento y sea resistente para aplicaciones industriales como es el caso y no solo en puntos de venta. Por eso, se ha escogido el modelo QS6000 de PSC cuyo rendimiento se debe al motor de lectura que permite tener una tasa elevada de lectura en la primera pasada (FRR) que es un ratio que permite conocer qué tan efectiva es la lectura realizada por la lectora en una primera pasada. Los principales beneficios que traería son:

- Automatización del proceso del registro de los inventarios y la exactitud de estos.
- Disminución de tiempos en el personal encargado de la actualización y digitación del kardex.
- Este código también puede mostrar información adicional del producto como peso, precio, fechas, entre otros.

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DE IMPACTO

En este capítulo, se realizará la evaluación económica del impacto de los cambios propuestos en el capítulo previo, dicha evaluación se dividirá en dos partes de acuerdo al tipo de propuesta desarrollado.

En primer lugar, se realizará la medición de los cambios realizados por el sistema de planificación propuesto respecto al utilizado por la empresa. Para ello, se utilizará un propósito general para el proceso de planificación y luego, uno para cada subproceso, luego se propondrán indicadores que reflejen los cambios efectuados. En segundo lugar, se realizará la medición de los cambios realizados por la gestión de inventarios y almacenes mediante un análisis cuantitativo.

5.1. Evaluación del Impacto del sistema de Planificación de la producción

La metodología que se utilizará para la evaluación del impacto es la siguiente: En primer lugar, se propone un enunciado de propósito general para el proceso de planificación el cual se encuentra alineado a la misión y visión de la empresa. El enunciado del propósito general fue “cumplir con la demanda de los clientes de la empresa”. Luego, una vez definido este, se propusieron propósitos para cada subproceso del proceso de planificación.

En el anexo 59, se puede ver la matriz de procesos del proceso de planificación. En la columna “Título del subproceso”, se muestran los pasos o subprocesos de la planificación propuesta. Asimismo, en la columna “Propósito” se presentan las intenciones asociadas a cada subproceso y en la columna “Título del indicador” se muestran los indicadores asociados a cada intención. Además, en la columna “Tipo” se presenta el tipo de indicador que se propone para cada intención, éste puede ser creciente (“C”) o decreciente (“D”), Finalmente, en las columnas “Responsable” se menciona el nombre de la persona que estará a cargo del monitoreo del indicador.

Finalmente, se propusieron indicadores asociados a cada uno de los enunciados de intención. A continuación, se procede a evaluar cada uno de los procesos por medio de los resultados de los indicadores.

5.1.1. Evaluación de la Elaboración de pronósticos de la demanda

En este punto, se evaluará el indicador “Error”, el cual se encuentra asociado al propósito “Disminuir la diferencia entre la demanda real y el pronóstico de la demanda”. Asimismo, este se encuentra asociado al subproceso “Elaboración de los pronósticos de la demanda”; por lo tanto, el valor del indicador, al estar asociado a la intención, medirá directamente al subproceso.

De esta manera, para realizar dicha evaluación, se utilizaron fichas de indicador para medir el desempeño del proceso a lo largo del tiempo. En la Figura N° 28, podemos ver el desempeño del proceso desde enero hasta junio del año 2016.

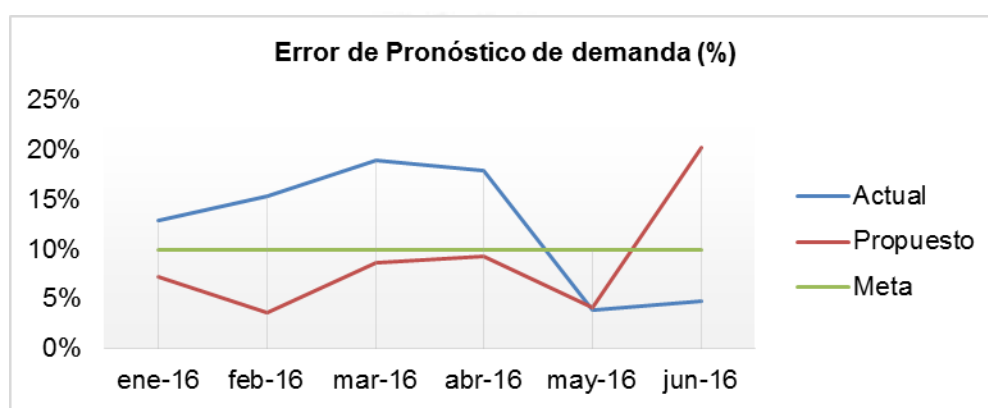


Figura N° 28 Ficha indicador – Error de pronóstico

Elaboración propia

Como se puede observar, en este periodo de tiempo, el error del pronóstico de la demanda calculada por la empresa es alta, en promedio llega a 20%, lo cual está por encima de la meta prevista por la empresa que es de 10%. Con el nuevo método de cálculo de pronósticos propuesto, estacional multiplicativo, se llega a tener porcentajes de error menores, inclusive que la meta de le empresa, en promedio llega al 8%, por lo que se concluye que el método propuesto es mejor que el actual utilizado por la empresa.

5.1.2. Evaluación de la Elaboración de la Planificación Agregada de la producción

En este punto, se evaluará el indicador “Costo total de producción”, el cual se encuentra asociado al propósito “Disminuir los costos totales de producción por mes”. Asimismo, este se encuentra asociada al subproceso “Planificación agregada

de la producción”; por lo tanto, el valor del indicador, al estar asociado al proceso, se medirá directamente al subproceso.

Al igual que el punto anterior, se utilizaron fichas de indicador para medir el desempeño del proceso a lo largo del tiempo. En la Figura N° 29, podemos ver el desempeño del proceso con la estrategia de la empresa y con la estrategia propuesta durante el año 2016.

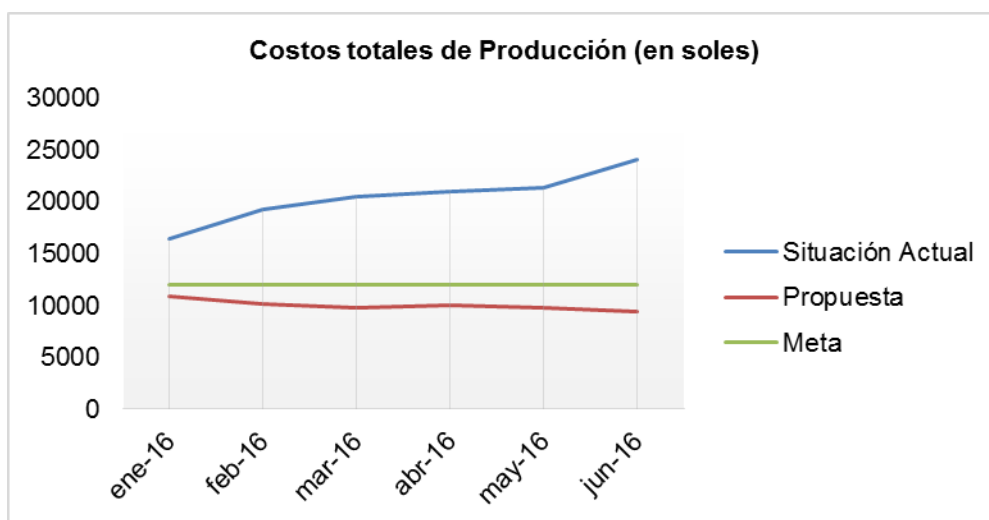


Figura N° 29 Ficha Indicador – Costos totales de producción

Elaboración propia

Se puede observar que a lo largo de los meses, el costo de producción actual supera la meta de presupuestos asignados, sobre los S/.12,000 por mes, en cambio con la propuesta de una nueva estrategia de Plan Agregado (Estrategia de Ajuste) estos costos se reducen considerablemente, inclusive se encuentran por debajo de la línea verde, que es la meta propuesta por la empresa.

5.1.3. Evaluación de la Elaboración de la Programación Maestra de la producción

En este punto, se evaluará el indicador “Cantidad de Inventario de producto terminado por mes”, el cual se encuentra asociado al propósito “Disminuir la cantidad de inventario por mes”, esto se realiza para ambos productos que se está analizando, perfiles de PVC y aluminio. Asimismo, este se encuentra asociada al subproceso “Programación maestra de la producción”; por lo tanto, el valor del indicador, al estar asociado a la intención, medirá directamente al subproceso.

En la Figura N° 30, podemos ver el desempeño del proceso desde la primera semana de enero hasta la última semana de junio del año 2016.

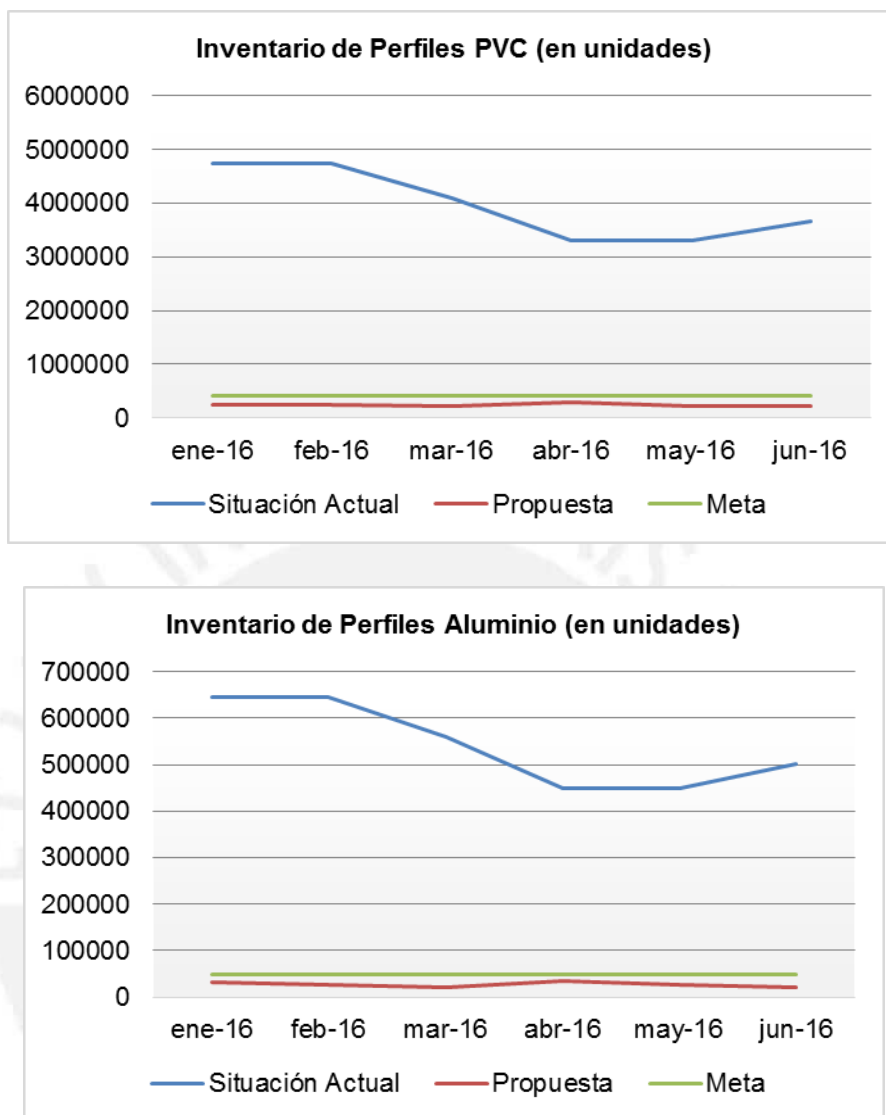


Figura N° 30 Inventarios de Perfiles PVC y Aluminio
Elaboración propia

Se puede ver que en este periodo de tiempo, el inventario al final de cada mes con el tamaño de lote utilizado por la empresa (línea celeste) es mucho mayor que la meta de la empresa, comprobándose el problema principal actual de la empresa que son los altos niveles de inventarios.

No obstante, el inventario al final de cada mes con el tamaño de lote propuesto garantiza que siempre dicho inventario sea mucho menor, optimizando costos y utilización de espacios. Por lo cual, se concluye que el método propuesto es mejor.

5.1.4. Evaluación de la Elaboración del Programa de Requerimiento de Materiales

En este punto, se evaluará el indicador “Cantidad de inventario de materia prima por semana”, el cual se encuentra asociado a la intención “Disminuir cantidad de inventario de sacos de pellets de PVC por semana” y “Disminuir cantidad de inventario de MP de Aluminio”. Asimismo, este propósito se encuentra asociado al subproceso “Programa de Requerimiento de Materiales”; por lo tanto, el valor del indicador, al estar asociado a la intención, medirá directamente al subproceso. En las Figura N° 31 y Figura N° 32 se puede observar los inventarios de la materia prima para ambos productos, y su comparación con la situación actual y la propuesta.

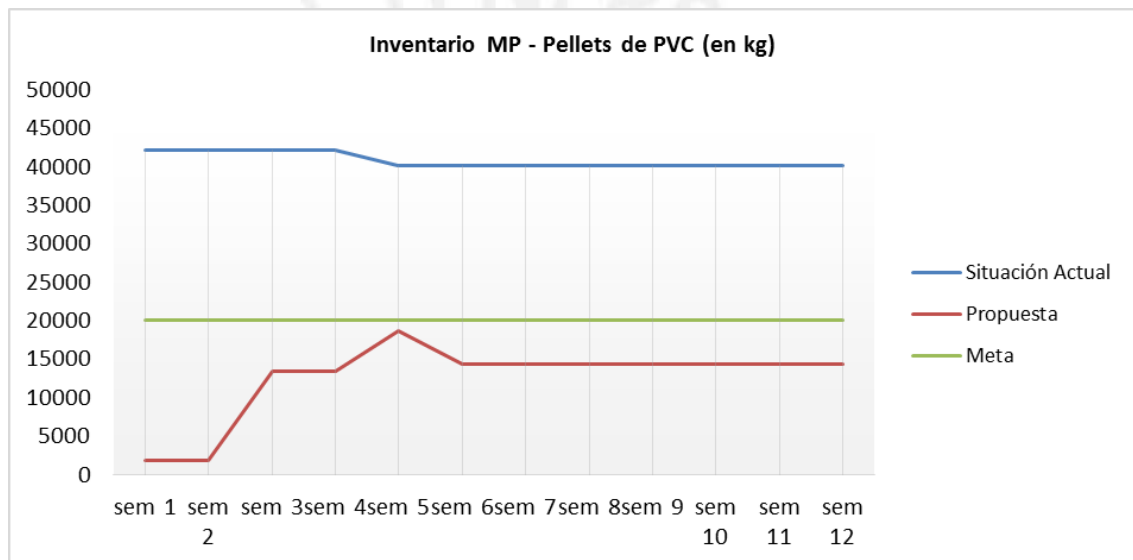


Figura N° 31 Inventario de Pellets PVC
Elaboración propia

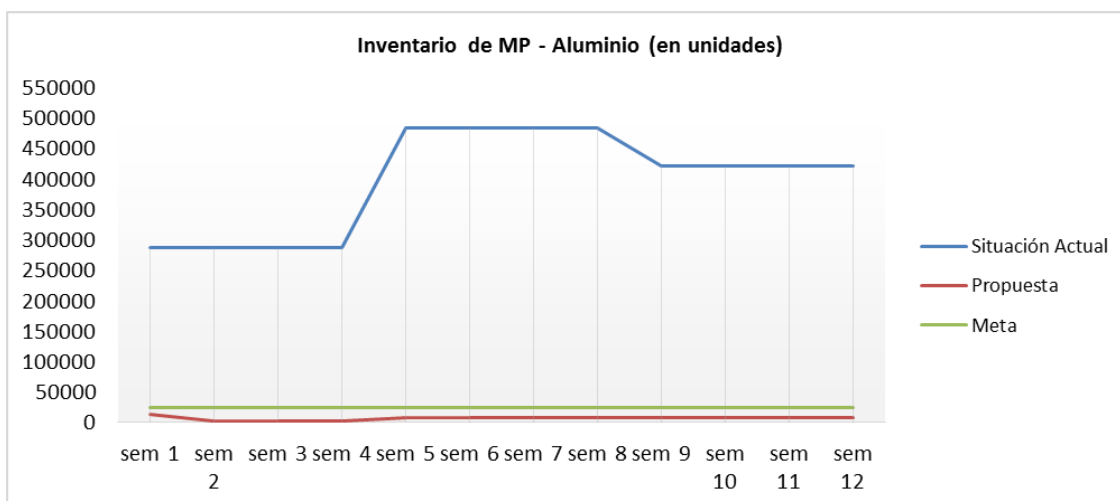


Figura N° 32 Inventario de MP Aluminio

Elaboración propia

Como se puede observar en ambos casos, la cantidad de materia prima en inventarios es mucho menor con las nuevas políticas de inventarios propuestas, por lo que se concluye que el sistema propuesto es mejor que el actual.

5.2. Evaluación del Impacto del Sistema de Gestión de Inventarios y Almacenes

La evaluación de la gestión de inventarios y almacenes se realizará de manera cuantitativa, abarcando los beneficios económicos de implementar la propuesta de pronóstico, la nueva política de compra de materiales, mejora de almacenes y el uso de código de barras para codificar.

5.2.1. Evaluación económica de la política de compra

Para realizar la evaluación económica de la propuesta de política de compra se comparará el costo de la política actual de la empresa con la política propuesta de la siguiente manera:

$$\text{Costo Total} = A * N + R * TCS$$

Donde,

A = Costo de emisión de una orden de compra

N = Numero de órdenes de compra anuales

R = Costo de posesión de inventarios

TCS = Inventario Promedio valorizado

Con respecto al costo de emisión de una orden de compra se está considerando un costo igual a S/. 95, el detalle se muestra en el anexo 60. De esta manera, se realiza la evaluación de costos para las dos políticas que se muestra en la Tabla N° 26.

Tabla N° 26 Ahorro con nueva política de inventarios con propuesta de curva de intercambio (en soles)

ESCENARIOS	TCS	N	A	R	Costo Total
Actual	38,537	100	95	0.25	S/. 19,000
Propuesto	27,939	80	95	0.27	S/. 15,200
Ahorro Anual					S/. 3,800

Elaboración propia

Como se observa, la política propuesta (curva de intercambio) con un TCS igual a S/. 27,939 y un N igual a 80 pedidos representa un ahorro de S/. 3,800 en el costo total con respecto a la política actual.

5.2.2. Evaluación económica de la mejora de almacenes

La inversión que requiere la empresa para implementar la propuesta de mejora de almacenes es de S/.119,540 y está compuesta por adquisiciones de estanterías que permitan mejorar el nivel de almacenamiento y aprovechamiento del espacio cúbico, maquinaria para el manejo de materia prima. Además, incluye la redistribución de almacenes que se propone lo cual implica costos de demolición. El detalle de estas inversiones se puede observar en la Tabla N° 27.

Tabla N° 27 Inversión para mejora en distribución de almacenes (en soles)

Inversiones Necesarias	Costo Unitario	Unidades	Total
Estanterias para perfiles PVC	S/. 4,500.00	20	S/. 90,000.00
Estanterias para aluminio	S/. 4,500.00	5	S/. 22,500.00
Pallets	S/. 45.00	30	S/. 1,350.00
Demolicion de paredes	S/. 200.00	2	S/. 400.00
Apilador Hidraulico	S/. 4,290.00	1	S/. 4,290.00
Mantenimiento apilador	S/. 1,000.00	1	S/. 1,000.00
Inversión anual			S/. 119,540.00

Elaboración propia

Para poder medir el impacto de la inversión en la mejora, se evaluará la reducción de tiempos de picking que, actualmente, tiene la empresa, contra los que tendría en caso si se realizara la mejora. Se opta por este método debido a lo complicado que sería medir independientemente el beneficio que contribuye cada SKU debido a una reducción de espacio que ocuparía por mal almacenamiento y falta de aprovechamiento del espacio cúbico. A continuación, en la Tabla N° 28 se muestra que se reduce los tiempos de picking para los perfiles de PVC en 44.4% y en los perfiles de aluminio en 36%.

Tabla N° 28 Reducción en tiempo de picking

Detalle	Perfiles PVC	Aluminio
Tiempo promedio picking sin mejora (min)	11.25	12.5
Tiempo promedio picking con mejora (min)	6.25	8
Reduccion del tiempo en	44.4%	36.0%

Elaboración propia

La reducción del tiempo de picking se ve cuantificado por el salario mensual que reciben los trabajadores involucrados en este proceso de despacho. La propuesta de mejora implica que la reducción de tiempo ayuda a distribuir mejor el recurso humano y optimizarlo. En la Tabla N° 29 se cuantifica esta mejora y podemos concluir que el ahorro anual con ésta, es de S/.58,058.

Tabla N° 29 Cálculo de ahorro anual por mejora de almacenes (en soles)

Perfiles PVC	Actual	Propuesto
Número de trabajadores	5	3
Sueldo/hora	S/. 4.33	S/. 4.33
Horas anuales	2958	1643
Costo anual	S/. 63,989	S/. 21,330
Ahorro anual	S/.	42,660

Aluminio	Actual	Propuesto
Número de trabajadores	5	3
Sueldo/hora	S/. 4.33	S/. 4.33
Horas anuales	873	558
Costo anual	S/. 18,878	S/. 7,249
Ahorro anual	S/.	11,629

Elaboración propia

A continuación, en la Tabla N° 30 se puede observar el flujo de caja económico de esta mejora, con lo que podemos concluir que la inversión se recupera al segundo año.

Tabla N° 30 Flujo de caja para la inversión para propuesta de almacenes

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de Caja Económico	S/. -119,540	S/. 58,088	S/. 58,088	S/. 58,088	S/. 58,088

Elaboración propia

Para determinar la rentabilidad de la mejora se analizarán los valores obtenidos del VAN y el TIR, los cuales se muestran en la Tabla N° 31. Se tiene que la TIR de la empresa es mayor al costo de oportunidad del mercado, que según la Superintendencia de Banca y Seguros es de 22.77%, y que el VAN al medir los futuros flujos de ingreso y egresos descontando la inversión inicial resulta positivo, por lo cual se concluye que es viable y recomendable invertir en esta propuesta de mejora.

Tabla N° 31 TIR y VAN Mejora Almacenes

TIR
33%
VAN
10,825

Elaboración propia

5.2.3. Evaluación económica de la implementación de la lectura de código de barras

Para poder realizar la evaluación económica de la lectora de códigos de barras, habrá que identificar los ahorros que se conseguirá con su implementación y la inversión que ésta genera. Los principales ahorros que trae consigo la lectora de códigos de barras es la disminución del tiempo empleado para el registro del kardex, que se realiza para validar los datos del sistema.

La inversión comprende principalmente la lectora y el desarrollo de la interface del programa, mientras que el ahorro es el costo de la mano de obra de los tres trabajadores que ahora solo realizarían la función en 1.5 horas. El detalle de la inversión inicial por la implementación de esta mejora se muestra en la Tabla N° 32.

Tabla N° 32 Inversión inicial – Implementación de código de barras (en soles)

Costos de lectora de código de barra	Costo
Lectora	S/. 2,000
Desarrollo de interface	S/. 5,000
Implementación	S/. 3,000
Total	S/. 10,000

Elaboración propia

La función para registrar los ingresos del kardex es realizado por dos operarias y es una tarea que lo realizan diariamente tomándole aproximadamente 2.5 horas correspondiente para registrar los ingresos. La implementación de la lectora de código de barras se realiza junto a un sistema de gestión de almacenes o Warehouse Management System (WSM), el cual permite monitorear el movimiento y almacenamiento de los materiales en el almacén y los procesos de las transacciones asociadas como el envío, recepción, entrada en stock y picking. Los cálculos del ahorro se muestran en la siguiente Tabla N° 33.

Tabla N° 33 Ahorro por la propuesta de implementación de código de barras (en soles)

Detalle	Actual	Mejora
Tiempo de registro diario (horas)	3.5	1.5
Tiempo de registro Total (3 trabajadores)	10.5	4.5
Tiempo de ahorro diario Total (hrs)		6
Costo por hora	S/. 5.21	
Horas diario		8
Ahorro mensual	S/. 750	
Ahorro anual	S/. 9,000	

Elaboración propia

A continuación, en la Tabla N° 30 se puede observar el flujo de caja económico de esta mejora, con lo que podemos concluir que la inversión se recupera al segundo año.

Tabla N° 34 Flujo de caja la inversión para propuesta de lector de barras

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de Caja Económico	S/. -10,000	S/. 9,000	S/. 9,000	S/. 9,000	S/. 9,000

Elaboración propia

Para determinar la rentabilidad de la mejora se analizarán los valores obtenidos del VAN y el TIR, los cuales se muestran en la Tabla N° 31. Se tiene que la TIR de la empresa es mayor al costo de oportunidad del mercado, que según la Superintendencia de Banca y Seguros es de 22.77%, y que el VAN al medir los futuros flujos de ingreso y egresos descontando la inversión inicial resulta positivo, por lo cual se concluye que es viable y recomendable invertir en esta propuesta de mejora.

Tabla N° 35 TIR y VAN Mejora Lectora de Barras

TIR
82%
VAN
8,405

Elaboración propia

En suma, se muestra en la Tabla N° 36 el ahorro total de las mejoras propuestas con respecto al sistema de gestión de inventarios y almacenes, el cual es de S/. 70,888 frente a una inversión inicial de S/.129,549. En la Tabla N° 37 se puede observar el flujo de caja económico total, con lo que podemos concluir que la inversión se recupera al segundo año.

Tabla N° 36 Resumen ahorros de mejoras del sistema de gestión de inventarios y almacenes (en soles)

Propuesta	Ahorro
Nueva Política de compra	S/. 3,800
Almacenes - estanterías	S/. 58,088
Lectora de código de barras y WSM	S/. 9,000
	S/. 70,888

Elaboración propia

Tabla N° 37 Flujo de caja la inversión total del sistema de gestión de inventarios y almacenes

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de Caja Económico	S/. -129,540	S/. 70,888	S/. 70,888	S/. 70,888	S/. 70,888

Elaboración propia

Para determinar la rentabilidad total se analizarán los valores obtenidos del VAN y el TIR, los cuales se muestran en la Tabla N° 38. Se tiene que la TIR de la

empresa es mayor al costo de oportunidad del mercado, que según la Superintendencia de Banca y Seguros es de 22.77%, y que el VAN al medir los futuros flujos de ingreso y egresos descontando la inversión inicial resulta positivo, por lo cual se concluye que es viable y recomendable invertir en las propuestas de mejoras referidas al sistema de gestión de inventarios y almacenes.

Tabla N° 38 TIR y VAN Mejoras Totales

TIR
41%

VAN
26,112

11. Elaboración propia



CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. Conclusiones

- Actualmente, la empresa no cuenta con un sistema de planeamiento que le permita anticiparse a la demanda de sus clientes ya que estos constantemente hacen pedidos y la empresa realiza la producción empíricamente. Sin embargo, ello no siempre garantiza que se cumplan los pedidos ya que la demanda es fluctuante y dependiente de factores como los proveedores o el tipo de cambio de la materia prima. Por lo tanto, no hay una correcta planeación de la producción, y se concluye que la empresa requiere de un programa de planificación de la producción que reduzca los inventarios por la sobreproducción y la cantidad de horas extras que se generan en las demandas pico.
- Es imprescindible que el pronóstico sea lo más real posible ya que éste es la base para la planificación de la producción. El error del pronóstico de la demanda calculada por la empresa es alto, en promedio llega a 20%, lo cual está por encima de la meta prevista por la empresa que es de 10%. Con el nuevo método de cálculo de pronósticos propuesto, estacional multiplicativo, se llega a tener porcentajes de error menores, inclusive que la meta de la empresa, en promedio llega al 8%, por lo que se concluye que el método propuesto es mejor que el actual utilizado por la empresa, el cual es realizado empíricamente.
- La nueva estrategia de Plan agregado de Producción, la estrategia de ajuste, incurre considerablemente en menos costos que el plan utilizado actualmente por la empresa, el cual tiene un costo de producción actual que supera la meta de presupuestos asignados, sobre los S/.12 000 por mes. La estrategia de ajuste incluso genera costos menores a la meta de presupuestos asignados.
- La nueva programación maestra de producción genera menos costos de producción total al incurrir en un menor costo de inventario. Con respecto a los perfiles PVC la cantidad de inventario de Producto Terminado disminuye en un 94%, mientras que en aluminio disminuye en 95%.

- El nuevo plan de requerimiento de materiales genera menos costos de producción total al incurrir en un menor costo de inventario de Materia Prima. Con respecto a los perfiles PVC la cantidad de inventario disminuye en un 94%, mientras que en aluminio disminuye en 99%. En base a ello se concluye que la política de inventario propuesto es mejor que el actual.
- Una técnica para establecer una política de inventarios de manera global para toda la empresa es la curva de intercambio, cuya elaboración es sencilla contando con toda la información necesaria y trae ventajas como en el orden de realizar los pedidos, las frecuencias y tamaño de lotes que tiene que realizarse permiten una eficiente gestión de los inventarios. Utilizando la curva de intercambio, se escogió una política de A/r constante que genera un ahorro de S/. 3,800 anual con respecto a la política de compra actual, si bien es cierto no es una cantidad considerable, pero esta política nos ayuda a reducir la cantidad de inventario valorizado en S/.10,598 anuales. La empresa actualmente realiza anualmente 100 pedidos, mientras que con la política propuesta, el método de A/r constante, se realizaría 80 pedidos anuales. En base a ello se concluye que la política de compra propuesta es mejor que la actual.
- Actualmente la empresa no cuenta con una codificación en el almacenamiento de los productos, por lo que la propuesta utiliza la clasificación ABC para establecer políticas de inventarios, dentro de ello se considera la ubicación de los productos en base a su rotación y demanda. Los productos con mayor demanda y rotación se ubican en ubicaciones fijas y cercanas al área de despacho, ello disminuye el tiempo de picking en 312 Horas Hombre anuales.
- La implementación de las mejoras en el almacén, requiere de una inversión de S/. 119,540, lo cual incluye el costo de estanterías, pellets, apilador, mantenimiento, entre otros. Dichas mejoras generan un menor tiempo de picking, lo cual se ve cuantificado en el salario de cada trabajador en un mes por las horas dedicadas a su trabajo de despacho en. En conclusión, se genera un ahorro de S/.58,088 anuales. Al realizar la evaluación económica se obtiene un TIR de 33% considerando un periodo de retorno de la inversión de 2 años, lo cual significa que es favorable implementar dicha mejora.
- El uso de códigos de barras, el cual es un sistema de identificación reconocido por su simplicidad que permite la automatización del proceso del registro de los

inventarios. Además, su uso genera una disminución de tiempos en el personal encargado de la actualización y digitación del kardex, aproximadamente 1 hora menos por día.

- La implementación de tecnologías como un lector de código de barras y un sistema de gestión de almacenes WSM permiten monitorear el movimiento y almacenamiento de los materiales en el almacén y los procesos como el envío, recepción, entrada en stock y picking. Esto permitirá disminuir el tiempo de digitación del Kardex y se tendrá información confiable en tiempo real de los inventarios. El ahorro total anual de esta propuesta es de S/. 9,000 frente a una inversión de S/. 10,000.

12.2. Recomendaciones

- La implementación del plan maestro de producción requiere que la empresa cuente con condiciones óptimas de trabajo, para ello se recomienda aplicar las 5S's en cada estación de trabajo. Ello asegura el orden y la limpieza dentro de la empresa. Las propuestas de la nueva gestión de almacenes requieren de la estandarización de las normas de orden y limpieza para que se mantenga el flujo óptimo del proceso, evitando demoras en los traslados.
- En la propuesta de CRP se observa que en el centro de trabajo 2 se trabajaría a destajo, se recomienda que la empresa implemente un sistema de recompensas que genere una mayor motivación en el personal para así poder aumentar la productividad.
- Para asegurar que el plan de requerimiento de materiales se realice óptimamente, es necesario que la empresa establezca buenas relaciones con sus proveedores ya que de estos depende que la empresa cumpla con el plan maestro.
- Se recomienda invertir en un ERP a largo plazo cuando la empresa concrete sus planes de expansión de planta. Este software integra los procesos de la empresa y sirve de base para decisiones estratégicas.

- Se recomienda una concientización del uso de implementos de seguridad. Se observó que algunos operarios utilizan guantes para el manejo de productos y otros no, sin embargo, la práctica de utilizarlos debería ser común en todos los empleados ya que se trabajan con máquinas como extrusoras y troqueladoras.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTÍN, J.

2013 Stock, Procesos y Dirección de Operaciones: Conoce y Gestiona tu Fábrica. Barcelona, España: Marcobombo S.A.

ALVAREZ, Raúl.

2009 Análisis y propuesta de implementación de pronósticos y gestión de inventarios en una distribuidora de productos de consumo masivo. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima, Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

AMOLETTO, E. J.

2007 Administración de la producción como ventaja competitiva. Málaga, España: Juan Carlos Martínez Coll.

ARBONES, E. A.

1989 Optimización Industrial II: Programación de Recursos. Barcelona, España: Marcobombo S.A.

BALLOU, R. H.

2004 Logística: Administración de la cadena de suministro (5a. ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.

BOBO MACHINE

2014 Prensa troqueladora con mesa fija. Consulta: 8 de mayo del 2015. <<http://foam-spraying.es/7-2-1-punch-press-machine.html>>

BRUWER, J. P.

2014 Inventory Management Systems used by Manufacturing Small Medium and Micro Enterprises in Cape Town. Consulta: 7 de Mayo 2015. <http://www.academia.edu/10154633/Inventory_Management_Systems_used_by_Manufacturing_Small_Medium_and_Micro_Enterprises_in_Cape_Town>

CARREÑO, A.

2007 Logística Empresarial. Manual del curso. Lima: Publicaciones para la docencia PUCP.

CHASE, F.; JACOBS, R.; AQUILANO, N.

2009 Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros. Doceava edición. México: Mc Graw Hill.

CONDORI Condori, Sandra.

2007 Evaluación y Propuesta de un Sistema de Planificación de la Producción en una Empresa Dedicada a la Fábrica de Perfumes. Tesis para obtener el título en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

- DOBLER, D; BURT, D.
1996 Purchasing and supply management: text and cases (6a. Ed.). New York, EE.UU: McGraw-Hill.
- DOMÍNGUEZ Machuca, José Antonio
1995 Dirección de Operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Primera edición. Madrid: Editorial McGraw-Hill.
- DRUCKER, Peter F.
1959 Long-Range Planning Challenge to Management Science. Management Science.5:3, 238–249.
- ESCUDERO, M.J.
2009 Gestión de aprovisionamiento: Administración (3ra. Ed.). Madrid, España: Editorial Paraninfo.
- ESCUDERO, M.J.
2009 Logística de almacenamiento. Madrid, España: Editorial Paraninfo.
Everett, A. (1991). Administración de la producción y las operaciones: Conceptos, modelos y funcionamiento. (4a. Ed.). México D.F., México: Prentice-Hall.
- EUROPALET
2010 Pallet 1000x1000 dos entradas reversibles reciclado. Consulta: 3 de Noviembre del 2015.
<<http://www.europalet.com/es/palets/madera/palet-1000-x-1000-dos-entradas-reversible-reciclado-medidas>>
- EVERETT, A.; EBERT, R. J.
1991 Administración de la producción y las operaciones. Vol. 1. Cuarta edición.
- FERRÍN, A.
2007 Gestión de stocks en la Logística de Almacenes (2da. Ed.). Madrid, España: Fundación Confemetal Editorial.
- FAYOL, Henry
1988 General and Industrial Management: Revised by Irwin Gray. London: Pitman. First published 1916.
- GUERRA, Y.R.
2014 Apuntes logísticos para la administración de inventarios. Cuba: Yosvanys R. Guerra Valverde.
- HEIZER, J.; RENDER, B.
2001 Dirección de la producción: Decisiones tácticas (6a. Ed). Madrid, España: Prentice-Hall.

- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M.
2013 *Operations Management: Processes & Supply Chains*. Novena edición. México: Pearson Educación.
- MUÑOZ, D. F.
2009 *Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocio*. México: Cengage Learning Editores.
- NARASIMHAN, S.; BILLINGTON, P.
1996 *Planeación de la producción y control de inventarios*. Segunda edición. México: Pearson Educación.
- PLOSSL, G. W.
1987 *Control de la producción y de inventarios: principios y técnicas*. México: Prentice-Hall.
- PETERSON, R.; DPYKE, M.; SILVER, E.
1995 *Decision Systems for inventory Management and Production Planning*. New York: Editorial John Wiley.
- RAMOS, K. V.; FLORES, E. M.
2013 *Análisis y Propuesta de Implementación de Pronósticos, Gestión de inventarios y almacenes en un comercializadora de vidrios y aluminio*. Tesis para obtener el título en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- RIGGS, J. L.
1999 *Sistemas de producción: planeación, análisis y control*. Tercera edición. Limusa, México.
- SARACHE, C. W.
2005 *El proceso de planificación, programación y control de la producción. Una aproximación teórica y conceptual*. Consulta: 15 de junio del 2015. <<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/plaprocon.htm>>
- SUPERINTENDENCIA DE BANCA Y SEGUROS
2016 *Tasa de interés promedio del sistema bancario*. Consulta: 09 de abril del 2016. <[http://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIActivaTip oCreditoEmpresa.aspx?tip=B](http://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B)>
- VARGAS, J.; RAU, J.; LEÓN, M.
2014 *Logística Empresarial. Manual del curso*. Lima: Publicaciones para la docencia PUCP.
- VÁSQUEZ, J. I.
2013 *Propuesta de un sistema de planificación de la producción aplicado a una empresa textil dedicada a la fabricación de calcetines*. Tesis para obtener el título en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.