

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**Propuesta de aplicación de herramientas de manufactura
esbelta a la gestión de la cadena de suministros en
Industrias Alimentarias de Consumo masivo en el Perú**

Tesis para optar el Título de INGENIERA INDUSTRIAL, que presenta el bachiller:

Nayza Cárdenas Ángeles

ASESOR: CESAR AUGUSTO STOLL QUEVEDO

Lima, julio del 2014

Resumen

En el presente trabajo de investigación se desarrolla una propuesta de aplicación de herramientas de manufactura esbelta a la gestión de la cadena de suministros en Industrias Alimentarias de consumo masivo en el Perú, con la finalidad de reducir los costos de operación.

Esta propuesta surge debido a que durante el periodo 2001-2010 el país ha experimentado un crecimiento del gasto per cápita de alimentos en un 24% con mayor fuerza en provincias, lo cual es una excelente oportunidad para incrementar las ventas. Sin embargo, el alto costo de oportunidad debido al incremento de los precios de terrenos para almacenes y el hecho que los supermercados y farmacias estén concentrados en el margen por unidad impide que las empresas puedan extender su oferta a provincias a un costo que les permita obtener ganancias.

Ante esta situación se procede al análisis y diagnóstico de la situación actual de Industrias Alimentarias de Consumo Masivo en el Perú, basado en el estudio de 4 familias de productos elaborados en una misma línea en una empresa que tiene el 51% de participación de mercado en estas familias. De dicho análisis se concluye que el área de planeamiento de operaciones trabaja adecuadamente. Sin embargo, en el departamento de producción se tiene problemas con cumplir el volumen programado por planeamiento debido a que los tiempos de setup son muy altos, lo cual implica que si se sigue el programa establecido la productividad disminuye. Finalmente, se establece los costos operativos asociados a esta forma de trabajar ascienden en un monto total de S/. 295, 682,503.40.

Una vez concluido el diagnóstico, se plantea la aplicación de herramientas de manufactura esbelta a fin de optimizar costos, las cuales son: Mapa del flujo de valor, SMED, Metodología de las 5S', Herramientas de demanda: Takt time y pitch time; y por último Eficiencia General de los equipos (OEE) a la gestión de la cadena de suministros con lo cual se reduce el lote mínimo de producción.

Finalmente se establece los costos de la propuesta y se concluye que se obtiene un ahorro de S/. 7,216.81. Para mejorar dicho ahorro se propone reducir el periodo de revisión de 7 días a 2 días, con lo cual se logra un ahorro de S/. 358,711.19.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. <i>Descripción de la Realidad Problemática.....</i>	3
1.2. <i>Definición del problema.....</i>	4
1.2.1. Problema principal.....	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.2.3. Formulación del problema.....	5
1.3. <i>Objetivos.....</i>	5
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. <i>Justificación.....</i>	6
1.4.1. Justificación Teórica.....	6
1.4.2. Justificación Práctica.....	7
CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. <i>Antecedentes Teóricos.....</i>	8
2.2. <i>Bases teóricas.....</i>	11
2.2.1. Gestión de la cadena de suministro.....	11
2.2.2. Manufactura esbelta y sus principios.....	16
2.2.3. Herramientas de Manufactura Esbelta	18
2.3. <i>Marco Conceptual.....</i>	25
2.4. <i>Hipótesis.....</i>	32
2.4.1. General	32
2.4.2. Específicos.....	32
2.5. <i>Identificación de variables.....</i>	32
CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL PERÚ EN INDUSTRIAS DE CONSUMO MASIVO	33
3.1. <i>Descripción de procesos realizados en el área de planeamiento de operaciones.....</i>	33
3.1.1. Planeamiento de la demanda.....	34
3.1.2. Planeamiento de la producción	35
3.1.3. Gestión de Materiales.....	38
3.1.4. Planeamiento de la distribución.....	40
3.2. <i>Descripción de procesos realizados en el área de producción.....</i>	41
3.3. <i>Análisis y diagnóstico de la situación actual.....</i>	43

3.3.1.	Análisis y diagnóstico del área de Planeamiento de Operaciones	44
3.3.1.1.	Planeamiento de la demanda	44
3.3.1.2.	Planeamiento de producción.....	45
3.3.1.3.	Gestión de materiales.....	50
3.3.1.4.	Planeamiento de distribución.....	51
3.3.2.	Análisis y diagnóstico del área de Producción	54
3.3.3.	Diagnostico general del área de planeamiento y de producción	57
3.4.	<i>Análisis de costos operativos actuales</i>	59
CAPÍTULO IV. PROPUESTAS DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA A LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO.		63
4.1.	<i>Propuesta de aplicación de la herramienta Mapeo del Flujo de Valor (VSM)</i>	63
4.1.	<i>Propuesta de aplicación de la herramienta Cambio de matriz en un minuto (SMED) y Metodología de las 5 S'</i>	65
4.3.	<i>Propuesta de aplicación de la herramienta Takt time y Pitch time</i>	67
4.4.	<i>Propuesta de aplicación de la herramienta Eficiencia General de los equipos (OEE)</i>	69
CAPÍTULO V. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA.....		73
5.1.	<i>Comparación de costos operativos actual vs. Propuesto</i>	73
5.2.	<i>Análisis costo – beneficiaria</i>	77
5.2.1.	Costos de implementación de la propuesta.....	77
5.2.2.	Beneficios.....	78
5.2.3.	Determinación del Valor presente neto.....	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		83
6.1.	<i>Conclusiones</i>	83
6.2.	<i>Recomendaciones</i>	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		87
ANEXOS		1

Índice de Cuadros

CUADRO 2.1: EFECTO LÁTIGO	9
CUADRO 2.2: PROCESO DE IMPLANTACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA.....	26
CUADRO 2.3: NIVELES DE LA ETAPA DE PLANEAMIENTO	31
CUADRO 3.1: DESVIACIÓN DE PRONÓSTICO PROMEDIO MENSUAL ANUAL POR FAMILIA	44
CUADRO 3.2: PORCENTAJE PROMEDIO ANUAL DE QUIEBRE POR FAMILIA	46
CUADRO 3.3: PORCENTAJE DE QUIEBRE PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA	47
CUADRO 3.4: PORCENTAJE DE SOBRE STOCK PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA	47
CUADRO 3.5: PORCENTAJE PROMEDIO MENSUAL DE CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN PLANIFICADA POR FAMILIA	48
CUADRO 3.6: PORCENTAJE DE FALTANTES DE COMPONENTE PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA ...	50
CUADRO 3.7: PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE TRASLADOS PLANIFICADOS PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA	52
CUADRO 3.8: PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE TRASLADOS PLANIFICADOS PROMEDIO ANUAL POR FAMILIA	53
CUADRO 3.9: PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN PROGRAMADA PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA	55
CUADRO 3.10: PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN PROGRAMADA PROMEDIO ANUAL POR FAMILIA	56
CUADRO 4.1: MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL	64
CUADRO 4.2: MAPA DE FLUJO DE VALOR FUTURO.....	72

Índice de Tablas

TABLA 2.1. RESUMEN DE COMPARACIÓN DE PLANEAMIENTO LEAN AGILE Y PLANEAMIENTO CON PRONÓSTICO PLAN DE VENTAS	10
TABLA 2.2. PRINCIPIOS DE LA METODOLOGÍA 5 S'	21
TABLA 2.3. COMPARACIÓN ENTRE GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y MANUFACTURA ESBELTA	24
TABLA 2.4. CARACTERÍSTICAS Y RESPONSABILIDADES COMUNES A LOS EQUIPOS LEAN	27
TABLA 2.5. OBJETIVOS Y ETAPAS PARA DESARROLLAR RELACIONES FLEXIBLES CON PROVEEDORES.	28
TABLA 3.1. TIEMPOS DE ENTREGA Y FRECUENCIA DE SALIDA A PROVINCIAS	51
TABLA 3.2. RESUMEN INDICADORES MENSUALES	58
TABLA 3.3. RESUMEN INDICADORES ANUALES.....	59
TABLA 3.4. DEMANDA PROMEDIO MENSUAL NACIONAL POR FAMILIA EN TONELADAS	61
TABLA 3.5. INVENTARIO PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA EN TONELADAS	61
TABLA 3.6. COSTO TOTAL DE COMPRA ANUAL POR FAMILIA EN TONELADAS	62
TABLA 4.1. DETERMINACIÓN DEL TAKT TIME EN TONELADAS	67
TABLA 4.2. DETERMINACIÓN DEL PITCH TIME.....	68
TABLA 4.3. LOTE MÍNIMO DE PRODUCCIÓN.....	69
TABLA 4.4. EJEMPLO DE CÁLCULO DEL OEE.....	70
TABLA 5.1. LEAD TIME DE PRODUCCIÓN POR FAMILIA EN DÍAS	73
TABLA 5.2. NUEVO STOCK DE SEGURIDAD POR FAMILIA EN TONELADAS	74
TABLA 5.3. NUEVO INVENTARIO PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA EN TONELADAS	74
TABLA 5.4. COSTO TOTAL DE COMPRA ANUAL POR FAMILIA EN TONELADAS SEGÚN PROPUESTA. ...	74
TABLA 5.5. COMPARACIÓN CTC ACTUAL VS. PROPUESTO	75
TABLA 5.6. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD Y PERIODO ÓPTIMO DE COMPRA POR FAMILIA.	75
TABLA 5.7. NUEVO INVENTARIO PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA EN TONELADAS CON CAMBIO DE PERIODO DE REVISIÓN.....	76
TABLA 5.8. COSTO TOTAL DE COMPRA ANUAL POR FAMILIA EN TONELADAS SEGÚN NUEVA PROPUESTA CON CAMBIO DE PERIODO DE REVISIÓN.	76
TABLA 5.9. COMPARACIÓN CTC ACTUAL VS. NUEVA PROPUESTA CON CAMBIO DE PERIODO DE REVISIÓN.....	76
TABLA 5.10. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN POR HERRAMIENTA	77
TABLA 5.11. BENEFICIOS.....	78
TABLA 5.12. ESTRUCTURA DE CAPITAL.	79
TABLA 5.13. ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO	80
TABLA 5.14. CALENDARIO DE PAGOS	80
TABLA 5.15. FLUJO DE CAJA PROYECTADO	81
TABLA 5.16. VALOR PRESENTE NETO ECONÓMICO.....	81
TABLA 5.17. VALOR PRESENTE NETO FINANCIERO	82

Índice de anexos

ANEXO N°1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN EL MAPEO DE LA CADENA DE VALOR.....	1
ANEXO N°2: PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DIARIO.....	2
ANEXO N°3. DESVIACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS MENSUAL POR FAMILIA.....	3
ANEXO N° 4: CÁLCULOS REALIZADOS PARA DETERMINAR LA DESVIACIÓN DE PRONÓSTICO PROMEDIO MENSUAL ANUAL POR FAMILIA	6
ANEXO N° 5: DETALLE DE CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE QUIEBRE MENSUAL ACUMULADO, SOBRE STOCK Y CUMPLIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN PLANIFICADA.....	9
ANEXO N° 6: DETALLE DE CÁLCULO DEL INDICADOR FALTANTE DE COMPONENTE PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA	16
ANEXO N° 7: DETALLE DE CÁLCULO DEL INDICADOR EFECTIVIDAD DE TRASLADOS PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA	18
ANEXO N° 8: DETALLE DE CÁLCULO DEL INDICADOR CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN PROGRAMADA PROMEDIO MENSUAL POR FAMILIA Y PROMEDIO MENSUAL ANUAL.....	20
ANEXO N° 9: FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE DATA PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE).....	23
ANEXO N°10. CRONOGRAMA HERRAMIENTA MAPA FLUJO DE VALOR	25
ANEXO N° 11: DETERMINACIÓN DEL COSTO DE CAPITAL PROPIO MEDIANTE EL MÉTODO CAPM.....	26

INTRODUCCIÓN

En el informe sectorial N°519 de la Industria de Alimentos se menciona que “La industria de alimentos en el Perú ha sido impulsada fundamentalmente por el mayor poder adquisitivo de la población, influenciado por el crecimiento del empleo y el crédito de consumo proveído por el sistema financiero” (Cámara de Comercio de Lima, 2012). De acuerdo a dicha entidad durante el periodo 2001 - 2010 el gasto per cápita en alimentos se ha incrementado en un 24%, siendo el gasto en alimentos fuera del hogar el que tuvo mayor crecimiento (64%) a nivel nacional. Cabe resaltar que particularmente se expandió más en provincias, pues logró duplicar la cifra alcanzada en Lima.

Como consecuencia de este notable crecimiento las industrias alimentarias han tenido que ofertar una mayor cantidad de productos año a año para así poder atender la demanda incremental, la cual se estima que para este año sea del 5,5%¹. Dicha oferta de productos no solo debe ser mayor en volumen sino que también debe estar disponible en mayor número de puntos de venta en el interior del país, ya que como se detalló en el párrafo anterior el mercado actual se está expandiendo más rápido en provincias.

Ante estas nuevas exigencias, se requiere que los sistemas de distribución se consoliden para permitir que el canal moderno [supermercados] y el canal tradicional [bodegas, puesto de mercado] se desarrollen. En el caso del primero según lo indicado por Leslie Pierce, Ex Gerente General de Alicorp S.A.A., es necesario acompañarlo de logística y tecnología; y respecto al segundo tipo de canal señala que se debe buscar que este sea más eficiente y rentable². Para lograr alcanzar los requerimientos mencionados para ambos canales, la cadena de abastecimiento debe tener bajos costos operativos y ser más eficiente.

¹ Dato obtenido de la revista Empresas & Negocios de la CCL en la publicación del Lunes 9 de abril del 2012.

² Dato obtenido del artículo periodístico “Un reto crucial es la consolidación de los sistemas de distribución” del Diario Gestión del día Lunes 21 de Enero del 2013.

Una de las filosofías que permite tener bajos costos operativos es la filosofía de Manufactura Esbelta, pues se basa en mantener los niveles de inventario bajos en comparación con la manera de producir tradicional [basado en pronósticos en ventas], ya que se produce y se entrega en el momento que es solicitado por el cliente.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, en el presente trabajo de tesis se presenta propuestas de aplicación de las herramientas de esta filosofía en la cadena de suministros con la finalidad de reducir costos operativos y lograr mayor eficiencia.

En un primer capítulo se explica el contexto actual del país y los retos que la industria de consumo masivo de alimentos debe enfrentar para así poder establecer el problema principal al cual se enfrentan dichas empresas y los objetivos a alcanzar con este trabajo de investigación. Asimismo, se acompaña con una justificación teórica y practico del porque se seleccionó este tema.

A continuación, en un segundo capítulo se desarrollan los fundamentos teóricos, en los cuales se darán a conocer los artículos y tesis más recientes que existan acerca de este tema a nivel mundial; la descripción de los conceptos que se deben manejar y finalmente el planteamiento de la hipótesis y determinación de variables.

En el tercer capítulo se procede a la parte práctica, la cual consiste en analizar cómo trabajan actualmente las empresas de consumo masivo para luego poder comparar los beneficios que se obtendrán al aplicar las herramientas de Manufactura esbelta. Dichas herramientas serán propuestas en el cuarto capítulo acompañadas de los beneficios que se obtiene para cada área dentro de la empresa, así como también de un análisis de costos operativos y finalmente un análisis de costo - beneficio.

Por último se expondrán las conclusiones acerca de las propuestas planteadas y las recomendaciones que se sugieren tener en cuenta para que la aplicación de las herramientas sea exitosa y se garantice su sostenimiento en el tiempo.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se explicará la realidad de la problemática que servirá como contexto para poder definir el problema y los objetivos del trabajo de Investigación. Finalmente se sustentará la justificación e importancia del tema desarrollado.

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

La industria de consumo masivo actualmente está poniendo mucho enfoque en el punto de venta, ya que en este lugar el cliente toma hasta en un 70%³ la decisión de compra, siendo fundamental entonces conseguir la mayor cantidad de puntos de venta que les permitan exponer sus productos directamente al consumidor final. Para poder conseguirlos se debe tener una red de distribución que permita llegar hasta ellos, ya sea a través del sector retail, es decir, supermercados o a través del canal tradicional mediante distribuidores.

El problema en la actualidad reside según Hans Eben, gerente general de Unilever, en que los supermercados y farmacias están más concentrados en el margen de ganancia por unidad que en lo que pueden vender en volumen total dificultando así conseguir cerrar el trato, pues al negociar por margen por unidad no permite que se enfoque en el crecimiento de la categoría como volumen, lo cual generaría mayores ganancias tanto para el productor como para los retails.

Por otro lado explica que en el caso de los **distribuidores tradicionales** el costo de oportunidad es muy alto debido a que mantienen almacenes muy grandes que hoy en día son difíciles de conseguir, puesto que los precios de los terrenos se han incrementado exponencialmente, y no solo se ven afectados por este punto sino también por el incremento en la gasolina y los gastos en que deben incurrir para poder formalizarse.

Por lo tanto para poder conseguir los tan deseados puntos de venta las empresas productoras se ven obligadas a ofrecer márgenes de ganancia atractivos por unidad

³ Cifra tomada del artículo del diario Gestión: "Las empresas que triunfaran son las que mejor conocen su distribución" el día 14 de septiembre del 2012.

y no por cantidad de productos vendidos, lo cual no es conveniente en una categoría que por su naturaleza se gana por volumen vendido.

Esta ganancia atractiva propuesta por el fabricante debe ser recargada en el precio final de venta, lo cual puede no ser muy atractivo para el cliente y por lo tanto el productor decide no ofertar sus productos en esos mercados.

Pero no solo se necesita de un buen sistema de distribución sino que también se requiere tener una producción que acompañe el ritmo de ventas, es decir, se debe tener la capacidad de responder rápidamente a los cambios que se den en la necesidad del cliente. De este modo se asegura que este pueda encontrar lo que desea en el momento que lo busca y en lugar indicado.

Esta demanda por incrementar la capacidad de respuesta de producción en la última década se ha visto afectada por una bonanza económica en el Perú que ha generado más puestos de trabajo y mayor poder adquisitivo por sus pobladores y que a su vez se ha visto reflejado en el crecimiento de mercados como el de consumo masivo. Para este año se espera que se incremente en un 5,5%, que se han expandido mayoritariamente al interior del país y que mantendrán esta tendencia según el informe de la revista Empresas y Negocios de la cámara de comercio de Lima.

Adicionalmente a lo expuesto, el país no cuenta con la suficiente infraestructura de carreteras para llegar a tiempo a los lugares de destino, muchas de las carreteras que se tienen se encuentran en mal estado o no están señalizadas correctamente. Esto sin contar con la inseguridad de las carreteras ya que en algunas ocasiones se bloquean las carreteras impidiendo el paso de los transportistas, lo que lleva a retrasos en los tiempos de entrega del producto.

1.2. Definición del problema

Con el contexto definido en el punto anterior se procederá a establecer el problema principal y los problemas específicos que se extienden de este, para finalmente poder formular el problema de estudio que se busca resolver en esta investigación.

1.2.1. Problema principal

¿Qué herramientas de manufactura esbelta pueden aplicarse a la cadena de suministros de empresas de consumo masivo para reducir costos de operación?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las herramientas de manufactura esbelta que se pueden aplicar a toda la empresa en Perú?
- ¿Qué herramientas de manufactura esbelta se pueden aplicar al área de planeamiento de operaciones?
- ¿Qué herramientas de manufactura esbelta se pueden aplicar al área de producción?
- ¿Cuáles son los costos en los que se debe incurrir para aplicar las herramientas y cuáles son los beneficios que se obtendrán?
- ¿Las herramientas propuestas permitirán reducir los costos operativos?

1.2.3. Formulación del problema

¿Qué herramientas de manufactura esbelta se deben aplicar a la cadena de suministros de Industrias de consumo masivo en Perú para reducir costos operativos y poder ser más eficientes y competitivos?

1.3. Objetivos

Una vez identificado el problema de estudio, se establecerá los objetivos que permitan alcanzar la resolución de dicho problema. En un primer lugar, se destaca el objetivo general y enseguida se pasa a definir los objetivos específicos que permitan alcanzar el objetivo principal.

1.3.1. Objetivo general

Reducir costos operativos a través de la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta a la cadena de suministros en industrias de alimentos de consumo masivo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar cómo operan actualmente las empresas de alimentos de consumo masivo en el Perú y los costos derivados de esa manera de operar.
- Identificar las herramientas de manufactura esbelta a aplicar por área dentro de la empresa.
- Comparar los beneficios que se obtienen al aplicar las herramientas de manufactura esbelta versus la manera de operar actualmente.

1.4. Justificación

Se procederá a presentar la justificación teórica y práctica del porque se decidió desarrollar este tema como trabajo de tesis.

1.4.1. Justificación Teórica

La manufactura esbelta se creó como sistema de producción basado en el valor agregado, es decir, se debe eliminar los procesos que no generen un atributo que el cliente desee y por el cual se esté dispuesto a pagar. De este modo se tienen procesos más eficientes con una mayor capacidad de respuesta, por lo que los niveles de inventarios se mantienen muy bajos en comparación con los manejados en la producción por grandes lotes o producción bajo pronósticos. Por ende se espera que los costos operativos sean menores, para comprobar dicha afirmación se realiza la presente investigación.

1.4.2. Justificación Práctica

Se desea saber si las herramientas que proporciona la manufactura esbelta es aplicable a la cadena de suministros en Industrias alimentarias de consumo masivo, ya que es un sector que año a año viene expandiéndose y cuya ventaja competitiva debe ser bajos costos operativos debido a que es una categoría en la que se gana por volumen vendido, teniendo en cuenta las limitaciones que tiene el país.



Capítulo II. Fundamentos Teóricos de la Investigación

A lo largo de este capítulo se da a conocer las investigaciones más reciente que se han realizado acerca del objetivo de análisis para después proceder a explicar las bases teóricas que sirven de lineamiento necesario para entender los conceptos que se exponen en el marco conceptual. Finalmente, se determina la hipótesis y las variables de estudio.

2.1. Antecedentes Teóricos

En la actualidad no existe mucha información acerca de la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta a la industria del consumo masivo de alimento. Sin embargo, a continuación se presenta un artículo de Investigación desarrollado en el país.

En la edición N°12 de Cuadernos de Investigación EPG de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Carlos Hernández (2010) habla acerca de la metodología de planificación de cadenas de suministros de productos de consumo masivo de alimentos envasados aplicando los conceptos de lean y agile.

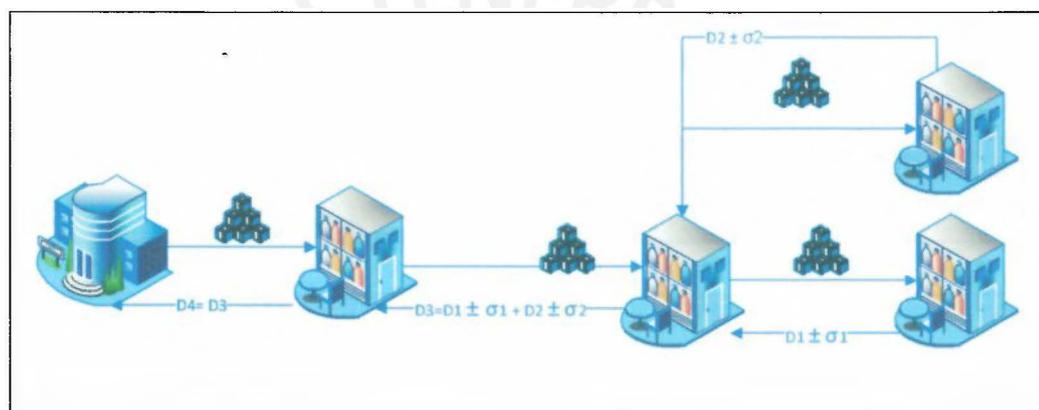
En este artículo explica que James Womarck (1996) define en su segundo libro el objetivo principal de la manufactura esbelta como la eliminación de los desperdicios y producción nivelada. Por otro lado, define bajo las palabras del autor Goldman (1994) el concepto de "agile" como la capacidad de la empresa de responder rápidamente a los cambios en el mercado de tal manera que se aproveche las oportunidades de rentabilidad en los mercados volátiles.

Así mismo, expone lo siguiente:

Christopher, M. (2000) resalta el concepto agile, señalando que es más sensible al mercado y critica el concepto lean, señalando que este es sólo aplicable donde la demanda de productos es predecible, los requerimientos de variedad es baja y los volúmenes de ventas de cada una de ellas es alta. Por otro lado refuerza el concepto de combinar tanto los conceptos agile como lean, dentro de una estrategia híbrida y lo sustenta en que muchos negocios tienen demandas volátiles e inciertas, los ciclos de vida de los productos cada vez son más cortos y la competencia dentro de la economía global crea más incertidumbre en la demanda. Considera que la aplicación de estos conceptos es clave para enfrentar el mercado moderno y define agilidad

como la habilidad de una organización a responder rápidamente a los cambios de la demanda en términos de volumen y variedad.

Luego de exponer estos conceptos, Carlos Hernández, pasa a definir la metodología que se debe seguir en la planificación de la cadena de suministros. La cual consiste en tomar en cuenta **el efecto látigo** que se produce en la demanda de toda la red logística, es decir, cada punto de abastecimiento de la cadena logística sufre una variación de su demanda local y todas estas variaciones se deben ir sumando de tal manera que cuando se llegue al punto inicial de la cadena (La Fabrica) esta cubra todas estas variaciones. Para una mejor comprensión de este concepto se ilustra en la figura 2.1 mostrada a continuación.



Cuadro 2.1: Efecto Látigo

Elaboración propia

Al tener en cuenta dicho efecto se puede definir el nivel de inventario que se debe manejar en cada centro de distribución así como la frecuencia de producción, el cual debe seguir el concepto de manufactura esbelta **Heijunka**, que en español quiere decir nivelación de la carga de trabajo a través de la producción de pequeños lotes con la frecuencia hallada.

Finalmente, después de realizar la validación de la metodología concluye que la aplicación del concepto lean y agile para la planificación de la cadena de suministros en empresas de consumo masivo de alimentos envasados es factible y permite obtener mejores resultados, ya que los niveles de inventarios que se manejan son menores. Además, al tener menores productos almacenados se obtiene la agilidad para adecuarse a los cambios en el mercado, así como también la posibilidad de reducir los costos de posesión de inventarios y en toda la cadena de suministro.

Cabe resaltar que la aplicación de dicha metodología no evita que existan roturas de stock, no obstante se reduce el porcentaje de quiebre en comparación al método tradicional como se muestra en la columna Plan/Lean (%) de la tabla 2.1.

Sin embargo, como se puede verificar en el cuadro para las categorías V y VI se obtiene un menor porcentaje de quiebres con el método tradicional. Esto se debe a que las categorías pertenecen a productos cuya variabilidad de ventas diaria es muy alta, por lo que no se puede cubrir con el stock de seguridad Lean pero se puede corregir dicha deficiencia al aumentar el valor del stock, previo un análisis económico, a fin de reducir el porcentaje de quiebre.

Tabla 2.1. Resumen de comparación de Planeamiento Lean Agile y Planeamiento con pronóstico Plan de ventas

Categoría	Relación de Inventario Plan/Lean %			% de Quiebres		
	Relación (%)	Nº Datos	Datos < 100%	Lean	Plan	Plan/Lean (%)
Categoría I	324	60	1	0.85	0.90	1.06
Categoría II	283	235	15	1.02	1.77	1.74
Categoría III	327	35	0	1.61	1.68	1.04
Categoría IV	345	100	3	0.76	1.30	1.71
Categoría V	304	315	21	0.98	0.72	0.73
Categoría VI	263	80	7	0.85	0.64	0.75
	301	825	47	0.97	1.14	1.17

Fuente: Carlos Hernández Bazo (2010)

En la primera columna de la tabla 2.1 bajo el nombre de "relación (%)", se mide cuanto representa el inventario que se maneja en la forma tradicional de planificación respecto a la cantidad de stock que se mantiene con la metodología Lean Agile. En la segunda columna se indica la cantidad de productos evaluados por categoría y en la tercera se indica cuántos de estos productos obtuvieron una relación inferior al 100%.

2.2. Bases teóricas

En este punto se desarrollan los fundamentos teóricos que son las bases en las que se apoya el presente trabajo de investigación.

2.2.1. Gestión de la cadena de suministro

En el artículo escrito por Michael Nickl (2005) se explica la evolución del concepto de logística tradicional al concepto de la de cadena de suministros.

Refiere que la logística tradicional tiene dos funciones, la primera consiste en cubrir aquellas inflexibilidades que los departamentos de compras y producción no pueden cubrir a través de la creación de espacios de almacenamiento de materiales. En cuanto a la segunda función, esta consiste en entregar el producto al cliente final según haya sido solicitado a los departamentos de ventas o comerciales.

Respecto a esta manera de funcionar de la logística tradicional indica que en la actualidad ninguna empresa privada puede darse el lujo de mantener esta forma de operar logísticamente, por lo que se ha incluido como parte de las responsabilidades en los cargos de esta área, metas como la reducción de costos de almacenaje y distribución, reducción de errores y logística enfocada al cliente, pero siempre bajo la dirección de las áreas anexas como ventas, producción y compras.

Asimismo, establece que como consecuencia de la introducción de dichas metas el área logística se ha dedicado esporádicamente o permanentemente a optimizar los flujos de materiales, lo cual brinda una mejor estructura de costos o más flexible. Pero, una vez logrado esto se pregunta “¿qué nuevos desafíos existen para la logística y para los responsables que se desempeñan en esta área?” a lo cual responde que es aquí donde surge el concepto de Gestión de Cadena de Suministro o Supply Chain Management.

A diferencia de la logística tradicional, la gestión de la cadena de Suministro incluye como parte de esta a las áreas anexas, es decir, la logística deja de ser un “esclavo” y pasa a ser un “optimizador e integrador” de estrategias y tácticas con poder de decisión sobre dichas áreas anexas. Por lo tanto como parte de la búsqueda de

optimización un Supply Chain Manager busca la eliminación de procesos que no agregan valor.

Dado que la labor de la gestión de la cadena de suministro es más compleja que la logística tradicional, se tiene la necesidad de contar con sistemas que agilicen y brinden seguridad a los procesos a realizarse en todas las áreas funcionales de la SCM, así como también el intercambio de información en tiempo real. Por lo cual se ha desarrollado sistemas informáticos de apoyo y hoy en día muchas empresas están reemplazando sus múltiples programas por una sola plataforma integrada conocida como "Sistemas de planificación de recursos empresariales" o ERP por sus siglas en inglés.

La importancia de contar con estas plataformas informáticas reside, según lo explicado por Michael Nickl, en que los mayores potenciales de mejora están en el manejo de la información que permita integrar los procesos de planificación y pronóstico, por lo que la cadena de suministros tradicional se convierte una comunidad de suministros colaborativa, en la cual los socios de intercambio de información son los proveedores y los clientes.

Por lo tanto, se puede definir como el objetivo de la búsqueda de integración y colaboración de todos los participantes de la Supply Chain el lograr la **sincronización de dicha cadena con la demanda** de manera que se consigue la optimización global de la cadena de suministros.

Para que esta colaboración entre los socios sea posible se debe romper ciertos paradigmas internos y externos (Nickl, 2005) que se enumeran a continuación:

- **Paradigma: "Es imposible ver la demanda real"**. Esta puede ser captada y debe ser compartida con proveedores.
- **Paradigma: "Compartir información con nuestros proveedores/clientes nos hace vulnerables"**. Las empresas compiten con productos y servicios al cliente no con información.
- **Paradigma: "Se requieren sistemas muy poderosos para obtener mejor información"**. Solo se trata de conseguir la información adecuada. Los

sistemas ayudan a mejorar, pero en general el primer paso de conseguir información genera grandes beneficios.

- **Paradigma: “El pronóstico se hace mensualmente de acuerdo a lo pactado en el presupuesto”.** Debe revisarse inclusive diariamente, puesto que es dinámico. El presupuesto anual es el peor enemigo de una buena planificación operativa.
- **Paradigma: “El concepto de “empujar” el producto crea demanda”.** En general, forzar el producto al mercado solamente significa aumentar el costo logístico por retornos y sobre stocks.
- **Paradigma: “El más beneficiado es el proveedor”.** Un beneficio para el proveedor se transforma necesariamente en un beneficio para toda la cadena de suministro hasta el consumidor.
- **Paradigma: “Compartir información con proveedores compromete la posición de negociación del cliente”.** Compartir información permite negociar en base a reducciones de costos genuinas.
- **Paradigma: “Los lanzamientos y promociones tienen un impacto crítico sobre la planificación. Sin embargo, representa información demasiado sensible para compartirla”.** El costo de una mala planificación en el caso de lanzamientos y promociones es muy alto para toda la cadena. El problema principal es la confianza.

La misma idea es compartida por Ignacio Soret, quien explica que la gestión de la cadena de suministros o sus siglas en inglés SCM es la “ Coordinación sistemática y estratégica de las fuentes de negocio tradicional y las tácticas utilizadas a través de esas funciones de negocio, al interior de una empresa y entre las diferentes empresas de una cadena de suministro, con el fin de mejorar el desempeño en el largo plazo tanto de las empresas individuales como de toda la cadena de suministro” (Soret Los Santos, 2006, p. 19)

Además se especifica que en la gestión de la Cadena de Suministro se debe mejorar los procesos de manera integral y no independiente, de tal manera que se pueda ver un flujo continuo de producto y se alcance un beneficio global.

Para lograr un flujo continuo se tienen que desarrollar elementos claves como son: Gestión de stocks, distribución flexible, fabricación e integración Justo a tiempo (JIT) e integrar ventas y planificación de operaciones mediante la demanda en tiempo real.

Las actividades de la SCM permiten obtener un valor agregado de fabricación que se va acumulando a lo largo de la cadena; sin embargo, cabe resaltar que no se considera propiamente como una actividad las concernientes a la conversión de la materia prima en producto terminado.

Para conseguir un valor agregado Jacoby (2010) define los cuatro principios de la gestión de la cadena de suministros, los cuales son:

- Eficiencia, al integrar la cadena de suministros se obtiene menores costos y para poder lograr dicha integración se indica que muchos expertos recomiendan aplicar herramientas como el Justo a tiempo o sus siglas en ingles JIT, mantenimiento productivo total (TPM), cambio de matriz en un minuto (SMED) , tamaño de contenedor estandarizado (Kanban) y acuerdos de suministros colaborativos.
- Confiabilidad, sincronización de la oferta con la demanda en cada punto de la cadena a fin de obtener consistencia en la calidad del producto y del servicio brindado.
- Flexibilidad o agilidad, tener la capacidad de responder rápidamente a los cambios en la demanda a través de una oferta adaptable.
- Innovación, a fin de tener una ventaja sostenible para la empresa se necesita ser innovador en los procesos que incluyen la introducción y desarrollo del producto.

Asimismo, en el artículo de Lean Production y Gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica (Moyano Fuentes & Juarado, 2011) sostiene que debido al dinamismo del entorno y a un nivel mayor de externalización las empresas no pueden competir como individuos sino que deben competir como cadena de valor completas, pues así los competidores no podrán imitarlos fácilmente. Moyano indica que "El énfasis en este tipo de integración se da a partir de la evolución de las relaciones de

subcontratación japonesas y el cambio total de las políticas de cadena de suministro adversarias hacia patrones de integración de Lean Production o Producción Esbelta”.

En este sentido se dice que para poder aprovechar todo el potencial de la SCM es necesario integrar a las empresas, y que las iniciativas como Producción Esbelta inciden en la integración de esta cadena. Pero para que esto funcione adecuadamente y tenga éxito es necesario que se realice la integración de los procesos internos como de los externos, ya que ambas están estrechamente relacionadas y requieren de gran esfuerzo de gestión en los flujos de información y flujos físicos.

Al realizar esta integración las prioridades competitivas cambian, pues ahora los nuevos criterios incluyen según Moyano (2011) son “la fiabilidad de entregas, la mejora de los plazos de entrega, el incremento de la flexibilidad y de la productividad, la reducción de inventarios, la mejora de la calidad y el aumento de la velocidad para introducir nuevos productos en el mercado y la reducción de costes operativos”.

Todos estos cambios han originado que el número de proveedores se reduzcan, aumenten su tamaño y tengan mayores capacidades técnicas y de gestión. Asimismo, el desarrollo de estrategias de Lean ha hecho que estos, especialmente los proveedores de primer nivel, tomen mayores responsabilidades tecnológicas y de innovación, de integración de subsistemas y sistemas de responsabilidades sobre la gestión de su propia cadena de suministro. (Moyano Fuentes & Juarado, 2011)

Si bien esto implica mayores responsabilidades Moyano cita a Emiliani (2004), quien indica que la resolución de problemas colaborativos y la creación de redes Lean, en donde se comparten conocimientos, ofrecen reducciones de costes e incrementan la competitividad de la cadena de suministro a largo plazo respecto a las prácticas de aprovisionamiento mundiales de negociación basadas en el poder.

Finalmente, establece que el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones o TIC por sus siglas en inglés pueden desempeñar un papel fundamental para permitir la integración de los flujos de la información de los miembros de la cadena de suministros y aumentar la eficiencia operativa. Sin embargo, cabe resaltar que las TIC consideradas de forma aislada no proporcionan una ventaja competitiva sostenible, ya que puede ser copiada. Solo brindara una ventaja sostenible si estas se integran con los recursos empresariales y humanos.

2.2.2. Manufactura esbelta y sus principios

La metodología de manufactura esbelta fue diseñada en Japón a inicios de la década de los años 50 por el ingeniero Taiichi Ohno, el cual buscaba eliminar pasos innecesarios en la línea de producción de automóviles que no brindaran al cliente las características que buscaba y por la cuales estaba dispuesto a pagar.

En su libro Taiichi Ohno (1995) llama a las actividades que no agregan valor desperdicios o “Muda” por su nombre en japonés, e indica que estas acciones vienen acompañadas por “Mura” o falta de uniformidad y “Muri” o sobrecarga de trabajo en las líneas de producción.

Además, define ocho tipos de desperdicios, los cuales se explican a continuación:

- **Sobreproducción**, hacer más de lo requerido antes del tiempo en el que se solicita y más rápido de lo que se solicita. Un claro ejemplo es la producción para stocks, la sobreproducción de un producto para evitar muchos cambios de matriz [tiempos de Set-ups]. Es necesario resaltar que este puede generar los demás tipos de desperdicio.
- **Esperas** causadas por la falta de materiales, componentes, equipos o personal. Un ejemplo de este tipo de desperdicio es cuando los operarios esperan que llegue la materia prima para poder empezar a producir.
- **Transporte**, realizar traslados por rutas no óptimas debido a un mal diseño de distribución de planta.
- **Sobre procesamiento**, llevar acabo procesos que no son necesarios o que redundan en otros ya realizados.
- **Inventario**, se entiende como mantener el nivel insumos, materias primas, productos en proceso y productos terminados por encima de lo estrictamente necesario.

- **Movimientos**, realizar desplazamientos injustificados respecto a la operación que se realiza. Por ejemplo: esfuerzos excesivos para alcanzar algún insumo o componente.
- **Defectos**, elaborar productos defectuosos que conlleven a inspecciones y re-trabajos que por ende provocan pérdidas de productividad.
- **Recurso Humano mal empleado**, no escuchar las ideas del trabajador o asignarlos a operaciones para las cuales están sobre capacitados o subcapacitados.

Por otro lado, en el libro **pensamiento esbelto** se refiere a la manufactura esbelta como la utilización mínima de recursos con los que se puede crear valor para los clientes, por lo tanto es necesario eliminar todo aquel recurso que se utiliza en la producción de un bien o servicio que no genere un valor agregado para el cliente (Womack & Jones, 1996).

Además en este mismo texto se explica que es un cambio de enfoque, ya que tradicionalmente se buscaba la optimización de tecnologías independientes, activos y la jerarquía vertical pero ahora se pasa a un enfoque en el cual se optimiza el flujo de productos desde los proveedores hasta los clientes finales.

Para saber cómo se puede optimizar el flujo de productos se definen los cinco principios de esta filosofía. En primer lugar está la **definición del valor**, que consiste en definir cuál es el valor agregado para cada producto desde el punto de vista del cliente. A continuación, se procede a **identificar el flujo de valor** como el conjunto actividades por las que pasa un producto a fin de obtener el producto terminado que permita satisfacer la necesidad del cliente.

Una vez que se ha concluido con la identificación se pasa al siguiente principio, el cual consiste en **hacer fluir el flujo de valor**. Para lograr esto, se establece el flujo ideal que el producto debe seguir, de tal manera que tenga un comportamiento uniforme y continuo durante todo el proceso.

Al determinar dicho flujo ideal, se toma en consideración "**el flujo de pieza única**", es decir, se busca encontrar aquel flujo en el que una unidad de producto alcance rápidamente su estado final o se convierta en producto terminado.

En penúltimo lugar el **cliente debe jalar el producto**, este principio indica que solo se debe iniciar el proceso de transformación de materia prima una vez que el cliente haya realizado un pedido de compra, sino ocurre esto no se debe fabricar el producto ofertado. Finalmente se debe **buscar la perfección, ya que** siempre existirán desperdicios que puedan ser eliminados.

2.2.3. Herramientas de Manufactura Esbelta

Luego de explicar el origen de la metodología lean y los principios que debe seguirse, se pasará a exponer las herramientas que esta posee.

- a) **Mapeo del flujo de Valor (VSM)**, es una herramienta visual que permite comprender todo el proceso por el que pasa el producto desde el momento que se adquiere la materia prima hasta que se entrega al cliente. En base a lo detallado en la herramienta uno se debe hacer preguntas como: ¿Por qué se realiza esa actividad? ¿Qué valor agregado se da al cliente? ¿Es realmente necesario llevarla a cabo?

Una vez que se realiza dichas preguntas se podrá proceder a identificar los desperdicios y cuellos de botella (Rother & Shook, 2003) se realiza el VMS de la situación óptima que se desea lograr a futuro.

Esta herramienta tiene 4 pasos, lo cuales son:

Paso uno. Recolectar datos, se necesita contar con toda la información acerca de cómo la empresa lleva acabo actualmente sus procesos productivos y de distribución. Dentro de esa información se deberá conocer los tiempos de ciclo, los tiempos de espera, las fallas de máquina, turnos disponibles, tiempos de entrega de materia prima y producto terminado.

Paso dos. Con ayuda de la simbología mostrada en el anexo N°1 se dibuja el flujo de materiales, este se debe empezar en el cliente y retroceder hasta la materia prima.

Paso tres. Con los símbolos mostrados en el anexo N°1 se dibuja el flujo de información siguiendo la misma lógica del paso anterior.

Paso cuatro. Se dibuja una línea en la que se detalla los tiempos de cada actividad.

- b) **Herramientas de Demanda**, dentro de estas se puede considerar dos tipos. En primer lugar el *Takt Time* que se define como el tiempo que la empresa debe dedicar a la producción de un artículo para satisfacer la necesidad del cliente. La forma de calcular este tiempo es dividir el tiempo neto de producción diaria disponible entre la cantidad de piezas requeridas diariamente.

Luego de definir el *Takt Time* se puede proceder a definir el *Pitch Time*, que es la segunda herramienta de demanda y se define como el tiempo necesario para producir la cantidad de productos equivalentes a un empaque [*Takt Time* x Unidades que contiene un empaque]. Con el valor calculado se define el lote mínimo de producción.

- c) **Eficiencia General de los equipos (OEE)**, es una herramienta cuya utilidad reside en permitir valorar la eficiencia actual de una línea de producción. Esta es principalmente importante cuando el proceso de transformación se da en un gran porcentaje o totalmente en máquinas y permite detectar en un solo indicador las fuentes de desperdicio o ineficiencia, ya que las variables medidas son disponibilidad de máquina, rendimiento de esta y la calidad de los productos obtenidos. (Productivity Development Team, 2004)

El uso de esta herramienta permite identificar uno de los desperdicios más comunes que es la pérdida de eficiencia de la maquinaria y al mismo tiempo sirve para comparar el estado actual de una planta con cualquier otra en todo el mundo.

A continuación se explica cómo se calcula este valor (Cruelles Ruiz, 2010):

$$OEE (\%) = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad \times 100 \quad (1.6.3.1.)$$

Donde:

Disponibilidad es $\frac{\text{Tiempo que la maquina ha estado produciendo}}{\text{Tiempo total disponible} - \text{tiempo de paradas planificadas}}$

Rendimiento es $\frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de unidades producidas en el tiempo transcurrido}}{\text{tiempo de operacion transcurrido} \times \text{capacidad nominal maquina}}$

Calidad es $\frac{\text{N}^{\circ} \text{ piezas buenas}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de piezas producidas}}$

De acuerdo a Cruelles, el OEE se puede calificar de la siguiente manera:

- OEE < 65%: Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
- 65% < OEE < 75%: Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- 75% < OEE < 85%: Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
- 85% < OEE < 95%: Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.
- OEE > 95%: Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad.

Asimismo indica que el OEE permite identificar seis grandes pérdidas como:

- Paradas/Averías
- Configuración y Ajustes.
- Pequeñas Paradas.
- Reducción de velocidad.
- Rechazos por Puesta en Marcha.
- Rechazos de Producción.

Las dos primeras pérdidas afectan la disponibilidad de máquina, las dos siguientes al rendimiento y finalmente las dos últimas a la calidad.

Finalmente establece que para usar esta herramienta, los operarios deben contar con formatos de papel para que al final de cada turno registren estos desperdicios.

- d) **Metodología de las 5 s'**, como su nombre lo indica esta metodología tiene 5 principios cuyos nombre en japonés empiezan con S. Los principios y su forma de aplicación se detallan en la tabla 2.2

Tabla 2.2. Principios de la Metodología 5 s'

Principios	Forma de aplicación
Clasificar o Seiri	Clasificar lo necesario e innecesario y eliminar este ultimo
Ordenar o Seiton	Se define un lugar para cada objeto en la empresa tanto materiales como maquinas
Limpiar o Seiso	Se debe realizar periódicamente una limpieza de la zona de trabajo. Así se logrará que los problemas que se ocultan tras la suciedad y desorden sean posibles de identificar.
Estandarizar o Seiketsu	Definir la manera correcta de ejecutar las tareas o procedimientos para así conseguir reducir al mínimo la variabilidad entre procesos o productos.
Disciplina o Shitsuke	Buscar que los cambios logrados en los principios anteriores se mantengan constantes en el tiempo, para esto es necesario que todos se sientan cómodos con los nuevos procedimientos y entiendan la importancia de mantenerlos.

Elaboración Propia

Esta metodología se puede aplicar en cualquier área de la empresa pues permite determinar los desperdicios y definir una nueva manera de operar. Sin embargo, se debe tener en cuenta que mantener el nuevo esquema de trabajo dependerá del éxito del principio cinco, ya que los seres humanos por naturaleza se resisten al cambio y buscan regresar a su zona de comodidad. Por eso es necesario que los trabajadores participen del proceso de cambio con aportes de ideas y así lograr que esta situación sea su nuevo estatus quo. (Rey Sacristán, 2005)

- e) **Cambio de matriz en un minuto (SMED)**, como su nombre lo indica se busca que el tiempo de cambios de piezas para producir un producto distinto del que se estaba produciendo se de en un solo minuto, que en la práctica se establece la meta de que se de en diez minutos como máximo.

El tiempo de cambio se empieza a contabilizar desde que la última pieza buena de la serie que termina se haya producido hasta que el primer producto bueno de la nueva serie se haya fabricado.

Se busca la disminución de este tiempo para lograr reducir los tamaños de lote mínimos a fabricar con la finalidad de brindar una mayor flexibilidad a la línea de producción.

Para poder aplicar esta herramienta se tiene una metodología a seguir (García, 1998) , la cual será explicada a continuación:

Paso uno. Análisis y fragmentación. En esta etapa se solicita información al supervisor de cómo se da el cambio para luego fragmentar el proceso en unidades analíticas, después de realizar la separación se recomienda revisar y verificar que estas no hayan sido divididas en unidades muy pequeñas y que los elementos innecesarios sean eliminados.

La extensión de estas unidades dependerá de que tan detallado se quiere ser, así como también del grado de precisión al que se quiere llegar en el resultado final. En el caso que los procesos requieran de operaciones muy complejas y muchos operarios, es recomendable que se haga un estudio de tiempos previo de cada una de los fragmentos determinados.

Paso dos. Clasificación de las operaciones. Los fragmentos definidos en el paso anterior deben ser clasificados según el tipo de operación, que pueden ser de dos tipos, los cuales son:

- *Operaciones internas*, son aquellas que se tienen que realizar con la maquina parada.
- *Operaciones externas*, actividades que pueden llevarse a cabo con la maquina en marcha.

Es importante resaltar el ser muy cuidadoso al momento de la clasificación, pues en muchos casos ocurre que operaciones que aparentemente parecen que solo se pueden ejecutar mientras la maquina este parada pueden en realidad hacerse con la maquina funcionando.

Paso tres. Determinación del Método de Trabajo. En este paso se establece la nueva manera en la que se hará el cambio, la cual consiste en que todas las operaciones identificadas como externas se efectúen con maquina funcionando y lo propio con las internas. Además, a cada operario se le asignara responsabilidades concernientes a la tarea que estará a su cargo. Finalmente, para evitar imprevistos se aconseja elaborar una lista de comprobación o check list.

Paso cuatro. Implantación y seguimiento. Para verificar y controlar que el nuevo método de cambio de matriz se esté dando según lo establecido se utilizara hojas de evolución, de incidencias y gráficos de seguimiento.

De acuerdo a toda la teoría expuesta en este capítulo, se puede concluir que la Gestión de la Cadena de Suministros tiene una fuerte relación con la Manufactura Esbelta, ya que ambas buscan optimizar la utilización de recursos y solo mantener aquellos procesos que agreguen valor desde el punto de vista del cliente. En la tabla 2.3 se hace una comparación de dichas metodologías, en que se muestra lo señalado en el presente párrafo.

Asimismo, según la investigación realizada por Carlos Hernández (2010) es posible aplicar lean manufacturing a planificación de la cadena de suministros en industrias de consumo masivo de alimentos envasados.

Tabla 2.3. Comparación entre Gestión de la Cadena de Suministro y Manufactura Esbelta

Gestión de Cadena de Suministro	Manufactura Esbelta
<p><u>Objetivo:</u> Sincronización de todos los participantes de la cadena con la demanda real a fin de obtener la optimización global de la cadena de suministros.</p>	<p><u>Objetivo:</u> Utilización mínima de recursos con los que se puede crear valor para los clientes. Es necesario eliminar todo aquel recurso que no genere un valor agregado para el cliente.</p>
<p><u>Respecto al flujo del producto:</u> Mejorar los procesos de manera integral a fin de lograr un flujo continuo del producto y por ende obtener un beneficio global.</p> <p>Se debe desarrollar elementos claves como son: Gestión de stocks, distribución flexible, fabricación e integración Justo a tiempo (JIT) e integrar ventas y planificación de operaciones mediante la demanda en tiempo real.</p>	<p><u>Respecto al flujo del producto:</u> Optimizar el flujo de productos desde los proveedores hasta los clientes finales a través de la aplicación de los 5 principios de la filosofía de Manufactura Esbelta, los cuales se basan en el valor agregado que el cliente espera del producto.</p>
<p><u>Principios:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia, lograr la integración de la cadena de suministros a fin de obtener menores costos, mediante el uso de herramientas como el Justo a tiempo (JIT), mantenimiento productivo total (TPM), cambio de matriz en un minuto (SMED), tamaño de contenedor estandarizado (Kanban) y acuerdos de suministros colaborativos. • Confiabilidad, sincronización de la oferta con la demanda en cada punto de la cadena a fin de obtener consistencia en la calidad del producto y del servicio brindado. • Flexibilidad o agilidad, tener la capacidad de responder rápidamente a los cambios en la demanda a través de una oferta adaptable. • Innovación, a fin de tener una ventaja sostenible para la empresa se necesita ser constantemente innovador en los procesos que incluyen la introducción y desarrollo del producto. 	<p><u>Principios:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Definición del valor, establecer cuál es el valor agregado para cada producto desde el punto de vista del cliente. • Identificar el flujo de valor, determinar el conjunto actividades por las que pasa un producto a fin de obtener el producto final que permita satisfacer la necesidad del cliente. • Hacer fluir el flujo de valor. Establecer el flujo ideal para que el producto tenga un comportamiento uniforme y continuo durante todo el proceso. Se debe tomar en consideración “el flujo de pieza única”, es decir, encontrar aquel flujo en el que una unidad de producto alcance rápidamente su estado final o se convierta en producto terminado. • El cliente debe jalar el producto, Solo se fabricara el producto una vez que el cliente lo haya solicitado. No se debe producir para stock. • Buscar la perfección, siempre existirán desperdicios que puedan ser eliminados.

Elaboración propia

2.3. Marco Conceptual

En este punto se definen los conceptos básicos de las palabras claves que se utilizan en los siguientes capítulos. En primer lugar, se explicara los conceptos desarrollados en el artículo Lean Production: Estado actual y desafíos futuros de la investigación.

De acuerdo a Espejo y Moyano (2007) se entiende a la manufactura esbelta como el modelo de producción que surge en la década de los 50 en la empresa Toyota debido a una creciente necesidad de atender mercados más pequeños y con una mayor variedad de productos. Para poder lograr dicho cometido se estableció el objetivo de tener cero despilfarros y un coste mínimo, lo cual conllevó a la adopción de la filosofía de mejora continua en todos los niveles de la organización.

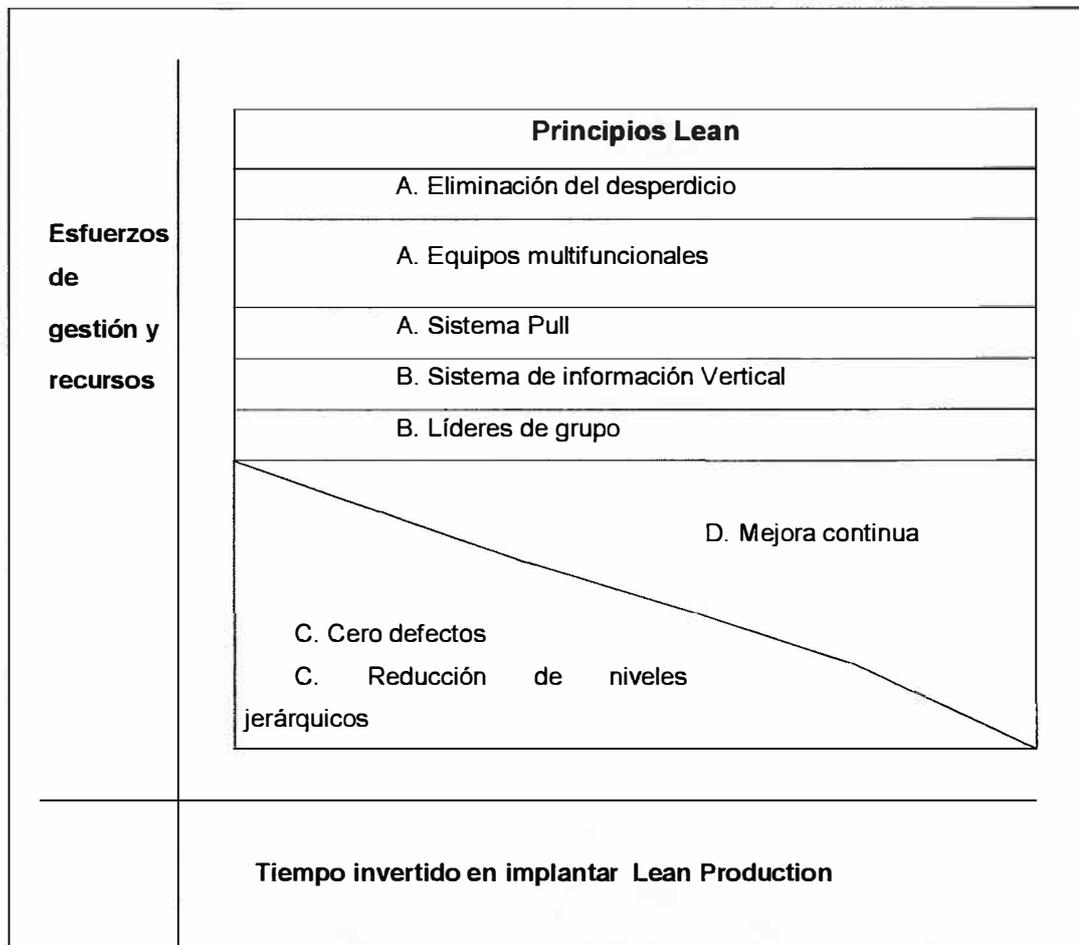
Bajo esta filosofía se establece según Karlsson y Ahstrom (citado en Espejo Alarcón & Moyano Fuentes, 2007) los siguientes principios:

- Eliminación del gasto.
- Mejora continua.
- Cero defectos.
- Sistema Justo a Tiempo.
- Sistema Pull.
- Equipos Multidisciplinares.
- Descentralización en la toma de decisiones.
- Integración de funciones.
- Sistema de información vertical.
- Compromiso de la dirección con el modelo Lean, este último fue agregado por Soriano y Forrester (citado en Espejo Alarcón & Moyano Fuentes, 2007).

Bajo estos principios en el cuadro 2.2 se detalla los pasos a seguir para la implantación.

Si bien este modelo permite reducir los inventarios y las fallas, al momento de implementarlo se presentan limitaciones que afectan los principios antes mencionados. Estas se clasifican en dos grupos, los cuales son: problemas de producción y problemas relacionados con el desarrollo del producto.

Dentro de la primera categoría se pueden ver problemas como la falta de trabajadores adecuados, la alta variedad de productos que afecta a la estandarización, los proveedores localizados muy lejos de las plantas por lo que el principio JIT se ve afectado.



Cuadro 2.2: Proceso de Implantación de manufactura esbelta

Fuente: Espejo Alarcón y Moyano Fuentes
Elaboración Propia

Con respecto a la segunda clase de problemas, una alta frecuencia en la sustitución de los modelos, puede comprometer la posibilidad de reducir los costos y obtener flexibilidad.

De todos estos problemas descritos, se considera como la principal barrera a una implantación satisfactoria al capital humano, ya que si estos no tienen un compromiso adecuado no se logrará el objetivo.

A fin de conseguir que los trabajadores compartan la visión se debe buscar que los equipos multifuncionales en lo que se labora tengan las características y responsabilidades comunes detalladas en la tabla 2.4

Tabla 2.4. Características y responsabilidades comunes a los equipos Lean

Características	Responsabilidades
<ul style="list-style-type: none"> - Presencia jerárquica de un líder, que forma parte del equipo y entre sus obligaciones se incluyen la realización de algunas tareas de trabajo directo. - Composición del grupo relativamente estable y clara. - Formados por un máximo de 20 trabajadores. - Constituidos sobre temas o aspectos específicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Responsabilidades de producción relacionadas con el desarrollo del trabajo diario (inspecciones, recuperaciones, mantenimiento y puesta a punto de máquinas). - Responsabilidades de gestión relacionadas con la delegación de responsabilidad en aspectos tales como: control de calidad, distribución del trabajo, gestión de reclamaciones. - Responsabilidades en innovación y mejoras

Fuente: Espejo Alarcón y Moyano Fuentes en base a datos Delbridge, Lowe y Oliver (2000)
Elaboración propia.

Las empresas en la actualidad no solo deben contar con el personal que comparta una sola visión, sino que también es importante que mantengan una buena relación con los proveedores a fin de poder aumentar las posibilidades de lograr reducir desperdicios, costos entre otros y mejorar la eficiencia de la cadena a través de la colaboración entre proveedor y fabricante.

En la tabla 2.5 se sintetiza las etapas a seguir para alcanzar los objetivos trazados con la finalidad de establecer relaciones flexibles con los proveedores según lo expuesto por Martínez y Pérez (2000) y Bullington (2003).

Tabla 2.5. Objetivos y etapas para desarrollar relaciones flexibles con proveedores.

Objetivos (Ordenados por orden importancia)	Etapas
<ul style="list-style-type: none"> - Reducción de inventarios. - Reducción de tiempos de entrega. - Mejora de la calidad del producto. - Reducción de los costes de fabricación. - Aumento de la flexibilidad y adaptabilidad. - Mejora del control de producción. - Mayor motivación y participación de los trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formación. - Evaluación del funcionamiento interno. - Reestructuración de la organización de compras. - Adaptación del entorno productivo (Reducción del tamaño de los lotes, mantenimiento preventivo, reducción en el tiempo para cambio de herramientas, trabajadores polivalentes, JIT, redistribución en planta, introducción de la técnica de las 5 S). - Certificación de la planta.

Fuente: Espejo Alarcón y Moyano Fuentes en base a Martínez y Pérez (2000) y Bullington (2003)

Elaboración propia.

Por otro lado se debe tener en cuenta las siguientes definiciones:

- **Valor para el cliente**, diferencia entre los beneficios que obtiene el cliente del producto y los costos en los que incurre para obtener el bien y/o servicio (Kotler & Amstrong, 2003).
- **Desperdicio o MUDA en japonés**, se debe entender como cualquier material, pieza, espacio, esfuerzo y equipo que no sea lo mínimo necesario para crear valor para el cliente. (Cuatrecasas, 2010)
- **Falta de uniformidad o Mura en japonés**, se refiere a la variabilidad en los procesos por falta de estandarización, disciplina o disponibilidad consistente de recursos. (Cuatrecasas, 2010)

- **Sobrecargas o Muri**, mala distribución de carga de trabajo o puestos que tienen alta demanda y otros que no tienen nada. (Cuatrecasas, 2010)
- **Cadena de Valor**, conjunto de actividades que agregan o no valor que se realizan actualmente desde el diseño del producto hasta la entrega del producto al cliente. (Rother & Shook, 2003)
- **Kaizen**, Mejora continua de procesos.

A continuación se procede a definir los conceptos relacionados a la gestión de la cadena de suministros.

En primer lugar se debe entender cómo la gestión de cadena de suministros a la coordinación de las actividades implicadas en el movimiento del producto desde el proveedor final hasta el cliente final a fin de obtener el máximo valor económico, es decir, se busca equilibrar la oferta con el menor riesgo y costo de cumplimiento (Jacoby, 2010) o como la coordinación en integración de actividades a lo largo de la Cadena de suministros (Sánchez Gómez, 2008). Para más detalle acerca de este concepto regresar al punto 2.2.1. (pág. 11)

En la actualidad como parte del concepto de SCM se habla acerca de la distribución fluida, la cual Sánchez Gómez (2008) define como:

El análisis de la interacción de cada una de esas actividades como parte del sistema integral y determinar el nivel de desempeño de ese sistema a través de tres dimensiones:

- **Coste**, el coste total de procesar y mover los materiales desde la fuente al punto de consumo.
- **Servicio**, incluye elementos tales como confianza en la entrega, comportamiento de los inventarios y tiempo de entrega.
- **Velocidad**, el tiempo que lleva mover los productos a través de la cadena. Está directamente relacionada con los niveles de inventario en toda la cadena y con la flexibilidad de esta para responder a cambios del mercado.

Un sistema de operaciones fluidas proporcionará ventajas competitivas como bajo costo, flexibilidad, y capaz de responder a las necesidades y directrices del mercado. (Sánchez Gómez, 2008)

Por otro lado, en este mismo libro se define que la gestión de la cadena de suministros está formada por dos partes. La primera es la planificación y la segunda es la ejecución.

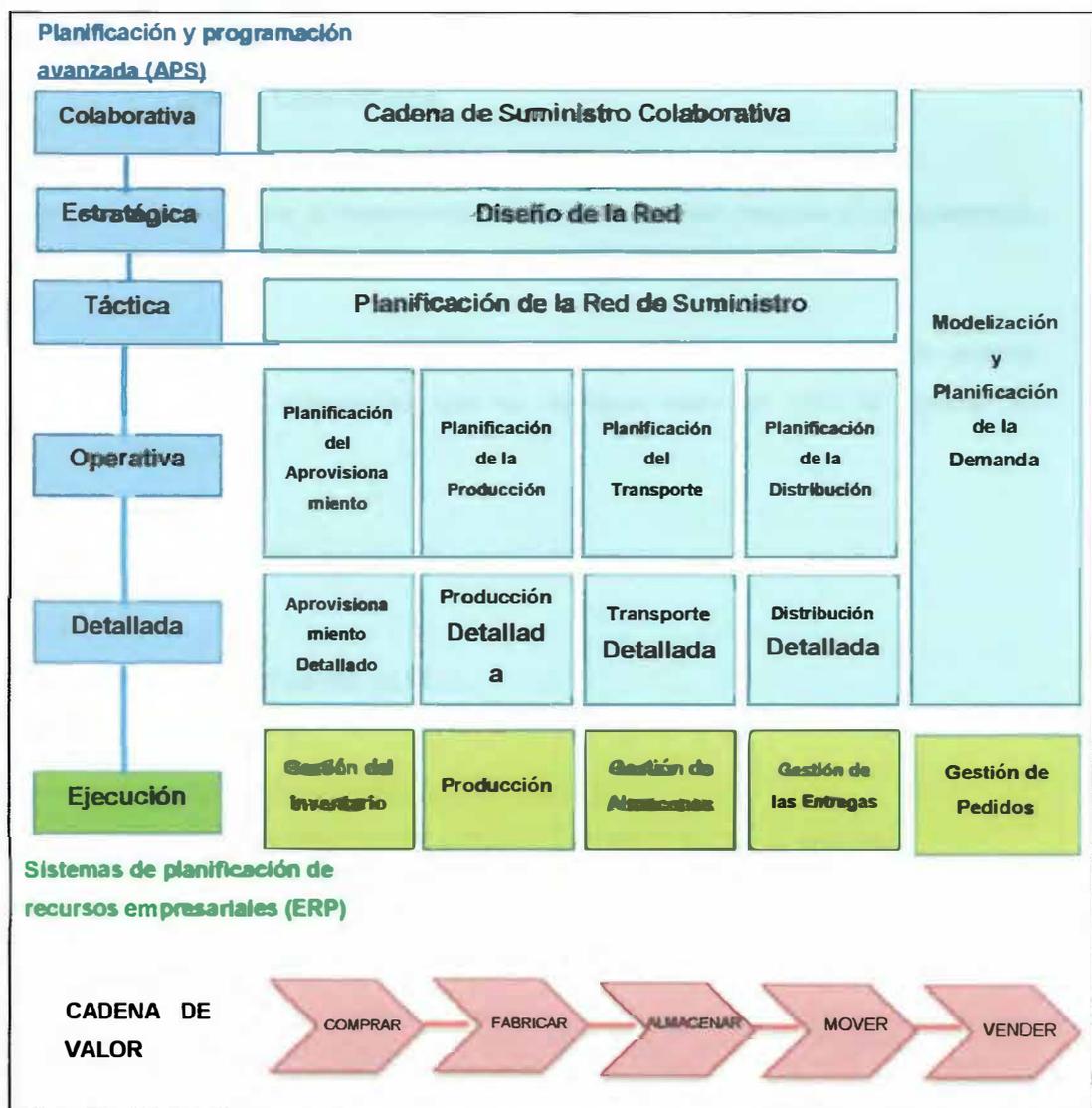
La etapa de planificación está formada por varios niveles, los cuales se mencionan a continuación:

- Nivel Colaborativo, proceso en el cual diferentes compañías comparten información con la finalidad de encontrar los cuellos de botella o que la fecha de entrega sea lo más antes posible.
- Nivel estratégico, utilización de herramientas de planificación como el análisis de ciclo de vida de los productos para tomar decisiones sobre la dirección de la empresa.
- Nivel Táctico, toma de decisiones en cuanto al planeamiento operacional de la empresa como cantidad de recursos a necesitar, sistemas de información requeridos y planificación de procesos. Asimismo, en este nivel se toman decisiones sobre la ejecución de las operaciones.
- Nivel operacional, repetición de la planificación basada en las decisiones de realización táctica consideradas como estrategias. Por ejemplo, el planeamiento de los componentes con mayor periodo de reaprovisionamiento.
- Nivel detallado, uso del sistema logístico de manera óptima dentro de los límites puestos en los dos niveles anteriores.

La etapa de ejecución, se entenderá como aquel nivel donde se desarrolla el producto desde la producción hasta la entrega del bien o servicio. En el cuadro 2.3 se puede ver cómo funcionan cada uno de estos niveles.

Finalmente, la relación que existe entre la Manufactura esbelta y la gestión de la cadena de suministro son los objetivos similares que persiguen (Espejo Alarcón & Moyano Fuentes, 2007), los cuales se expresan a continuación:

- Reducir el nivel de inventarios al ajustar la producción a la demanda.
- Reducir los costes totales en la cadena de suministro.
- Disminuir el tiempo de ciclo del producto (Lead time).
- Mejorar el servicio al cliente gracias al aumento de la flexibilidad y de la reducción de los activos necesarios.



Cuadro 2.3: Niveles de la etapa de planeamiento

Fuente: (Sánchez Gómez, 2008)
Elaboración propia

2.4. Hipótesis

A continuación se definen las hipótesis que se plantean para el presente trabajo de investigación.

2.4.1. General

La aplicación de herramientas de manufactura esbelta a la gestión de la cadena de suministros permite reducir los costos operativos.

2.4.2. Específicos

- La aplicación de la herramienta Takt Time permite mejorar el planeamiento de operaciones.
- La aplicación de la herramienta mapa de flujo de valor presente permite identificar las actividades que no agregan valor en toda la cadena de suministro.

2.5. Identificación de variables

Como variable independiente se tiene:

- Las herramientas de manufactura esbelta.
- Actividades manufactureras y logísticas realizadas por la empresa.

Como variable dependiente se tiene:

- Costos operativos

Capítulo III. Análisis y diagnóstico de la situación actual en el Perú en Industrias de Consumo Masivo

Para poder proponer mejoras apropiadas, es imperioso conocer cómo operan actualmente las manufactureras de consumo masivo de alimentos en la gestión de la cadena de suministros, por lo tanto a lo largo de este capítulo se dará a conocer cómo es que llevan a cabo los procesos que permiten que el consumidor final pueda encontrar el producto que está buscando en el punto de venta visitado.

Al realizar una investigación sobre la participación de mercado de las distintas empresas de consumo masivo de alimentos en el país, se pudo verificar que existe una empresa que tiene una participación mayoritaria en diferentes categorías. Por ejemplo: en la categoría de mayonesas tiene el 96% del mercado, en margarinas el 63%, en aceites un 51% y de refrescos un 57%. (ALICORP, 2012)

Dado la alta participación de mercado que tiene esta empresa se decidió que el análisis y diagnóstico se haría en esta, puesto que se considera representativa del mercado nacional.

De las categorías mencionadas anteriormente, se consultó a la empresa cuál de estas es la que más ingresos genera y ellos indicaron que la de aceites con un 40% del total de ingresos anual. Por lo tanto el análisis se realizara en base a esta, la cual está constituida por 4 familias de productos que se producen en una misma línea.

El análisis se centrara en dos áreas, planeamiento de operaciones y producción, ya que son en estas en las que se centra la gestión de la cadena de suministros. Antes de analizar la situación actual primero se explicará las funciones que tienen cada área y los indicadores considerados relevantes a fin de comprender su importancia.

3.1. Descripción de procesos realizados en el área de planeamiento de operaciones.

En esta empresa en el área de planeamiento de operaciones se tiene 4 sub áreas, las cuales son: planeamiento de la demanda, planeamiento de la producción, gestión

de materiales y planeamiento de la distribución. La descripción de procesos y el análisis se realizará para cada una de estas sub áreas.

3.1.1. Planeamiento de la demanda

El planeamiento de la demanda es el primer paso a seguir para poder ofertar la cantidad adecuada en el mercado. En la actualidad, se utiliza el método de pronósticos de ventas que consiste en utilizar la data que la empresa ha ido almacenando durante años del record de ventas mensual por cada producto para determinar la tendencia de comportamiento y en base a esta se pronostica un valor de ventas esperado a nivel nacional para cada mes futuro.

Los números obtenidos en el pronóstico pueden ser ajustados de acuerdo a información adicional que se tiene del mercado. Esta información tiene distintas fuentes como por ejemplo: del departamento de marketing, ventas, planeamiento o el entorno externo. Entonces se puede decir que el método utilizado es una mezcla de método cuantitativo y cualitativo.

El pronóstico se elabora una vez al año a nivel de cada familia de productos con la finalidad de tener el plan agregado de producción y poder planificar los recursos que se necesitaran destinar para alcanzar dicho plan. Este pronóstico por familia luego es desagregado por producto y centro de ventas según el margen de participación en ventas de cada uno de estos.

No obstante dado el dinamismo del mercado cada mes un planificador de producción hace una revisión aplicando el método mixto antes descrito de los pronósticos concernientes a los tres o cuatro meses siguientes, el alcance dependerá de los tiempos de entrega de las materias primas e insumos. De esta manera se asegura contar con los materiales que permitan obtener el alimento envasado.

El nivel de detalle al que se llega en dicha revisión es de producto por centro de ventas a nivel nacional, pues así se asegura que la desagregación se haya hecho correctamente. Una vez concluida esta etapa, se pasa a presentar el plan mensual a las áreas de ventas, marketing y planeamiento.

Como medida de control el área utiliza un indicador que mide la desviación del pronóstico versus la venta obtenida en el mes, a continuación se presenta la expresión matemática para este indicador:

$$Y_i = \frac{dp-v}{v} \times 100 \quad (3.1.1.1.)$$

Donde:

Y_i es el porcentaje de desviación de pronósticos para el i-ésimo producto.

dp es la demanda proyectada del i-ésimo producto.

v es la venta real del i-ésimo producto.

3.1.2. Planeamiento de la producción

En el planeamiento de la producción, cada categoría de alimentos dependiendo del tamaño de operaciones que cada una de estas tenga puede contar con un planificador asignado o ser uno solo quien realice toda la planificación.

Dentro de las tareas que corresponden a esta área en primer lugar se encuentra la elaboración del plan agregado, el cual consiste en determinar la cantidad y el programa de producción anual que mejor satisfaga la demanda pronosticada para dicho periodo de tiempo.

Para poder establecer el mejor plan es requerido conocer los objetivos que la empresa a determinado, los cuales pueden ser los siguientes:

- Minimizar costos/ Maximizar Ganancias.
- Minimizar inversión en inventario.
- Maximizar la utilización de Equipos.
- Minimizar cambios en las tasas de producción.

Es imperativo mencionar que no todas las empresas existentes en el mercado peruano tendrán todos estos objetivos, sino que pueden tener uno de ellos o alguna mezcla de los mencionados. Sin embargo, se considera que todos buscaran la minimización de costos puesto que en el mercado de consumo masivo de alimentos se gana por volumen de venta y no por unidad, como ya se explicó en capítulos anteriores.

De los objetivos listados anteriormente se identifican las variables a modificar, las cuales son listadas a continuación:

- Ritmo de producción
- Niveles de inventarios
- Trabajo en horas extras

Con base en el plan agregado, el planificador puede ejecutar la segunda labor a su cargo que es la elaboración del programa maestro de producción o PMP semanal para cada producto. Dicha tarea consiste en determinar la cantidad a producir por stock-keeping unit o SKU por sus siglas en inglés bajo la consideración de los siguientes parámetros:

- Plan de ventas del mes y avance de ventas.
- Nivel de inventarios actual y óptimo del producto terminado.
- Lote mínimo de producción.
- Nivel de inventarios actual de materia prima e insumos.
- Capacidad de producción de la línea de producción por turno o Eficiencia General de los Equipos.
- Turnos disponibles en la semana.

Adicionalmente a los puntos antes mencionados, para el caso de pedidos especiales no considerados en los planes de ventas se toma en consideración la fecha de entrega pactada con el cliente.

La elaboración del PMP sigue los siguientes pasos:

Paso uno. Obtener el Plan agregado de producción.

Paso dos. Elaborar un borrador con el detalle de las cantidades de cada producto.

Paso tres. Realizar la planificación y requerimiento de materiales (MRP) con el PMP propuesto para verificar que se cuenten con los insumos y materias primas. Este paso es realizado por el departamento de Gestión de Materiales.

Paso cuatro. En caso el departamento de Gestión de Materiales indique la falta de algún insumo o materia prima se realiza un nuevo borrador del PMP y se regresa al paso tres.

Paso cinco. Si se cuentan con los recursos se pasa a aprobar el programa maestro de producción.

Luego de aprobar el PMP, se envía al área de producción para que se arme el plan de producción diario. Cabe resaltar que junto con esta información se envía el orden de prioridad si es que se tiene productos críticos, es decir, cuyo nivel de inventarios es muy bajo y existe riesgo de quiebre por lo que se necesita que se fabrique primero.

Por otro lado, como medida de control se tiene el **indicador de quiebre mensual acumulado**, ya que este permite verificar que lo que se planificó fue suficiente para atender la demanda nacional cada mes. El valor objetivo mensual de este indicador debe estar entre el 3% y 5%.

A continuación se presenta la expresión matemática con la cual se calcula este indicador para el i -ésimo producto:

$$\% \text{ de quiebre mensual acumulado}_i = \frac{\text{cantidad de días de quiebre}_i}{\text{días transcurridos}} \times 100 \quad (3.1.2.1.)$$

La cantidad de días de quiebre se calcula como la suma de los días en que el producto quebró en el periodo de días transcurridos, se entiende como quiebre si el valor de la fórmula 3.1.2.2 es menor a 1.

$$\text{quiebre} = \frac{\text{Nivel de inventario al final del día}_i}{\text{cantidad en pedido}_i} \quad (3.1.2.2.)$$

Además del indicador de quiebre acumulado, se mide si el **nivel de stock** por alimento envasado que se tiene a final de cada mes es el adecuado o está por encima del objetivo establecido. La medición de este valor se hace a través del uso del siguiente indicador:

$$\% \text{ de sobrestock}_i = \frac{\text{Nivel de inventario a fin de mes}_i}{\text{nivel optimo de inventario}_i} \times 100 \quad (3.1.2.3.)$$

Una vez efectuado el cálculo de este, se podrá afirmar que existe sobre stock si el valor obtenido es mayor al 100%.

Como indicador complementario a estos dos se utiliza el **indicador de porcentaje de cumplimiento de producción planificada** por producto, el cual permite establecer si el quiebre o el sobre stock es causado por una mala planificación o por falta/exceso de programación del producto por parte del área de producción.

$$\% \text{ Cumplimiento de producción planificada}_i = \frac{\text{cantidad programada}_i}{\text{cantidad planificado}_i} \times 100 \quad (3.1.2.4.)$$

En donde la cantidad programada, es la cantidad total semanal puesta en el plan diario de producción por producto.

El rango de aceptación para este indicador es $100 \pm 5 \%$. Si el valor está dentro de los límites de tolerancia y se cumple con producir el 100% de lo programado, se podrá concluir que el origen del quiebre o sobre stock se debió a una mala planificación. Por el contrario, si el valor del indicador está por encima de 105% y se cumple con producir el 100% de lo programado se incidirá en sobre stock a causa de una sobre programación por parte de producción. En el caso que el valor del indicador este por debajo de 95% y también se haya producido todo lo programado, se provocara quiebre y este será debido a una falta de programación.

Cabe resaltar que si bien se tiene un control por producto la revisión mensual se hace en base a la familia, por lo que se suman los valores obtenidos de cada uno de los productos y el valor total se divide entre la cantidad de SKU⁴ incluidos en la familia.

3.1.3. Gestión de Materiales

Este departamento tiene a su cargo la provisión de insumos y materia prima para la producción, para poder ejecutar efectivamente su tarea realiza tres grandes procesos que se explican a continuación.

Como *primer proceso* se tiene la elaboración de la planificación de requerimiento de materiales o MRP en base al plan agregado de producción. Con la información obtenida de la explosión del MRP se pasa a evaluar y definir proveedores, negociar los precios de adquisición y calcular el número de órdenes de compra a colocar en

⁴ stock-keeping unit o SKU por sus siglas en inglés, definido en la página 38.

el año a fin de obtener el menor costo posible así como poder brindarle al proveedor un plan de entregas anual.

Sin embargo, como se explicó en el punto 3.1.1. (pág. 34) el mercado es dinámico y el pronóstico que se tiene para el año puede sufrir algunos ajustes, por lo que no se debe colocar una orden de compra sin antes verificar que la cantidad solicitada del material sea la adecuada.

El *segundo proceso* consiste en revisar mensualmente las órdenes de compra a futuro basada en una información más precisa, la cual se obtiene de realizar un nuevo MRP según los datos obtenidos en la revisión de pronóstico que el planificador de producción realiza.

La cantidad de meses que se inspecciona mensualmente depende del tiempo de entrega de los materiales, como se mencionó en el punto 3.1.1. (pág. 34), puesto que para un tiempo no mayor a 45 días bastara con revisar los tres siguientes meses. Por el contrario para un tiempo entre 45 a 60 días, es propicio revisar los cuatro meses siguientes. Se considera esta cantidad de meses porque le permite al proveedor tener el suficiente tiempo para modificar su producción y poder cumplir con lo solicitado.

Finalmente, se tiene como *último proceso* la realización del MRP semanal en base al programa semanal de producción. Una vez que se recibe el PMP, se hace la explosión del MRP y se confirma al departamento de planeamiento de la producción la disponibilidad de componentes.

Una vez que el programa de producción se haya ejecutado, es decir, la semana para la cual se programó ya ha pasado se procede a verificar que los componentes no hayan faltado. Esto se hace a través de la medición del **indicador de faltante de componentes** que se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ faltante de componentes}_i = \frac{\text{cantidad no producida por faltante}}{\text{cantidad programada}} \times 100 \text{ (3.1.3.1.)}$$

Como antes de enviar el PMP se verifica los stocks de insumos no debería haber faltantes por lo tanto el rango del valor aceptable de este indicador es entre 0 y 1%.

3.1.4. Planeamiento de la distribución

Para que el cliente pueda acceder al producto que busca en una tienda o supermercado a nivel nacional, este tiene que ser trasladado a dichos puntos de venta por la empresa manufacturera ya sea de manera directa o a través de centros de distribución localizados en todo el territorio nacional.

Por lo tanto, es necesario planificar como se darán estos traslados a fin de que el producto esté disponible en el momento que el cliente lo busque pero siempre buscando que los envíos sean los menos costosos posible. Esto último descrito es la función que se desempeña en el planeamiento de distribución.

La ejecución de la función considera los siguientes puntos:

- Determinar el nivel de cobertura que debe tener cada centro de distribución por cada producto de la empresa.
- Establecer los medios de transporte a utilizar, los tiempos de traslado a cada una de estas y las frecuencias de salida.
- Realizar la consolidación de carga mediante la determinación de la cantidad a enviar a los centros de distribución a nivel nacional según el tiempo de traslado y nivel de inventarios óptimo por cada ítem alimenticio.

En el caso de los dos primeros puntos, estos deben ser monitoreados constantemente, pues el mercado es dinámico y muchos factores pueden cambiar de tal manera que se vean afectados los valores establecidos. Algunos de los factores que se pueden mencionar son:

Disponibilidad de espacios en los centros de distribución.

Disponibilidad de transportes.

Variaciones en la demanda.

Variaciones en los tiempos de traslado.

Respecto al tercer punto, de consolidación de carga, esta actividad se realiza diariamente ya sea de forma manual o automatizada a través del uso de sistemas ERP como el SAP SCM. Con la información del nivel de stock actual en los centros

de distribución, el stock en tránsito, el nivel de cobertura óptimo y el plan mensual se determina la cantidad semanal a mandar con la fórmula Kardex.

$$\text{Inventario óptimo} = \text{Stock inicial} + \text{cantidad a enviar} - \text{venta semanal}$$

En donde el stock inicial es la suma del nivel actual de inventario más el stock en tránsito.

Como medida de control para este último punto se utilizan los siguientes indicadores:

a) Efectividad de traslados

$$\text{efectividad de traslados} = \frac{\text{cantidad de pedidos atendidos}}{\text{cantidad de pedidos requeridos}} \times 100 \quad (3.1.4.1.)$$

Para este indicador cada empresa puede tener un rango de valor considerado como objetivo. Sin embargo, el valor oscila entre 97% y 100%.

- b) **Porcentaje de quiebre acumulado**, este indicador es compartido con planeamiento de la producción por lo que se usa la misma fórmula 3.1.2.1. (pág. 37).

3.2. Descripción de procesos realizados en el área de producción

Es en esta área donde se lleva a cabo el proceso de transformación de la materia prima en producto terminado. Pero para que esto ocurra de manera ordenada y según se requiera es mandatorio que el Jefe de producción elabore un plan de producción diario que los operarios puedan seguir.

Este plan debe contener la información acerca de los volúmenes de producción por cada línea de productos turno a turno y en qué cantidades, las cuales como suma total semanal deberán igualar al valor brindado en el PMP dado por el departamento de planeamiento de la producción así como también respetar el orden de prioridad indicado. Además de esta información, el Jefe de producción debe contar con el valor de la capacidad actual de producción de la línea de manufactura.

A continuación se procede a explicar la lógica seguida en la elaboración del plan de producción diario a través de un ejemplo.

Para un material "X" se tiene como plan de producción semanal 141 toneladas y para otro material "Y" 94 toneladas. Ambos se fabrican por la misma línea de producción cuya capacidad por turno es 40 toneladas/turno.

La empresa trabaja de lunes a sábado a 1 turno por día y cada turno dura 8 horas. El tiempo de cambio de piezas para pasar de fabricar del producto "X" al "Y" o viceversa es 0.5 horas.

Adicionalmente a esta información, se conoce que al menos el 25% de la cantidad total del material "X" debe estar listo para la mitad de la semana y en el caso del material "Y" el 30%.

Con esta información el jefe de producción procederá a elaborar el plan de producción siguiendo los siguientes pasos:

Paso uno. Calcular la cantidad que se debe realizar para la mitad de la semana, en este caso se tiene para el material "X" 35.25 Toneladas y para el otro 28.2 Toneladas.

Paso dos. Definir cual se producirá primero bajo la premisa de obtener la mejor productividad posible. Si se escoge el material "X" se utilizaría 7.3 horas y como el cambio de matriz demora 0.5 horas se tiene 0.2 horas libre para producir el material "Y" equivalentes a 2.25 tonelada. Por lo tanto, en el día se produciría 37.5 toneladas.

Por el contrario si se escoge producir primero el material "Y" se tendría libre 2.36 horas incluido el cambio de matriz con lo cual se puede elaborar 9.3 toneladas del "X", con lo que se obtendría una producción total de 37.5 toneladas.

Dado que ambas propuestas llevan al mismo resultado productivo, se puede escoger indistintamente una de estas.

Paso tres. Definir el resto de la secuencia de la semana bajo la misma lógica del paso dos. En el anexo 2 se muestra el esquema final del programa de producción diario.

Además de contar con un plan de producción diario para asegurar que la manufactura se dé la forma que se solicita en el PMP, es necesario controlar si se cumple o no dicho plan por lo que se tiene el **indicador de cumplimiento de producción programada** para todos los ítems programados en esa semana:

$$\% \text{ de cumplimiento de producción} = \frac{\sum_i^n \text{cantidad producida}_i}{\sum_i^n \text{cantidad programada}_i} \times 100 \quad (3.2.1.)$$

Si el valor de este indicador es 100% se dirá que se cumplió el programa en caso contrario se indicara que no se cumplió. Cabe mencionar que por lo general se tiene un margen de aceptación el cual puede estar entre $\pm 5\%$ o 10% , por lo tanto si el valor oscila en el rango de $100\% \pm 5\%$ o 10% se podrá afirmar que se cumplió con el programa.

3.3. Análisis y diagnóstico de la situación actual

Como se mencionó al inicio del capítulo el análisis se centrará en la categoría de aceites de la empresa líder en el mercado peruano. Dentro de esta categoría se puede encontrar cuatro familias de productos, las cuales se distinguen por su composición química, precio y nicho de mercado al cual van dirigidos. Cada una de estas familias cuenta con presentaciones que varían en la cantidad de mililitros que contienen, una es de 1000ml y la otra es de 500ml.

Las cuatro familias serán objeto de estudio en el presente punto. En *primer lugar*, se estudiarán los indicadores correspondientes al área de planeamiento de operaciones para *luego* proseguir con los indicadores del área de producción, estos últimos irán acompañados con información acerca de cómo se lleva a cabo la producción para poder tener una idea del proceso de transformación.

Finalmente, se realizará una evaluación de costos operativos basada en el costo total de compra anual para así poder concluir con el diagnóstico.

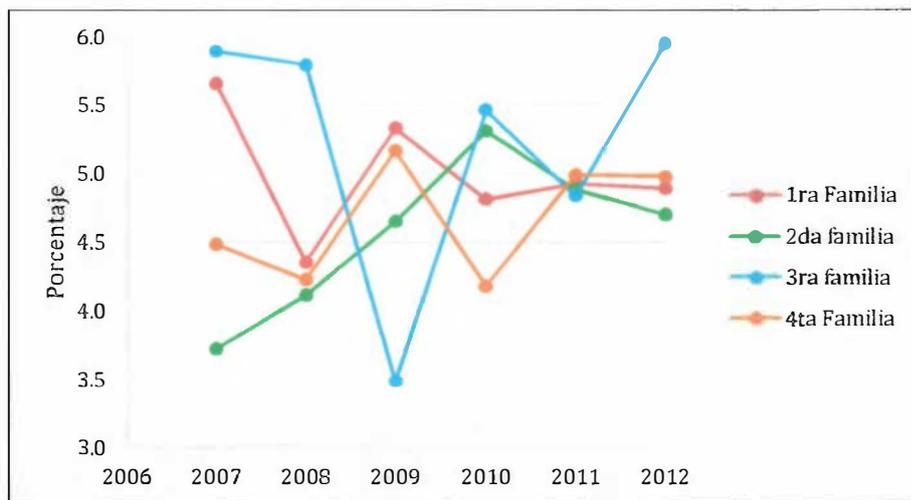
3.3.1. Análisis y diagnóstico del área de Planeamiento de Operaciones

A continuación se presentara el análisis de los indicadores definidos para el departamento de planeamiento de la demanda, planeamiento de la producción, gestión de materiales y planeamiento de la distribución.

3.3.1.1. Planeamiento de la demanda

En este punto se analizará la desviación de pronósticos calculada según la fórmula 3.1.1.1. (pág. 34), la cual da como resultados valores porcentuales. Los valores se calcularon para cada uno de los meses incluidos en el periodo 2007 al 2012 para luego determinar el valor promedio anual para cada una de las familias a estudiar. En el anexo N°3 se puede ver la recopilación de estos valores mes a mes para cada una de las familias y el anexo N° 4 el detalle del cálculo.

En el cuadro 3.1 se observa que el promedio anual de la desviación de pronóstico para la primera familia oscila alrededor del 5%. Este se considera un valor pequeño debido a que representa 1.3 días de venta mensual a nivel nacional, en donde un mes de venta es equivalente a 26 días, y puede ser cubierto por el stock de seguridad establecido por la compañía que es de 10 días giro.



Cuadro 3.1: Desviación de pronóstico promedio mensual anual por familia

Elaboración Propia

En este mismo cuadro para la segunda familia, el promedio mensual anual se encuentra alrededor del 4.6% por lo que se considera también un valor aceptable, puesto que representa el 1.2 días de venta mensual en todo el Perú. Esta variación respecto a la demanda real puede ser cubierta con el stock de seguridad, ya se tiene un stock equivalente a 13 días de venta a nivel nacional.

Respecto a la tercera familia, en el mismo cuadro 3.1 se verifica que el valor del promedio mensual anual de la desviación de pronóstico para cada uno de los 6 años se encuentra cercano al 5.2%. Lo cual representa 1.35 días de venta mensual y se puede afirmar que es aceptable pues se cuenta con un stock de seguridad de 10 días a nivel nacional.

Finalmente, en este mismo cuadro se visualiza que para la cuarta familia los valores obtenidos para cada año entre el 2007 y 2012 se acercan al 4.7%. Como en el caso de las anteriores familias este valor es aceptable debido a que en días de venta o días giro equivale a 1.22 días y el stock de seguridad que se mantiene es de 13 días por lo que se puede satisfacer la demanda real.

Diagnóstico: Después de haber analizado el gráfico del promedio mensual anual de la desviación de pronósticos durante el periodo 2007 al 2012 para cada una de las familias, se concluye que los pronósticos realizados por la empresa son precisos y confiables, ya que el valor de la desviación promedio para las cuatro familias oscila alrededor del 5% lo que equivale a 1.3 días de venta.

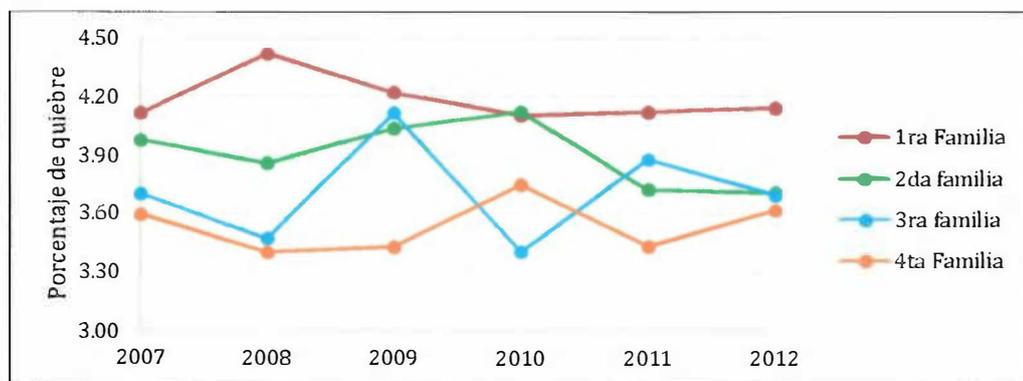
3.3.1.2. Planeamiento de producción

Una de las tareas del departamento de planeamiento de la producción consiste en elaborar el programa semanal de producción con el objetivo de garantizar que a nivel nacional se cuente con el nivel óptimo de inventario, de tal manera que satisfaga la demanda semanal como se explicó a lo largo del punto 3.1.2. (pág. 34)

Para verificar que dicha labor este cumpliendo con el objetivo mencionado en el párrafo anterior, mes a mes se miden los indicadores de quiebre mensual acumulado, sobre stock y cumplimiento de la producción planificada. Estos serán analizados en el siguiente punto para las cuatro familias objeto de estudio. El detalle de los cálculos se muestra en el anexo N° 5.

Respecto al primer indicador, en el cuadro 3.2 se observa el porcentaje promedio anual de quiebras acumulados para cada familia. Los valores para cada año fueron calculados como el promedio del porcentaje de quiebre mensual acumulado de todos los meses pertenecientes al año en estudio. Además, es necesario mencionar que los valores de quiebre mensual acumulado fueron calculados con la fórmula 3.1.2.1. (pág. 37).

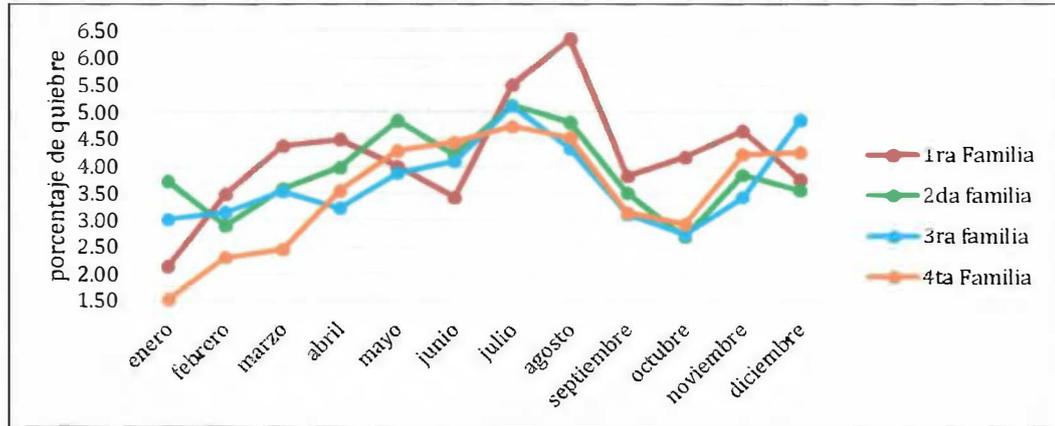
En dicho cuadro, para la primera familia se puede notar que el valor del promedio anual de quiebre acumulado en el periodo mencionado se encuentra alrededor del 4.19% y en el caso de la segunda familia el valor promedio se aproxima a 3.90%.



Cuadro 3.2: Porcentaje promedio anual de quiebre por familia

Elaboración Propia

Para la tercera y cuarta familia el valor del indicador señalado se acerca bastante al valor de la segunda familia, pues para el tercero el quiebre porcentual es 3.71% y para la última familia es 3.54%. Como se especificó en el punto 3.1.2 si el porcentaje de quiebre se encuentra entre el 3% y 5% se indica que es aceptable, lo cual ocurre con las cuatro familias en estudio. Sin embargo, al revisar con mayor detenimiento el desempeño promedio mensual durante el periodo de los seis años en el cuadro 3.3 se puede observar que existen meses en los que el indicador sobrepasa el valor aceptable.

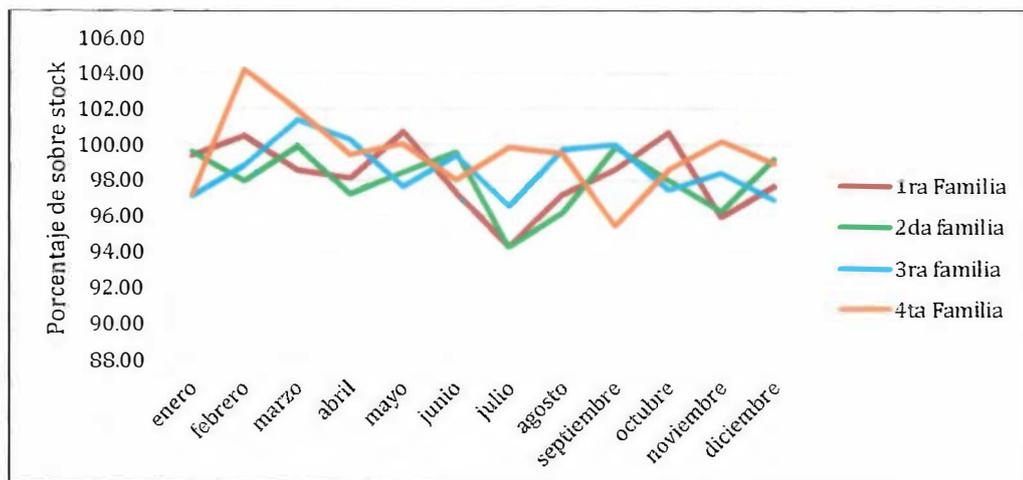


Cuadro 3.3: Porcentaje de quiebre promedio mensual por familia

Elaboración Propia

Por ejemplo, para la primera, segunda y tercera familia se puede verificar que en el mes de julio se sobrepasa el límite del 5% y que en el mes de agosto vuelve ocurrir para la primera familia. El sobrepasar dicho límite superior se puede deber a una falta de cumplimiento de la producción planificada o una mala planificación, por lo que más adelante se procede a analizar el indicador que mide este cumplimiento.

Respecto al segundo indicador, de sobre stock, se obtuvo los valores para cada mes de acuerdo a la fórmula 3.1.2.3. (pág. 37) año por año para las cuatro familias y luego se procedió a hallar un promedio por cada mes. Los resultados se muestran en el cuadro 3.4.



Cuadro 3.4: Porcentaje de sobre stock promedio mensual por familia

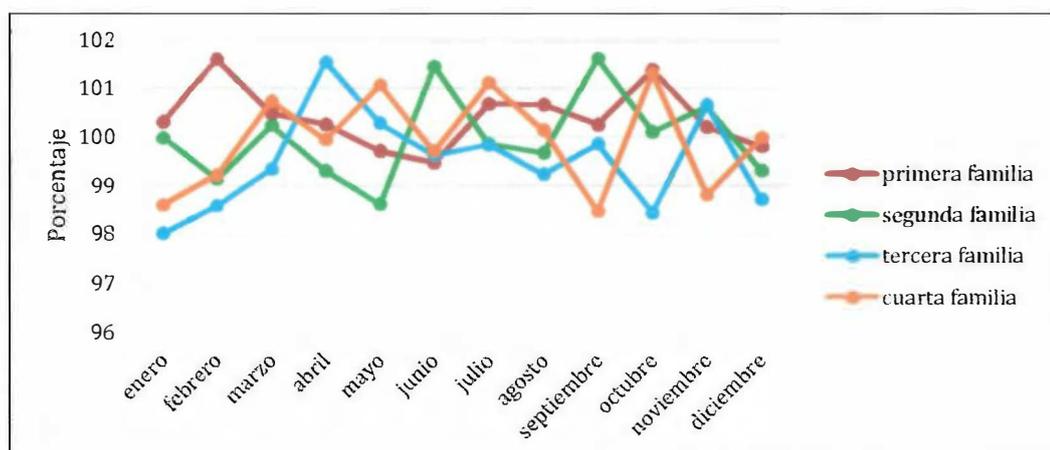
Elaboración Propia

Como se puede ver en este cuadro, para la primera familia durante los meses de febrero, mayo y octubre se tiene sobre stock, se afirma esto debido a que los resultados mensuales exceden el límite de 100%, valor límite establecido en el punto 3.1.2 (pág. 38).

A diferencia de la primera familia, en este mismo cuadro se observa que para la tercera familia solo en el mes de marzo se obtuvo sobre stock con un valor del 102% y para la segunda familia en ningún mes se tuvo un nivel de inventario por encima del óptimo. Por el contrario, para la cuarta familia el exceso de stock se presenta en los meses de febrero y marzo.

Para todos los meses en los que se identificaron sobre stock para cada familia, es necesario identificar la fuente a fin de concluir si se está cumpliendo con el objetivo del área. Sin embargo, como en el caso del indicador de quiebre acumulado se deberá complementar la información con el indicador de cumplimiento de lo planificado.

Este indicador de cumplimiento de lo planificado se analiza a continuación, pero antes se hará una breve explicación de cómo se obtuvieron los resultados. En primer lugar, se calculó el indicador para cada mes de acuerdo a la fórmula 3.1.2.4. (pág. 37) y luego se promedió los resultados obtenidos para cada mes durante el periodo de estudio. En el cuadro 3.4 se muestran los valores obtenidos para cada familia.



Cuadro 3.5: Porcentaje promedio mensual de cumplimiento de producción planificada por familia

Elaboración Propia

En el cuadro 3.5 se aprecia que el programa de producción planificado para la primera familia se programó en un 100% o más durante todos los meses del año sin sobre pasar los límites de $\pm 5\%$ por lo que se afirma que se cumplió correctamente con la programación por parte del área de producción.

Cabe resaltar que en el mes de julio y agosto, meses en el que se sobrepasa el límite permisible de quiebre, se cumple en programar lo planificado en un 100.7% por lo que se requiere complementar esta información con la del cumplimiento de lo programado para señalar si se debió a una mala planificación o falta de producción. La misma situación se da para los meses de sobre stock, de enero a abril.

Respecto a la segunda familia en el mismo cuadro se observa que el rango de cumplimiento de la producción planificada esta entre 98% y 101% a lo largo de los doce meses, por lo que también se acepta como correctamente programado y se debe completar esta información con el cumplimiento de la producción a fin de establecer el origen por el cual se excedió el límite de quiebre permisible.

En cuestión de la tercera familia, según los datos mostrados en el cuadro 3.4 el porcentaje de cumplimiento de la producción planificada (98-101.5%) también cumple con los valores aceptados durante todos los meses del año, incluido el mes de mayor quiebre Julio y el de sobre stock Marzo.

Por último para la cuarta familia, de igual forma se cumplió con programar todo lo planificado, ya que presenta un nivel de cumplimiento de producción planificada entre el 98% y 102% para todos los meses del año.

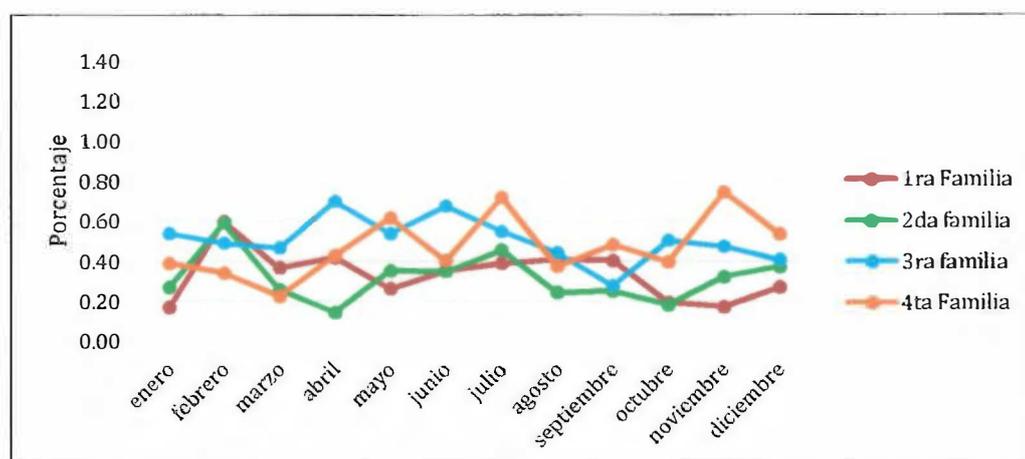
Diagnóstico: Dado que el nivel de cumplimiento de la producción planificada para las cuatro familias está dentro de los límites de 95% y 105%, se concluye que se cumplió con programar adecuadamente todo lo planificado durante los seis años de estudio. Por lo tanto, para poder establecer si la causa de haber excedido el límite de quiebre en Julio y haber tenido meses de sobre stock se debe a una mala planificación se necesita complementar la información actual con el porcentaje de cumplimiento de lo programado, el cual se estudiara en el punto 3.3.2.

3.3.1.3. Gestión de materiales

Como bien se mencionó en el punto 3.1.3 la principal función de este departamento es proveer los materiales necesarios para la producción del alimento envasado, por lo que no debería ocurrir que se deje de producir por falta de un insumo y más aún si antes de enviar el programa de producción a la planta de manufactura se verifica que se cuente con todos los insumos.

Por lo explicado en el párrafo anterior, se estudiara el indicador de faltantes de insumo para el periodo 2007 al 2012 con la finalidad de determinar si el departamento de gestión de materiales ha cumplido con proveer adecuadamente o ha sido causante de quiebres de alguna de las cuatro familias en estudio.

En el cuadro mostrado a continuación se presenta los promedios mensuales del indicador de faltantes de componentes, los cuales fueron calculados con la fórmula 3.1.3.1. (pág. 39) y luego se calculó el promedio mensual. El detalle del cálculo se muestra en el anexo N°6.



Cuadro 3.6: Porcentaje de faltantes de componente promedio mensual por familia

Elaboración Propia

Como se puede apreciar en el cuadro 3.6 para las cuatro familias se tienen valores mensuales inferiores al 1%, según el punto 3.1.3. Dichos porcentajes se encuentran dentro del rango aceptable, valores entre 0 y 1%, lo cual indica que el área de gestión

de materiales está cumpliendo con proveer los materiales de acuerdo al programa semanal de producción y por lo tanto no es fuente de quiebre.

Diagnóstico: El área de gestión de materiales cumple con proveer de componentes a la planta de manufactura de acuerdo al plan semanal de producción, ya que los valores del indicador de faltante de componentes para las cuatro familias son menores al 1%. Por lo tanto se debe descartar a esta área como uno de los causantes de que se generen quiebres.

3.3.1.4. Planeamiento de distribución

Para comenzar a analizar la efectividad de traslados planificados por el departamento de planeamiento de distribución, primero se dará a conocer los medios de transporte que utiliza, los tiempos de traslado desde su planta de Lima hacia los centros de distribución (CD por sus iniciales) que tiene en todo el país y las frecuencias de salida.

En la actualidad, la empresa utiliza el medio de transporte terrestre para los traslados hacia todos sus CD. Sin embargo, en el caso puntual de Iquitos este se debe combinar con el uso de "Peque-Peque", medio de transporte lacustre típico de la zona. Los CD que la manufacturera tiene, los tiempos de entrega y frecuencia semanal de traslados se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Tiempos de entrega y frecuencia de salida a provincias

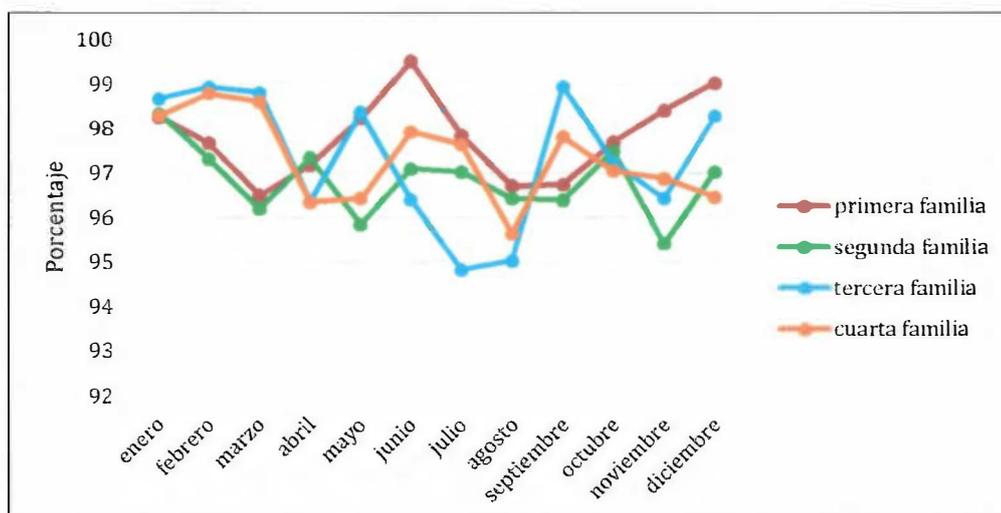
	Tiempo de entrega (en días) desde Lima	Frecuencia semanales de salidas
Piura	4	4
Chiclayo	3	4
Trujillo	3	4
Huaraz	3	2
Huánuco	4	2
Iquitos	17	1
Arequipa	5	4
Cusco	5	4

Fuente: empresa

Una vez que se dio de conocer los medios de transporte y tiempo de traslados que maneja la empresa, se puede pasar a analizar la efectividad de traslados para las cuatro familias en estudio entre los años 2007 y 2012.

La efectividad de traslados fue calculado según la fórmula 3.1.4.1. (pág. 41). En el cuadro 3.7 se muestra la efectividad de traslados promedio mensual para cada familia. El promedio mensual fue calculado como el promedio de los seis años para cada mes. El detalle de los cálculos se muestran en el anexo N°7.

Para la primera familia, el porcentaje promedio mensual de efectividad de traslados para los meses de febrero; marzo; agosto, mes en el que se supera el límite del 5% de quiebre acumulado; y septiembre está por debajo del 97%, valor considerado como límite inferior aceptable, por lo que se considera que en estos meses la fuente de quiebre fue por falta de traslados. En el caso del mes de julio que también se excede el límite del 5% se verifica que esto no se debe a una falta de traslado, ya que el promedio mensual de efectividad de traslados para este mes es del 98%.



Cuadro 3.7: Porcentaje de cumplimiento de traslados planificados promedio mensual por familia

Elaboración Propia

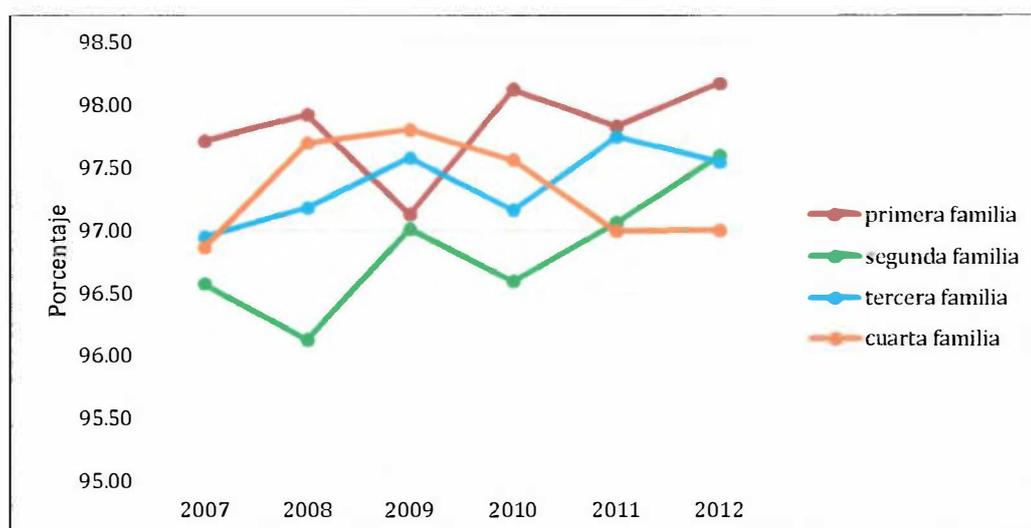
Respecto a la segunda familia, en el mismo cuadro se observa que la efectividad de traslados también estuvo por debajo del límite inferior aceptable para los meses de marzo, mayo, agosto, septiembre y noviembre por lo que se verifica que hubo problemas en la efectividad de traslado y por lo tanto es fuente de quiebre. Por el contrario, para el mes de julio la efectividad está en un 97% por lo que no es la causa de que el límite de quiebre acumulado se haya sobre pasado.

Para la tercera familia en el cuadro de 3.7 se verifica que para los meses de julio y agosto el porcentaje del cumplimiento de traslados planificados estuvo 2 puntos

porcentuales por debajo de lo aceptable por lo que para el mes de julio se debe considerar como motivo de excedencia del límite de quiebre acumulado y para agosto como fuente de quiebre.

Por otro lado, para la cuarta familia en este mismo cuadro el porcentaje de cumplimiento de traslados para los meses de abril, mayo, agosto, noviembre y diciembre no cumple con el objetivo por lo que se debe considerar como fuente de quiebre.

Finalmente, si bien durante los meses se ha tenido resultados que no cumplen los límites establecidos para la efectividad de traslados planificados, en el cuadro 3.8 se observa que el valor promedio anual si cumple con el límite inferior del 97% para las cuatro familias por lo que se puede concluir que el departamento de planeamiento de la distribución trabaja adecuadamente.



Cuadro 3.8: Porcentaje de cumplimiento de traslados planificados promedio anual por familia

Elaboración Propia

Es importante resaltar que en el caso de la cuarta familia los primeros cuatro años no se cumplió con el límite. Sin embargo, en los dos últimos años se mejoró la efectividad.

Diagnóstico: Para la primera, tercera y cuarta familia a nivel anual se cumple con los traslados planificados, ya que el porcentaje de traslados planificados promedio

anual entre el 2007 y 2012 está por encima del 97%. Por el contrario, esto no ocurre para la segunda familia durante los años 2007 al 2010. Sin embargo, esta tendencia de incumplir con los traslados se revierte para el 2011 y 2012.

Además cabe resaltar, que en el caso de la primera y segunda familia se comprobó que una de las posibles causas de que el límite de quiebre acumulado se haya sobre pasado en el mes de julio es la falta de cumplimiento de traslados planificados.

3.3.2. Análisis y diagnóstico del área de Producción

Antes de iniciar el análisis de indicadores del área de producción es necesario comentar algunos aspectos importantes sobre el proceso de manufactura. Como se indicó en un punto anterior, cada una de estas familias tiene presentaciones de 500 ml y 1000ml, las cuales se realizan en una misma línea de producción.

La primera familia y la segunda tienen envases y etiquetas propios por lo que se debe realizar un cambio de formato, el cual dura aproximadamente dos horas tanto para la presentación de 1 litro como para la de medio litro. En el caso de la tercera y cuarta familia, estas comparten el envase más no las etiquetas por lo que también se hace un cambio de matriz que dura menor tiempo, aproximadamente una hora para los formatos de 1 litro y de 500 ml.

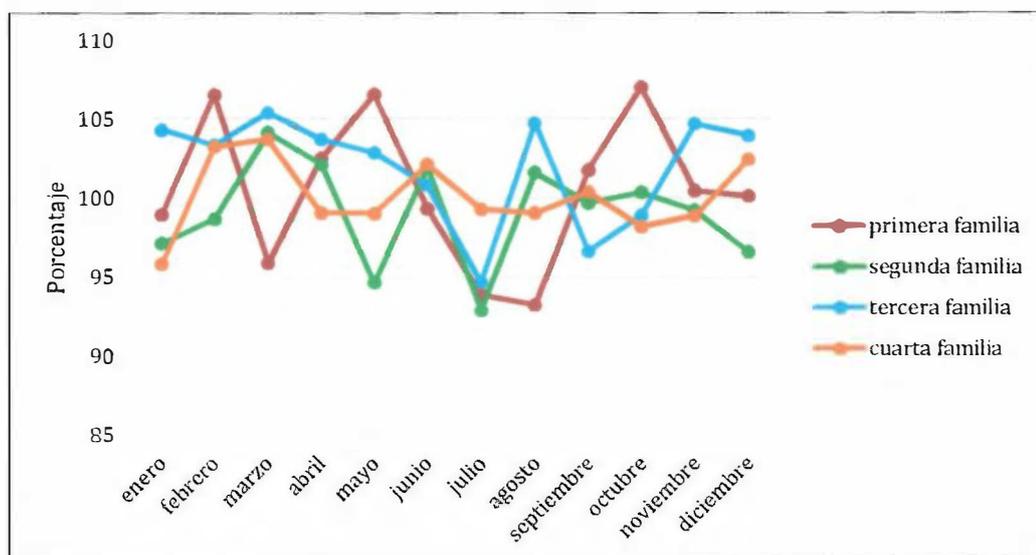
Dado que los cambios de formato quitan mucho tiempo productivo se decide fabricar al menos dos turnos de producción, cada uno dura ocho horas y la planta trabaja tres turnos por día, por lo que este se considera el lote mínimo de fabricación.

Una vez que el producto abandona la línea de producción, este pasa a ser inventariado por el almacén. Este proceso se da de inmediato; sin embargo, para que se pueda considerar apto para la venta del día siguiente se debe haber producido el total del lote mínimo de producción. Por lo tanto, se considera que el lead time de producción es 2 turnos o 0.67 días.

Después de haber aclarado estos puntos importantes se procederá al análisis del indicador de cumplimiento de producción programada como promedio mensual y promedio anual para las cuatro familias. El cálculo de dicho indicador se hizo mediante el uso de la fórmula 3.2.1. (pág. 42) y los resultados se muestran en los

cuadros 3.9 y 3.10, respectivamente. El detalle del cálculo se muestra en el anexo N°8.

Para la primera familia en el cuadro 3.9 se verifica que el porcentaje de cumplimiento de la producción programada promedio mensual para los meses de julio y agosto no se encuentran dentro del rango aceptable (95-105%) sino por debajo de este por lo que se afirma que para dichos meses una de las fuentes del quiebre es el no producir lo programado. Asimismo, para los meses febrero, mayo y octubre se supera el límite de 105% por lo que se concluye que es causa de sobre stock.



Cuadro 3.9: Porcentaje de cumplimiento de producción programada promedio mensual por familia

Elaboración Propia

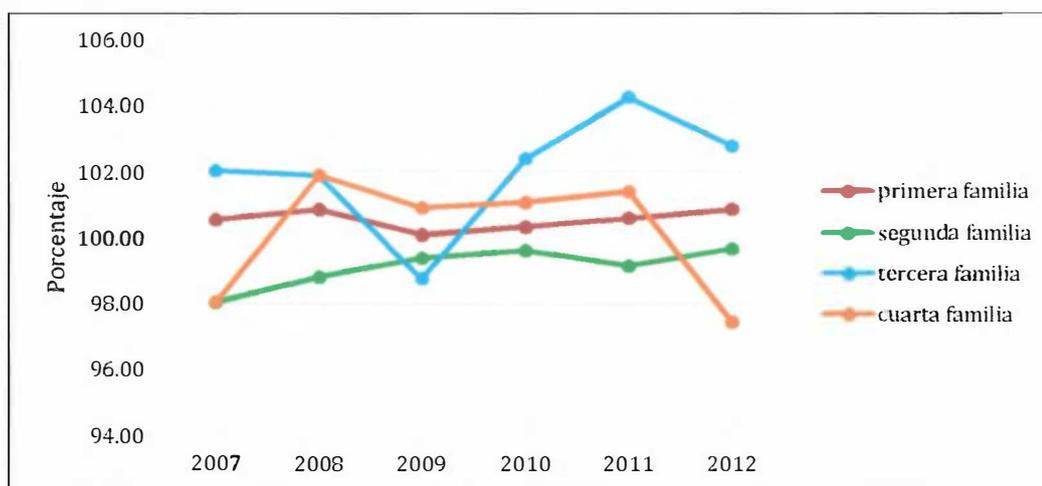
En el caso de la segunda familia en este mismo cuadro se observa que durante los meses de mayo y julio el porcentaje de cumplimiento está por debajo del 95%, por lo que se puede afirmar que el valor del quiebre acumulado del mes de julio sobrepasó su límite del 5% debido a una falta de cumplimiento de producción. Por el contrario, para el resto de meses el cumplimiento mensual se mantiene dentro del rango de aceptación, es decir, entre 95% y 105%.

Por otro lado, para la tercera familia en el cuadro 3.9 los resultados muestran que durante todo el año se produjo más del 100%, pero siempre dentro de los límites a excepción de marzo y julio. Respecto al primer mes en mención se produjo un 105.38% por lo que se debe considerar como fuente de sobre stock, y para el mes

de julio por debajo de lo solicitado por lo tanto en este caso es fuente de quiebre y de que se exceda el límite permisible.

Para la cuarta familia, la producción programada durante casi todos los meses se ejecutó de acuerdo a lo programado puesto que los porcentajes se mantienen entre 95% y 102.5%. Sin embargo, en los meses de febrero y marzo no se cumplió con las cantidades a producir pues se obtuvo un porcentaje de ejecución del 103.25% y 103.72%, respectivamente por lo que es causante de sobre stock.

Finalmente, si bien durante los meses se ha tenido resultados que no cumplen los límites establecidos para el cumplimiento de la producción programada en el cuadro 3.10 se verifica que a nivel de rendimiento anual de producción de las cuatro familias se cumplió con producir lo programado, ya que los valores obtenidos se encuentran dentro del 95% y 105%.



Cuadro 3.10: Porcentaje de cumplimiento de producción programada promedio anual por familia

Elaboración Propia

Diagnóstico: Para la primera, segunda y tercera familia se establece que la causa de exceder el límite del 5% de quiebre mensual se debe a una falta del cumplimiento de producción y no a una mala planificación, ya que el indicador de cumplimiento de producción programada para el mes de julio es menor al 95% y en agosto también pero solo para la primera familia.

Asimismo, en el caso de los meses de sobre stock se concluye que se debe a un incumplimiento de la cantidad establecida en el programa diario, puesto que el indicador para esos meses sobrepasa el 105%.

Por otro lado, a pesar de la falta de producción o sobre producción mensual el cumplimiento anual de volumen programado para las cuatro familias se encuentra dentro del rango aceptable de 95% a 105%.

3.3.3. Diagnostico general del área de planeamiento y de producción

Después de realizar por separado el análisis de indicadores de cada departamento y su respectivo diagnóstico es importante dar un juicio global, dado que esto permitirá tener un concepto general del estado actual de la empresa y así poder hacer la propuesta.

En el caso del área de planeamiento se puede concluir que este funciona según lo esperado mes a mes en las sub áreas de planeamiento de la demanda, de la producción y gestión de materiales ya que logran cumplir con el objetivo de brindar a los clientes el producto que buscan cuando lo requieren. Sin embargo, planeamiento de distribución tiene algunos problemas en cumplir con el traslado de productos de la primera y segunda familia, ya que se comprobó que en el mes julio la efectividad es menor al 97%.

Asimismo se concluye que el área de producción no trabaja según lo esperado por el área de planeamiento, puesto que en algunos meses tiene problemas con cumplir el volumen programado y esto ha generado que en ciertas ocasiones se exceda el límite de quiebre permitido o se tenga sobre stock.

En la tabla 3.2 se muestra un resumen de los indicadores mensuales que sustentan lo señalado en los dos párrafos anteriores.

Por otro lado, a pesar que el área de producción y departamento de planeamiento de distribución tengan problemas en cumplir con su objetivo en algunos meses cabe mencionar que su rendimiento anual está dentro de los límites establecidos como se muestra en la tabla 3.3.

Tabla 3.2. Resumen indicadores mensuales

		Promedios mensuales									
	Desviación de demanda	% quiebre > 5	% sobre stock > 100	% faltante de componente > 1%	% cumplimiento de lo planificado (X < 95% y X > 105%)	% efectividad trasteado < 97%	producción programada < 95%	producción programada > 105%			
Primera Familia	< 5% y equivale a 1.3 días de venta	julio y agosto	febrero, mayo y octubre	menor al 1%	todos los meses entre 95% y 105%	febrero, marzo, agosto y septiembre	julio y agosto	febrero, mayo y octubre			
Segunda Familia	< 5% y equivale a 1.3 días de venta	julio	-	menor al 1%	todos los meses entre 98% y 101%	marzo, mayo, agosto, septiembre y noviembre	mayo y julio				
Tercera Familia	< 5% y equivale a 1.3 días de venta	julio	marzo	menor al 1%	todos los meses entre 98% y 101.5%	abril, junio, julio, agosto y noviembre	julio	marzo			
Cuarta Familia	< 5% y equivale a 1.3 días de venta	-	febrero, marzo	menor al 1%	todos los meses entre 98% y 102%	abril, mayo, agosto, noviembre y diciembre		febrero, marzo			

Elaboración Propia

Tabla 3.3. Resumen indicadores anuales

	Promedios anuales		
	% quiebre > 5	% efectividad traslado < 97%	% cumplimiento de lo programado (Menor a 95% y mayor a 105%)
Primera Familia	4.19%	mayor a 97%	dentro del rango
Segunda Familia	3.90%	mayor a 97%	dentro del rango
Tercera Familia	3.71%	mayor a 97%	dentro del rango
Cuarta Familia	3.54%	mayor a 97%	dentro del rango

Elaboración Propia

Finalmente, al obtener estos resultados se conversó con el Jefe de producción para saber por qué no se cumple con los volúmenes programados y este indicó que se debe a que en ocasiones se pide cambiar de producto cada dos turnos, tiempo definido como lote mínimo, y se pierde mucho tiempo en el cambio de matriz por lo que prefiere continuar produciendo el mismo producto hasta conseguir casi el 100% de la producción semanal y luego hace el cambio. Además indica que en los últimos años ha tenido problemas de confiabilidad de maquina porque se presentan fallas inesperadas que evitan que se pueda seguir produciendo.

De igual forma se entrevistó al Jefe de planeamiento de distribución y este señaló que en un 70% de los casos, la baja efectividad de traslados se debe a falta de disponibilidad de producto cuando se quiere atender el pedido y por otro lado a que durante los meses de agosto, noviembre y diciembre es difícil conseguir transporte debido a que se considera un periodo de demanda alta en el mercado.

3.4. Análisis de costos operativos actuales

Una vez que se ha analizado al detalle la situación actual de la empresa solo falta establecer los costos de operación actuales, que en este caso se centra en el costo total de compra por cada familia en el que incurre la empresa para atender la demanda mensual.

El cálculo de este costo por familia permitirá realizar una comparación posterior con el costo que se espera obtener después de implementar la propuesta de mejora y así poder afirmar o negar la hipótesis del presente trabajo de investigación.

Como se mencionó en el punto 3.1.2 todas las semanas el planificador hace la revisión del stock actual y genera un plan de producción por lo que se define que la política de sistemas de inventarios es el sistema de revisión periódica P.

Para hallar el costo de este sistema es necesario conocer el inventario promedio que se obtiene de la siguiente fórmula:

$$I_p = \frac{Q^*}{2} + SS \quad (3.4.1.1.)$$

Donde I_p :

Q^* se obtiene de multiplicar el valor T, plazo para la revisión de inventarios, por la demanda promedio día.

SS es el stock de seguridad que se obtiene de multiplicar el valor de z por la desviación de la demanda promedio por la suma del tiempo T más tiempo de entrega a provincias.

En este caso la variable T tiene un valor de 7 días o 0.269 meses, y para hallar el stock se tiene en cuenta lo listado a continuación.

- Demanda promedio mensual, en base a los datos de venta real de los 6 años en estudio se calculó en primer lugar el promedio para cada mes y luego un promedio mensual total y la desviación estándar obteniéndose los resultados de la tabla 3.4.
- El nivel de servicio establecido por la empresa es del 95%.
- El tiempo de entrega en Lima es de 0.67 días o 0.026 meses como se mencionó en el punto 3.2.2 página 54. De acuerdo a la tabla 3.1. el tiempo más distante es Iquitos por lo que a este valor se le debería sumar los 0.67 días que se demora en tener producto disponible en Lima. Sin embargo, el volumen que se vende es muy pequeño por lo que se considerara como distancia más lejana Arequipa o Cusco, por lo tanto se tiene un tiempo de entrega de 5.67 días o 0.218 meses.

Tabla 3.4. Demanda promedio mensual nacional por familia en toneladas

	Demanda promedio mensual (Ton)	Desv. Estándar (Ton)
primera familia	1369	151
segunda familia	1676	185
tercera familia	1197	83
cuarta familia	2123	134

Elaboración Propia

Con lo explicado anteriormente se obtiene los valores de Inventario promedio para cada familia en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Inventario promedio mensual por familia en toneladas

	Q*	Stock de Seguridad	Ip=(Q*)/2+SS
		1.65*s(T+lt)	
Primera Familia	368.2	173.57	357.7
Segunda Familia	450.7	213.56	438.9
Tercera Familia	321.9	96.11	257.1
Cuarta Familia	571.0	154.60	440.1

Elaboración Propia

Después de haber determinado el inventario promedio mensual se puede pasar a calcular el costo total de compra según la siguiente fórmula.

$$CTC = C \times D + \frac{D}{Q^*} \times A + i \times C \times I_p \quad (3.4.1.2.)$$

Donde *CTC*:

C: costo unitario del producto.

D: demanda anual del producto.

*Q**: cantidad requerida por pedido.

A: costo de colocar un pedido.

i: costo anual de posesión de inventarios.

I_p: Inventario promedio anual.

En la tabla 3.6 se puede visualizar el detalle del valor final del costo total de compra por cada familia así como el Costo total de compra anual global, el cual asciende a S/. 295,682,503.40. Este valor servirá para poder comparar la situación actual con la propuesta más adelante.

Tabla 3.6. Costo total de compra anual por familia en toneladas

	C (S./Ton)	D (Ton)	Q* (Ton)	A (S/.)	i	Ip (Ton)	$CTC=C \times D + D / (Q^*) \times A + i \times C \times Ip$
primera familia	4812.9	16425.8	368.2	200.0	0.2	357.7	S/. 79,323,037.55
segunda familia	3989.4	20106.2	450.7	200.0	0.2	438.9	S/. 80,483,114.26
tercera familia	3641.7	14361.2	321.9	200.0	0.2	257.1	S/. 52,448,408.78
cuarta familia	3266.6	25471.3	571.0	200.0	0.2	440.1	S/. 83,427,942.82
Total		76364.50	1711.84			1493.76	S/. 295,682,503.40

Elaboración Propia

Capítulo IV. Propuestas de aplicación de herramientas de manufactura esbelta a la gestión de la cadena de suministro.

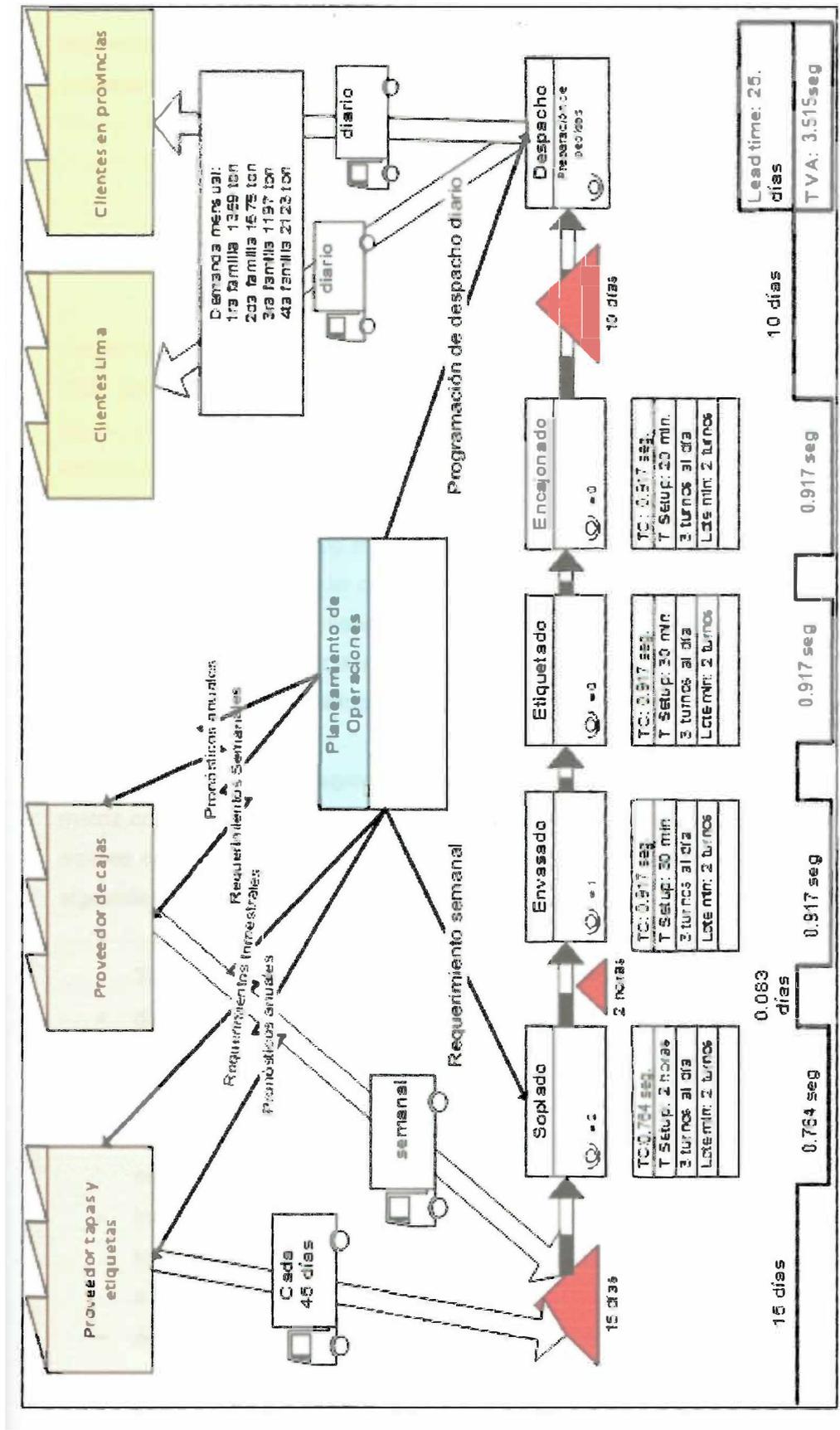
En este capítulo se presenta las propuestas de aplicación de las 5 herramientas de manufactura esbelta mencionadas en el capítulo II, las cuales son: Mapeo del flujo de valor; Metodología de las 5 s'; SMED; Herramientas de Demanda, Takt time y Pitch time; y Eficiencia General de los Equipos (OEE) en base al diagnóstico efectuado en el capítulo anterior.

4.1. Propuesta de aplicación de la herramienta Mapeo del Flujo de Valor (VSM).

Se dará inicio a la presentación de las propuestas con la aplicación del mapeo del flujo de valor, ya que esta herramienta permite identificar desde el punto de vista del cliente las actividades que dan valor agregado al producto y aquellas que no. Estas últimas deben ser eliminadas o reducidas a lo mínimo necesario, puesto que implican incurrir en costos que no son justificados para el cliente y por ende no estarán dispuestos a pagar un mayor valor por el producto final.

En el cuadro 4.1 se presenta el **mapa de flujo de valor** I para las cuatro familias en estudio, cuya unidad base es cajas. En él se observa que el tiempo de valor agregado por botella producida es de 3.515 segundos y que el tiempo que tarda la materia prima desde que se recepciona hasta que se vende al cliente como producto terminado es de 25.083 días.

Para poder reducir el nivel de inventarios actuales de producto terminado es preciso disminuir el tamaño mínimo de lote de producción, dado que así se logrará tener mayor flexibilidad y por ende se podrá obtener más rápido el producto deseado.



Cuadro 4.1: Mapa de flujo de valor actual

Elaboración Propia

Este diagnóstico coincide con el establecido en el punto 3.3.3 de la página 59, puesto que se señala que el área de producción tiene problemas para alcanzar el volumen requerido debido a que el tiempo de setup de cambio de matriz es muy alto lo que conlleva a tener tiempos improductivos.

4.1. Propuesta de aplicación de la herramienta Cambio de matriz en un minuto (SMED) y Metodología de las 5 S'.

Según lo explicado en el párrafo anterior, tanto el diagnóstico del punto 3.3.3 y del VSM actual coinciden en que se requiere que se reduzca el tiempo de cambio de matriz, por lo tanto la herramienta que permite reducir el tiempo de setup según lo explicado en la página 22 es la **herramienta SMED**.

Según los tiempos de setup mostrados en el VSM actual, el mayor tiempo se da en el soplado ya que en este se debe cambiar la matriz según la familia de productos a elaborar puesto que se tienen modelos distintos de envases. Por lo tanto, la herramienta se planteara para reducir este tiempo según los pasos establecidos en las páginas 22 y 23 para la implementación del SMED.

Paso uno. Análisis y Fragmentación. En la maquina sopladora cada cambio de matriz consiste en desmontar los moldes actuales de botellas y cambiarlos por los moldes del producto que se desea producir. Para este cambio se lleva a cabo las siguientes labores una vez que la maquina este parada:

- Traer las herramientas para desmontar los moldes (6 minutos).
- desajustar los pernos del primer molde y sacarlo completamente (12 min). Se repite la misma tarea para los 7 moldes restantes. Se tienen operarios para que desmonten dos moldes a la vez.
- Mientras se va desmontando los moldes se trae los moldes del producto que se desea empezar a producir. (30 minutos)
- Instalar el molde y ajustar los pernos. (16 min) Se repite la misma tarea para los 7 moldes restantes. Se tienen operarios para que desmonten dos moldes a la vez.
- Ajustar los parámetros de la maquina e iniciar con el soplado (2 minutos).

Para cada una de estas actividades, el grupo a cargo de realizar el cambio de matriz y el Jefe de producción deben aplicar la **metodología de las 5 s'** de tal manera que se identifique los 8 tipos de desperdicios mencionados en las páginas 16 y 17 y se determine una nueva manera de operar. Dado que se requiere la participación de los operarios y Jefe de producción, es fundamental que previamente hayan recibido una capacitación sobre esta herramienta.

Por ejemplo, de la aplicación de la metodología de las 5 s' se detecta que no es necesario realizar ajustes de pesos cuando existe en el mercado equipos suplementarios que permiten realizar el cambio de matriz 30%⁵ más rápido, es decir, en vez de utilizar 12 minutos en la desinstalación se emplearía 8.4 minutos y en la instalación 11.2 minutos por lo tanto el tiempo total incluyendo estas dos actividades para el cambio de todos los moldes es de 78.4 minutos.

Paso dos. Clasificación de las operaciones. Luego de haber eliminado los desperdicios y haber dejado solo aquellas actividades que son necesarias se pasa a clasificarlas en operaciones internas y externas, para lo cual se tiene en cuenta que las internas son aquellas que solo se pueden hacer cuando la maquina esta parada. Por ejemplo de las actividades descritas en el paso uno se consideran:

Operaciones Internas.- Desinstalación e instalación de moldes y ajuste de parámetros.

Operaciones Externas.- Traer las herramientas y moldes del producto que se desea empezar a producir.

Paso tres. Determinación del método de trabajo. Todas las operaciones identificadas como externas se ejecutaran con la maquina funcionando, por lo que el tiempo que estas tomen ya no quitaran tiempo productivo. En este caso se ahorra 36 minutos, ya que en vez de emplear media hora para traer los nuevos moldes y las herramientas para el desmontaje, los operarios pueden usar ese tiempo en desmontar moldes.

⁵ Porcentaje obtenido del PDF "Krones Contiform S/H La estiradora-sopladora"

Paso cuatro. Implantación y seguimiento. Establecer formatos como reportes de fallas e incidencias así como toma de tiempos periódicas que permitan verificar que el nuevo método de trabajo se está haciendo correctamente.

Luego de haber reducido el tiempo de cambio de matriz de la sopladora, de 120 minutos a 80.4 minutos, y con esto haber logrado la flexibilidad requerida para reducir el nivel de inventario se debe determinar el nuevo tamaño de lote mínimo por familia.

4.3. Propuesta de aplicación de la herramienta Takt time y Pitch time.

Para la determinación del nuevo lote mínimo de producción por familia se hace uso de las herramientas de demanda: **Takt time y Pitch time**. En primer lugar se determina el takt time, ya que permite establecer el tiempo que la compañía debería dedicar a la producción de un artículo para satisfacer la necesidad del cliente.

Según se menciona en la página 19 del presente trabajo de tesis, la forma de calcular dicho tiempo consiste en dividir el tiempo neto de producción diario disponible entre la cantidad de piezas demandadas diariamente.

En el caso de las cuatro familias en estudio, dado que se producen en una sola máquina, la demanda diaria será la suma de las demandas diarias de cada una. El detalle y resultado del cálculo se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Determinación del Takt time en toneladas

	Demanda promedio mensual (Ton)	Demanda promedio diaria (demanda prom. Mensual/ 26 días útiles)	Tiempo total disponible al día (segundos)	Takt time (segundos/ton)
primera familia	1369	52.65		
segunda familia	1676	64.46		
tercera familia	1197	46.04		
cuarta familia	2123	81.65		
Total		244.81	78300	320

Elaboración Propia

Cabe resaltar que la demanda diaria por familia se estimó como si la venta diaria fuera lineal, es decir, se dividió entre 26 días la demanda mensual. Sin embargo, para

que sea más preciso el área de planeamiento de la demanda podría proveer la información de cuanto se vende realmente al día.

En segundo lugar se procede a determinar el pitch time, puesto que según la teoría de la página 19 es el tiempo necesario para producir la cantidad de productos equivalentes a un empaque y el cual se establece como lote mínimo de producción.

La determinación de este consiste en multiplicar el Takt time por la unidad de venta, e en el caso de la empresa es una caja que contiene 10.99 kg de aceite. El resultado de esta multiplicación se muestra en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Determinación del Pitch time

	Demanda promedio mensual (Ton)	Demanda promedio diaria (demanda prom. Mensual/ 26 días útiles)	Takt time (segundos/Ton)	Peso por Unidad de venta Caja (Ton)	Pitch time (segundos)
primera familia	1369	52.65			
segunda familia	1676	64.46			
tercera familia	1197	46.04			
cuarta familia	2123	81.65			
Total		244.81	320	0.01099	3.52

Elaboración Propia

Como se puede ver en el cuadro 4.2 el tiempo que se debe dedicar a una unidad de venta es de 3.52 segundos por proceso de producción. En el **mapa de flujo de valor actual** se observa que la manufacturera ya cumple con este tiempo de procesamiento por lo que el lote mínimo de producción debe ser igual a una caja.

Sin embargo, debido a que el tiempo de cambio de matriz es de 80.4 minutos no sería lógico producir una caja de una familia de producto y luego cambiar a otra familia porque se desperdiciaría mucho tiempo en cambios. Por lo tanto, por lo explicado anteriormente se determina que los lotes mínimos de producción por familia deben ser igual a la demanda diaria de cada una de ellas. Los valores por cada ítem en estudio se detallan en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Lote mínimo de producción

	Demanda promedio mensual (Ton)	Demanda promedio diaria (demanda prom. Mensual/ 26 días útiles)	lote mínimo de producción (Ton)
primera familia	1369	52.65	52.65
segunda familia	1676	64.46	64.46
tercera familia	1197	46.04	46.04
cuarta familia	2123	81.65	81.65
Total		244.81	244.81

Elaboración Propia

4.4. Propuesta de aplicación de la herramienta Eficiencia General de los equipos (OEE).

Si bien actualmente las maquinas funcionan al ritmo de producción que el pitch time establece, en el punto 3.3.3 diagnóstico general de la página 59 se indica que una de las causas señaladas por el Jefe de producción como motivo de incumplimiento del volumen requerido es la falta de confiabilidad de las maquinas, es decir, que en cualquier momento se presenta una falla.

La única manera de determinar las causas reales por las cuales la confiabilidad actual es baja es si se mide y controla constantemente la productividad de la línea, por lo que se procede a proponer la implementación del indicador de **Eficiencia General de los Equipos (OEE)**, ya que como se mencionó en la página 19 permite identificar en un solo indicador las fuentes de desperdicio o ineficiencia.

Para la implementación de este indicador se requiere que se cuente con una computadora en la cual se registre turno a turno la cantidad total producida, las unidades defectuosas, el tiempo total de operación y el tiempo de parada planificada.

Actualmente, la empresa ya cuenta con una computadora designada para que los operarios notifiquen la cantidad producida por lo que no se generaría ningún costo de implementación y la labor de registro de los datos requeridos estaría bajo responsabilidad de la misma persona que se encarga de indicar la cantidad producida. En el anexo N° 9 se propone un formato de llenado de datos en base a la fórmula 1.6.3.1 establecida en la página 19 y a continuación se presenta un ejemplo de cómo este formato permite obtener el OEE y facilita su revisión.

Tabla 4.4. Ejemplo de cálculo del OEE

Fecha: 14/07/2013		Turno: 1	
Datos	Valores observados		Valor calculado
Tiempo que la maquina ha producido efectivamente (min)	1180	Disponibilidad	0.915
Tiempo Total disponible por turno (min)	1440		
Tiempo de paradas planificadas (min)	150		
Nº total de unidades producidas en el tiempo transcurrido	1180	Rendimiento	0.833
tiempo de paradas no planificadas (min)	110		
Tiempo total de Operación en minutos (tiempo total disponible por turno - tiempo de paradas planificadas - tiempo de paradas no planificadas)	1180		
Capacidad nominal de la máquina (piezas por minuto)	1.2		0.833
Nº de piezas buenas	1150	Calidad	0.975
Nº total de piezas producidas	1180		
OEE por turno (%)			74.289
Observaciones y comentarios adicionales: paradas no planificadas debido a material de baja calidad, tapas se rompen. La bobina de etiquetas se sale constantemente de la maquina por no ser de la calidad requerida			

Elaboración Propia

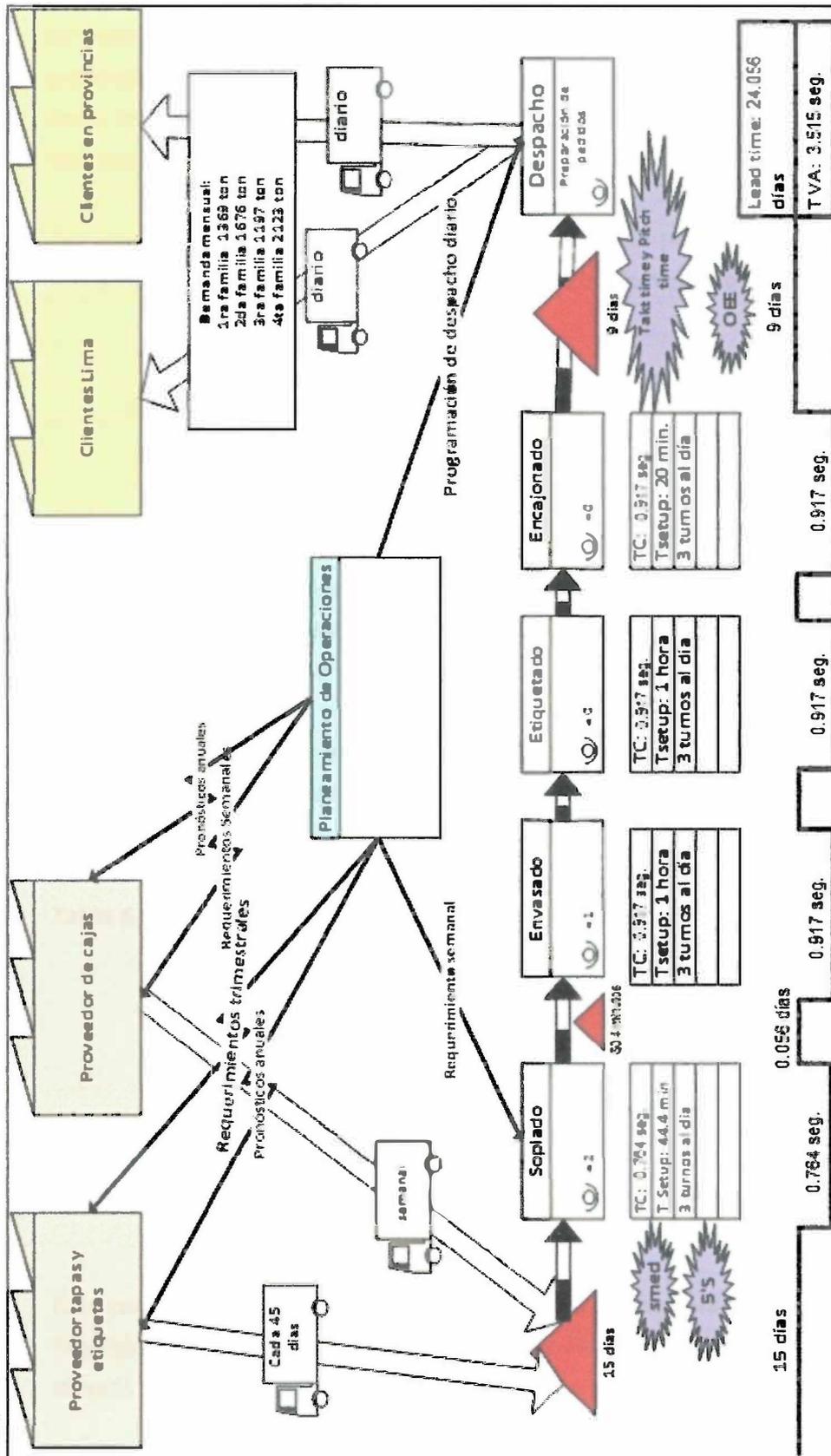
En base a este formato el Jefe de producción solo tendría que sumar el OEE por turno y dividirlo entre la cantidad de turnos disponibles en la semana para así tener el valor promedio semanal y de ser necesario tomar alguna acción para corregir el error de raíz.

Por ejemplo de la tabla 4.4 se puede ver que el menor valor es el rendimiento de la máquina y según los comentarios esto se debe a que los materiales no son de la calidad adecuada por lo tanto el jefe de producción debería hablar con el departamento de calidad para que revisen con mayor detenimiento los insumos que llegan a la empresa y así asegurar que se cumpla con los estándares requeridos.

Finalmente es importante señalar que el jefe de producción debe buscar que el valor del OEE este por lo menos en un 75%, valor considerado como aceptable según los rangos indicados en la página 20. Sin embargo, su meta a alcanzar y sostener en el tiempo debería ser del 95%, pues es un valor considerado como excelente competitividad.

Una vez explicada todas las propuestas de aplicación de las herramientas de manufactura esbelta se puede pasar a presentar el **mapa de flujo de valor futuro**, el cual resume todas las propuestas mencionadas anteriormente y muestra las mejoras alcanzadas. Dicho mapa se visualiza en el cuadro 4.2.





Cuadro 4.2: Mapa de flujo de valor futuro

Elaboración Propia

Capítulo V. Evaluación Económica de la Propuesta

En este último capítulo se realiza la evaluación económica de la propuesta presentada. En un inicio, se determina los nuevos costos operativos centrados en el costo total de compra o CTC por familia, para poder compararlos con los montos actuales y así determinar si la hipótesis se acepta o rechaza.

Por último, se elabora un análisis de costo - beneficio para determinar en cuanto tiempo se recuperaría la inversión realizada en la implementación de la propuesta.

5.1. Comparación de costos operativos actual vs. Propuesto.

En el punto 4.1 se estableció los nuevos lotes mínimos de producción con los cuales se podrá determinar el nuevo costo total de compra, costo en el que se centra el presente trabajo de investigación para realizar la comparación de costos operativos del estado actual versus el estado propuesto.

Como se puede observar en la tabla 4.3. (Pág. 67) los tamaños de lote son inferiores a dos turnos de producción, por lo que el lead time de producción para cada familia ha cambiado a los valores detallados en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Lead time de producción por familia en días

	lote mínimo de producción (Ton)	lead time de producción (días)
primera familia	52.65	0.20
segunda familia	64.46	0.24
tercera familia	46.04	0.17
cuarta familia	81.65	0.30

Elaboración Propia

Este cambio en el lead time de producción afecta directamente el nivel de stock de seguridad que la empresa maneja y debe calcularse de nuevo haciendo uso de la fórmula 3.4.1.1 de la página 60. Los resultados se muestran en la tabla 5.2.

Tabla 5.2. Nuevo stock de seguridad por familia en toneladas

	Q*	Stock de Seguridad
		$1.65*s(T+It)$
Primera Familia	368.2	170.29
Segunda Familia	450.7	209.52
Tercera Familia	321.9	94.29
Cuarta Familia	571.0	151.67

Elaboración Propia

Al existir un cambio en el nivel de stock de seguridad habrá también un cambio en el inventario promedio mensual, ya que como se vio en el punto 3.3.3 este depende de la cantidad de pedido y el stock de seguridad. Los nuevos inventarios promedios se muestran en la tabla 5.3.

Tabla 5.3. Nuevo inventario promedio mensual por familia en toneladas

	Q*	Stock de Seguridad	$I_p=(Q^*)/2+SS$
		$1.65*s(T+It)$	
Primera Familia	368.2	170.29	354.4
Segunda Familia	450.7	209.52	434.9
Tercera Familia	321.9	94.29	255.3
Cuarta Familia	571.0	151.67	437.2

Elaboración Propia

Dado que los demás parámetros para calcular el costo total de compra como el periodo de revisión T, la cantidad de pedido Q*, el costo de colocar un pedido A y el costo anual de posesión de inventarios no han cambiado se puede calcular el CTC haciendo uso de la fórmula 3.4.1.2 de la página 61. Los montos anuales por familia se exponen en la tabla 5.4.

Tabla 5.4. Costo total de compra anual por familia en toneladas según propuesta.

	C (S./Ton)	D (Ton)	Q* (Tn)	A (S./.)	i	I_p (Ton)	$CTC=C \times D + D/(Q^*) \times A + i \times C \times I_p$
primera familia	4812.9	16425.8	368.2	200.0	0.2	354.4	S/. 79,320,666.17
segunda familia	3989.4	20106.2	450.7	200.0	0.2	434.9	S/. 80,480,695.85
tercera familia	3641.7	14361.2	321.9	200.0	0.2	255.3	S/. 52,447,415.29
cuarta familia	3266.6	25471.3	571.0	200.0	0.2	437.2	S/. 83,426,509.29
Total		76364.50	1711.84			1481.69	S/. 295,675,286.59

Elaboración Propia

Una vez que se obtuvo el nuevo costo total de compra se puede seguir con la comparación del costo actual versus el propuesto. Como se observa en la tabla 5.5 se obtiene un ahorro total de S/. 7,216.81 anuales al utilizar la propuesta.

Tabla 5.5. Comparación CTC actual vs. Propuesto

	CTC actual	CTC propuesto	Ahorro
primera familia	S/. 79,323,037.55	S/. 79,320,666.17	S/. 2,371.38
segunda familia	S/. 80,483,114.26	S/. 80,480,695.85	S/. 2,418.42
tercera familia	S/. 52,448,408.78	S/. 52,447,415.29	S/. 993.49
cuarta familia	S/. 83,427,942.82	S/. 83,426,509.29	S/. 1,433.53
Total	S/. 295,682,503.40	S/. 295,675,286.59	S/. 7,216.81

Elaboración Propia

El ahorro obtenido de la propuesta es muy bajo en comparación del CTC actual, ya que no llega a representar ni el 1% del valor total y lo cual indicaría que no es viable económicamente por lo que se hizo una revisión de la propuesta y se identificó que se puede reducir el periodo de revisión a fin de obtener una mayor reducción en los costos.

La decisión de esta reducción radica en que después de la aplicación de la propuesta es factible producir diariamente las cuatro familias; sin embargo, el área de planeamiento de la producción no cuenta con el tiempo suficiente para hacer la revisión diaria pero si cada 2 días.

Además, al hacer uso de la teoría del lote económico de compra para hallar la cantidad de compra y el periodo que permitan reducir el CTC se verificó que el periodo óptimo por familia está alrededor de 2 días, valor establecido en el párrafo anterior. En la tabla 5.6 se detalla la cantidad óptima y periodo optimo por familia.

Tabla 5.6. Determinación de la cantidad y periodo óptimo de compra por familia.

	Cantidad optima q* (Ton)	T (días)
primera familia	95.4	1.81
segunda familia	115.9	1.80
tercera familia	102.5	2.23
cuarta familia	144.2	1.77

Elaboración Propia

Con el cambio en el periodo de revisión la cantidad de pedido, el stock de seguridad y el inventario promedio por familia disminuyen, obteniéndose los valores que se muestran en la tabla 5.7.

Tabla 5.7. Nuevo inventario promedio mensual por familia en toneladas con cambio de periodo de revisión.

	Q*	Stock de Seguridad $1.65*s(T+lt)$	$Ip=(Q^*)/2+SS$
Primera Familia	105.4	130.80	183.5
Segunda Familia	129.0	160.93	225.4
Tercera Familia	92.2	72.42	118.5
Cuarta Familia	163.4	116.50	198.2

Elaboración Propia

Una vez que se determina los nuevos valores de la tabla 5.7 se procede a calcular los CTC por familia, los cuales se especifican en la tabla 5.8.

Tabla 5.8. Costo total de compra anual por familia en toneladas según nueva propuesta con cambio de periodo de revisión.

	C (S././ Ton)	D (Ton)	Q* (Ton)	A (S./.)	i	Ip (Ton)	$CTC=C \times D + D / (Q^*) \times A + i \times C \times Ip$
primera familia	4812.9	16425.8	105.4	200.0	0.2	183.5	S/. 79,219,538.08
segunda familia	3989.4	20106.2	129.0	200.0	0.2	225.4	S/. 80,377,615.47
tercera familia	3641.7	14361.2	92.2	200.0	0.2	118.5	S/. 52,394,959.94
cuarta familia	3266.6	25471.3	163.4	200.0	0.2	198.2	S/. 83,331,678.72

Elaboración Propia

Finalmente, se efectúa la comparación del costo total de compra por familia actual versus la nueva propuesta con cambio en el periodo de revisión y como se puede observar en la tabla 5.9 se obtiene un ahorro total de S/. 358,711.19 anuales.

Tabla 5.9. Comparación CTC actual vs. Nueva Propuesta con cambio de periodo de revisión.

	CTC actual	CTC propuesto	Ahorro
primera familia	S/. 79,323,037.55	S/. 79,219,538.08	S/. 103,499.47
segunda familia	S/. 80,483,114.26	S/. 80,377,615.47	S/. 105,498.79
tercera familia	S/. 52,448,408.78	S/. 52,394,959.94	S/. 53,448.84
cuarta familia	S/. 83,427,942.82	S/. 83,331,678.72	S/. 96,264.10
Total	S/. 295,682,503.40	S/. 295,323,792.21	S/. 358,711.19

Elaboración Propia

Al comparar este ahorro con el ahorro inicial de S/. 7,216.81 se verifica lo afirmado párrafos más arriba, que al reducir el periodo de revisión se obtiene mayores ahorros por lo tanto la propuesta final debe incluir este cambio.

5.2. Análisis costo – beneficio.

Para comenzar con el desarrollo de este punto, en primera instancia se establecerá los costos de implementación de la propuesta. *Luego* se detallará los beneficios que se obtendrán ya sea cuantitativamente o cualitativamente y *por último* se determinará el periodo de recuperación de la inversión.

5.2.1. Costos de implementación de la propuesta

Los costos de implementación de la propuesta se establecen por cada herramienta de manufactura esbelta propuesta en la tabla 5.10.

Tabla 5.10. Costos de implementación por herramienta

Herramienta de manufactura esbelta	Item	Cant.	Costo Unitario	Costo Total
Mapa de flujo de valor	Elaboración del MFV actual y futuro	1	S/. 4,480.00	S/. 4,480.00
SMED	Adquisición nuevas matrices	8	S/. 11,200.00	S/. 89,600.00
Metodología de las 5'S	Capacitación Jefe de producción y operarios	4	S/. 2,100.00	S/. 8,400.00
Takt time y Pitch time				S/. -
OEE				S/. -
Total				S/. 102,480.00

Elaboración Propia

En el caso de la herramienta de Mapa de flujo de valor, se considera un costo por la elaboración del mapa y consultoría de un agente externo durante todo el proceso de implementación por un total de 16 horas a un costo por hora de 280 soles. En el anexo N° 10 se detalla las actividades a ejecutarse durante las 16 horas de consultoría.

Para la herramienta SMED se toma en cuenta la propuesta del equipo suplementario que facilite el cambio de matriz. El precio se obtuvo de una cotización en dólares solicitada a la empresa Krones, se consideró un tipo de cambio de 2.8 soles.

Finalmente, para la metodología de las 5'S como se indicó en el punto 4.1. (Pág. 65) es necesario que tanto los operarios de la línea como el Jefe de producción estén capacitados para que ellos mismos puedan ejecutar de manera correcta la metodología. El plan de capacitación consta de 16 horas a un costo de 140 soles por hora por persona.

5.2.2. Beneficios

En este punto se da a conocer los beneficios a obtenerse después de la aplicación de la propuesta en la tabla 5.11, los cuales han sido clasificados en cualitativos y cuantitativos.

Tabla 5.11. Beneficios.

Cuantitativos	Cualitativos
<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro anual de S/. 358,711.19 en costo total de compra por las cuatro familias en estudio. • Ahorro en el tiempo de cambio de matriz en un 63%. • Reducción del nivel de inventario promedio anual en un 52% por familia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor eficiencia en la cadena de suministro. • Mayor flexibilidad de la línea de producción. • Mejores resultados en los indicadores de quiebre mensual acumulado, sobre stock, cumplimiento de producción programada dado a que el ritmo de producción acompaña al ritmo de ventas, es decir, oferta adaptable. • Mayor control y aseguramiento de la productividad de la línea de producción. • Facilidad de identificación de causas de pérdidas de eficiencia en la línea de producción. • Eliminación de desperdicios o Muda debido al enfoque orientado al valor para el cliente. • Tener una cultura de mejora continua o Kaisen y trabajo en equipo. • Mayor motivación y participación de los trabajadores. • Permite reducir el nivel de inventarios de materia prima e insumos.

Elaboración Propia

5.2.3. Determinación del Valor presente neto

Para poder establecer si la propuesta de implementación es viable económicamente o no se requiere aplicar uno de los métodos de evaluación económica de proyectos.

En este caso se decidió utilizar el método del **valor presente neto o VPN**, para lo cual *en primer lugar* se establece la estructura de capital con la que la empresa trabaja a fin de obtener el costo promedio ponderado de capital o WACC por sus siglas en inglés.

Para el cálculo del WACC se emplea la siguiente fórmula:

$$WACC = \% \text{ aporte propio} * COK + \% \text{ endeudamiento} * i * (1 - T) \quad (5.1)$$

Donde:

% aporte propio: porcentaje del finamiento total que se realizara con aporte propio.

COK: costo de capital propio.

% endeudamiento: porcentaje del finamiento total que se realizara con préstamo.

i: tasa de interés que cobra la entidad financiera.

T: impuesto a la renta equivalente al 30%.

Tabla 5.12. Estructura de capital.

Concepto	%	COK	Interés	i * (1-T)	WACC
Aporte propio	30%	10%			2.9%
Endeudamiento	70%		11%	8%	5.4%
Total Inversión	100%			CCPP	8.28%

Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 5.12 la estructura de capital está compuesta por un 30% de financiamiento propio y un 70% de endeudamiento. Asimismo, según indica la empresa los bancos le prestan a una tasa efectiva anual de 11%.

Sin embargo, al preguntar por el costo de capital propio la manufacturera no reveló un valor por lo que se procedió a estimarlo basado en el método CAPM, como se detalla en el anexo N° 11, obteniéndose un costo anual de 9.62%.

Con los datos anteriormente mencionados y haciendo uso de la fórmula 5.1 se estableció que el WACC para la compañía es de 8.28% anual.

Después de haber hallado el WACC, tasa con la que se traerá los flujos de caja al presente, se procede a calcular el flujo de caja para el proyecto.

En dicho flujo se señala las salidas de caja según el rubro que le corresponda, es decir, en caso se tenga deudas con el banco se debe indicar la cantidad amortizada y la cantidad pagada en intereses. Por lo tanto en la tabla 5.13 se presenta la estructura de financiamiento y en la tabla 5.14 el calendario de pagos para el monto suministrado mediante préstamo.

Tabla 5.13. Estructura de financiamiento

Matrices para maquina	S/.	89,600.00
Otras herramientas Lean	S/.	12,880.00
TOTAL	S/.	102,480.00
Capital propio	S/.	39,760.00
Financiado mediante préstamo	S/.	62,720.00

Elaboración Propia

Como se observa en la tabla mostrada anteriormente se financia 62,720.00 soles, lo cual representa el 70% del monto total requerido para las matrices. No se realiza ningún préstamo correspondiente a las otras herramientas Lean, ya que el costo puede ser asumido íntegramente por la empresa.

Tabla 5.14. Calendario de pagos

Préstamo bancario	S/.	62,720.00
Meses		12
TEA		11.00%
i mes		0.87%
Cuota mensual	S/.	5,528.14
interés acumulado	S/.	3,617.68

Elaboración Propia

Una vez establecida la cantidad a amortiguar y la correspondiente a los intereses se puede pasar a presentar el flujo de caja proyectado, el cual se muestra en la tabla 5.15. En dicha tabla se señala como única entrada de caja el ahorro anual, que se calculó en la parte 5.1, y como salidas se tiene el costo de las herramientas Lean y

el crédito de las matrices con lo cual se obtiene un saldo final de 252,613.51 soles a favor de la empresa.

Tabla 5.15. Flujo de caja proyectado

	AÑO 1	
Saldo Inicial de Caja	S/.	-
Entradas de Caja		
Ahorro anual	S/.	358,711.19
Total de caja disponible	S/.	358,711.19
Salidas de Caja		
Costos en otras herramientas Lean	S/.	-12,880.00
Inversiones		
Compra de equipos	S/.	-26,880.00
Total salidas de Caja	S/.	-39,760.00
Superávit (déficit)	S/.	318,951.19
Financiación		
pago de préstamo	S/.	-62,720.00
Intereses	S/.	-3,617.68
Saldo final de caja	S/.	252,613.51

Elaboración Propia

Finalmente se procede a calcular el **valor presente neto**, cabe mencionar que se halla dos tipos de VPN. El primero se conoce como económico y toma en cuenta la inversión total, el saldo de caja antes de la financiación y el WACC, en la tabla 5.16 se detalla los montos para los conceptos antes mencionados.

Tabla 5.16. Valor Presente Neto Económico

Inversión requerida	S/.	-102,480.00
Saldo de caja antes de la financiación	S/.	318,951.19
WACC		8.28%
VPN saldo final de caja	S/.	294,572.38
VPN de la propuesta	S/.	192,092.38
TIR		187%
Relación Beneficio/Costo		1.87

Elaboración Propia

Asimismo en dicha tabla, se resalta que el valor presente neto económico de la propuesta es de 192,092.38 soles, lo cual indica que es económicamente viable con una relación beneficio/costo de 1.87.

El segundo tipo de VPN se conoce como financiero y mide el retorno de la inversión sobre el dinero que la empresa aportó. Si el VPN económico es mayor al VPN financiero se debe considerar tomar más deuda.

En la tabla 5.17 se muestra que para el cálculo del VPN financiero se consideró el aporte propio, el saldo final de caja y la tasa con la que se trae los flujos al presente siendo el VPN de la propuesta 190,685.72 soles. Si se compara esta cifra con el económico se observa que este último es mayor por lo que la manufacturera de alimentos debería tomar más deuda.

Tabla 5.17. Valor Presente Neto Financiero

Aporte propio	S/.	-39,760.00
Saldo final de caja	S/.	252,613.51
COK		9.62%
VPN saldo final de caja	S/.	230,444.72
VPN de la propuesta	S/.	190,684.72
TIR		480%
Relación Beneficio/Costo		4.80

Elaboración Propia



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Luego de revisar las bases teóricas se puede concluir que tanto la gestión de la cadena de suministros como la manufactura esbelta buscan optimizar la utilización de recursos a través de la obtención de un flujo continuo del producto, desde el proveedor hasta el cliente. Además cabe mencionar que dentro de los principios de la gestión de la cadena de suministros se recomienda el uso de herramientas de manufactura esbelta para mejorar la eficiencia.
- Al analizar los indicadores del área de planeamiento, área encargada de la gestión de la cadena de suministros, se concluye que en la actualidad las empresas de consumo masivo son capaces de lograr el objetivo de brindar a los clientes el producto que deseen cuando lo deseen. Sin embargo, en el área de producción se tiene algunas deficiencias para cumplir el volumen programado debido a una falta de flexibilidad en las líneas de producción, lo cual genera que se tenga quiebres o sobre stocks en algunos SKUs.
- En el análisis del costo de operación actual se decidió trabajar con el costo total de compra, ya que este define cual es el costo total que incurre la empresa al fabricar un producto. En este caso particular, al tener una política de revisión periódica P de 7 días y un nivel de servicio del 95% actualmente la manufacturera tiene un costo total de compra por las cuatro familias en estudio de S/. 295,682,503.40.
- Acerca de la **hipótesis general** planteada en la página 32: “La aplicación de herramientas de manufactura esbelta a gestión de la cadena de suministros permite reducir costos operativos” se concluye que después de haber aplicado las herramientas de manufactura esbelta en el capítulo IV y ver los resultados económicos de esta propuesta en el capítulo V se obtiene una reducción de los costos operativos de S/. 7,216.81 por lo tanto dicha hipótesis es cierta.

- En el caso de la **primera hipótesis específica** también planteada en la página 32: “La aplicación del Takt time permite mejorar el planeamiento de operaciones” se concluye que es falsa puesto que como se explicó en las páginas 66 y 67, esta herramienta permite ver si se está produciendo al ritmo ideal que acompaña la demanda del cliente, por lo tanto esta ayuda directamente al departamento de producción y no al planeamiento de operaciones.
- Sobre la **segunda hipótesis específica** planteada en la página 32: “La aplicación de la herramienta mapa de flujo de valor presente permite identificar las actividades que no agregan valor en toda la cadena de suministro” se establece que es cierta, pues cómo se vio en el capítulo IV página 62 dicha herramienta permitió establecer a simple vista cuales son las actividades que no agregan valor en la cadena de suministro. En este caso en particular, se identificó que se pierde mucho tiempo en los almacenamientos de materia prima, producto en proceso y producto terminado y los tiempos de setup.
- Sobre el **problema principal**: ¿Qué herramientas de manufactura esbelta pueden aplicarse a la cadena de suministros de empresas de consumo masivo para reducir costos? Y Acerca del **primer problema específico** ¿Cuáles son las herramientas de manufactura esbelta que se pueden aplicar a toda la empresa en el Perú?, ambos formulados en la página 5, se puede concluir que las herramientas que permiten reducir costos operativos y que pueden ser aplicables en empresas en el Perú son todas las aplicadas en el presente trabajo de tesis, las cuales son: Mapa de flujo de valor, SMED, metodología de las 5S', Takt time y pitch time; y Eficiencia general de los equipos.
- En el **segundo problema específico** se plantea en la página 5 la siguiente pregunta: ¿Qué herramientas de manufactura esbelta se pueden aplicar al área de planeamiento de operaciones? Pues bien, la herramienta que puede aplicarse es el mapa de flujo de valor dado que con esta se identifica todas las actividades que no generan valor agregado y el área de planeamiento de operaciones puede coordinar ya sea con producción o los proveedores para eliminar dichas actividades. Por ejemplo, en el mapa de flujo de valor presente

se ve que el tiempo de almacenamiento de materia prima es muy alto por lo que se podría gestionar lotes más pequeños de entrega de insumos.

- En el **tercer problema específico** en la página 5 se pregunta ¿Qué herramientas de manufactura esbelta se pueden aplicar al área de producción? pues como se sustenta a lo largo del capítulo IV la respuesta es las siguientes herramientas: SMED, metodología de las 5S', takt time y pitch time y por último OEE.
- En el **cuarto problema específico** se plantea en la página 5 la siguiente interrogación ¿Cuáles son los costos en los que se debe incurrir para aplicar las herramientas y cuáles son los beneficios que se obtendrán? En la tabla 5.10 se establece que el costo de implementación asciende a S/. 102,480.00 y que el beneficio cuantitativo asciende a S/. 358,711.19, pero no solo se obtiene este tipo de beneficios sino que también se logra una mayor eficiencia en la cadena de suministros, mayor flexibilidad de la línea de producción, mayor control y aseguramiento de la productividad y facilidad de identificación de causas de pérdidas de eficiencia.
- Sobre el **quinto problema específico** ¿Las herramientas permitirán reducir los costos operativos?, planteado en la página 5, como ya se vio en la conclusión de la hipótesis general, efectivamente se logra un ahorro S/. 7,216.81, el cual aumenta a S/. 358,711.19 al reducir el periodo de revisión de 7 días a 2 días.
- Finalmente, en el capítulo V después de hacer el análisis económico de la propuesta se concluye que es factible puesto que el valor presente neto al final del primer año tiene un valor de 192,092.38 soles. Asimismo, cabe resaltar que se consigue una reducción del nivel de inventario promedio anual en un 52% por familia.

6.2. Recomendaciones

- Es de vital importancia que tanto los operarios como los jefes reciban capacitación sobre la metodología de las 5's, pues como se vio en la implementación de la herramienta SMED (pág. 64 y 65) solo así se puede identificar los desperdicios y lograr mejoras sustanciales. Asimismo, sería adecuado que no solo recibieran capacitación en esta herramienta sino que pudieran llevar un diplomado sobre **Manufactura Esbelta** puesto que así tendrían una visión más completa y se podría lograr mayores mejoras.
- Como parte de la mejora continua si bien solo se propuso la aplicación del SMED en la maquina Sopladora, esta herramienta se puede aplicar a otras máquinas y así reducir más aun los tiempos que no generan valor para el cliente. Por lo tanto, se recomienda que el equipo de producción aplique dicha herramienta en otras máquinas como la llenadora.
- Para obtener más reducciones de costos operativos, se recomienda trabajar con los proveedores en su lead time. Dado que si se logra que ellos reduzcan su lead time, los niveles de inventarios que se manejan por seguridad tanto en la empresa como en los proveedores se pueden reducir. De esta manera se lograría el objetivo de la gestión de cadena de suministros: "Sincronización de todos los participantes de la cadena con la demanda real a fin de obtener la optimización global".
- A fin de asegurar que las mejoras propuestas se mantengan en el tiempo, se recomienda que el jefe de producción mensualmente revise el reporte diario de producción y calcule la **Eficiencia General de los Equipos** (OEE) puesto que este indicador permite determinar las fuentes de desperdicio o ineficiencia en una línea de producción así como comparar el desempeño de la empresa frente a la competencia.
- Dado que el VPN financiero fue menor que el VPN económico en el análisis económico, se recomienda que la empresa reduzca la cantidad establecida como aporte propio a fin de asegurar una mejor estructura de financiamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALICORP. (octubre de 2012). *Alicorp*. Obtenido de http://www.alicorp.com.pe/pdf/hechos/Corporate_Presentation_Espanol_250912.pdf
- Cámara de Comercio de Lima. (9 de abril de 2012). Informe sectorial: Industria de Alimentos. *Industria de alimentos en el Perú crecería 5,5% en el 2012*(519). Lima, Lima, Perú.
- Christopher, M. (2000). *The agile supply chain: Competing in volatile markets* (Vol. 29). Londres: Industrial Market Management.
- Cruelles Ruiz, J. (2010). La teoría de la medición del despilfarro. Toledo: Reverté-Aguilar, S.L.
- Cuatrecasas, L. (2010). *LEAN MANAGEMENT: Lean management es la gestión competitiva por excelencia* . Barcelona: PROFIT.
- Espejo Alarcón, M., & Moyano Fuentes, J. (2007). LEAN PRODUCTION: ESTADO ACTUAL Y DESAFÍOS FUTUROS DE LA INVESTIGACIÓN. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 13(2), 179-202.
- García, A. A. (1998). *Conceptos de Organización Industrial*. Barcelona: Productica.
- Goldman, S., Nagel, R., & Preiss, K. (1994). *Agile Competitors and Virtual Organisations: Strategies for Enriching*. Reinhold, UK: Van Nostrand.
- Hernández Bazo, C. (octubre de 2010). CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN EPG. *METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN DE CADENAS DE SUMINISTRO DE PRODUCTOS DE CONSUMO MASIVO DE ALIMENTOS ENVASADOS, APLICANDO LOS CONCEPTOS LEAN Y AGILE*.(12). (E. d. UPC, Ed.) Lima, Lima, Perú.
- Jacoby, D. (2010). *Cadena de suministros Guía para una gestión exitosa*. Lima: Producciones Cantabria SAC.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2003). *Fundamentos de Marketing* (6ª edición ed.). (R. Escalona García, Trad.) Ciudad de México: Pearson Education.
- Krones AG. (s.f.). Krones Contiform S/H La estiradora-sopladora. Alemania.
- M, S. (15 de Agosto de 2012). *Manufactura Esbelta / Lean Manufacturing Colombia*. Recuperado el 08 de Noviembre de 2012, de BLogger: <http://gioleanblog.blogspot.com/2012/08/iconos-graficos-usados-para-el-mapeo-de.html>
- Meza, H. (Agosto de 2012). Comportamiento de la Economía Peruana en el Segundo trimestre del 2012. Lima, Lima, Perú.

- Moyano Fuentes, J., & Juarado, P. (Enero - Abril de 2011). Lean Production y Gestión de la cadena de suministros en la industria aeronautica. 17.
- Nickl, M. (Septiembre-Octubre de 2005). La evolución del concepto "Logística" al de "Cadena de Suministros" y más allá.
- Ohno, T. (1995). *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*. Nueva York: Productivity Press Inc.
- Perú, B. C. (14 de Junio de 2013). *Banco Central de Reserva del Perú*. Obtenido de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Nota-Semanal/2013/resumen-informativo-24-2013.pdf>
- Productivity Development Team. (2004). *OEE for operators: overall equipment effectiveness*. New York: Shopfloor Series.
- Rey Sacristán, F. (2005). *Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: FC EDITORIAL.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Cambridge, Massachussets: Lean Enterprise Institute.
- Sánchez Gómez, M. G. (2008). *Cuantificación y generación de valor en la cadena de suministro extendida*. León: Del Banco de Editores.
- Soret Los Santos, I. (2006). Cadena de suministro SCM y respuesta eficiente al consumidor ECR. En I. Soret Los Santos, *Logística y Marketing para la distribución comercial* (págs. 19-21). Madrid: ESIC.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. New York: Simon and Schuster, inc.