

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta**

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

**JOSÉ MIGUEL RAMOS FLORES**

ASESOR: DR. MIGUEL DOMINGO GONZALEZ ALVAREZ

Lima, Noviembre del 2012

## RESUMEN

El presente trabajo surge de la necesidad de mejorar el proceso productivo de elaboración de fideos dentro de la empresa en estudio mediante uso herramientas de la filosofía de manufactura esbelta con el objetivo de optimizar sus procesos y garantizar su supervivencia en un mercado tan competitivo y cambiante en la cual la empresa y demás empresas manufactureras están inmersas, a través de la sistematización de la eliminación de los desperdicios y problemas presentes en dicho proceso.

El objetivo de este trabajo de investigación es analizar la situación actual de la empresa en estudio y mediante de ello, proponer la implementación de las herramientas de manufactura que le permita mejorar la calidad de sus productos, reducir el tiempo de entrega y responder de manera rápida a las necesidad cambiantes del cliente para así poder mejorar su competitividad en el mercado y mejorar la satisfacción del cliente.

El presente trabajo de investigación empieza con una breve descripción de la empresa en estudio, los productos que ofrecen, los procesos necesarios para la elaboración de fideos y los principales indicadores del área de producción y mantenimiento.

Luego de identificar los principales procesos productivos, se procedió priorizar las herramientas de manufactura esbelta 5S's y uno de los pilares más importantes del TPM, el mantenimiento autónomo, para así poder atacar y eliminar los principales desperdicios identificados en el mapa de flujo de valor de manera sistemática.

A continuación se evaluará el impacto económico del uso de las herramientas que han sido seleccionados, a través de la identificación de los costos y beneficio económico que brindará a la empresa en estudio, a través de su correcta implementación.

Finalmente, se expondrán las conclusiones de la propuesta de implementación de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas y las recomendaciones para el sostenimiento y correcta implementación de las herramientas mencionadas en líneas anteriores dentro de la empresa en estudio.

### TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial

ALUMNO : **RAMOS FLORES JOSÉ MIGUEL**

CÓDIGO : 2006.2182.N.12

PROPUESTO POR : Ing. Wilmer Jhonny Atoche Díaz

ASESOR : Dr. Miguel Domingo González Álvarez

TEMA : ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA LÍNEA DE FIDEOS EN UNA EMPRESA DE CONSUMO MASIVO MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

Nº TEMA :

FECHA : San Miguel, 18 de julio de 2012

### **JUSTIFICACIÓN:**

En los últimos años la industria de productos farináceos, en especial el de elaboración de fideos con un valor de mercado de alrededor de US\$250 millones<sup>1</sup>, ha tenido un crecimiento continuo debido a la nueva aperturas de mercados en los últimos años con un crecimiento pronosticado de 2% a 4%<sup>2</sup> este año. Sin embargo, en el 2008 los márgenes de ganancias de las empresas de la industria se vieron presionados a la baja como resultado del alza del precio de trigo, lo que no se pudo trasladar totalmente a los precios debido a la intensa competencia existente dentro de la industria, lo cual evidencio la necesidad del incremento de la rentabilidad, a través de la sistematización de la eliminación de los desperdicios mortales definidos en la filosofía de la manufactura esbelta y no mediante el incremento del precio del producto como tradicionalmente las empresas lo hacían.

Los cambios experimentados en la industria de fideos en los últimos años se han asociado a aspectos tales como: el vertiginoso desarrollo de la tecnología, proliferación de una gran variedad de productos, el derrumbamiento de las fronteras comerciales de los negocios y de los países, y las cambiantes necesidades y acciones de los actores interesados (*stakeholders*). Todo este turbulento ambiente de negocios en el que se desenvuelven las empresas manufactureras, no solo la industria de fideos, del siglo XXI ha generado un nuevo escenario, en que el único camino que tienen las empresas de todos estos sectores para seguir compitiendo, es la continua implementación de las mejores prácticas, principios, estrategias y tecnologías de gestión.

<sup>1</sup>Consultado en portal del banco Scotiabank. Para mayor información en: [http://www.scotiabank.com.pe/i\\_financiera/pdf/sectorial/20090428\\_sec\\_es\\_Farinaceos.pdf](http://www.scotiabank.com.pe/i_financiera/pdf/sectorial/20090428_sec_es_Farinaceos.pdf)

<sup>2</sup>Consultado en el portal del diario Gestión. Para mayor información es: <http://gestion.pe/>

En este sentido, la instauración de sistemas productivos más eficientes, como la filosofía de manufactura esbelta, se ha convertido en un factor estratégico que las empresas deben optar para mantener su competitividad en el mercado en base a un adecuado manejo de sus procesos para poder producir eficientemente y así evitar problemas en el manejo de los tiempos de entrega, cantidad y calidad, especialmente en las empresas manufactureras.

La manufactura esbelta, también conocida como *Lean Manufacturing*, ha adquirido un papel muy importante en la sociedad empresarial actual peruana, ya que muestra un camino que tienen que seguir las organizaciones para poder competir en precio, calidad y tiempo de entrega, a través de la eliminación o reducción de los diferentes siete más uno tipos de desperdicios (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos, recursos humanos mal utilizados) que afectan a las empresas dentro de sus procesos productivos y así poder obtener mejoras en la calidad del producto, el tiempo de producción y reducción de los costes.

En este sentido se propone analizar el sistema productivo de una empresa manufacturera de elaboración de fideos enfocándose en la línea de fideos largos basándose en el pensamiento de manufactura esbelta con el objetivo de utilizar sus conceptos y herramientas que permitan administrar eficientemente su flujo de valor.

## **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar el análisis y la propuesta de mejora del sistema productivo actual de la empresa en estudio a través de la utilización de herramientas de manufactura esbelta que disminuya los costos de operación, eliminación de actividades que no generan valor y el incremento de la disponibilidad, eficiencia y calidad de la línea seleccionada.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Dar a conocer a la empresa en estudio la filosofía de la manufactura esbelta que es muy utilizada en la actualidad por las empresas de clase mundial que le permita mejorar continuamente y generar una ventaja competitiva y sostenible en el tiempo.
- Presentar a la empresa en estudio y dar a conocer sus principales procesos productivos, productos, maquinarias y métricas utilizadas con el objetivo de brindar un marco sobre el cual se va desarrollar este trabajo de investigación.
- Identificar los principales problemas en el mapa de flujo de valor que afectan a la familia de productos seleccionada y así poder seleccionar aquellas herramientas de manufactura esbelta que podrán ser aplicadas y que causen un mayor impacto en esta familia, con el objetivo de mejorar su flujo de valor y eliminar los diferentes problemas que afectan a dicha familia de productos.

- Desarrollar un modelo de implementación de herramientas de manufactura esbelta con el objetivo de mejorar la generación de valor del proceso productivo en la familia de productos seleccionada.
- Realizar una evaluación de un análisis costo-beneficio que justifique la implementación de las diferentes herramientas de manufactura esbelta, con el objetivo de evidenciar la factibilidad de la implementación y la rentabilidad obtenida por su realización.

#### **PUNTOS A TRATAR:**

##### **a. Marco teórico.**

Se describirán la teoría necesaria y las herramientas que implican la implementación de la filosofía de la manufactura esbelta con el objetivo de poder realizar el análisis de los problemas de la empresa en estudio.

##### **b. Descripción y definición del proyecto.**

Se hará una breve presentación de la empresa en estudio en donde se incluya una breve reseña histórica de la empresa, descripción de sus principales procesos productivos, productos, maquinarias y principales métricas del sistema productivo.

##### **c. Diagnóstico del proceso.**

Se desarrollarán la identificación de la línea y familia de productos de mayor volumen de producción para luego seleccionar las herramientas de la filosofía de la manufactura esbelta que generen un impacto significativo dentro de la cadena de valor y así mejorar sus procesos productivos.

##### **d. Propuesta de mejora.**

Se desarrollará una propuesta de mejora a través de las herramientas de manufactura esbelta con el objetivo de solucionar los principales problemas en estudio.

##### **e. Evaluación del impacto económico.**

Se realizará la evaluación económica de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta, comparando el incremento de los indicadores seleccionados de la situación actual de la familia de productos en estudio y así poder evaluar si es económicamente rentable para la empresa la implementación de las herramientas de manufactura esbelta planteadas.

##### **f. Conclusiones y recomendaciones.**

-----  
ASESOR

## AGRADECIMIENTOS

Antes que a todos quiero agradecer a Dios por haberme dado las fuerzas necesarias para enfrentar de la mejor manera los diferentes obstáculos que se han presentado durante toda mi vida y guiarme a su lado.

Quiero darle gracias al Director-Consultor Senior de IDIA Ing. Francis Paredes por sus consejos valiosos y ayuda desinteresada durante la realización de esta tesis.

Agradezco a todo el personal de la empresa en estudio por la colaboración prestada durante la realización de este trabajo de investigación.

Agradezco especialmente al Gerente de planta Roberto Granadino y al Gerente de recursos humanos José Miguel Apaza de la empresa en estudio por su apoyo y confianza al brindarme la información requerida para la culminación de esta tesis.

Igualmente, agradezco a mi asesor de tesis Dr. Domingo Gonzalez por su apoyo y guía que hizo que esta tesis se direccionara a los propósitos del presente trabajo.

A toda mi familia, especialmente a mi padre José Ramos Flores y mi Madre Gladys Flores Hurtado, Abuela y Hermano por todo el apoyo brindado moral, físico y económico durante todos estos años de mi formación como profesional, ya que sin ellos no hubiera sido capaz de lograr terminar este ciclo de mi vida.

Finalmente quiero agradecer a Hilda Lema Calluchi por su soporte y por ser el motor de mi vida que permitió que este trabajo de investigación pueda culminarse.

## ÍNDICE

Lista de figuras	V
Lista de tablas	VII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. Marco teórico</b>	<b>3</b>
1.1 Historia de la manufactura esbelta	3
1.2 Principios de manufactura esbelta	4
1.2.1 Definir valor desde el punto de vista del cliente	4
1.2.2 Identificación de cadena de valor	4
1.2.3 Flujo de pasos que generan valor	4
1.2.4 Producir el “jale” del cliente	5
1.2.5 Mejoramiento continuo	5
1.3 Herramientas de manufactura esbelta	5
1.3.1 Mapa de Flujo de Valor( <i>Value Stream Mapping</i> )	5
1.3.2 5S`s	7
1.3.3 Control visual	8
1.3.4 <i>SMED (Single Minute Exchange of Die)</i>	9
1.3.5 Mantenimiento productivo total(TPM)	10
1.3.6 <i>Kaizen</i>	16
1.3.7 <i>Poka Yoke</i>	17
1.3.8 <i>Kanban</i>	18
1.4 Definición de muda	19
1.4.1 <i>Muda</i> de sobreproducción	19
1.4.2 <i>Muda</i> de espera	20
1.4.3 <i>Muda</i> de transporte	20
1.4.4 <i>Muda</i> de producción innecesaria	21

1.4.5	<i>Muda</i> de inventario	21
1.4.6	<i>Muda</i> de movimientos	21
1.4.7	<i>Muda</i> de productos defectuosos	22
1.4.8	<i>Muda</i> de RR.HH mal utilizados	22
<b>CAPÍTULO 2. Descripción y definición del proyecto</b>		<b>23</b>
2.1	Antecedentes y condiciones actuales	23
2.2	Visión y misión	25
2.3	Organización de la empresa	25
2.4	Productos	26
2.5	Descripción general del proceso productivo	28
2.6	Maquinaria	33
2.7	Descripción actual de métricas del sistema productivo	33
<b>CAPÍTULO 3. Metodología de análisis y diagnóstico del proceso productivo actual</b>		<b>40</b>
3.1	Metodología propuesta para la implementación de herramientas de manufactura esbelta	40
3.1.1	Selección de línea de producción a estudiar	42
3.1.2	Selección de familia de productos a estudiar	43
3.1.3	Desarrollo de mapa de flujo de valor actual	44
3.1.4	Identificación de desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor actual	50
3.1.5	Identificación de métricas <i>lean</i>	52
3.1.6	Desarrollo de mapa de flujo de valor futuro	52
3.1.7	Priorización de herramientas de manufactura esbelta	55



<b>CAPÍTULO 4. Propuesta de mejora</b>	56
4.1 Implementación de las 5S's y Mantenimiento autónomo	56
4.1.1 Consideraciones para la implementación	57
4.1.2 Planteamiento de la situación actual respecto a las 5S's	57
4.1.3 Planteamiento de la situación actual respecto al mantenimiento autónomo	60
4.1.4 Análisis de aplicación de mantenimiento autónomo	62
4.1.5 Planteamiento de la situación propuesta respecto a las 5S's y mantenimiento autónomo	63
<b>CAPÍTULO 5. Evaluación del impacto económico</b>	92
<b>CAPÍTULO 6. Conclusiones y recomendaciones</b>	100
6.1 Conclusiones	100
6.2 Recomendaciones	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Iconos para el desarrollo del VSM	6
Figura 2	Diagrama de secuencia de organización	8
Figura 3	Fases de aplicación del <i>SMED</i>	10
Figura 4	Pilares del TPM	12
Figura 5	Resultados Esperados del <i>Poka Yoke</i>	18
Figura 6	Organigrama general de la empresa en estudio	26
Figura 7	Producción acumulada de Enero a Marzo de los tipos de fideos	27
Figura 8	Flujo grama de proceso de elaboración de fideos	28
Figura 9	<i>Layout</i> del piso 2 de la empresa en estudio	30
Figura 10	<i>Layout</i> del piso 1 del proceso productivo	31
Figura 11	DOP de fideos enfardelados	32
Figura 12	Cálculo de la Efectividad Global del Equipo	38
Figura 13	OEE de la empresa en estudio	39
Figura 14	Gráfico de comportamiento del OEE	39
Figura 15	Diagrama de Pareto de Toneladas de Fideos Producidos	42
Figura 16	Diagrama de Pareto de Ventas	44
Figura 17	Producción mensual de familia de productos seleccionada	46
Figura 18	Gráfico de tiempo promedio para reparar	48
Figura 19	Mapa de flujo de valor actual de la familia de productos “S”	49
Figura 20	Mapa de flujo de valor futuro de la familia de productos “S”	53
Figura 21	Diagrama de Pareto de tiempos improductivos mensuales(min)	55
Figura 22	Almacén de Bobinas	58
Figura 23	Espacio asignado para el proceso de recuperación	59
Figura 24	Espacio asignado para el almacenaje de moldes	60
Figura 25	Gráfico de horas perdidas por parada de máquina al mes	61
Figura 26	Gráfico de tiempo promedio entre fallas Actual (MTTF)	63
Figura 27	Almacén de bobinas dentro del proceso productivo	71
Figura 28	Almacén de bobinas fuera del proceso productivo	72
Figura 29	Distribución y marcación del Almacén propuesto	73
Figura 30	Moldes de prensado	74

Figura 31 Diagrama de Pareto de Tiempos de Parada de la máquina P35	76
Figura 32 Diagrama causa-efecto de falla del enfriador	78
Figura 33 Diagrama causa-efecto de falla del secador	79
Figura 34 Tarjeta verde y roja para operarios	85
Figura 35 Hoja de lección de un punto	87



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Beneficios de implementación de 5'S	7
Tabla 2	Fases de implementación de un sistema TPM	11
Tabla 3	Tabla de cómo combatir desperdicios	22
Tabla 4	Principales <i>stakeholders</i>	24
Tabla 5	Producción de cada tipo de fideo en cada línea de producción	27
Tabla 6	Capacidad de maquinaria en base a Ficha Técnica	33
Tabla 7	Selección de familia de productos	43
Tabla 8	Especificaciones de peso por pallet de familia seleccionada	45
Tabla 9	Cálculo de <i>pitch time</i> para los fideos más representativos	47
Tabla 10	Métricas y mediciones de punto base	52
Tabla 11	Métricas a lograr	54
Tabla 12	Valoración de pérdidas	62
Tabla 13	Indicadores PQCDSM	64
Tabla 14	Plan maestro de la implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo	66
Tabla 15	Tarea de actividades de mantenimiento en base al ACR	81
Tabla 16	Plan de inspección, ajuste y lubricación a través de la limpieza	82
Tabla 17	Clasificación de los siete tipos de desperdicios	86
Tabla 18	Detalle de costos de implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo	95
Tabla 19	Beneficios esperados de la implementación de las herramientas <i>Lean</i>	96
Tabla 20	Ganancia por tonelada de la familia de productos seleccionada	97
Tabla 21	Tasa de interés pasiva promedio de mercado efectiva	98
Tabla 22	Flujo de caja proyectado para el proyecto de mejora en la empresa en estudio	99

## INTRODUCCIÓN

La dirección de los sistemas de producción en la industria de elaboración de fideos y demás industrias manufactureras, desde hace más de 15 años, tomó un nuevo rumbo cuando la posibilidad de mantenerse vigente en el mercado para la mayoría de empresas se tornaba prácticamente imposible, debido al ya no poder satisfacer un mercado cada vez más cambiante, con altas exigencias de calidad y variedad de productos.

Es por ello, que con el objetivo de dar respuestas rápidas a las necesidades cambiantes del cliente y tratar de reducir los 7 + 1 tipos de desperdicios definidos por Liker y Meier (2006) como sobreproducción, espera, transporte, producción innecesaria, inventario, movimiento, productos defectuosos y RR.HH mal utilizados en los procesos manufactureros es primordial dar comienzo a una etapa donde se desarrollen cambios planeados, fundamentados en los requerimientos de los clientes y de los procesos internos, buscando obtener herramientas y metodologías que permitan controlar y tomar decisiones en la gestión de la producción y calidad, planteando proyectos a largo plazo que generen un cambio y una orientación hacia la competitividad en la industria de elaboración de fideos funcionando de forma unida, fácil, económica y sincronizada.

La metodología consistió en analizar los diferentes problemas, identificados en el mapa de flujo de valor actual, que afectan directamente a la cadena de valor de la familia de productos seleccionado y así poder priorizar las herramientas de manufactura esbelta con ayuda del diagrama de Pareto para luego analizar la factibilidad de la implementación de las herramientas seleccionadas.

El objetivo principal de este trabajo de investigación es el desarrollo de un modelo de implementación de las herramientas de manufactura esbelta en la empresa en estudio que sea acorde a sus propias necesidades y entorno en la cual se desenvuelve, con el objetivo de mejorar su proceso productivo y poder generar una serie de ventajas competitivas que le permita competir no solo en precio sino, también calidad de sus productos y tiempos de entrega óptimos. Este proyecto está estructurado en 6 capítulos, que a continuación describiremos brevemente:

En el capítulo 1, se hace un breve resumen de la historia de la manufactura esbelta desde sus inicios hasta como es concebido en la actualidad, los cinco principios que rigen esta filosofía y los tipos de desperdicios (*mudas*) que una organización enfrenta en un enfoque *Lean Manufacturing*, asimismo se presenta las herramientas que implican adoptar esta filosofía.

En el capítulo 2, se presenta a la empresa en estudio que incluye una breve reseña histórica de la misma, su misión y visión, su organización y sus productos fabricados. También se hace una descripción de su proceso productivo, maquinarias y métricas actuales usadas en las áreas definidas dentro del alcance del presente trabajo de investigación.

En el capítulo 3, se presenta la metodología propuesta para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta de la familia de productos a estudiar, el desarrollo del mapa de flujo de valor actual, la identificación de las métricas *Lean*, desarrollo del mapa de flujo de valor actual y futuro y priorización de las herramientas de manufactura esbelta.

En el capítulo 4, se desarrolla la propuesta de mejora de la implementación de las 5S's y el mantenimiento autónomo de manera conjunta en la línea de la familia de productos seleccionada.

En el capítulo 5, se realiza las evaluaciones técnicas y económicas de las propuestas de mejora respecto a la implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing*, cuantificándose el incremento de la producción obtenidos y evaluando la rentabilidad de la implementación de estas herramientas *Lean*, a través de indicadores económicos, como el VAN, TIR, B/C, etc.

En el capítulo 6, finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones a las que se llega en este trabajo de investigación.

## CAPÍTULO 1. Marco Teórico

### 1.1. Historia de la manufactura esbelta

El origen del término Manufactura Esbelta surge por primera vez en el libro “La Máquina que Cambio el Mundo” (*The Machine that changed the World*) donde se documentan muchas herramientas que emplean hoy en día las empresas. (Womack, Jones y Ross, 1990)

El concepto de manufactura esbelta tiene su origen a partir de 1990, sin embargo no es una metodología especialmente nueva ya que deriva de "*Toyota Production System*", pero Toyota no descubrió el hilo negro; simplemente supo coordinar, unir y trabajar ciertas metodologías y técnicas de una forma disciplinada, con el fin de disminuir los desperdicios dentro de su proceso productivo. Además, basándose en el trabajo duro y el esfuerzo de la mejora continua día con día, logro crear el sistema de producción Toyota, que es lo que hace grande a esta empresa. "*Toyota Production Sytem*" ha sido influenciado y ha sido el sistema que cambió el mundo en base a los postulados de Eli Whitney, Henry Ford, Frederick W. Taylor y otros estudiosos. A partir de 1910 Henry Ford y su mano derecha Charles E. Sorensen, crean la primera estrategia global de fabricación. Tomaron todos los elementos de un sistema de fabricación: las personas, las máquinas, las herramientas y los productos; dispusieron de ellos en un sistema continuo, para la fabricación del modelo T de automóviles. Finalizada la segunda guerra mundial (1945) los industriales japoneses estudiaron los métodos de producción de los Estados Unidos de América, con especial atención a las prácticas productivas de Ford y el Control Estadístico de Procesos desarrollado por el Dr. W. A. Shewart y su equipo en Bell Telephone Laboratories ;además, escucharon y pusieron en práctica las enseñanzas de W. Edwards Deming, Joseph Moses Juran, Kaoru Ishikawa y Philip B Crosby entre otros. En Toyota Motor Company, Taichii Ohno y Shigeo Shingo, ambos ingenieros de la empresa, comenzaron a incorporar las técnicas de producción Ford con otro enfoque, designándolo como "Toyota Production System". El desarrollo de estos nuevos conceptos de producción ocurrieron entre 1949 y 1975, donde, se reconoció la importancia central de los inventarios, la motivación de los empleados, la variedad de productos, la configuración de las máquinas y el cambio herramientas en pocos minutos. Los sistemas desarrollados y adoptados por cada empresa se basan en el "Toyota Production System" y se

conocen como Manufactura de Clase Mundial. Según Paredes (2009) la terminología *Lean*, quiere decir delgado, esbelto, y sin grasa. Dicho termino se relaciona con el *Toyota Produccion System* porque éste último buscaba gestionar su sistema productivo más eficiente, a través de eliminar todo aquello que consideraba desperdicio para que el flujo del sistema sea continuo y con los elementos esenciales; es decir libre de desperdicios.

## 1.2. Principios de la manufactura esbelta

Según Womack *et allí* (2005), el pensamiento *lean* es un proceso que da sentido a todos los métodos y técnicas específicas, para guiar a la dirección más allá de la producción en masa.

A continuación se explicara los 5 principios *lean* que toda organización debe tener en cuenta para poder mejorar su flujo de valor:

### 1.2.1. Definir valor desde el punto de vista del cliente

De acuerdo a Womack *et allí* (2005) se entiende como valor a un producto (bien o servicio) que satisface las necesidades del cliente a un precio determinado y a un tiempo determinada, es por ello que se debe definir e identificar el valor desde la perspectiva del cliente con el fin de eliminar desperdicios y considerar aquellas actividades de valor añadido en la cual el cliente esté dispuesto a pagar por ellas. Todas las otras son desperdicios (MUDA).

### 1.2.2. Identificación de cadena de valor

Se debe hacer visible a través de un mapa el flujo de información y de materiales, y por medio de indicadores con el fin de eliminar desperdicios encontrados y pasos que no agregan valor, aunque algunos de ellos son inevitables.

### 1.2.3. Flujo de pasos que generan valor

Se debe hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor y que los problemas se puedan visualizar.



#### 1.2.4. Producir el “jale” del cliente

Una vez hecho el flujo, adoptar un sistema pull (Justo a tiempo) con el objetivo de mantener pequeños cantidades de inventario y evitar sobreproducción.

#### 1.2.5. Mejoramiento Continuo

Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible mediante una filosofía de mejoramiento continuo.

De acuerdo a Domínguez *et alii* (1995), hay que tener presente que el contexto bajo el cual se mueve la empresa es dinámico y por ende cambiante; de igual manera, como parte de ese contexto se encuentran los clientes quienes constantemente redefinen y cambian sus necesidades. Es por ello que debido a la alta competitividad que enfrentan las empresas, estas deben estar preparadas para responder con la misma velocidad con la cual el cliente cambia sus necesidades para mantenerse competitivo.

### 1.3. Herramientas de manufactura esbelta

#### 1.3.1. Mapa de flujo de valor (*Value Stream Mapping*)

El Mapa de Flujo de Valor (en inglés, *Value Stream Mapping* o VSM) tiene como objetivo desarrollar un mapa (una representación visual) del flujo de valor de una familia de productos dentro de una empresa, en la que se señalen tanto las actividades que agregan valor como las que no agregan valor, necesarias para producir un producto, desde los proveedores de insumo hasta la entrega del producto al cliente y con ello las empresas manufactureras puedan replantear y rediseñar sus sistemas productivos con el objeto de alcanzar la competitividad necesaria para afrontar los retos de los mercados actuales según la European Commission (2004). Es necesario, por tanto, como sugiere Marchwinsky (2004), disponer herramientas que apoyen al proceso de rediseño de sus sistemas productivos. La aplicación de VSM se fundamenta en las siguientes etapas:

- Elección de la familia de productos

- Mapeo del estado actual referente al flujo de materiales y de su información asociada
- Mapeo de la situación futura sobre la base de pautas aportadas por la manufactura esbelta
- Definición e implementación de un plan de trabajo

Para desarrollar la metodología de implementación del VSM es necesario conocer exactamente la situación actual de la empresa en términos de procesos, procedimientos, normas y políticas. El VSM es la herramienta idónea para el análisis de la situación presente con la cual, además tendremos una visión completa de la empresa y de sus procesos para, así poder implementar en forma más fácil las acciones de mejora, las cuales incluso aplicadas en las actividades aisladas ayudarán a optimizar el proceso completo y no simplemente las partes del proceso.

A continuación se presenta en la figura 1 los principales iconos utilizados para la elaboración del Mapa de Flujo de Valor Actual y Futuro.

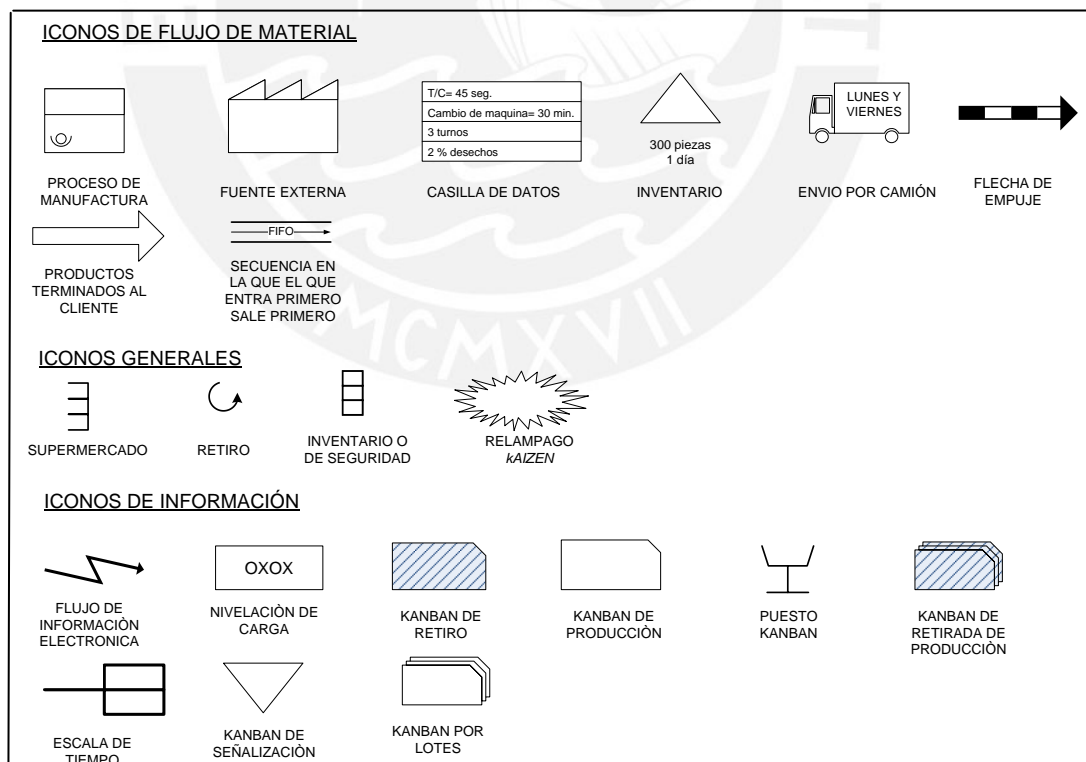


Figura 1: Iconos para el desarrollo del VSM

Fuente: Rother y Shook (1999)

Elaboración propia

### 1.3.2. 5S's

El sistema conocido como las 5'S se desarrolló en Japón con el fin de mantener organizadas, limpias, seguras y, sobre todo, productivas las áreas de trabajo. En la práctica, la aplicación de este sistema se convirtió en el primer paso hacia la adopción de la filosofía de la calidad total en las empresas japonesas. Es por ello que hablar de procesos con cero defectos, cero demoras y cero desperdicios, se debe inicialmente a que las empresas desarrollaron el soporte de una operación estructurada bajo el sistema de las 5'S. El nombre de las 5'S tiene su origen en cinco palabras japonesas que empiezan con la letra "S", i) *Seiri*: Seleccionar; ii) *Seiton*: Organizar; iii) *Seiso*: Limpiar; iv) *Seiketsu*: Estandarizar, y v) *Shitsuke*: seguimiento. Los beneficios que implica la implementación de la metodología 5`S se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Beneficios de implementación de 5S`s

BENEFICIOS DE IMPLEMENTACION DE 5`S	
Para el empleado	Para la organización
Puestos de trabajo seguros,ergonomicos y limpios	Tiempos de cambio rápido
Todo esta ubicado en una posición definida	Tiempo de instrucción y formación mas cort
Rutas rapidas y cortas	Evitar desperdicios y chatarras
Rapida orientación en nuevos puestos de trabajo	Menos accidentes de trabajo

Elaboración propia

A continuación se explicará cada uno de los términos de cada S:

**1. Seiri (Seleccionar)** significa remover de nuestra área de trabajo todo lo que no necesitamos para realizar nuestras operaciones productivas.

**2. Seiton (Organizar)** es ordenar los artículos, equipos o documentos que necesitamos para facilitar su uso e identificarlos, en forma adecuada, para localizarlos y, posteriormente, regresarlos a su lugar. Es necesario asignar un lugar específico para cada cosa u objeto, de manera que se facilite su identificación, localización y disposición.

A continuación se presenta en la figura 2 sobre como poder organizar los objetos que se encuentran en nuestro puesto de trabajo.

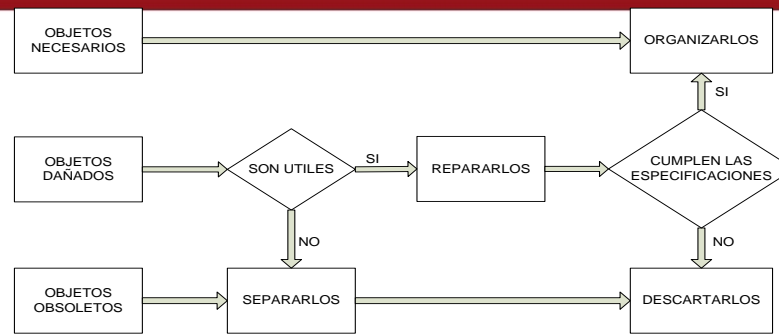


Figura 2 Diagrama de secuencia de organización

Fuente: Sánchez (2007)

Elaboración propia

Los beneficios que se obtendrían después de aplicar esta etapa son: Uso más eficiente de recursos, al localizar rápidamente lo que se necesita, menos accidentes por contar con ayudas visuales y menos equivocaciones en el uso de partes o componentes, o en la utilización de las últimas versiones de los documentos.

**3. Seiso (Limpiar)** quiere decir mantener en buenas condiciones nuestro equipo de trabajo y puesto de trabajo y con ello conservar limpio nuestro medio ambiente.

**4. Seiketsu (Estandarizar)** es crear lineamientos para mantener el área de trabajo organizada, ordenada y limpia a través de la realización de procedimientos y estándares visuales con el objetivo de mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras “S”.

**5. Shitsuke (Seguimiento)** es crear las condiciones que fomenten el compromiso de los integrantes de la organización para formar un hábito en el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para el orden y la limpieza en el lugar de trabajo para ello en se requiere que todos los integrantes de la organización participen activamente.

### 1.3.3. Control visual

Hoy en día las operaciones dentro de las empresas se han convertido más compleja que antes por lo cual las organizaciones, como parte de la filosofía lean, usan sistemas de control visual que proporcionan información del sistema a controlar y estos sirven de medios mediante los cuales, cualquier persona pueda

conocer, en 5 minutos o menos, la situación del área de trabajo y de lo que sucede, aún sin hablar con nadie, sin consultar una computadora o una bitácora.

Los controles visuales están entrañablemente relacionados con los procesos de estandarización, y a su vez son indicadores que comunican información importante, de forma visual, de tal forma que las acciones y movimientos, estén controlados bajo esa información. La finalidad de los controles visuales es distinguir apropiadamente lo que es normal y lo que no lo es; hacer que las anomalías y desperdicios sean obvios y fáciles de reconocer por cualquiera dentro del área de trabajo; así como descubrir constantemente aspectos que necesitan mejorarse. De igual forma busca que todo esté perfectamente visualizado, documentado y reportado para que esté al alcance de todos los que laboran dentro del área y poder facilitar la toma de decisiones y acciones correctivas al hacer obvios y visibles los problemas, anomalías y desperdicios y a su vez permitir que las operaciones sean auto-regulables sin necesidad de supervisión, así como encontrar problemas tan simples como herramientas fuera de su lugar y tan serios como defectos de calidad tan pronto ocurran.

#### **1.3.4. SMED (*Single Minute Exchange of Die*)**

*SMED* fue desarrollado por Shigeo Shingo en los años 1950 en respuesta a las necesidades emergentes de producción en lotes de tamaños necesarios para cumplir con la demanda de los clientes con la flexibilidad requerida. En general, *SMED* apunta a estandarización y simplificación de las operaciones y es uno de los métodos de *lean manufacturing* para la reducción de los tipos de desperdicios que se generan en un proceso de cambio de molde para la fabricación de otro producto, por ejemplo. Proporciona una manera rápida y eficiente de cambiar el proceso de fabricación del producto actual para ejecutar el siguiente producto. Este cambio rápido es clave para reducir tamaño de los lotes de producción y mejorar el flujo de producción. Según Shingo (1985) dividió las operaciones de preparación de cambio de máquina en dos partes:

Preparación interna: La operación de instalación que puede ser hecho sólo cuando la máquina se encuentra parada y preparación externa: La operación de instalación se puede hacer cuando la máquina se encuentra en ejecución. Estas operaciones pueden realizarse antes o después de que la máquina se encuentra parada; por ejemplo, conseguir el equipo listo para la operación de instalación se puede hacer

antes de que la máquina sea apagada para el cambio de molde para la producción del siguiente producto.

Preparación externa: Son aquellas operaciones que se pueden realizar cuando la máquina está en funcionamiento, es decir, tiempo de inactividad cero.

A continuación se presenta en la figura 3 de manera gráfica la reducción de tiempos de preparación con la implementación de los pasos de aplicación de *SMED*.

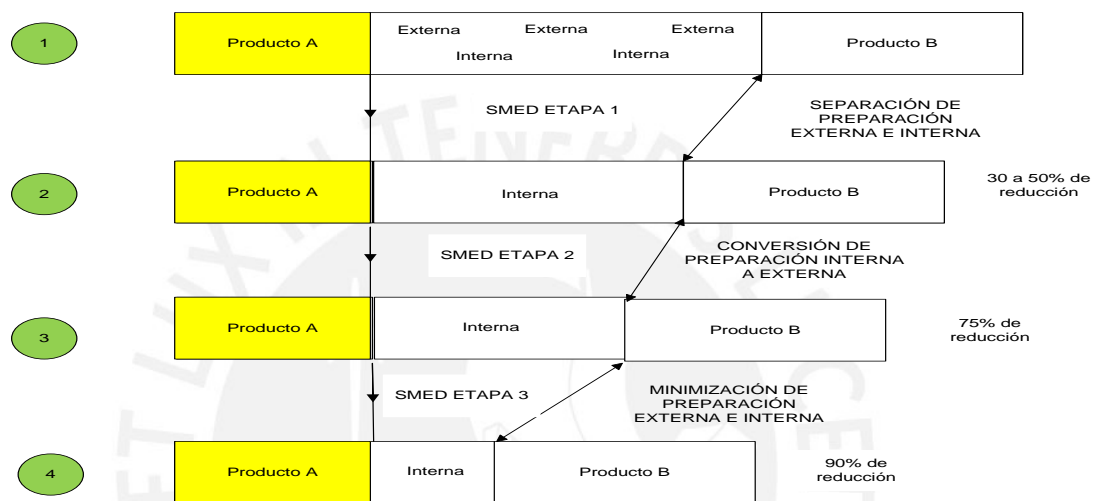


Figura 3 Fases de aplicación del *SMED*

Fuente: Shingo (1985)

Elaboración propia

### 1.3.5. Mantenimiento productivo total

El objetivo del mantenimiento productivo total (en inglés, *Total Productive Maintenance* - TPM) de máquinas y equipos lo podemos definir cómo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo nivel de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene. El nivel de disponibilidad, proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total, depende de dos factores críticos como la frecuencia de las averías y el tiempo necesario para reparar las mismas. El primero de dichos factores recibe el nombre de fiabilidad y es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías. El segundo factor denominado mantenibilidad es representado por una parte de la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte de la eficacia del servicio de mantenimiento y se calcula como el inverso del

tiempo medio de reparación de una avería. Por consiguiente un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente. El TPM incorpora conceptos como el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. El TPM adopta cómo filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos en la cual trata de planificar las actividades de mantenimiento del equipo de forma periódica sustituyendo en el momento adecuado las partes que se prevean de dichos equipos, para garantizar su buen funcionamiento, trata de planificar el control a ejercer sobre el equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una operativa correcta y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- ✓ Reducción de averías en los equipos.
- ✓ Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- ✓ Utilización eficaz de los equipos existentes.
- ✓ Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- ✓ Formación y entrenamiento del personal.

Para la implementación de un sistema TPM se debe seguir un total de 5 fases, las cuales comprenden una serie de fases que se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Fases de implementación de un sistema TPM

FASE	ETAPA
Preparación	Decisión de aplicar el TPM en la empresa
	Campaña de información
	Formación de comites
	Análisis de las condiciones Existentes
	Planificación
Implantación	Capacitación
	Implementación de entornos de competencia,motivación y entornos adecuados de trabajo
	Experiencia Piloto
	Aplicación de mantenimiento autonomo
	Implementación de 5´ s
Evolución	Aplicación de mantenimiento planificado
	Análisis de resultados obtenidos

Elaboración Propia

A continuación se desarrollarán los pilares del TPM según Suzuki (1995):

Los pilares del TPM que se muestra en la figura 4 tienen como objetivo mejorar los resultados corporativos y crear lugares de trabajo grato y productivo a través de la búsqueda de los cero defectos, cero averías y cero accidentes, para ello tienen ocho pilares para la construcción de un sistema de mantenimiento productivo total.

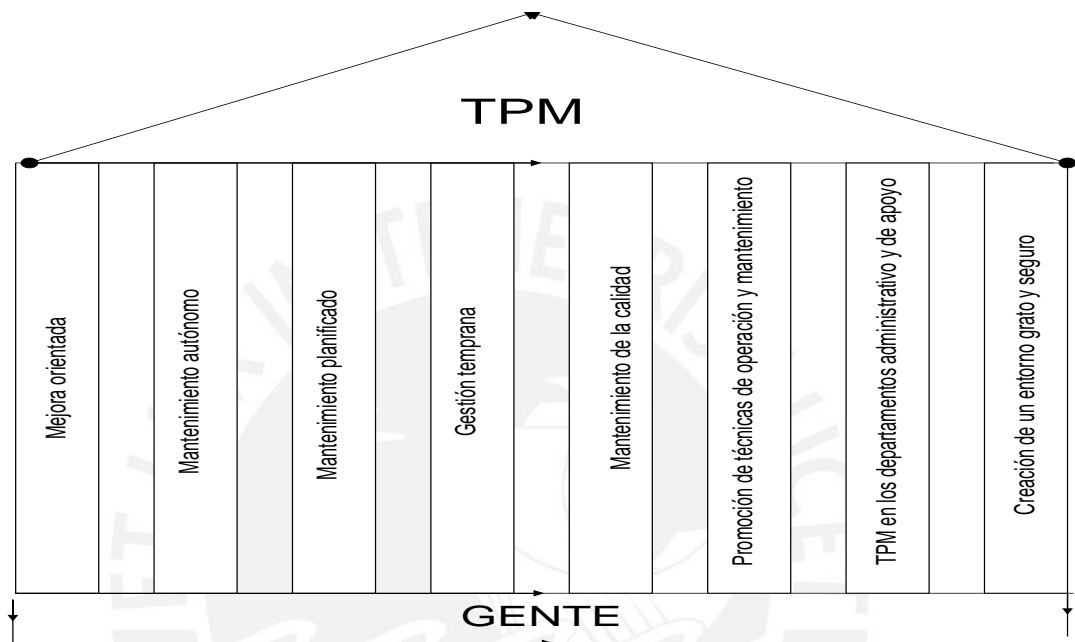


Figura 3 Pilares del TPM

Fuente: Suzuki (1995)

Elaboración propia

### A. Mejora orientada

Las mejoras enfocadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto de maximizar la efectividad global del equipo, proceso o planta; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos multidisciplinarios empleando metodología específica y concentrando su eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales.

### B. Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo mejora los resultados empresariales y crea lugares de trabajo agradable y productivo cambiando el modo de pensar y trabajar con los



equipos de todo el personal que permita asegurar la competitividad de la empresa. Dentro de los pilares del Mantenimiento Productivo total, el mantenimiento autónomo (mantenimiento realizado por el departamento de producción) es uno de los pilares más importantes del TPM según Suzuki (1995).

La puesta en marcha del Mantenimiento Autónomo practicado en el TPM, es una de las actividades más características del TPM que implica tomar una serie de medidas directivas para crear el espacio necesario para su desarrollo. Antes de iniciar las acciones operativas y técnicas del Mantenimiento Autónomo relacionadas con la mejora de la productividad, la dirección debe tomar decisiones sobre cómo va estructurar el plan de mantenimiento autónomo para conseguir el éxito buscado y para ello se debe realizar un diagnóstico de las pérdidas en la empresa, establecer políticas, objetivos, diseñar planes para el desarrollo ordenado, formación, planes de reconocimiento, estrategias de promoción, etc.

El mantenimiento autónomo, desde el punto técnico, busca que el equipo tenga un comportamiento regular (predecible), y así lograr eliminar los problemas crónicos que impiden su pleno rendimiento. Desde el punto de vista humano, este pilar trae los beneficios de mejora de calidad y seguridad del sitio de trabajo, desarrollar la capacidad técnica del personal y aumenta el sentido de responsabilidad del personal. En las acciones de este pilar el operario se involucra en los trabajos de conservación y mantenimiento de las condiciones básicas del equipo (conservarlo limpio, correctamente lubricado y ajustado). En este pilar se usa las estrategias de 5S's, gestión visual, trabajo en equipo y otras técnicas de comunicación efectiva. Se debe tener en cuenta que la misión del departamento de producción es producir buenos productos tan rápidamente y baratos como sea posible, es por ello que para poder llegar a esto, una de sus funciones más importante es detectar y tratar con prontitud las anomalías del equipo, que es precisamente el objetivo de un buen mantenimiento.

El mantenimiento autónomo incluye cualquier actividad realizada por el departamento de producción relacionada con una función de mantenimiento y que pretende mantener la planta operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de producción. Los objetivos de un programa de mantenimiento autónomo son:

- Evitar el deterioro del equipo a través de una operación correcta y chequeos diarios
- Llevar el equipo a su estado ideal a través de su restauración y una gestión apropiada
- Establecer las condiciones básicas necesarias para tener el equipo bien mantenido permanentemente

### **C. Mantenimiento Planificado**

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

### **D. Promoción de técnicas de operación y mantenimiento**

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo. El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender la importancia de la lubricación, lubricar correctamente y chequear los resultados.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.
- Corregir o mejorar las irregulares detectadas.

- Comprender la importancia de minimizar la dispersión y fugas de productos, primeras materias y otros componentes y desarrollar mejoras que traten estos problemas.

### **E. Gestión temprana**

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

### **F. Mantenimiento de la calidad**

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de la calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

### **G. TPM para los departamentos administrativos y de apoyo**

Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso que produce información. En este punto las pérdidas potenciales a ser recuperadas son enormes.

## H. Creación de un entorno grato y seguro

El número de accidentes crece en proporción al número de pequeñas paradas. Por ese motivo el desarrollo del Mantenimiento Autónomo y una efectiva implementación de las 5S son la base de la seguridad. La formación en habilidades de percepción es la base de la identificación de riesgos ya que el personal formado profundamente en el equipo asume mayor responsabilidad por su salud y su seguridad. La práctica de los procesos TPM crea responsabilidad por el cumplimiento de los reglamentos y estándares lo que disminuye las pérdidas y mejora la productividad.

### 1.3.6. *Kaizen*

Según Suarez-Barraza (2007) es una filosofía de gestión que genera cambios o pequeñas mejoras incrementales en el método de trabajo (o procesos de trabajo) que permite reducir despilfarros y por consecuencia mejorar el rendimiento del trabajo, llevando a la organización a una espiral de innovación incremental. De acuerdo a Imai (1989) y Berger (1997) esta aproximación gerencial está inmersa en una serie de principios rectores que guían el comportamiento de las personas al momento que aplican el conjunto de sus técnicas y herramientas con el fin de mejorar su trabajo cotidiano. Entre los numerosos beneficios al aplicar la filosofía Kaizen se encuentran el poder evaluar y reducir mejor los recursos que se utilizan, resulta más fácil reducir los costes operativos, funciona como un método para comprender el trabajo (cómo se transforman las entradas – inputs– en las salidas – outputs–), provee una mecánica para encontrar, solucionar y prevenir problemas y errores en el trabajo (áreas de mejora), se pueden reducir los tiempos de los procesos, se pueden establecer de una manera más efectiva y sistemática la medición del trabajo, permite orientar mejor a la organización hacia el cliente, aporta una visión sistémica y transversal de la organización, puede llegar a favorecer la participación, la comunicación y el trabajo en equipo entre empleados y directivos (Lee y Dale, 1998; Salgueiro, 1999). Sin embargo, según Projogo y Sohal (2004) diferentes investigaciones han detectado la dificultad que en muchos casos tienen las empresas para aplicar y sostener sus mejoras. Estos posibles inhibidores se han referido a diferentes factores centrados desde un punto de vista interno a la gestión y la cultura de trabajo de cada organización.

### 1.3.7. *Poka Yoke*

Un *Poka-Yoke* puede ayudar a prevenir errores que se realicen, o al menos hacer que sea evidente el error a simple vista. Este dispositivo está destinado a evitar errores para garantizar la seguridad de la maquinaria ante los usuarios, proceso o procedimiento, en el cual se encuentren relacionados y de esta manera, no provocar que cualquier tipo de piezas mal fabricadas siga al siguiente proceso con el consiguiente costo para la empresa por producir un producto defectuoso. El *Poka-Yoke* ha existido durante mucho tiempo en diversas formas. Sin embargo, no fue hasta la década de 1960 que Shigeo Shingo, un desarrollador clave de la producción del Sistema Toyota que convirtió el concepto en una herramienta sencilla y potente. *Poka-Yoke* ha recibido un amplio uso en la fabricación, pero poco se sabe acerca su medio de aplicación. Las características de los dispositivos *Poka-Yoke* son los siguientes:

- ✓ Capaz de ser usado todo el tiempo por todos los trabajadores
- ✓ Simple (que no requiere una atención constante a la prevención del error)
- ✓ Normalmente se instalan con un bajo costo y con una baja tecnología.

Industrias de proceso pueden aprender el concepto de *Poka-Yoke* mediante el uso de análisis de causa raíz para eliminar las condiciones que causan problemas y mediante la implementación de soluciones de baja tecnología para resolverlos. De baja tecnología implica que es más fácil de mantener y solucionar problemas. Los dispositivos *Poka-Yoke* ayudan a contener los desechos accidentales, así como los derrames y fugas al dotar a las máquinas de la "inteligencia" de parada y la señal cuando se produce un problema y separar el trabajo humano del trabajo de la máquina. Por lo general, Los dispositivos *Poka-Yoke* detienen las máquinas y alertan a los trabajadores cuando un problema existe. Un sistema *Poka-Yoke* posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método *Poka-Yoke* en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se esté llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto-chequeo, o chequeo continuo. Los sistemas *Poka-Yoke* van estar en un tipo de categoría reguladora de funciones dependiendo de su propósito, su función, o de acuerdo a las técnicas que se utilicen. Estas funciones reguladoras son con el propósito de poder tomar acciones correctivas dependiendo del tipo de error que se cometa.

Los resultados esperados de la implementación en la industria de Poka-Yoke se pueden clasificar dentro de las 4 categorías descritas en la figura 5.

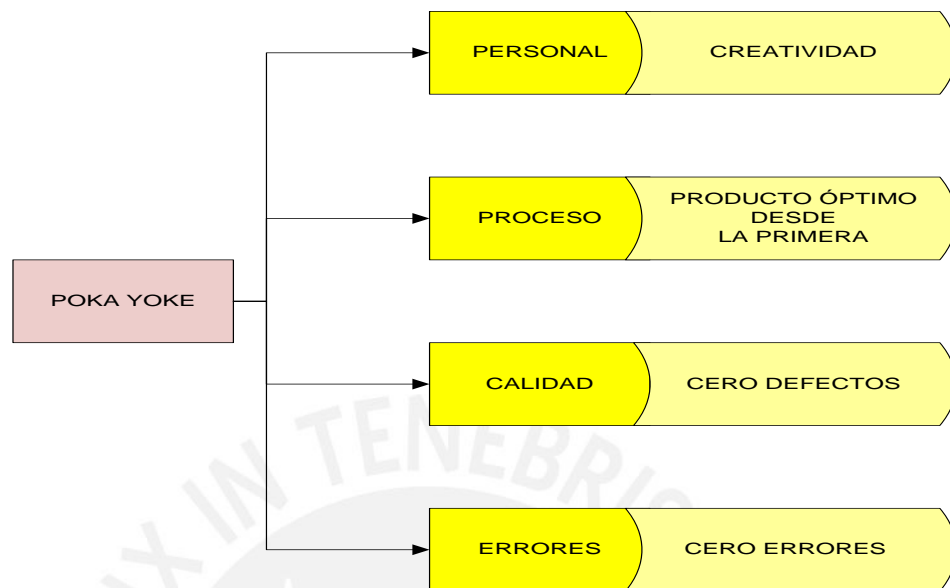


Figura 4 Resultados Esperados del Poka Yoke

Fuente: Pojasek (1999)

Elaboración Propia

### 1.3.8. Kanban

El termino Kanban es una herramienta que permite controlar visualmente la demanda y gestionar el suministro de materiales en combinación con el flujo de información entre procesos. Indica si un cliente, ya sea interno o externo, ha agotado un material o un producto. El proveedor (interno o externo) recibirá en dicho caso una orden para reponer o fabricar más unidades de dicho producto. El cliente y el proveedor se comunican y actúan de acuerdo a este procedimiento. No se necesita más la intervención externa. Se trata de un círculo de control autónomo. La utilización de Kanban tiene como objetivo:

- ✓ Como herramienta para la implementación del principio pull
- ✓ Como elementos de control para simplificar el flujo de materiales
- ✓ Como elemento de visualización para hacer transparente la disponibilidad de materiales y existencias
- ✓ Para optimizar las existencias
- ✓ Para evitar el exceso de producción y pérdida de piezas
- ✓ Para controlar visualmente la relación cliente-proveedor

De acuerdo a Monden (1993) los tipos de kanban pueden ser los siguientes:

- Kanban de producción: Indica y autoriza al proceso a producir artículos (cantidad y tipo).
- Kanban retiro: Autoriza el movimiento de partes al proceso siguiente.
- Kanban urgente: Emitido en caso de escasez de un componente.
- Kanban de emergencia: Cuando a causa de componentes defectuosos averías en las máquinas, trabajos especiales o trabajos extraordinarios en fin de semana se producen circunstancias insólitas.
- Kanban de transporte: Utilizado cuando se traslada un producto.

## 1.4. Definición de muda

Según Tamayo (1991) se define desperdicio (*muda*) como toda actividad del proceso que agrega costo pero no valor, es por ello que se puede clasificar el desperdicio en 7 + 1 categorías:

### 1.4.1. Muda de sobreproducción

La *muda* por sobreproducción se refiere a la producción de materiales, partes o piezas que no son requeridas por el siguiente paso del proceso, o por el cliente en el momento de ser producidos; el desperdicio por sobreproducción es producir para inventaríalo. Por lo consiguiente esto hace que las organizaciones utilicen sistemas de almacenamiento, manejo de materiales, largos transportes y espacio, así como la mano de obra asociada a estas actividades. Actualmente con los costos de capital, espacio, recursos humanos, así como las provisiones por obsolescencia y deterioro producen que el costo de un producto asociado a su sobreproducción se eleva en más de un 50% del costo verdadero de producirlo. El desperdicio por sobreproducción es el peor de los desperdicios porque encubre a los otros.

La primera etapa en el proceso de eliminar el desperdicio es evitar la sobreproducción, para ello las líneas de producción deben ser reorganizadas y establecerse reglas que prevengan su ocurrencia y producir sólo la cantidad necesaria, la cantidad que necesite el cliente o paso siguiente del proceso.

#### 1.4.2. *Muda de espera*

La *muda* creada por espera se produce cuando el trabajador está ocioso frente a una máquina, sirviendo sólo como un observador, o cuando no puede hacer nada porque aquellas están funcionando. También se incluye las horas - hombres ociosa por falta de coordinación, materia prima, sincronización, fallas en los procesos, etc. El desperdicio por espera es el más fácil de identificar, aunque puede estar escudado a veces en los desperdicios por sobreproducción o de transporte y procesamiento; las medidas más apropiadas para enfrentar este tipo de desperdicio son:

- Diseñar operaciones estándar y entrenamiento de los trabajadores en ellas, luego, observancia estricta.
- Evitar la sobreproducción y producir en cada estación lo necesario en el momento necesario.
- Establecer normas y medios de información en la línea para evitar que el trabajador adelante trabajo.

#### 1.4.3. *Muda de transporte*

La *muda* por transporte ocurre cuando un material, parte o pieza es movida innecesariamente a una distancia para luego ser almacenada. El transporte como tal no añade ningún valor al producto.

En cambio requiere unos recursos tales como:

- Personas para llevar el producto/documento
- Materiales para facilitar el transporte (pallets, cajas que se compran, se almacenan, se reutilizan, etc.)
- Equipos de manutención (carretillas, cintas transportadoras con sus respectivos gastos de funcionamiento y mantenimiento)
- Superficie de almacenaje temporal ya que la mayoría de las veces los productos se quedan a la espera de la operación siguiente (esto incluye también el archivo temporal de documentos antes de procesarlos)

Además, el transporte conlleva una alta probabilidad de incidencias tales como daños de materiales, riesgos laborales, etc.



#### 1.4.4. *Muda* de producción innecesaria

La *muda* por producción innecesaria ocurre cuando el equipo o las operaciones generan exceso de producción o cuando los equipos no son operados eficientemente y se generan pasos innecesarios para procesar artículos.

#### 1.4.5. *Muda* de inventario

Este tipo de *muda* se refiere al mantenimiento de inventarios en proceso entre cada operación y el concepto de inventarios de seguridad, ambas formas responden al objetivo de garantizar la continuidad de las operaciones a pesar de la ineficiencia. Se acepta y se conviene con el hecho de que dentro del proceso productivo se cuenta con ciertas deficiencias como las que mencionaran a continuación:

- Se produce partes defectuosas.
- Las máquinas se dañan
- La línea se encuentra desbalanceada
- Los suministros fallan
- Los tiempos de cambios son largos
- Alta frecuencia de parada de máquina

Dado todo esto, para garantizar la continuidad de la producción y la entrega, se deja inventarios entre las operaciones y se multiplica la programación por un factor de seguridad directamente proporcional a la ineficiencia del proceso. En la perspectiva de los nuevos enfoques es necesario ir eliminado progresivamente el inventario en proceso y los factores de seguridad para hacer evidente la ineficiencia y superarla.

#### 1.4.6. *Muda* de movimiento

La *muda* por movimientos ocurre cuando se incluyen movimientos innecesarios que no agregan valor y está vinculado principalmente a la ergonomía del puesto de trabajo, la disponibilidad, la lejanía de los elementos (materiales, herramientas, etc.) necesarios para la operación y el inadecuado e inoportuno suministro de materiales, herramientas y partes al puesto de trabajo, creando la necesidad de traslados innecesarios y repetidos de los trabajadores.

#### 1.4.7. Muda de productos defectuosos

Este tipo de *muda* ocurre cuando un producto o parte están fuera de especificación; el desperdicio en materiales y trabajo no incluye sólo la manufactura del defectuoso, sino también el re trabajo, el desecho, y otros costos indirectos. No importa cuán determinados estemos en nuestra decisión de eliminar el desperdicio, si no conocemos qué lo constituye, no podremos hacer nada. El desperdicio no es algo que aparece a veces en nuestros procesos productivos "está en él".

#### 1.4.8. Muda de RR.HH. mal utilizados

Este tipo de *muda* no toma en cuenta las ideas (intelecto) de los trabajadores que pueden generar una subutilización o sobreutilización de sus habilidades y conocimientos del personal al realizar sus funciones.

A continuación se muestra en la Tabla 3 consejos de cómo combatir cada desperdicio de la filosofía de la manufactura esbelta.

Tabla 3: Tabla de cómo combatir desperdicios

Desperdicio	Cómo se combate
Sobreproducción	* Fabricar únicamente lo que se necesita
Espera	* Coordinar los flujos entre operaciones y balancear los desequilibrios
Transporte	* Diseñar disposiciones físicas en las instalaciones que reduzcan o eliminen el manejo y embarque de materiales.
Producción Inncesaria	* Eliminar cualquier paso de produccion innecesario
Inventario de Trabajo en proceso	* A partir de un incremento en los ritmos de producción y con una mejor coordinacion de los ritmos de producción entre los centros de
Movimientos y Esfuerzo	* Mejorara la productividad y la calidad eliminando movimientos innecesarios, hacer los mivimientos necesarios mas eficientes, mecanizar y finalmente automatizar.
Productos defectuosos	* Eliminar defectos e inspeccciones.Fabricar productos perfectos.
RRHH mal utilizados	* Capacitación y formación a los colaboradores

Fuente: Gaither, Norman y Frazier

Elaboración propia

## CAPÍTULO 2. Descripción y definición del proyecto

### 2.1 Antecedentes y condiciones actuales

La historia de la empresa en estudio se inicia cuando el fundador de la empresa, nace en 1894 en el Italia, donde vive sus primeros años, para luego trasladarse al Perú, precisamente al Callao, a donde llega un 06 de Febrero de 1911. En 1954 nace la Fábrica de Fideos, en el local ubicado en La Perla-Callao. En 1981 la empresa en estudio incursiona en el negocio de Alimentos Balanceados.

Una decisión muy importante fue tomada en 1998 cuando la planta de molino del Callao, la planta de molino de Trujillo, la planta de Fideos, la planta de alimentos balanceados se fusionan para formar parte de la empresa en estudio y como paso siguiente en pos de la tecnología de vanguardia se instala en el año 2,002 la Línea P14 de Pavan para pastas largas con una capacidad de producción de 1400 kg/hora, sumando un total de 3,600 toneladas por mes. Sumándose a esta iniciativa es que a finales del año 2010 se instala la línea P25 y P35 con capacidad de 2500 kg/hora y 3300 kg/hora respectivamente con el objetivo de satisfacer la alta demanda de productos que no podía ser satisfecha con la capacidad que se tenía en ese momento.

Los diferentes productos que se fabrican en la actualidad se pueden agrupar en fideos enfardelados y fideos a granel, los cuales son elaborados con diferentes pesos y diferentes marcas.

La empresa en estudio tiene una actividad económica secundaria, ya que transforma los recursos del sector primario para producir bienes de consumo. A su vez es una empresa comercializadora, ya que vende sus propios productos tanto en el interior como en el exterior del país.

A continuación en la Tabla 4 se presenta a los principales *stakeholders* de la empresa en estudio.

Tabla 4: Principales stakeholders

STAKE HOLDERS		INTERÉS DEL STAKEHOLDER	INTERÉS DE LA EMPRESA
INTERNO	<b>Gerentes</b>	Remuneración adecuada y reconocimiento por buen desenvolvimiento en su puesto.	Logro de objetivos, metas y aumento de utilidades.
	-Gerente General -Gerente de Recursos Humanos -Gerente de Finanzas -Gerente de Planta -Gerente de Compras		
	<b>Empleados</b>	Empleo seguro, remuneración adecuada, participación, seguridad de trabajo.	Buena prestación laboral.
	-Administradores -Ingenieros Industriales -Ingenieros de Mecánicos -Administradores -Contadores -Técnicos -Vendedores -Operarios		
<b>Propietarios</b>	Rentabilidad suficiente	Confianza y margen de actuación.	
-Cogorno Cogorno Attilio -Cogorno Cogorno Herminio Eugenio			
EXTERNO	<b>Proveedores</b>	Relaciones a largo plazo y pago puntual	Buena calidad, precios bajos y abastecimiento seguro.
	-Jining huayi industry -Unión polymer material -Poli-star -Filmpack1		
	<b>Sociedad</b>	Mínimo ruido, ninguna emisión en el aire, generación de empleos y servicios sociales.	Buenas relaciones de vecindad, buena aceptación de la empresa en el entorno social
	En departamento La Libertad y Lima, Especialmente distritos de Callao y Ventanilla donde se encuentra las plantas de la empresa en estudio		
	<b>Gobierno</b>	Generación de empleos, pago de impuestos y la mejora del aspecto urbano.	Condiciones ventajosas e impuestos bajos
	Gobierno de la República del Perú. Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria.		
<b>Cliente</b>	Alta calidad, y precios bajos.	Buen imagen del producto y de la empresa, lucro suficiente	
-Inversiones pucara -ABC distribuidores import -Distribuidores mendez -Key mark			

Elaboración propia

## 2.2 Visión y misión

La visión de la empresa en estudio es ser reconocida por todos sus clientes como una empresa líder en la elaboración y comercialización de productos confiables derivados del trigo, a través de una organización ágil, eficiente y productiva, que aspire a ser una marca que tenga la preferencia del consumidor, local e internacional.

La empresa en estudio tiene como misión operar con responsabilidad, compromiso, tecnología, mediante la excelencia de los procesos desarrollados por equipos humanos competentes, evidenciando la aplicación de las normas de calidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional, trabajando en equipo con nuestros colaboradores, accionistas, comunidad y nuestros proveedores en beneficio del consumidor.

## 2.3 Organización de la empresa

La organización de empresa tiene la siguiente estructura general:

- Gerencia General: Tiene como finalidad la ejecución de las políticas y directrices emitidas por la junta Directiva que garanticen el correcto y eficaz funcionamiento de la empresa en estudio, elaborar y presentar a la Junta Directiva el proyecto de Presupuesto Anual de la empresa y coordinar y controlar el uso adecuado de los recursos disponibles de la Empresa.
- Gerencia de Finanzas: Esta gerencia tiene como finalidad administrar los procesos contables y presupuestarios, así como la actividad económica financiera Empresarial, incluyendo la tesorería para una correcta planificación y administración del presupuesto económico y financiero de la organización.
- Gerencia de Ventas: Su objetivo principal es mantener y aumentar las ventas mediante la administración eficiente del recurso humano de ventas disponible y del mercado potencial de clientes en un plazo determinado.
- Gerente de Recursos Humanos: La responsabilidad de la Gerencia de Recursos Humanos es administrar el recurso humano de la empresa y regular las relaciones de trabajo entre la organización y sus empleados
- Gerente de Planta: Su objetivo prioritario es elaborar un producto de calidad oportunamente y a menor costo posible, con una inversión mínima de capital y con un máximo de satisfacción de sus empleados.

- Gerente de Marketing: Su rol es administrar y coordinar todos los departamentos subordinados de marketing, fijar objetivos, estrategias y programar actividades para lograr las metas trazadas por la empresa a través del canal de distribución adecuada, crear la base publicitaria, crear mensajes publicitarios, estimular la demanda, etc.

En la figura 6 se presenta el organigrama general de la empresa en estudio.

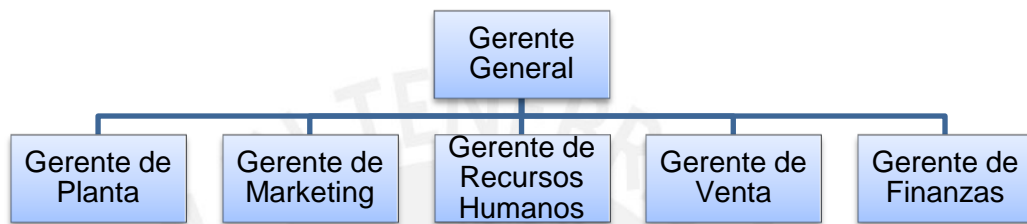


Figura 6: Organigrama general de la empresa en estudio

Elaboración propia

## 2.4 Productos

Actualmente la empresa en estudio se encuentra produciendo y comercializando una gran variedad de productos. Esta variedad de productos se puede agrupar en Fideos Tipo “X”, Fideos Tipo “Y” y Fideos Tipo “Z” que se elaboran en cada uno de sus nueve líneas operativas (P35L, P25, P14L, P600C, P900C, P400R y P600C).

La diferencia respecto de un tipo de fideo y otro se basa fundamentalmente en 3 características que son:

- ✓ Largo
- ✓ Marca
- ✓ Diámetro del fideo (grosor)

A continuación se muestra en la Tabla 5 la cantidad de fideos producidos de cada tipo en cada uno de las líneas de producción de la empresa en estudio de los últimos tres meses.

Tabla 5: Producción de cada tipo de fideo en cada línea de producción

ENERO	FIDEOS TIPO "X"(TON)	FIDEOS TIPO "Y"(TON)	FIDEOS TIPO "Z"(TON)
P35L	330,0	240,0	180,0
P25	210,0	126,0	84,0
P14L	120,0	72,0	48,0
P600C	60,0	72,0	48,0
P400C	45,0	27,0	18,0
P900C	66,0	39,6	26,4
P400R	45,0	27,0	18,0
P600C	36,0	21,6	14,4
FEBRERO	FIDEOS TIPO "X"(TON)	FIDEOS TIPO "Y"(TON)	FIDEOS TIPO "Z"(TON)
P35L	440,0	330,0	220,0
P25	280,0	168,0	112,0
P14L	160,0	96,0	64,0
P600C	80,0	96,0	64,0
P400C	60,0	36,0	24,0
P900C	88,0	52,8	35,2
P400R	60,0	36,0	24,0
P600C	48,0	28,8	19,2
MARZO	FIDEOS TIPO "X"(TON)	FIDEOS TIPO "Y"(TON)	FIDEOS TIPO "Z"(TON)
P35L	385,0	310,0	170,0
P25	245,0	147,0	98,0
P14L	140,0	84,0	56,0
P600C	70,0	84,0	56,0
P400C	52,5	31,5	21,0
P900C	77,0	46,2	30,8
P400R	52,5	31,5	21,0
P600C	42,0	25,2	16,8

Elaboración propia

En la figura 7 se presenta la producción acumulada de Enero a Marzo de los tipos de fideos en las diferentes líneas de producción.

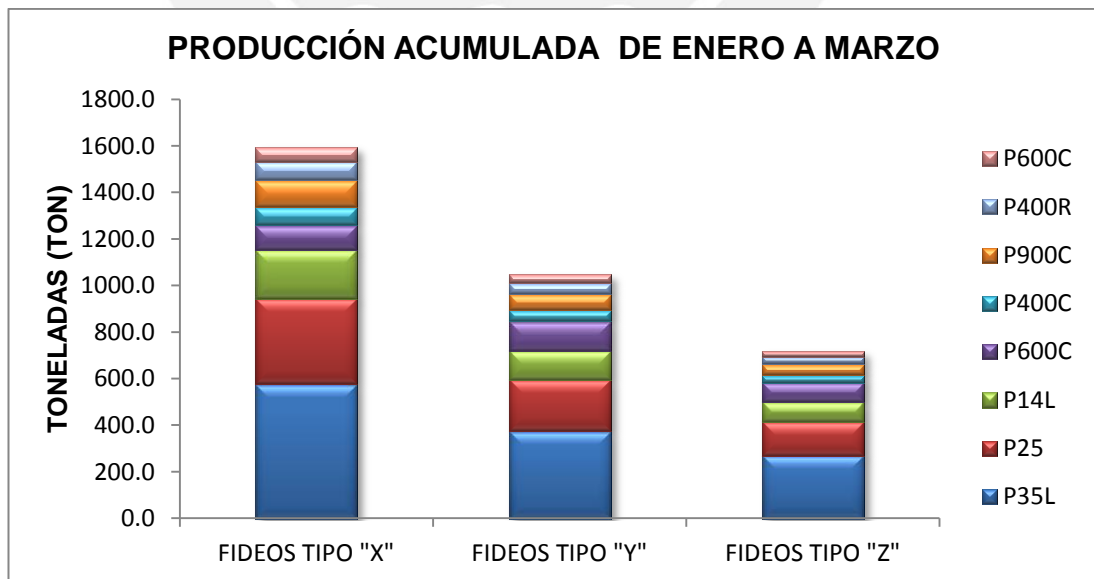


Figura 7: Producción acumulada de Enero a Marzo de los tipos de fideos

Elaboración propia

## 2.5 Descripción general del proceso productivo

La elaboración de fideos, desde que se realiza el pedido de producción hasta que se envía a almacén de productos terminado, se desarrolla en las siguientes etapas que se pueden mostrar en el siguiente flujo grama de la figura 8.

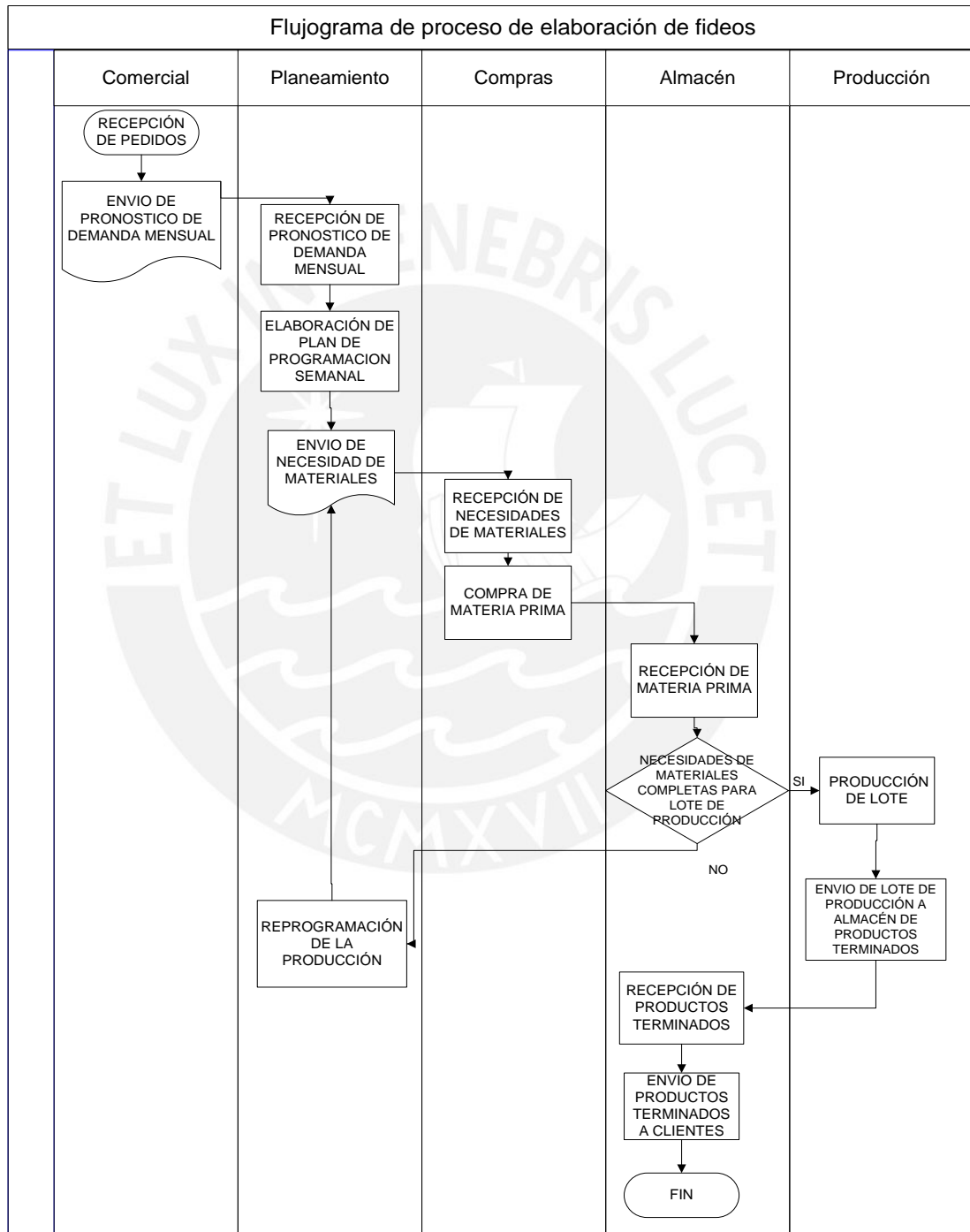


Figura 8: Flujo grama de proceso de elaboración de fideos

Fuente: Elaboración propia



A continuación se describirá los principales procesos manufactureros para la fabricación de los diferentes productos en las diferentes líneas de los procesos productivos:

- **Dosificado:** En este proceso las materias primas, es decir harina y agua, son dosificadas y premezcladas.
- **Amasado:** En este proceso se mezclan la harina previamente dosificada con el sobrante de pasta de fideos cortados antes del ingreso al Pre-secado.
- **Prensado:** En este proceso la harina previamente amasada pasa por un molde que le da la forma del fideo deseado para el lote de producción programado para luego pasar al pre-secado.
- **Pre-secado:** En este proceso se caracteriza por un elevado aumento de la temperatura y gran desprendimiento y disminución de la temperatura. En las secciones finales del pre-secado las temperaturas al interior de la máquina sobrepasan los 90 °C, en función de los formatos y materias primas.
- **Secado:** En la fase de secado que se realiza a lo largo de un recorrido que se desarrolla en pisos aislados entre ellos que permite el mantenimiento de diferentes niveles de temperatura y humedad que hace posible una superior flexibilidad en el planteo de diagramas de secado. En este proceso la energía térmica se transfiere a la pasta a través de un flujo de aire proveniente de grupos electro-ventiladores centrifugados calentados por baterías de tubos aleteados que han sido colocados a lo largo del recorrido de la pasta. Este particular esquema de ventilación, especialmente en el movimiento de las cañas, garantiza una alternativa de fases de secado y estabilización del producto.
- **Humificado:** En este proceso se favorece el proceso de estabilización del producto, liberándolo de las tensiones residuales y confiriéndole la humedad necesaria a través de inyección de vapor.
- **Enfriado:** En esta fase en la cual se concluye el proceso tecnológico de secado de la pasta permite que esta sea llevado a condiciones de equilibrio con el ambiente exterior, quedando lista para el inmediato envasado.
- **Desfilado:** En esta fase se acopla a una máquina para descolgar la pasta de las cañas y cortarlas según el largo requerido para el comercio.

- Envasado: En este proceso los fideos que han sido cortados en las medidas requeridas por los clientes son envasados en la cantidad especificada que pueden ser en presentaciones de 250 gramos, 500 gramos, por ejemplo.
- Enfardelado: En esta fase los fideos se agrupan en cargas sobre el pallet con ayuda del uso de film plástico para su almacenaje y transporte.

La elaboración de los productos de la empresa en estudio pasa por diferentes procesos manufactureros, es por ello que se presenta en la figura 10 el *layout* del proceso productivo de la empresa en estudio, además se muestra en la figura 9 el *layout* de almacenamiento de los productos terminados de los productos de las diferentes líneas de producción.

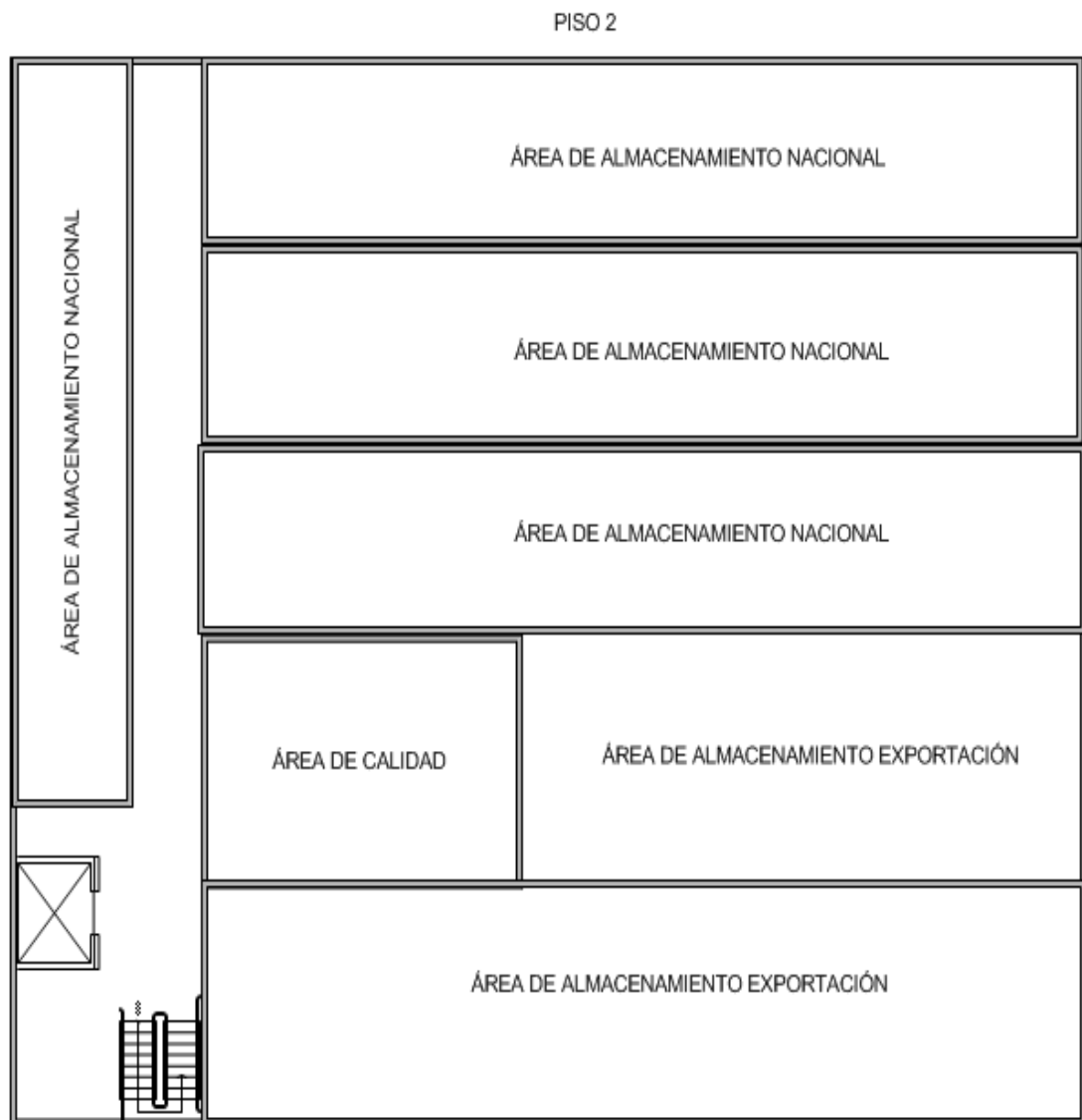


Figura 9: *Layout* del piso 2 de la empresa en estudio

Fuente: Elaboración propia

PRIMER PISO

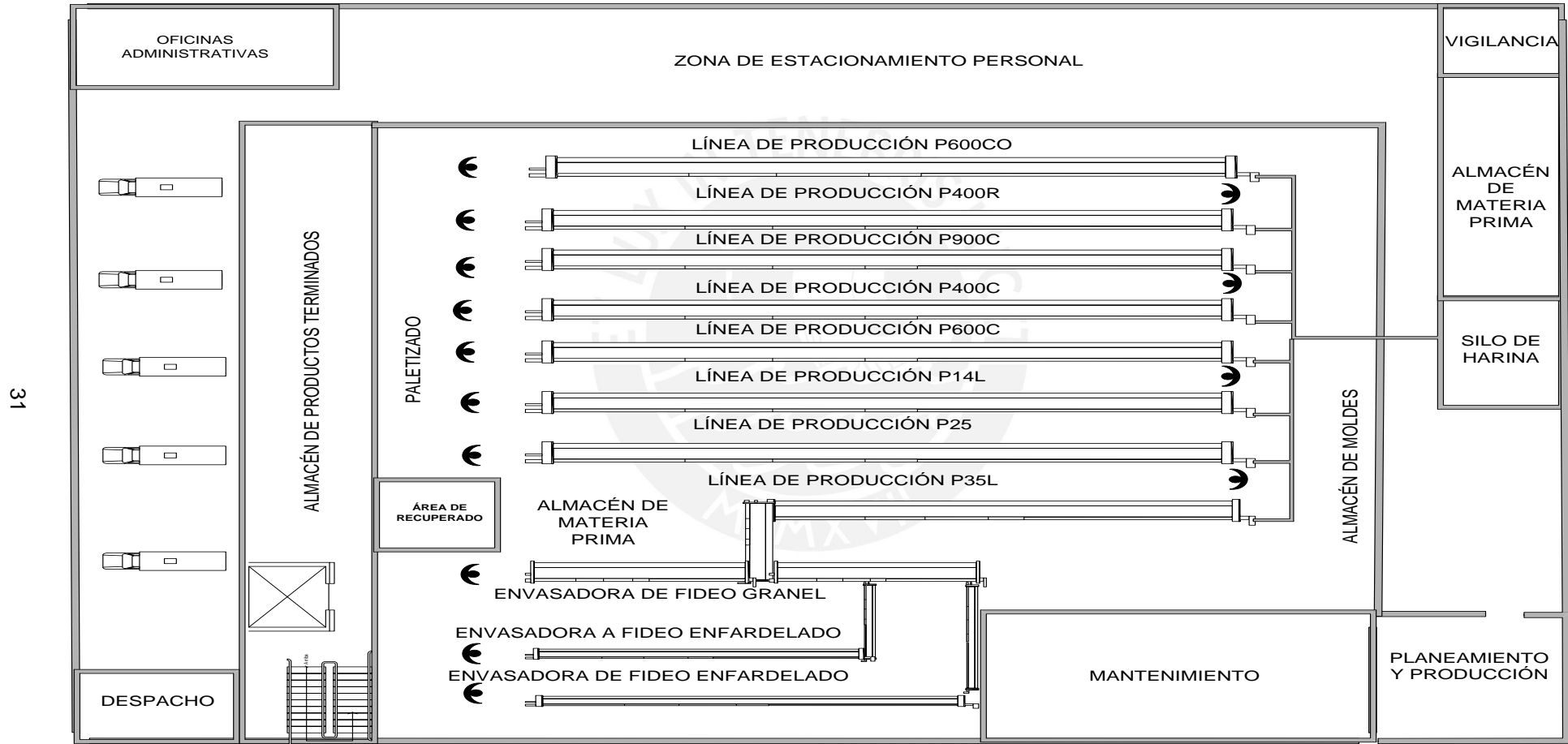
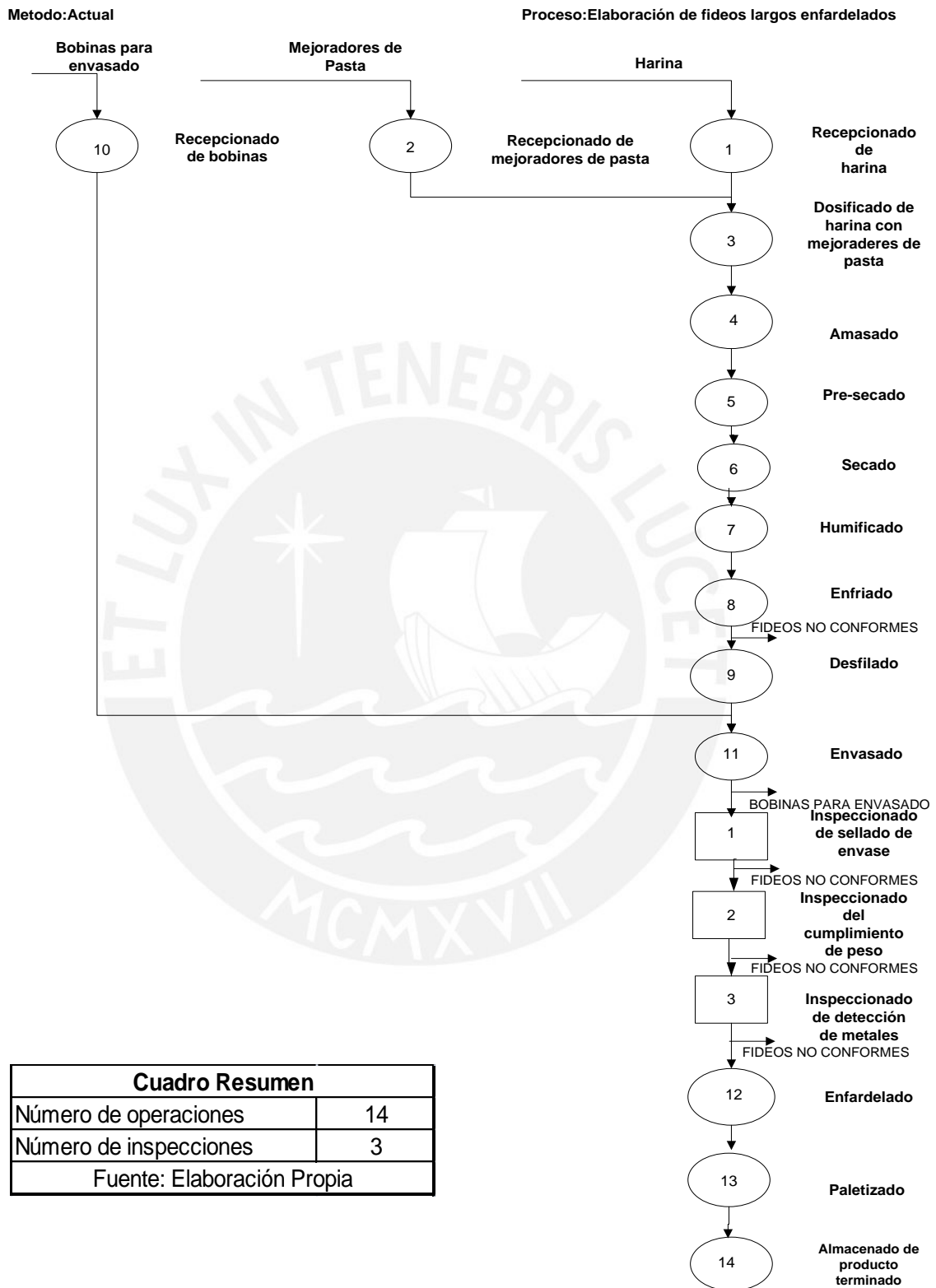


Figura 10: *Layout* del piso 1 del proceso productivo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se presenta el diagrama de operaciones de proceso (DOP) para la elaboración de los fideos.



Cuadro Resumen	
Número de operaciones	14
Número de inspecciones	3
Fuente: Elaboración Propia	

Figura 11 DOP de fideos enfardelado  
Elaboración propia

## 2.6 Maquinaria

Los diferentes productos que la empresa fabrica se pueden agrupar en largos, cortos, corbata y roscas, los cuales están distribuidos en 8 líneas. Estas líneas cuentan con 02 máquinas automatizadas de última generación de aproximadamente 13 meses. La lista de máquinas se muestra en la Tabla 6 con su capacidad por hora y por día de la ficha técnica de las maquinarias.

Tabla 6 Capacidad de maquinaria en base a Ficha Técnica

Máquina	Ton/hora	Ton/día
P400C	0,35	8,40
P900C	0,58	13,92
P400R	0,40	9,60
P600C	0,60	14,40
P600Corbata	0,32	7,68
P14L	1,35	32,40
P25C	2,50	60,00

Elaboración Propia

## 2.7 Descripción actual de métricas del sistema productivo

Con el objetivo de poder monitorear el desempeño actual dentro del sistema productivo, la empresa en estudio cuenta con diferentes tipos de métricas en función al área que se desempeña.

A continuación se describen los principales indicadores utilizados en el área de producción y mantenimiento<sup>3</sup>, para posteriormente ver cómo estos se comportan y tomar las medidas correctivas necesarias con el objetivo de mitigar el impacto que pueda tener cada uno de ellos dentro del proceso productivo actual:

- Rendimiento: Este indicador nos proporcionara el porcentaje de utilización de la materia prima (harina) para la elaboración de los diferentes productos dentro del proceso productivo.

<sup>3</sup> Los indicadores serán referente al área de producción y área de mantenimiento ya que son las áreas que corresponderán al alcance de las áreas de estudio.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Kgs. de producto terminado}}{\text{kgs. de producción teórica} + \text{kgs. de producción reprocesada}}$$

Respecto a los parámetros utilizados para la obtención del rendimiento del producto de una de las máquinas, la obtención de los kilogramos de producto terminado en un periodo dado se hace mediante el registro del número de empaques despachados al almacén multiplicado por el número de bolsas contenidos dentro del empaque y esta a su vez multiplicado por el peso estándar del mismo. Mientras que los kilogramos de producción teórica se calcula multiplicando la cantidad de harina ingresada al silo por el número de horas de producción necesarias para la elaboración de la cantidad de paquetes programados a realizar dentro de un periodo determinado, y los kilogramos de producción reprocesados en el molinito<sup>4</sup> se obtienen del registro de la cantidad de kilogramos enviados para el reproceso en un periodo determinado de producción. Hay que tener en cuenta, que al ser ajustado el rendimiento con la suma de kilogramos de producción reprocesada a los kilogramos de producción teórica, nos proporcionara un resultado más exacto, respecto al rendimiento y esto se debe a que los kilogramos de producción reprocesada consumen recursos tales como: Horas Hombre, Horas máquinas, etc.

- *First Pass Yield (FPY)*: Este indicador, también conocido como índice de calidad o calidad a la primera, mide el porcentaje de unidades que completan el proceso y cumplen con las pautas de calidad sin ser desechadas, reejecutadas, devueltas o derivadas al área de reprocesos.

El FPY se calcula dividiendo las unidades que ingresan procesadas menos las unidades defectuosas, entre el número total de unidades procesadas.

$$FPY = \frac{\text{Unidades Procesada} - \text{Unidades descartadas}}{\text{Unidades Procesada}}$$

---

<sup>4</sup> Terminó referido al equipo que realiza el reproceso que convierte el fideo con algún problema de calidad en fideo remolido que ingresa al proceso productivo para ser mezclado en un porcentaje determinado de harina virgen

Con respecto a los parámetros utilizados para la obtención del FPY, las unidades procesadas se obtendrán de la suma de la cantidad de unidades que no cumplen con las especificaciones de calidad más el número de bolsas contenidos de un producto determinado enviados al almacén dentro de un periodo de producción. Las unidades descartadas se obtendrán del registro de unidades que son enviadas al molinito y de las unidades que son reingresadas al proceso de envasado, dado que no cumplen con el peso requerido u otra especificación determinada que haga que reingrese al proceso de envasado.

- Merma de bobina: Este indicador nos mide el rendimiento del uso de las bobinas utilizadas para el empaque de los productos terminados comparando los kilogramos de bobina para la elaboración del producto terminado con la cantidad de kilogramos de bobinas perdidos por deficiencias dentro del proceso de empaque, ya sea por productos con sobrepeso, algún contenido inadecuado como por ejemplo metales, entre otros que generan que se rompan los productos empaquetados y ingresen de nuevo al proceso de empaquetado.

$$\text{Merma de bobina} = \frac{\text{Kgs. de bobinas para empaque de producto terminado}}{\text{Kgs. de bobina entregado por almacén}}$$

Los kilogramos de bobina para empaque de producto terminado se obtendrán multiplicando la cantidad de productos entregados al almacén por la cantidad de kilogramos teórico utilizados por empaque y la cantidad de kilogramos de bobina entregado por el almacén para un lote de producción se obtendrán del registro de bobinas entregado a producción.

Respecto al área de mantenimiento las métricas utilizadas son las siguientes:

- Tiempo promedio entre fallas (MTBF): El Tiempo Promedio Entre Fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de una falla en la máquina en estudio. Mientras mayor sea su valor, mayor será la confiabilidad de la máquina en estudio.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Número de fallas}}$$

MTBF: Mean Time between Failures

Para el cálculo MTBF se usara el reporte de máquina, ya que de ella nos permitirá la obtención de los valores del tiempo total de operación y el número de fallas mensuales (Véase ANEXO A: REPORTE DE MÁQUINA)

- Tiempo promedio para reparar (MTTR): El tiempo promedio para reparar es el tiempo utilizado que se necesita para la reparación de cada una de las máquinas y poder comenzar con proceso productivo. Este indicador nos mide la efectividad en restituir la máquina a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por haber sufrido una falla, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad<sup>5</sup>, es decir, a la ejecución del mantenimiento.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total para restaurar}}{\text{Número de fallas}}$$

MTTR: *Mean Time To Repair*

Para el cálculo MTTR se usara el reporte de máquina, ya que de ella nos permitirá la obtención de los valores del tiempo total para restaurar y el número de fallas mensuales (Véase ANEXO D: REPORTE DE MÁQUINA)

- OEE (*Overall Equipment Effectiveness* o Eficiencia global de los equipos): es la relación porcentual que sirve para conocer la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. La ventaja de la OEE respecto de otros indicadores es que cuantifica en un único indicador todos los parámetros fundamentales de la producción industrial: La disponibilidad, la eficiencia y la calidad. Para una industria, tener una OEE por ejemplo del 75%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podía haber fabricado, sólo se han producido 75. A partir de un análisis de los tres componentes que integran la OEE, es posible conocer si lo que falta para el 100%, se ha perdido por la no disponibilidad (no se ha producido durante el tiempo que se debía estar produciendo), por la baja eficiencia (no se ha producido con la velocidad que se podía haber hecho), o por la no calidad (no se ha producido con la calidad que debía hacerse).

---

<sup>5</sup> La mantenibilidad es definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo



El OEE es la mejor medida disponible que nos permite descubrir y seguir el camino de la optimización de los procesos de fabricación, y está relacionada directamente con los costes de operación. La métrica OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones de carácter financiero con el rendimiento de las operaciones de la empresa, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, la previsión anual de mejora del índice OEE permite estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. en la planificación anual. Finalmente, la OEE es el patrón que da respuesta a los requerimientos de calidad y mejora continua que exige la certificación ISO 9000.

El OEE es el resultado del producto de tres factores:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Tasa de Rendimiento} \times \text{Tasa de Calidad}$$

La disponibilidad se determina por el tiempo bruto de producción, el cual se obtiene restando el tiempo planificado de producción determinado por los jefes de producción menos las paradas no planificadas mayores a 10 minutos que necesitan la participación del personal de mantenimiento para resolver este inconveniente.

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{TIEMPO BRUTO DE PRODUCCIÓN}}{\text{TIEMPO PLANIFICADO PARA LA PRODUCCIÓN}}$$

La tasa de rendimiento se determina por el tiempo neto de producción, el cual se obtiene restando el tiempo bruto de producción menos los tiempos perdidos por pérdida de eficiencia originadas por disminución de la velocidad de producción y paradas menores a 10 minutos que no necesitan la participación de personal de mantenimiento para su resolución.

$$\text{TASA DE RENDIMIENTO} = \frac{\text{TIEMPO NETO DE PRODUCCIÓN}}{\text{TIEMPO BRUTO PARA LA PRODUCCIÓN}}$$

La tasa de calidad se determina por el tiempo de valor añadido, el cual se obtiene restando el tiempo neto de producción menos los tiempos perdidos generados por la producción de productos con defectos de calidad o reprocesos.

$$\text{TASA DE CALIDAD} = \frac{\text{TIEMPO DE VALOR AÑADIDO}}{\text{TIEMPO NETO DE PRODUCCIÓN}}$$

A continuación se muestra gráficamente en la figura 12 el procedimiento para el cálculo del OEE:

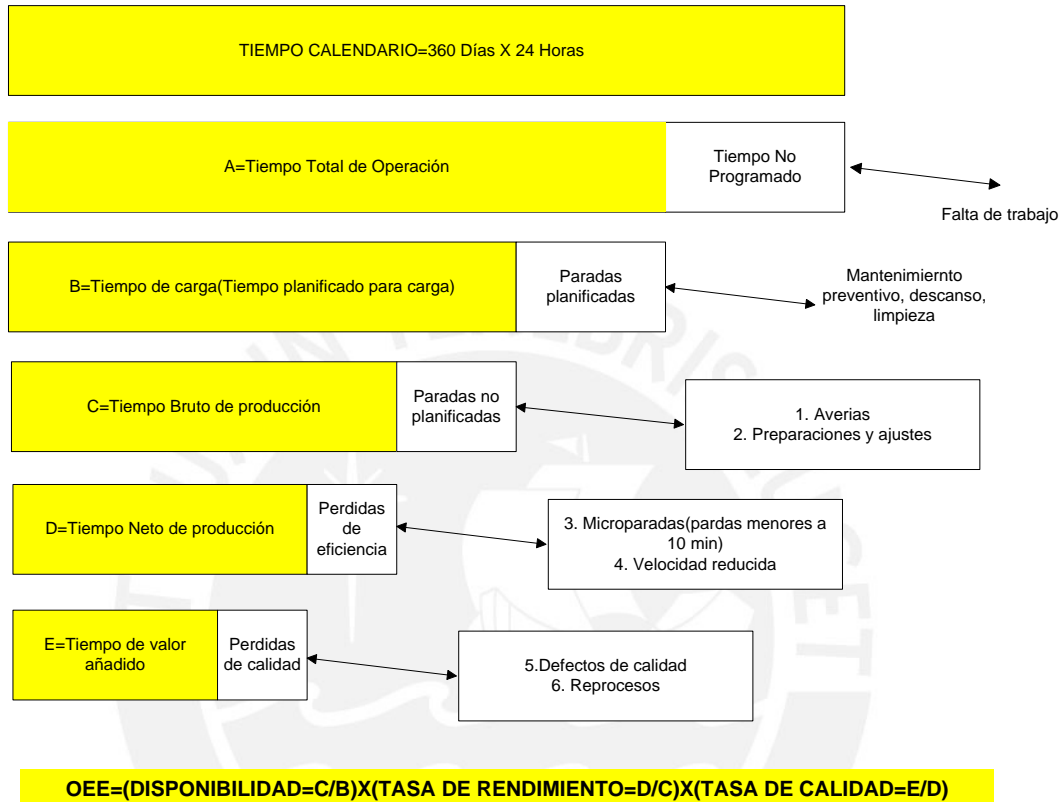


Figura 12 Cálculo de la Efectividad Global del Equipo

Fuente: Instituto de Ingeniería Aplicada

Elaboración propia

Para el cálculo del OEE se usará el formato de cálculo de OEE, ya que de ella nos permitirá la obtención de los valores de disponibilidad, tasa de rendimiento y tasa de calidad, datos necesarios para el cálculo respectivo. (Véase ANEXO B: FORMATO DE CÁLCULO DE OEE)

En base al formato del cálculo de OEE, se obtuvo los resultados de la disponibilidad, tasa de rendimiento, tasa de calidad y OEE actual de la máquina de elaboración de fideos largos (P35) de los últimos 10 semanas como se muestra en la figura 13.

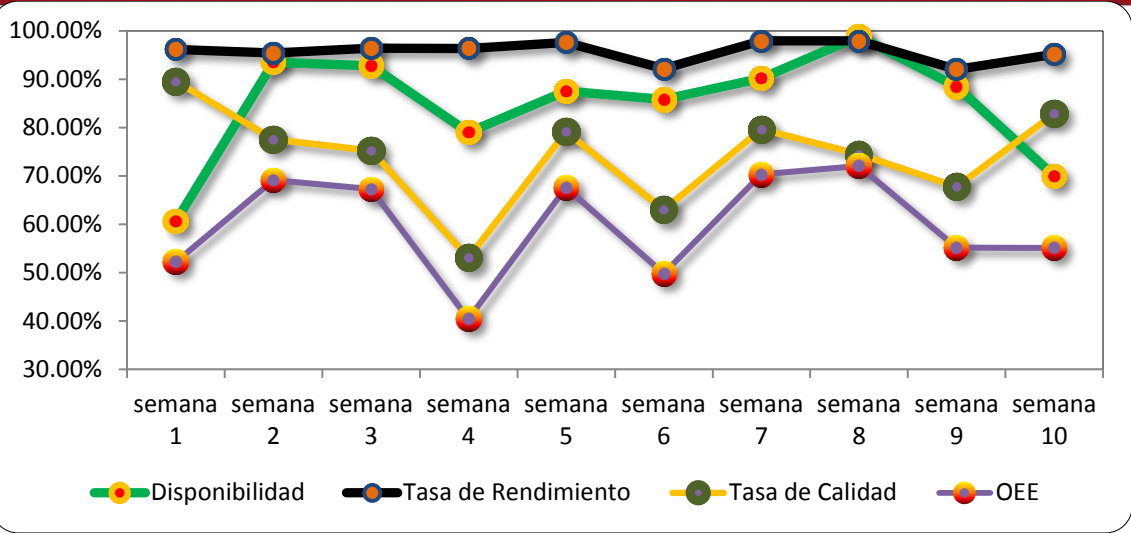


Figura 13: OEE de la empresa en estudio

Elaboración Propia

En base a la figura 13, se observa que la disponibilidad y tasa de calidad son dos factores dentro la máquina de elaboración de fideos largos que afectan significativamente su OEE, los cuales representan oportunidades de mejora dentro del proceso productivo de la empresa en estudio que se desarrollaran en el capítulo.5 y así poder llegar a la meta de un OEE de un 85% como se muestra en la figura 14, que es el porcentaje al cual se apunta después de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta de manera adecuada y sistemática que hacen que una organización tenga una manufactura de clase mundial.

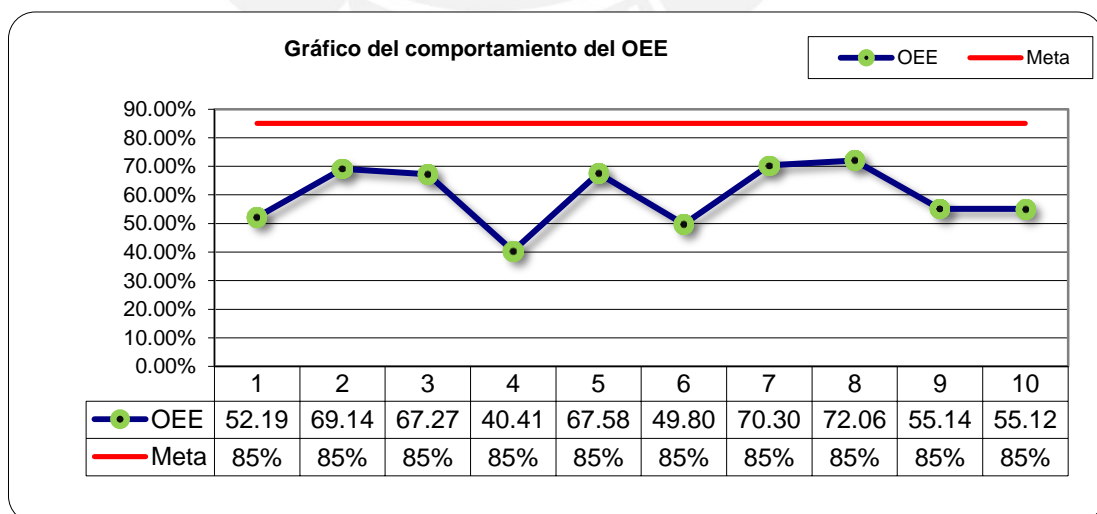


Figura 14 Gráfico de comportamiento del OEE

Elaboración Propia

## **CAPÍTULO 3. Metodología de análisis y diagnóstico del proceso productivo actual**

### **3.1 Metodología propuesta para la implementación de herramientas de manufactura esbelta**

La metodología a seguir para la propuesta de implementación de las herramientas de la filosofía de la manufactura esbelta dentro que la empresa en estudio seguirá los siguientes pasos:

#### **Paso 1: Seleccionar línea de producción:**

Se seleccionará la línea de producción de mayor volumen de producción con la ayuda del diagrama de Pareto con el objetivo de poder causar un impacto significativo en el proceso productivo de una familia de productos.

#### **Paso 2: Seleccionar una familia de productos:**

Se procederá, dentro de la línea de producción más representativa seleccionada en el paso 1, a seleccionar aquella familia de productos de mayor volumen de producción dentro de la línea seleccionada.

#### **Paso 3: Desarrollo del Mapa de flujo de Valor actual**

Se elaborará el Mapa de Flujo de Valor actual (*Value Stream Mapping, VSM*), de la familia de productos más representativa seleccionada en el paso 2, con el objetivo de identificar los problemas dentro de la cadena de valor. Este trabajo de investigación tiene como alcance la identificación de actividades y medición de tiempo que se toma desde que se recibe la materia prima hasta que se envía el producto final a los clientes de la empresa en estudio.

#### **Paso 4: Identificación de desperdicios que afecta la cadena de valor**

Luego de elaborar del VSM actual se procederá a identificar las *mudas* que afectan la cadena de valor de la familia de productos seleccionada.

**Paso 5: Identificación de métricas *lean*:**

Después de elaborar el VSM actual, se procederá a identificar y poner un punto de partida a las métricas, en base a la data recolectada, que mejor nos ayuden a alcanzar los objetivos planteados en base al diagnóstico actual de problemas dentro del VSM del estado actual de la familia de productos seleccionada.

**Paso 6: Desarrollo del Mapa de flujo de Valor futuro:**

Ahora que hemos establecido una representación del estado actual gracias al diseño del VSM actual y determinado las métricas *lean*, el siguiente paso será el diseño del VSM futuro que consiste en la identificación de herramientas *lean* que nos ayude a cumplirlos requerimientos de calidad y tiempos de entrega que demanda el cliente. En el VSM futuro se mostrara donde las herramientas *lean* serán usadas, además se llegara a un acuerdo de las metas realistas que se espera llegar con la implementación de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas en el mapa de flujo de valor futuro.

**Paso 7: Priorización de las herramientas de manufactura esbelta**

Luego de haber identificado las herramientas *lean* dentro del mapa de flujo de valor futuro se procederá a priorizar las herramientas de manufactura esbelta con ayuda del diagrama de Pareto de los principales tiempos improductivos identificados dentro de este mapa.

**Paso 8: Aplicación de herramientas de manufactura esbelta**

Con el objetivo de poder conseguir las mejoras planteadas por la filosofía de la manufactura esbelta, a través de la eliminación de los problemas priorizados en el paso 7, se aplicara las herramientas de manufactura esbelta expuestas en el capítulo 1.3.

**Paso 9: Evaluación del impacto económico**

En este paso, la aplicación herramientas de manufactura esbelta serán costeadas en función a variables tales como: H-H, H-Máquina y materiales, con el fin de evaluar la factibilidad de la implementación de las herramientas seleccionadas en función a la relación costo beneficio que se obtendría para la empresa.

### 3.1.1 Selección de línea de producción a estudiar

Para poder determinar cuál de las familias de productos deberá ser estudiada dentro de empresa en estudio, con el objetivo aplicar las herramientas de manufactura esbelta a aquella familia que tenga el mayor volumen de producción, se recolectaron las cifras de toneladas de productos producidos de cada línea de producción de Enero y Febrero del 2012, ya que dentro de cada línea de producción existe diferentes familias de producción y para ello se hizo un análisis de Pareto para determinar cuál de las líneas de producción es la más demandada. Este análisis puede verse en el ANEXO C. DIAGRAMA DE PARETO DE TONELADAS PRODUCIDAS. El resultado obtenido para la totalidad de toneladas producidas por línea de producción puede verse en la Figura 15.

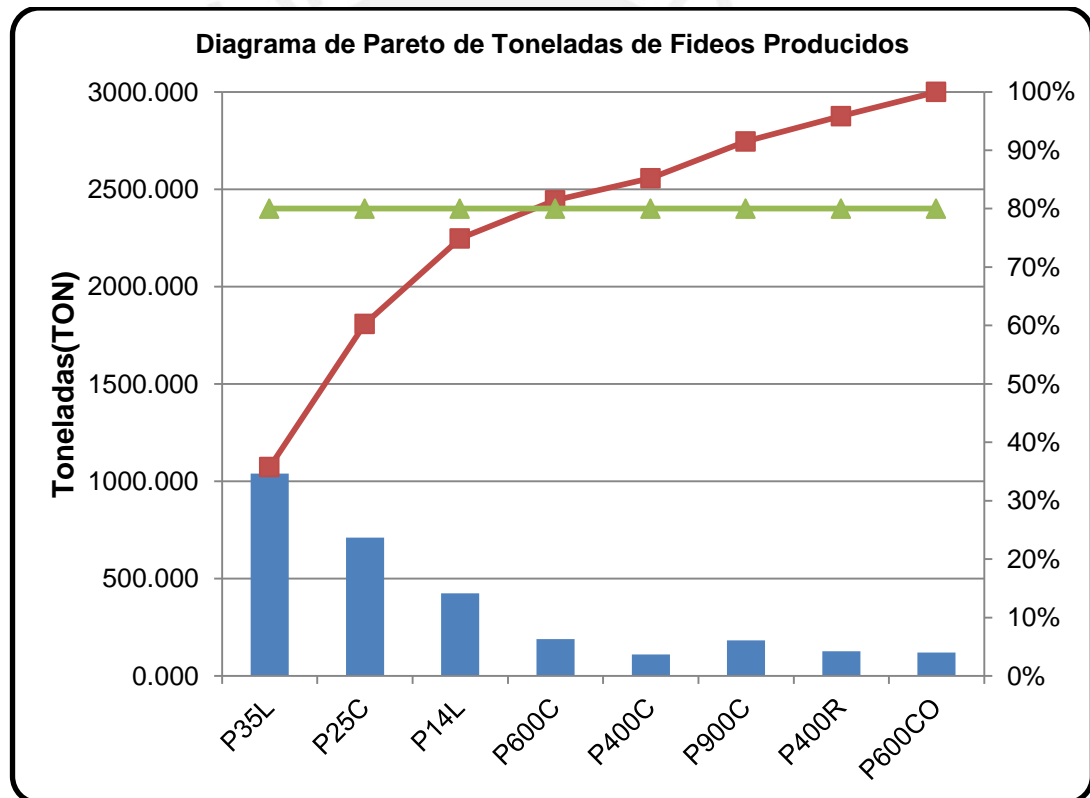


Figura 15 Diagrama de Pareto de Toneladas de Fideos Producidos  
Elaboración Propia

De la Figura 15, se concluye que la línea de fideos largos de la máquina P35L es la más representativa, ya que constituye el 35,8% del total del volumen de producción.

### 3.1.2 Selección de familia de productos a estudiar

Luego de haber seleccionado la línea de fideos largos de la máquina P35, se procederá a seleccionar una familia de productos, dentro de la línea de producción seleccionada. A continuación se muestra en la tabla 7 el método sugerido por Womack y Dan (1999) para la selección de familia de productos que tiene como objetivo poder agrupar los diferentes productos en familias de productos en función a grupo de productos que pasan a través de etapas similares durante su transformación y pasan por equipos comunes.

Tabla 7: Selección de familia de productos

		PASOS DE PRODUCCIÓN											
		1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	
PRODUCTOS	A	X	X	X	X		X					X	Familia de productos W
	B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Familia de productos S
	D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	E	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	F	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	G	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	H	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fuente: Elaboración propia

En base a la tabla 7 se puede identificar dos (2) familias de productos que serán denominadas la familia de productos "W" y la familia de productos "S" que están compuestos por los productos A y B,C,D,E,F,G,H respectivamente.

A continuación se procede a seleccionar la familia de productos que tiene un mayor volumen de producción. En base al Diagrama de Pareto de Ventas que se muestra en la figura 16, se concluye que la familia de productos "S" es la más representativa con un volumen de producción que representa el 74,24% de toda la producción de la máquina P35. Este análisis puede verse en el ANEXO D. DIAGRAMA DE PARETO DE VENTAS. Es en esta familia de productos que se evaluará la implementación de las diferentes herramientas de manufactura en función a la identificación de los diferentes problemas dentro del mapa de flujo de valor actual que se desarrollara en función a esta familia de productos.

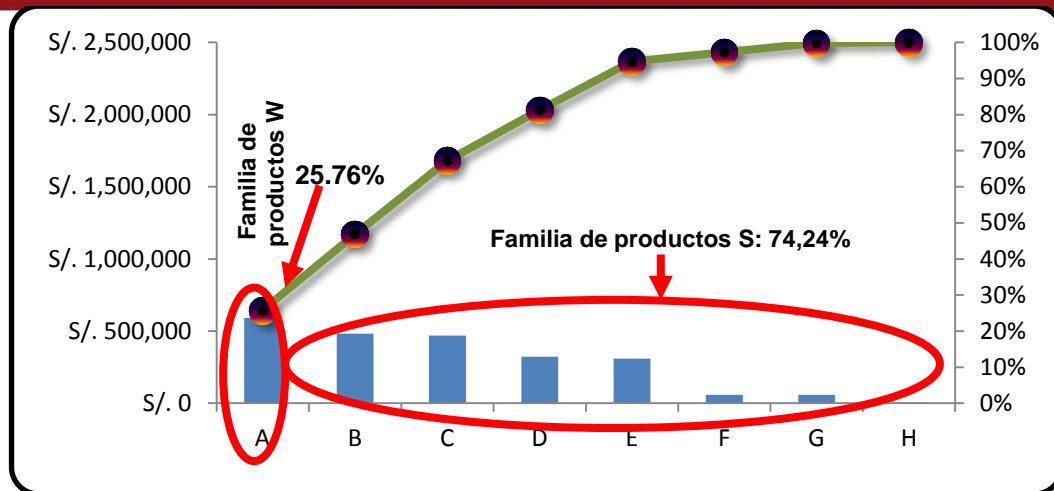


Figura 16 Diagrama de Pareto de Ventas

Elaboración Propia

### 3.1.3 Desarrollo de mapa de flujo de valor actual

Luego de haber identificado la familia de productos en el capítulo 3.1.2, como la más representativos de la línea de producción de la máquina P35, se procederá a desarrollar el VSM de la familia de productos seleccionadas con el objetivo de proporcionarnos una representación visual del flujo de material e información y poder conducir los procesos de mejora para brindarnos una imagen clara de los desperdicios presentes en la cadena de valor y así poder reducirlos y disminuir el plazo del *lead time* de producción y ayudarnos a satisfacer las demandas de la familia de productos por parte de los clientes de la empresa en estudio

En lo referente del flujo de información de la cantidad de pedidos y el tiempo de entrega necesarios para la elaboración del VSM, esta es proporcionada por el área comercial al control de la producción quien realiza el programa de producción semanal, pero que se irá ajustando diariamente, debido a problemas internos que hacen que no se pueda contar con un programa de producción estable. Con respecto al flujo de materiales esta podrá ser recolectada directamente de la planta gracias a una etiqueta de trazabilidad que se coloca a cada pallet en donde indica la fecha que sale del último proceso y así obtener la cantidad de días que un pallet de producto seleccionado esta dentro del almacén hasta que es enviado el cliente.

Con respecto a la información requeridos para la casilla de datos (Véase figura 19) que será llenado simultáneamente con los iconos del mapa de flujo de valor esta se obtendrá de la siguiente forma:



La identificación de los pasos que generan valor dentro flujo de producción, la llegada de la harina a la empresa se hace a través de bombonas que ingresan directamente a los silos de harina en un proceso continuo hasta la salida del producto terminado que se ingresa al APT, pero en el caso de las bobinas termoformables, estas tienen periodos de almacenajes bastantes largos que oscilan desde los 40 días hasta los 55 días que hacen que este tiempo de almacenamiento no genera valor.

Para la obtención del tiempo de valor agregado (TVA) y de tiempo de no valor agregado (TNVA), que será llenado dentro de la escala de tiempo, estos se obtendrán directamente gracias a que al ser línea continua de producción automatizada, la información de tiempos de cada proceso se puede obtener directamente del PLC de la máquina seleccionada. Con respecto a la información sobre el tiempo de funcionamiento esta será obtenida del reporte de máquina (Véase Anexo D) que es llenado diariamente dentro de los 3 turnos y del formato de cálculo de OEE (Véase Anexo E).

Respecto el cálculo del tiempo de ciclo del proceso productivo de la familia seleccionada, es decir, cuanto se demora en procesar una unidad a lo largo de todo el flujo de producción, hemos considerado como unidad para la familia de productos seleccionada a un paquete de 20 unidades. De esta manera podemos ver cuánto se demora en cada operación por paquete dentro de esta familia. A continuación se muestra la tabla 8 con las especificaciones por pallet de los pesos de la familia seleccionada.

Tabla 8: Especificaciones de peso por pallet de familia seleccionada

FAMILIA DE PRODUCTOS	Peso Paquete (kg)	Paquetes/palé	Peso Palé (Kg)
Familia Y	10	100	1000

Elaboración Propia

Respecto a las especificaciones de peso por pallet de la tabla 8, hay que considerar que dentro de esta familia de productos un paquete contiene 20 bolsas cada uno y cuyo peso de cada paquete de productos de esta familia asciende a 500 gr/bolsa. Respecto al paletizado, en cada pallet se almacena 100 paquetes para los productos de esta familia de productos, los cuales son despachados al almacén.

Respecto al *Takt Time*, este representa el ritmo de producción que marca el cliente, es decir marca el ritmo en el cual el cliente está demandando sus productos, que la empresa debe emplear para producir sus productos con el fin de satisfacerlo, y se define a través de la siguiente relación:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible de Producción}}{\text{Demanda del Cliente}}$$

Debido a que la empresa entrega a sus clientes sus productos embalados en 100 paquetes es necesario definir el *Pitch Time*, el cual se define por el tiempo necesario para producir cierta cantidad practica de elementos en base al *takt time*, este tiempo esta normalmente asociado a un tamaño de embalaje usado en la producción.

$$\text{Pitch time} = \text{Takt time} * \text{Cantidad de unidad por embalaje}$$

A continuación se muestra los consumos mensuales (Véase figura 17) en paquetes de los productos que conforman la familia de productos seleccionada anteriormente y con ayuda de la data de consumos mensuales recolectada, se podrá calcular el *pitch time* para determinar el ritmo producción que está consumiendo el cliente. Este análisis se puede ver en el ANEXO E. CONSUMO MENSUALES EN PAQUETES

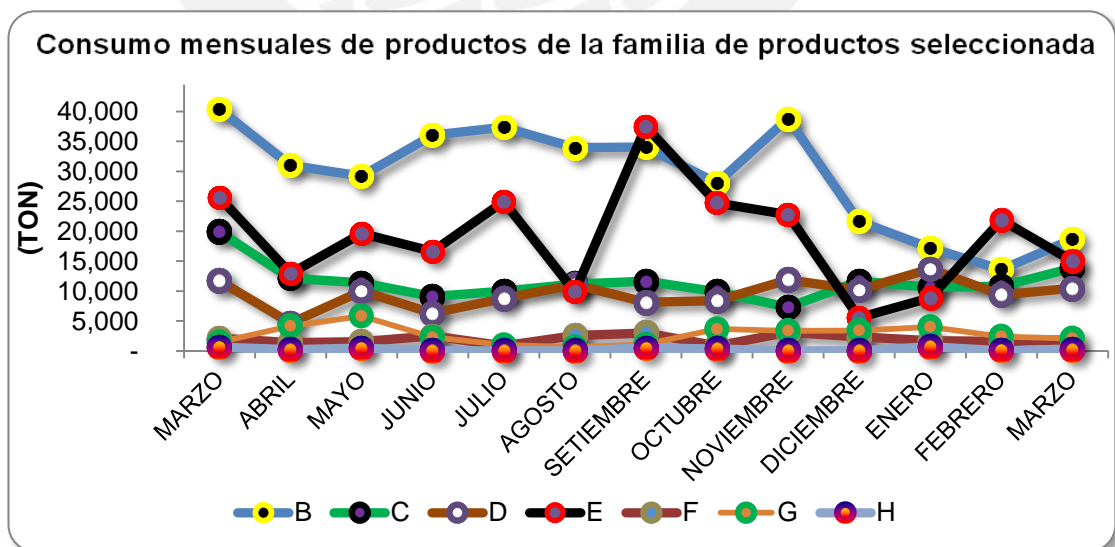


Figura 17 Producción mensual de familia de productos seleccionada

Elaboración propia

A continuación se procede a realizar el cálculo del *Pitch time*<sup>6</sup> (Véase Tabla 9) de la familia de productos seleccionada en base a los consumos mensuales de los productos de esta familia.

Tabla 9: Cálculo de *pitch time* de la familia de productos seleccionada

Familia de productos	Días de producción	Horas por turno	Turnos	Paradas por turno (descansos por almuerzo)	Demanda mensual de familia Y (paquetes)	Demanda promedio diaria	Tiempo disponible promedio programado mensual(segundos)	Tiempo disponible promedio programado diario (segundos)	<i>Pitch time</i> (segundos)	Ritmo de producción(segundos)
Z	30	8	3	0	74156	2472	1088640	36288	15	19

Elaboración propia

En base a la comparación del *pitch time* y ritmo de producción(Véase tabla 9), de la familia de productos seleccionada en el punto 3.3, se puede evidenciar que el ritmo de producción no va al mismo ritmo que el *pitch time*, lo que muestra de que se está produciendo a un ritmo de producción más lento de lo que el cliente está demandando de la familia de productos “S” de la máquina P35 que se genera , debido a la alta frecuencia de parada de máquina, lo que trae como consecuencia una gran cantidad de pedidos pendientes, no poder cumplir adecuadamente con los planes de programación, altos inventarios debido a la poca confiabilidad de la máquina P35 y a esto hay que sumarle el alto tiempo promedio de reparación (Véase figura 18) que se genera debido a un inadecuado plan de gestión de mantenimiento que hace que la maquinaria se deteriore a un velocidad mayor que lo normal y como consecuencia la generación de gran cantidad de mudas.

<sup>6</sup> La información requerida para el cálculo del *pitch time* ha sido suministrada por el departamento de operaciones.

El cálculo del ritmo de producción se ha realizado dividiendo el tiempo disponible programado para la familia de productos seleccionada entre las unidades que cumplan con los parámetros de calidad exigido por el cliente.

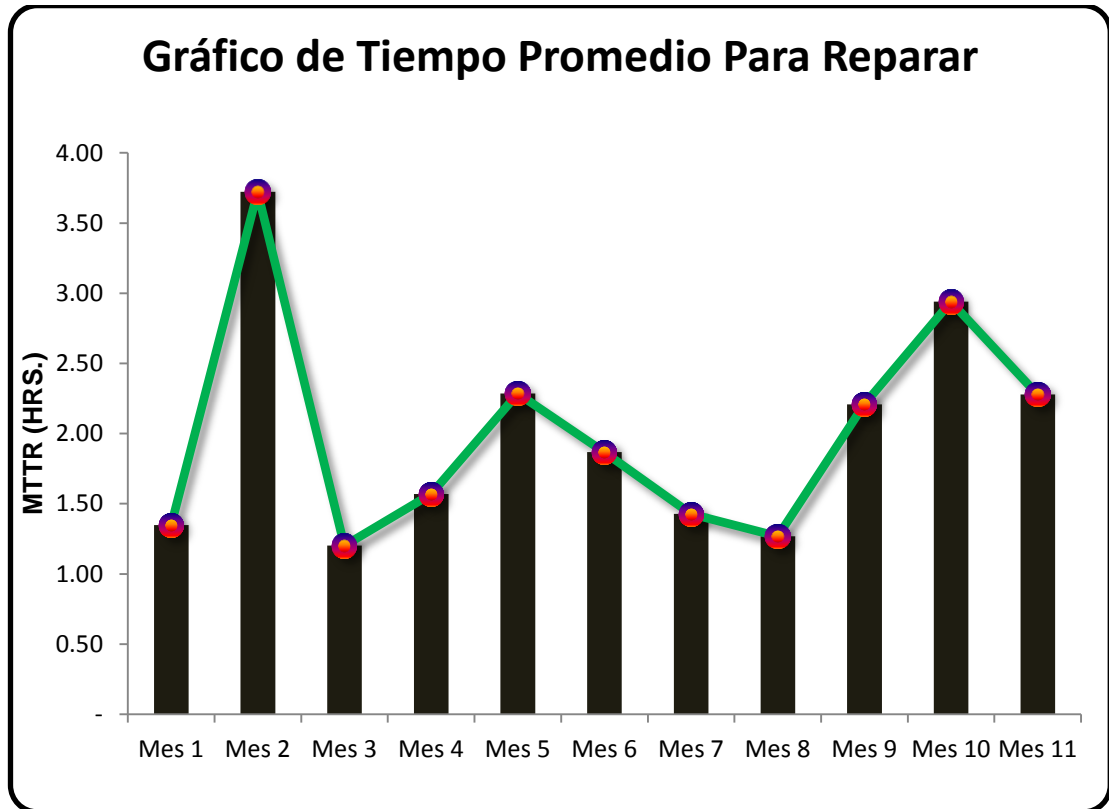


Figura 18 Gráfico de tiempo promedio para reparar  
Elaboración Propia

A continuación se muestra en la figura 19 el Mapa de Flujo de Valor Actual de la familia de productos seleccionada “S”, tenemos que recordar que esta es la familia de productos que representa el mayor volumen producción mensualmente de la línea de fideo largos. La realización del mapa de flujo de valor actual se realiza con el objetivo de poder evidenciar las oportunidades de mejora que se atacaran con las herramientas de manufactura esbelta a esta familia seleccionada.

49

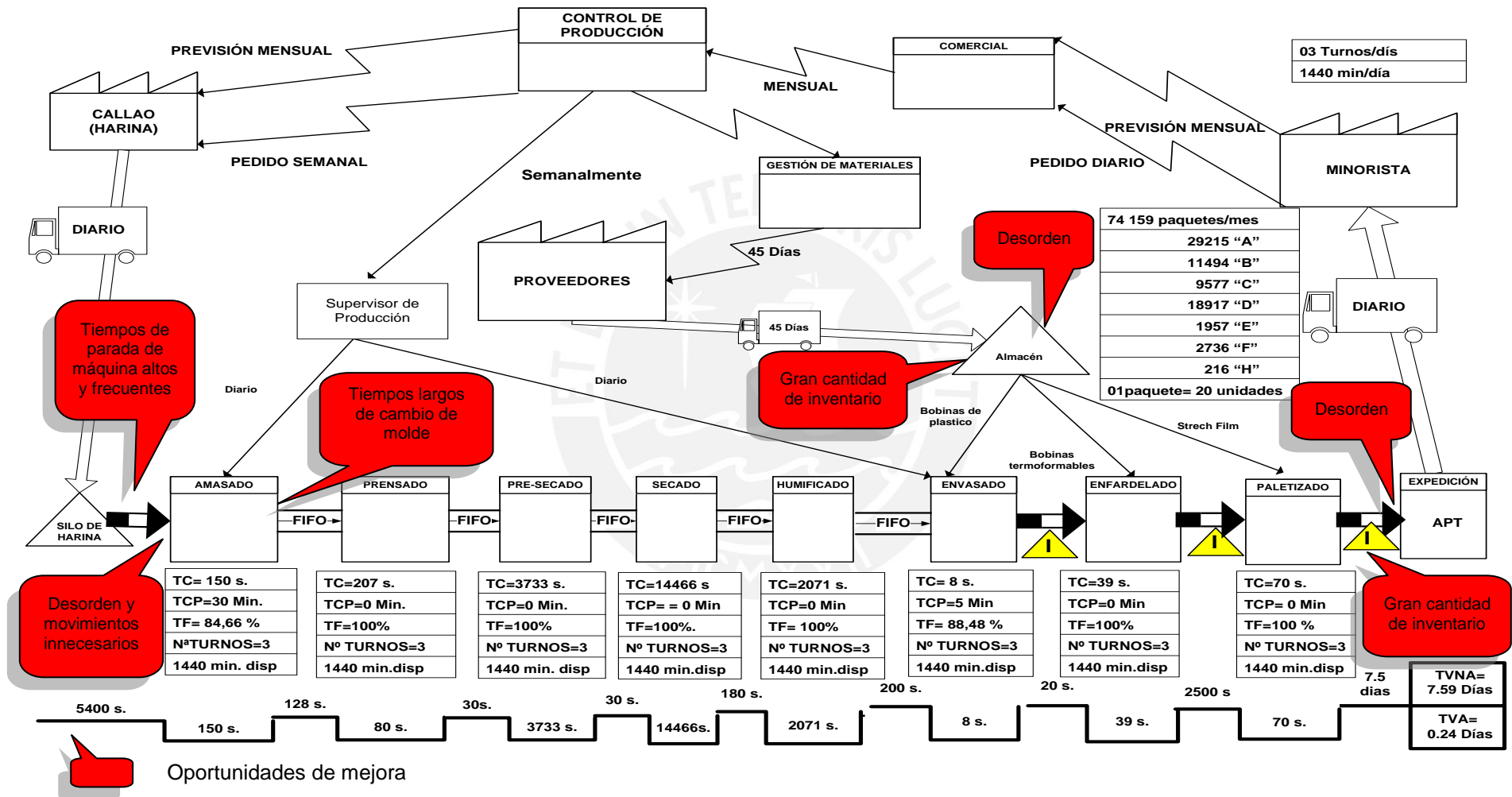


Figura 19 Mapa de flujo de valor actual de la familia de productos "S"

Elaboración propia

### 3.1.4 Identificación de desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor actual

De acuerdo al VSM actual (Véase figura 19), se procederá a realizar la identificación de los principales desperdicios mortales encontrados en el mapa de flujo de valor que afectan la generación de flujo en la elaboración de fideos largos con el objetivo de poder eliminarlos o en el caso de no poder hacerlo, mantenernos en un nivel adecuado establecido por la empresa en estudio. Cabe resaltar que la eliminación de los diferentes tipos de desperdicios generados en base a su proceso manufacturero actual, desde la perspectiva de la manufactura esbelta, se vuelve una necesidad con el objetivo de mantener su competitividad en el mercado y satisfacer a sus clientes en el menor tiempo y con la calidad requerida.

Los principales tipos de desperdicio dentro de la organización corresponden a la sobreproducción, esperas, transporte, movimientos y productos defectuosos que se desarrollaran a continuación:

#### A) *Muda de sobreproducción*

Debido a la gran variedad de productos a fabricar dentro de todas las líneas productivas, el plan de producción de planeamiento, por ejemplo en el producto caldo de gallina, consiste en fabricar un lote de producción que cubra la mayor cantidad de productos necesarios del mes dentro de las primeras semanas, en base a la errónea idea de que con un mayor lote de producción se va reducir el costo de producción unitaria, sin tener en cuenta los costes ocultos generados por los diferentes tipo de desperdicios generados por este tipo de manejo del plan de programación. Todo esto genera que exista una gran cantidad de productos terminados en el almacén por un periodo de tiempo largo, sin tener en cuenta que el consumo semanal es relativamente constante, como se puede ver en la figura 20.

#### B) *Muda de esperas*

Respecto a la muda generada por las esperas en la línea de fideos, estas son generadas principalmente por falta de materia prima (harina, bobinas termoformables, etc.), fallas mecánicas, fallas eléctricas, etc. Estas fallas provocan paros en la producción que a su vez generan que el programa de producción

establecido previamente en las reuniones semanales no se cumpla adecuadamente con los recursos proyectados, lo que genera que se utilice horas extras de maquinistas y operarios de empaquetado para cumplir el plan de producción, por ejemplo.

### **C) Muda de transporte**

La gran cantidad de *muda* respecto a este tipo de desperdicio es, porque el plan de programación no toma en cuenta el consumo real de la demanda de productos, lo que genera que exista una gran cantidad de stock y no se cuente con espacio suficiente para almacenar la producción de otras líneas que están ingresando al almacén de productos terminados (APT) durante la semana, lo que provoca que se utilice un almacén alquilado para estos productos. En muchas ocasiones los productos al no tener espacio suficiente para ser almacenados en el APT del primer piso, son almacenados en el APT del segundo piso, para luego bajarlos al primer piso para ser transportados al almacén alquilados, ya que se necesita espacio para almacenar la producción ingresada recientemente a APT porque va ser despachada en el transcurso del día, para luego ser regresados al APT de la empresa cuando lo requiere el cliente y recién, en ese momento, ser enviados al cliente, es decir muda pura.

### **D) Muda de movimientos**

Este tipo de desperdicio es generado básicamente por movimientos que no agregan valor al proceso productivo. Por ejemplo, los maquinistas y envasadores al no tener las herramientas necesarias para su operación, generan que ellos se trasladen de manera innecesaria y hagan que el tiempo de cambio de molde, por ejemplo, se incremente.

### **E) Muda de productos defectuosos**

Este tipo de *muda* ocurre cuando el fideo producido no cuenta con los parámetros de calidad requeridos, principalmente debido a fideos trisado, lo que provoca que este fideo sea enviado al molinito para que ingrese de nuevo al proceso productivo, además tenemos el fideo barrido que es aquel que es recogido del piso, debido a problemas dentro del proceso productivo, que hace que este no sea apto para el consumo masivo ni con posibilidad de pasar al reproceso.

### 3.1.5 Identificación de métricas *lean*

Luego de haber terminado la realización del mapa de flujo de valor actual y haber identificado los principales desperdicios encontrados en él, se procederá a identificar las métricas que nos permitan poder alcanzar el estado futuro de mapa de flujo de valor

Las métricas que mejor se ajustan a la realidad de la empresa en estudio dependerán en gran medida de las particularidades de la situación actual. A continuación se presentara las principales métricas utilizadas por la organización y así poder determinar cuál de las métricas apropiadas nos servirán para llegar a nuestro objetivo:

- Rotación de inventario
- Tiempo total de valor agregado
- OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)
- Tiempo promedio entre fallas( MTBF)
- Tiempo promedio para repara( MTTR)
- Porcentaje de pedidos entrega a tiempo

Luego de haber revisado la lista de métricas que mejor rastren el progreso hacia los objetivos buscados y tener consenso por parte del equipo *Lean* y operarios dentro del alcance del proyecto, se procederá a mostrar en la tabla 10 los puntos de partida de las métricas que han sido determinados en el estado mapeo de flujo de valor actual:

Tabla 10: Métricas y mediciones de punto base

METRICAS	PUNTO BASE	PROPUESTO
OEE	60,13%	Por Definir
MTTB	35,84 Horas	Por Definir
MTTR	2,01 Horas	Por Definir

Elaboración propia

### 3.1.6 Desarrollo de mapa de flujo de valor futuro

Luego de haber elaborado el mapa de flujo de valor actual y las métricas *lean*, se procederá a diseñar el mapa de flujo de valor futuro (Véase figura 20) con el objetivo de generar un flujo de valor más eficiente y poder identificar las oportunidades de mejora dentro de él.



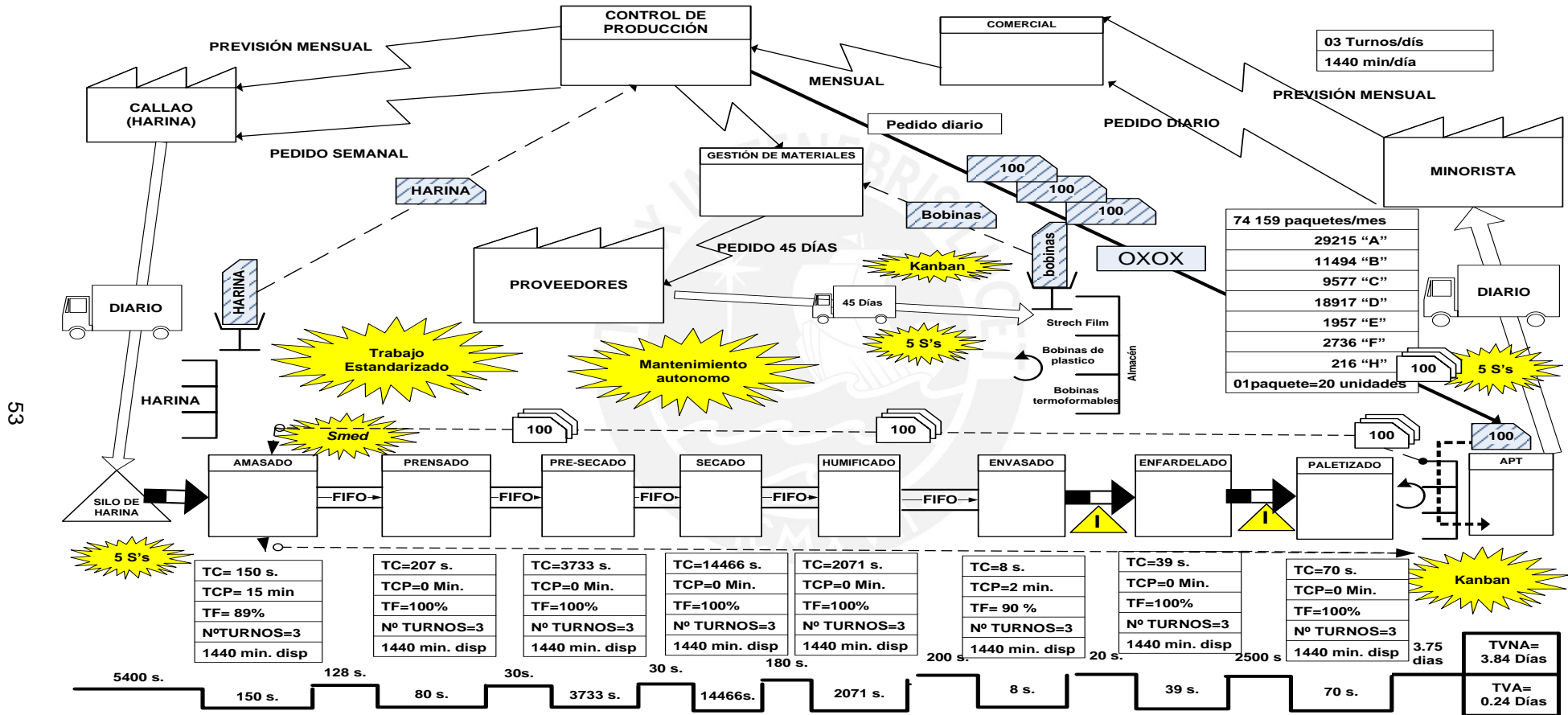


Figura 20 Mapa de flujo de valor futuro de la familia de productos “S”

Elaboración propia

Como podemos ver en la figura 20, en ella se muestra dónde las herramientas de manufactura esbelta se van utilizar y ataquen los diferentes problemas identificados en el mapa de flujo de valor actual y así generar un flujo óptimo tanto de material como de información para poder generar el cambio en el sistema de producción “PUSH” hacia “PULL”.

El proceso de mapear el estado futuro tiene como objetivo el entendimiento de la demanda de la familia de productos seleccionada, generar flujo tanto para el cliente externo como el interno y recibir el producto correcto, en el momento correcto y en la calidad requerida y con ello, reducir el tiempo de valor no agregado de la empresa en estudio de 7.5 días a 3.84 días en un primer momento.

Para lograr el entendimiento de la demanda se determino un *pitch time* de 15 segundos en el capítulo 3.4 que evidencia que debido a los problemas que enfrenta actualmente debido a la alta frecuencia de parada máquina y el alto tiempo para reparar el problema que se presenta hace imposible producir a la misma velocidad que demanda el cliente.

Con el objetivo de generar un flujo continuo y asegurar que los puestos de trabajo solo tengan lo que necesitan, justo cuando lo necesitan y en la cantidad exacta, se evidencia la necesidad de la implementación de las 5S's como punto de partida para la estandarización y organización de los puestos de trabajo y poder así romper muchas de las barreras psicológicas y físicas que se evidencian en la empresa en estudio en el camino hacia la mejora continua. Y Luego de haber llegado un consenso entre las personas involucradas al definir metas realistas (Véase tabla 11), se procederá a priorizar aquellas herramientas de manufactura esbelta que causen un mayor impacto en la generación de flujo y nos haga llegar a las metas propuestas después de la correcta implementación de las herramientas seleccionadas.

Tabla 11: Métricas a lograr

METRICAS	PUNTO BASE	OBJETIVO
OEE	60,13%	70,06%
MTTB	35,84 Horas	57,34 Horas
MTTR	2,01 Horas	0,84 Horas

Elaboración propia

### 3.1.7 Priorización de herramientas de manufactura esbelta

Luego de haber identificado los problemas más críticos que enfrenta la empresa actualmente en VSM actual y las herramientas *lean* que nos ayuden a solucionarlos, se procederá a priorizar estas herramientas identificadas en VSM futuro (Véase figura 21) con ayuda del diagrama de Pareto. La información sobre los tiempos improductivos son tiempos promedios mensuales que han sido obtenidos con ayuda del personal operario y el reporte de máquina durante los últimos tres meses.

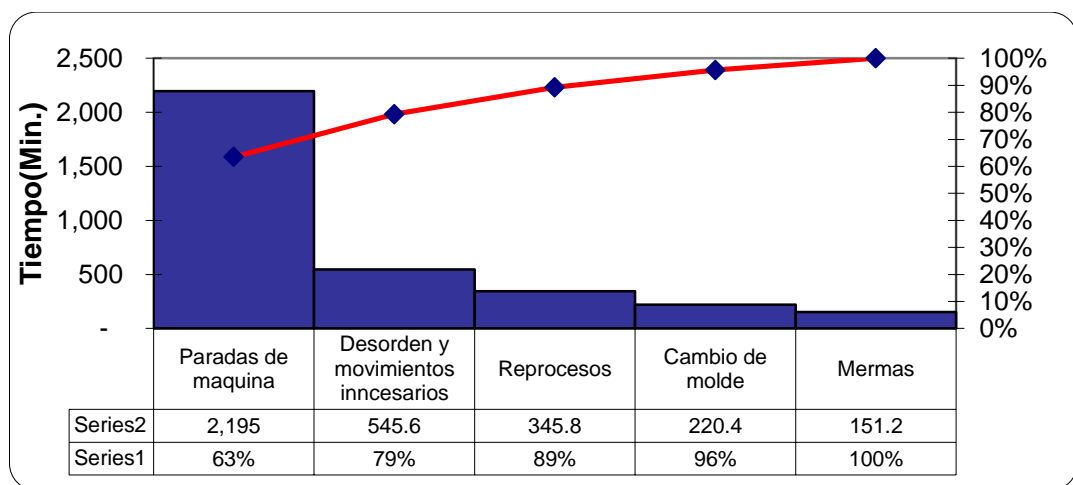


Figura 21 Diagrama de Pareto de tiempos improductivos mensuales (min)

Elaboración de propia

Mediante la figura 21 se identifican dos problemas principales para la empresa que representan el 79% de tiempos que no agregan valor los cuales son:

- Tiempos de paradas de Máquina (Min.): La cantidad de tiempo en promedio de parada de máquina durante un mes provocado por fallas de máquina.
- Tiempos provocados por el desorden y movimientos innecesarios (Min.): Es la cantidad de tiempos improductivos utilizados para la búsqueda de herramientas, movimientos innecesarios, ubicación de materia prima, etc. Estos representan mudas puras en la filosofía de *Lean Manufacturing*.

Con el objetivo de atacar estos problemas se empleará 2 herramientas de manufactura esbelta simultáneamente: Mantenimiento Autónomo (Pilar del Mantenimiento productivo total) y 5S's.

## CAPÍTULO 4. Propuesta de mejora

Los aspectos que se contemplan a continuación son aquellos que resultan necesarios y significativos en la adaptación de cualquiera de las herramientas, sin importar cuál de estas sea seleccionada. Los puntos relevantes a tener en cuenta son los siguientes:

- I. Capacitar a los involucrados en el proceso acerca de la filosofía y fundamentos del pensamiento esbelto, dando a conocer los lineamientos generales que permitan lograr la sensibilización de las personas ante la propuesta para la apropiación e interiorización de los conocimientos básicos requeridos.
- II. Conformar equipos de trabajo constituidos por integrantes de las diferentes etapas del proceso productivo de una familia de productos seleccionada que será la encargada de liderar la implementación de una de las herramientas *lean* en la planta de producción.
- III. Comunicar los objetivos de cada herramienta de manufactura esbelta en términos de los procesos de la empresa en estudio, con el fin de que todas las personas los conozcan y los grupos de trabajo tengan un solo objetivo común.

Cabe destacar que el alcance de las herramientas seleccionadas será en el área de producción de afecta la flujo de valor de la línea de fideos largos P35.

A continuación se desarrollarán la propuesta de implementación de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas.

### 4.1 Implementación de las 5 S's y Mantenimiento autónomo

Para la implementación de las 5S's y el mantenimiento autónomo de manera conjunta se tendrán en cuenta las algunas consideraciones con el objetivo de lograr los resultados esperados de estas herramientas.

Se debe tener en cuenta que en este trabajo de investigación se aplicará las dos primeras S's, para luego dar el inicio de la implementación del mantenimiento autónomo donde las siguientes 3 S's estarán incluidas.

#### 4.1.1 Consideraciones para la Implementación

El movimiento de las 5S's es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se origino en el Japón bajo la orientación de W. Edward Deming hace más de cuarenta años y que está incluida dentro de lo que se conoce actualmente como manufactura esbelta o *“Lean Manufacturing”*. Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y seguras; es decir se trata de imprimirle mayor “calidad de vida” al trabajo.

Para poder lograr una implementación exitosa de las 5S's y mantenimiento autónomo es muy importante tener en consideración los aspectos siguientes:

- a. Definir equipo responsable: Definir el equipo que coordinará la implementación y mantenimiento del sistema 5S, generando procedimientos, áreas aplicables y responsables.
- b. Capacitación y difusión: Capacitar a la gente a seguir el buen habito del medio ambiente de calidad requerido por la organización
- c. Implementación 5S's y mantenimiento autónomo: Eliminar lo necesario, ordenar, identificar, clasificar, limpiar, mantener, lubricar y ajustar.
- d. Auditorias del sistema implementado
- e. Acciones Correctivas: Elaboración de planes para corregir y prevenir no conformidades
- f. Seguimiento: Monitoreo y revisiones internas del área, cierre de auditorías.
- g. Mantenimiento y mejora

#### 4.1.2 Planteamiento de la situación actual respecto a las 5'S

Uno de los grandes problemas dentro de la empresa en estudio es la falta de organización que se puede observar desde el primer momento que uno ingresa a la empresa en estudio, este desorden, por ejemplo hace que los operarios demoren más tiempo en encontrar las cosas, lo cual no genera valor agregado al proceso productivo.

Un factor importante y crítico dentro del proceso productivo a controlar es el polvo y la limpieza de sus instalaciones, ya que al ser una empresa de consumo masivo es importante que sus productos estén libres de estos agentes contaminantes.

A continuación se presentará los lugares que serán atacados con la implementación de las 5S's, en base a los lugares identificados en el Mapa de Flujo de Valor Futuro, que afectan el proceso productivo y que permitirá ser un punto de partida para la implementación de otras herramientas de manufactura esbelta:

#### I. Almacén de materia primas

Dentro de la empresa en estudio, se encontró que en el lugar donde se almacenan las materias primas (bobinas de plástico, bobinas *stretch film* y bobinas de termocontraíbles) para el ingreso del proceso productivo está desordenado (Véase figura 22), ya que se encuentran ubicados en lugares inadecuados, lo que dificulta el manipuleo, la ubicación de los mismos al momento de que estos ingresen al proceso productivo y en algunas ocasiones dificulta el paso para la ubicación de la materia prima necesaria al tener que mover algunas bobinas de plástico para llegar a aquella requerida en ese momento, además dentro de ese almacén también se encuentran bolsas de plásticos, cajas de cartón y materiales que no corresponden y no son utilizados dentro proceso productivo de envasado y que por consiguiente deberían estar almacenados cerca de aquellos procesos productivos que lo utilizan realmente.



Figura 22 Almacén de Bobinas

Fuente: Empresa en estudio

## II. Almacén de materia primas

Dentro del proceso productivo existe una área de recuperación de fideo, en la cual se separa parte de fideo bueno y parte del fideo que tiene alguna disconformidad de calidad; parte del fideo que no tiene ninguna observación es regresado al proceso productivo para que sea envasado y el fideo que tiene alguna observación, tal como fideo trisado, es llevado a un molino donde entra nuevamente al proceso productivo para ser mezclado con materia prima virgen con el objetivo de poder ser reutilizado. En esta área hay bastante desorden (Véase Figura 23), no hay señalización adecuada para la ubicación de herramientas necesarias para realizar las operaciones en esta área, lo que trae como consecuencia que las actividades se demore más tiempo de lo necesario, pero si se tuviera todas las herramientas necesarias disminuiría las horas-hombres trabajadas en este proceso, con la cual se incrementaría la eficiencia del proceso de recuperación, aunque lo ideal sería que esta área no existiera, ya que el reproceso es parte de uno de los desperdicios mortales que se debe eliminar.



Figura 23 Espacio asignado para el proceso de recuperación

Fuente: Empresa en estudio

### III. Almacén de moldes

Dentro de la empresa existe un espacio asignado para los moldes que se utilizan para fabricar los diferentes tipos de fideos (Véase Figura 24). En este lugar los moldes no se encuentran señalizados y no existe una ubicación adecuada que permita su manipulación de manera eficiente y como consecuencia provoca que en el momento que se realice los cambios de moldes para la fabricación de los diferentes tipos de fideos, se genere un incremento de los tiempos de cambio de molde y como consecuencia se disminuya la disponibilidad de la máquina.



Figura 24 Espacio asignado para el almacenaje de moldes

Fuente: Empresa en estudio

#### 4.1.3 Planteamiento de la situación actual respecto al mantenimiento autónomo

Actualmente se observa que la empresa en estudio no existe estructurado ningún tipo de programa de mantenimiento autónomo para garantizar el buen y continuo funcionamiento de la máquina P35 (máquina seleccionada para el proceso de estudio), tampoco existe un registro o historial adecuado de los inconvenientes que ha tenido cada uno de las máquinas en su etapa productiva de la máquina productora de fideos largos, es por ello que se ha comenzado a recolectar la data necesaria en un registro que se puede ver en el ANEXO B FORMATO DE



CALCULO OEE de los últimos tres meses para la realización del diagnóstico y planteamiento de mejora. Este registro a su vez permitirá el cálculo del OEE.

En la empresa en estudio, únicamente se cuenta con acciones de mantenimiento correctivo que se lleva a cabo cuando la máquina falla, es por ello la urgencia e importancia de la implementación de acciones de mantenimiento autónomo debido a la alta variabilidad del tiempo promedio entre fallas (Véase figura 26).

En la figura 25 se muestra el comportamiento de las horas perdidas al mes, debido a paradas de máquina de los últimos 6 meses que servirá de base para el cálculo de las horas promedio de máquina improductiva.

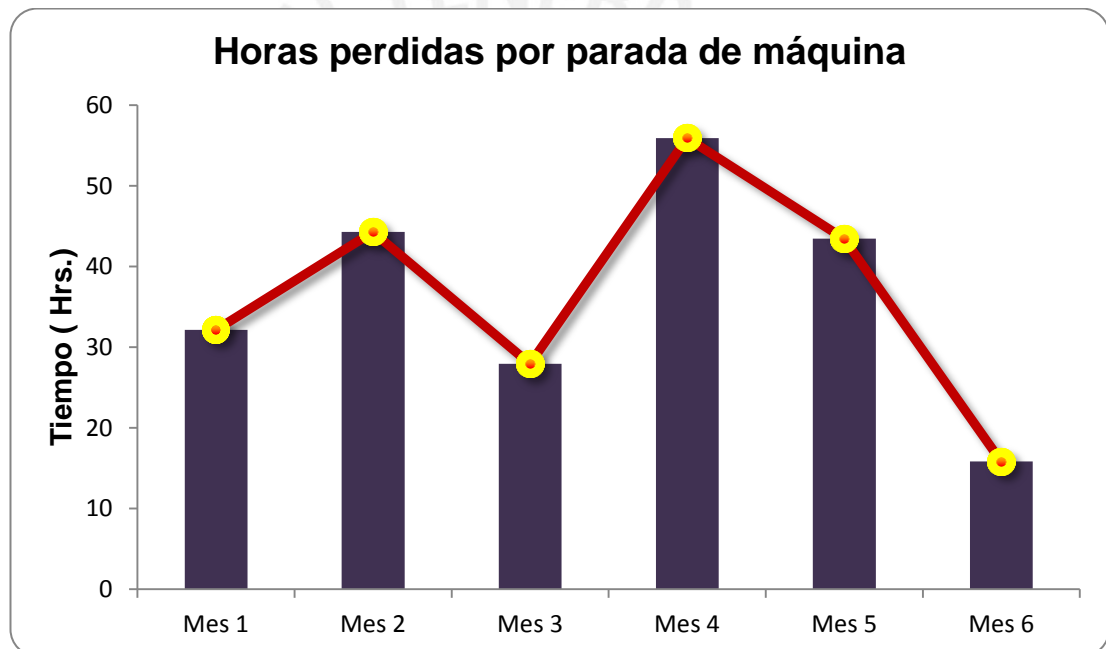


Figura 25 Gráfico de horas perdidas por parada de máquina al mes

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la Tabla 12 se procederá a realizar la valoración de pérdidas<sup>7</sup> de la máquina, seleccionada en el punto 4.1, de fideos largos P35 en base al tipo de mantenimiento actual que se realiza y poder realizar hacer las siguientes estimaciones:

<sup>7</sup> Información suministrada por la Gerencia de Operaciones de la empresa en estudio para realizar el cálculo de valoración de pérdidas

Tabla 12: Valoración de pérdidas

Horas al mes que máquina es improductiva en promedio:	36.58 horas/ mes
Capacidad de producción de máquina P35:	3300 kg / hora
Kilogramos de fideos dejados de producir al mes:	120714 kg.
Toneladas de fideos dejados de producir al mes:	120,714 Ton
Número de meses de producción :	12 meses
Kilogramos de fideos dejados de producir al año:	1448568 kg.
Toneladas de fideos dejados de producir al año:	1448,568 Ton.

Elaboración propia

En base a la información recolectada podemos observar que la implementación de un programa de mantenimiento autónomo eficaz permitirá restablecer las condiciones óptimas en el equipo y maximizar su eficacia global.

#### 4.1.4 Análisis de aplicación de mantenimiento autónomo

Considerando al mantenimiento autónomo como el involucramiento de los operarios de producción en el mantenimiento de rutina y actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado, controlan la contaminación, y ayudan a mejorar las condiciones del equipo y teniendo en cuenta que es una planta que emplea un pequeño número de operarios en relación al número y tamaño de los equipos, se considera que en el caso de esta empresa en particular se deben implementar políticas que generen una cultura organizacional hacia el aprovechamiento de los recursos de la empresa y en general la conversión de los bienes de la compañía en una posición de beneficio mutuo empleado-industria.

Con el objetivo de poder restaurar el equipo desde su estado deteriorado a su condición original y así poder estabilizar la variación en los intervalos entre fallas (MTTF), es de suma importancia la aplicación de un programa de mantenimiento autónomo que establezca el tiempo promedio entre fallas. Como se puede ver en la figura 26 el MTTF no es constante y con una tendencia a la baja, lo que demuestra la necesidad urgente de aplicación del mantenimiento autónomo para llevar la maquinaria desde un estado actual de deterioro acelerado a un deterioro natural y así poder alargar el tiempo de vida de P35.

Este análisis puede verse en el ANEXO F. CALCULO DE TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBF).

### Gráfico de Tiempo Promedio Entre Fallas(MTTF)

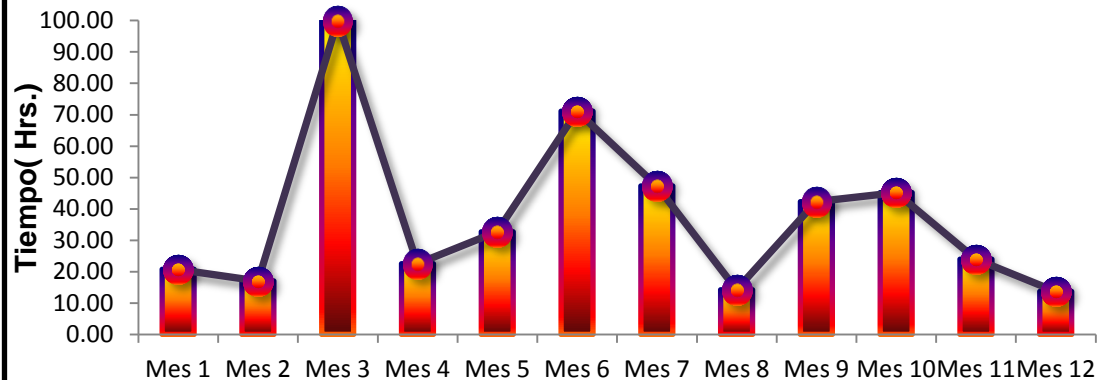


Figura 26 Gráfico de tiempo promedio entre fallas Actual (MTTF)  
Elaboración Propia

Algunas características importantes de la empresa tales como su tamaño, su trayectoria en el mercado, el conocimiento amplio de los procesos por parte de los operarios y el reconocimiento por parte de la gerencia de que el futuro es incierto y que no sobrevivirán únicamente reduciendo los costos para mejorar su competitividad, han reconocido al mantenimiento autónomo como un programa indispensable para eliminar pérdidas y desperdicios en la empresa y maximizar la eficacia del equipo existente

#### 4.1.5 Planteamiento de la situación propuesta respecto a las 5S's y mantenimiento autónomo

Con el objetivo de poder lograr los resultados esperados de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas en el mapa de flujo de valor y sostenerlas en el tiempo, las 5S's con el mantenimiento autónomo, y proyectarlo a otras líneas, el programa de implementación contará de 4 etapas basadas el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), también conocido como "Circulo de Deming" de Edwards Deming:

La primera etapa (Planear) será la preparación para el lanzamiento de implementación del programa de las 5'S y mantenimiento autónomo que consistirá en los siguientes puntos:

- Comunicación de la introducción de las 5S y el mantenimiento autónomo a través de la declaración por parte de la gerencia a toda la planta (30 min).
- Capacitación introductoria por parte de una consultora sobre las 5'S, el mantenimiento autónomo, la relación del mantenimiento autónomo y las 5S's y que se puede lograr con ellos a los supervisores, jefes, y líderes de planta y equipo *Lean*<sup>8</sup> (2 hrs).
- Establecimiento del equipo *Lean* encargado de la implementación y selección del equipo piloto, en este punto se hará el nombramiento oficial del equipo *Lean* encargado de la implementación de las 5'S y mantenimiento autónomo en la línea seleccionada para luego implementarlas en las demás líneas, ellos trabajaran a tiempo completo durante la duración de todo el proyecto.
- Capacitación profunda sobre las 5'S y mantenimiento autónomo al equipo *Lean* involucrado dentro de la línea seleccionada en el capítulo 3.1.1.
- Definición de objetivos y metas a llegar través del análisis de los resultados obtenidos del OEE, MTTF y MTTR en la línea seleccionada, también se procederá a definir indicadores PQCDSM (Productividad, Calidad, Costo, Entrega, Seguridad y Moral) como se muestra en tabla 13. Luego de terminar esta parte se procederá a realizar una reunión del equipo *Lean* para la aprobación de objetivos y metas alcanzables.

Tabla 13: Indicadores PQCDSM

INDICADORES	EFFECTIVIDAD DEL PROGRAMA 5'S Y MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
PRODUCTIVIDAD(P)	* AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL
	* AUMENTO DEL VALOR AGREGADO POR PERSONA
	* AUMENTO DE LA TASA DE OPERACIÓN
	* REDUCCIÓN DE PARADAS
CALIDAD(Q)	* REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN LOS PROCESOS
	* REDUCCIÓN DE TASA DE QUEJAS DE LOS CLIENTES
COSTOS ( C )	* REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO
	* REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGIA
ENTREGAS (D)	* REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA
	* REDUCCIÓN DE INVENTARIOS
SEGURIDAD(S)	* REDUCCIÓN DE ACCIDENTES
	* REDUCCIÓN DE POLUCIÓN Y CONTAMINANTES
MORAL(M)	* MEJOR AMBIENTE LABORAL
	* AUMENTO DE IDEAS SUGERIDAS
	* AUMENTO DE ACTIVIDADES EN GRUPO

Elaboración propia

<sup>8</sup> El equipo *Lean* estará conformado por 03 ingenieros con amplia experiencia en implementación de herramientas de manufactura esbelta que serán contratados.

- Diseño y aprobación de plan maestro de implementación 5'S y el mantenimiento autónomo como se muestra en el plan maestro de implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo (Véase tabla 14)
- Lanzamiento de las 5S's y mantenimiento autónomo

La segunda etapa (Hacer) será la implementación de las 5'S y mantenimiento autónomo. Finalizado la primera etapa, se pasará a la etapa de expectación, con el objetivo de poder involucrar al personal sobre la importancia de implantación de las 5S's y el mantenimiento autónomo dentro de la organización. Se comenzará con una campaña de expectación de cuatro semanas dentro de las áreas donde se implementaran el programa de las 5S's y mantenimiento autónomo, las cuales serán el área asignada para moldes, el área de recuperación, almacén de bobinas y maquinistas de envasado y enfardelado, en las cuales se difundirá entre el personal avisos y afiches sobre las 5S's y el mantenimiento autónomo con el objetivo de generar expectativa al interior del personal y así poder generar la participación en los mismos de una manera espontanea y hasta divertida para no perjudicar el ambiente laboral, ya que la idea de la campaña, es que las 5S's y el mantenimiento autónomo no se sienta como una imposición y no se vea como un exceso de carga laboral, sino presentarla como una actividad recreativa organizada por el área de recursos humanos con el apoyo de la presidencia y altos directivos. Una vez concluido este proceso de expectación, se procederá con la implementación de la 1S's y 2S's dentro de las áreas definidas en el alcance del proyecto con una duración de 2 semanas de cada una. El responsable de las reuniones y éxito de la implementación de la herramienta será el equipo *Lean*. Ellos estarán a cargo de impartir la capacitación y brindar el material teórico al personal definido dentro del alcance del proyecto. Con la ayuda de la jefa de Recursos Humanos, se encargará de agendar las reuniones y se responsabilizará por la difusión del material promocional de las campañas, el gerente general de la compañía, será quien haga la apertura de las campañas y estará presente durante las reuniones finales de retroalimentación, atento a los cambios propuestos por el personal y que se vayan desarrollando. Estas dos primeras jornadas contarán con los siguientes espacios:





- A) Reunión Inicial: Duración de 60 minutos. En esta reunión se hará al inicio de cada S, en el cual se capacitara y explicará al personal el objetivo de cada una de las S y las actividades que se van a trabajar en el lapso de las dos semanas siguientes a la reunión y lo que se persigue puntualmente con la implementación de esta herramienta. Dentro de esta reunión se hará énfasis, en el conocimiento de la teoría a trabajar y se pondrán ejemplos prácticos de la cotidianidad de la empresa en estudio, para explicar la manera de alcanzarla.
- B) Jornada de Aplicación: Duración 120 minutos. Se realizará los días en la cual haya parada de producción o días en la cual la demanda de producción sea menor dependiendo del plan de producción mensual, este espacio de dos horas será dedicado exclusivamente a conseguir los objetivos planteados por la herramienta que se está trabajando es esas semanas.
- C) Reunión Final: Duración 60 minutos. Al final de cada jornada se hará una reunión de retroalimentación, para analizar los logros y dificultades encontrados por el personal, se llevará un registro de los mismos para no repetir los errores en el futuro, así como también, se conservaran los logros o la mejor manera de hacer las cosas, con el objetivo de encontrar mejores prácticas dentro de la empresa en estudio, y así convirtiéndose en un organización que aprende.

A continuación se explicara los pasos de la implementación de las dos primeras S.

### 1. **Seiri. Reunión Inicial**

Una vez que se ha explicado en qué consiste el objetivo de las 5S's , las fases y el tiempo de cada una de las S, el equipo *lean* procederá a explicar al personal en qué consiste la primera S: lo primero es identificar todo lo que esta sobrando dentro del área y los puestos de trabajo, es por ello que se debe explicar que es necesario hacer una lista de elementos que se creen innecesarios y colocar a estos elementos del puesto de trabajo unas etiquetas y una tarjeta en función a una lista de colores que se explicara líneas a continuación:

- a. Elementos utilizados constantemente para la realización de la labor:
- Para estos elementos se utilizan etiquetas de color verde



- Se clasifican en esta categoría los elementos que se utilizan constantemente en el puesto de trabajo; es decir, herramientas y materiales que se utilizan una o más veces para el desempeño de sus funciones.
- b. Elementos que son utilizados en el puesto de trabajo , pero que no se utilizan de forma constante:
  - Para la identificación de estos elementos se utilizan etiquetas de color amarillo.
  - A esta categoría corresponde aquellos elementos que se utilizan en el puesto de trabajo pero no de forma constante; es decir, que son herramientas y materiales que no se utilizan en la elaboración de todas las unidades de producto que pasan por el puesto de trabajo
- c. Elementos que no se requieren en el puesto de trabajo:

Esta categoría de elementos se subdivide en dos categorías de acuerdo con el uso que puedan tener dentro de la empresa los elementos que son innecesarios en el puesto de trabajo, de esta forma se tiene:

- Elementos que pueden ser utilizados en otra área de producción:

Estos elementos se identifican con etiquetas de color naranja. En esta categoría se incluyen los elementos que aunque no se requieren en el puesto de trabajo que está siendo organizado, se pueden utilizar en otras áreas o puestos de trabajo de la organización; es decir, que en esta categoría se incluyen elementos que corresponden a otras áreas de trabajo.
- Elementos que no son necesarios en ninguna parte del proceso de producción:

Los elementos que corresponden a esta categoría se identifican con tarjetas de color rojo (Véase ANEXO G. MODELO DE TARJETA ROJA PARA ELEMENTOS INNECESARIOS). Se incluye en esta categoría los elementos que resultan innecesarios en el puesto de trabajo y que no van a ser de utilidad en otras áreas de la empresa; esto significa que en esta categoría se

incluyen los elementos que a lo largo del tiempo se han guardado pensando en el “por si acaso”.

Para la proceder con el listado, etiquetado y colocación de tarjeta roja en los elementos innecesarios se contara con un formato (Véase ANEXO H. LISTADO DE ELEMENTOS INNecesarios) que se les dará a cada uno de los participantes en el programa de implementación de las 5S's el día de la jornada de aplicación incluyendo tiempo dedicado para tal fin y las preguntas para identificar si existe un elemento innecesario o no: ¿Es necesario este elemento?, ¿Si es necesario, es necesario esa cantidad?, ¿ Si es necesario, tiene que estar localizado aquí?. Esta lista permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrado, posible causa y acción sugerida para su eliminación. La idea de esta S antes de ordenar es ubicar aquel material dentro de su puesto de trabajo que le hace perder tiempo al operario al no encontrar rápidamente el material que necesitan para su trabajo. Esta lista será complementada por el equipo *Lean* durante el tiempo en que se ha decidido realizar la jornada. El equipo *Lean* podría poner como ejemplo al almacén de bobinas, el cual se encuentra desordenado y que imposibilita la ubicación rápidamente del material cuando este se necesita para el ingreso dentro del proceso productivo, debido básicamente a que no es fácil la visualización de la materia prima buscada debido a la acumulación el material (Véase figura 27).

**Jornada de Aplicación:** El día planeado para esta actividad será el día en la cual haya un paro de producción dentro de un lapso de dos horas que será coordinado con el departamento de planeamiento y producción con el objetivo de no afectar drásticamente el plan de programación, en la primera hora ,se identificará los elementos innecesarios en el puesto de trabajo con la ayuda de los colores mencionados para luego proceder a colocarlos en el lugar que se asignará para todos los elementos innecesarios y la segunda será la revisión de estas listas y reacomodación de los mismos en otras áreas a las que correspondan o eliminar lo que no sirve, siempre bajo la supervisión del equipo *Lean* quienes liderarán la campaña.

Los pallets, por ejemplo, sobran en el almacén de bobinas precisamente porque no son materia prima de ningún proceso, lo que significa que no todo lo que se encuentra dentro del almacén es para botar, simplemente es material que sobra en este lugar y que no es útil que se encuentre allí.



Figura 27 Almacén de bobinas dentro del proceso productivo

Fuente: Empresa en estudio

Después de haber listado, etiquetado los elementos con los colores mencionados y colocado de las tarjetas roja en los materiales seleccionados, como por ejemplo, las cajas de cartón, bolsas, herramientas y material que pertenece a otra área con etiqueta de color naranja y que por tal motivo no deben encontrarse en esta área, es fundamental que el operario pueda identificar los lugares determinados para cada cosa dentro de su puesto de trabajo, teniendo en cuenta que se debe inculcar al personal que todos son responsables de su puesto y área de trabajo y que el día de la campaña se destinará un lugar específico para colocar todo lo que es innecesario y encontrar lo que les sobraba de su lugar de trabajo.

**Reunión final *Seiri*:** Al finalizar la campaña se hará otra reunión para poder escuchar a los operarios respecto a cómo les fue, resultados encontrados, aspectos a tener en cuenta para la otra campaña, etc.

## 2. ***Seiton* Reunión Inicio Campaña**

Después de haber culminado la implementación de *Seiri*, y solo se tenga el material de trabajo a la mano, se hará otra reunión en la cual se explicará a los operarios que deberán realizar una lista con los elementos que deben estar cerca de su

entorno permanentemente, que son parte de su puesto de trabajo y que están bajo su responsabilidad, para esto se les entregara un formato, Véase (ANEXO I: LISTA DE ELEMENTOS QUE DEBEN ESTAR CERCA DE SU ENTORNO DE TRABAJO PERMANENTEMENTE), que deberá ser trabajado por ellos y contar con la aprobación del equipo *Lean*, y una vez lista, la responsable de recursos humanos, comparará frente a la misma, el estado del área y las herramientas del sitio de trabajo a la hora de realizar las visitas sorpresas al puesto de trabajo (auditorías). A su vez, después de finalizada la campaña *Seiton*, se propone la implementación de nuevos sistemas de almacenaje eficientes y cuya visualización de los elementos de trabajo sea adecuada como se detallará a continuación su situación actual y su situación propuesta:

- Actualmente en la empresa en estudio, el almacenaje de la materia prima es dentro de un espacio destinado para tal fin, pero los productos que llegan al almacén son acomodados en función al orden en el cual llegan a la empresa (Véase Figura 28) y en el espacio que se vaya desocupando. Al momento de ser necesaria cierta materia prima específica para su ingreso a producción, se selecciona aquella materia prima que se encuentre más cerca al ingreso al proceso productivo sin tener en cuenta su fecha de ingreso a la empresa, lo que genera que exista tiempos relativamente altos de espera de la materia prima antes que ingrese al proceso productivo, por lo cual se propone una división del espacio en tres sectores claramente demarcados (Véase Figura 29).



Figura 28 Almacén de bobinas fuera del proceso productivo

Fuente: Empresa en estudio

Los materiales que ingresan principalmente al almacén son las bobinas de plástico, las bobinas termoformables y *stretch film*, es por ello que se demarcará sus lugares de almacenamiento y se señalará sus respectivos lugares con el objetivo de crear una adecuada visualización y ubicación de los elementos que ingresarán al proceso productivo. A su vez, con el objetivo de tener sistemas de guardado eficientes y efectivos, se instalarán repisas con puertas (Véase figura 29) para protegerlos del polvo y otros factores ambientales que afectan a las etiquetas que se utilizan para codificar los productos que ingresan al almacén de productos terminados.

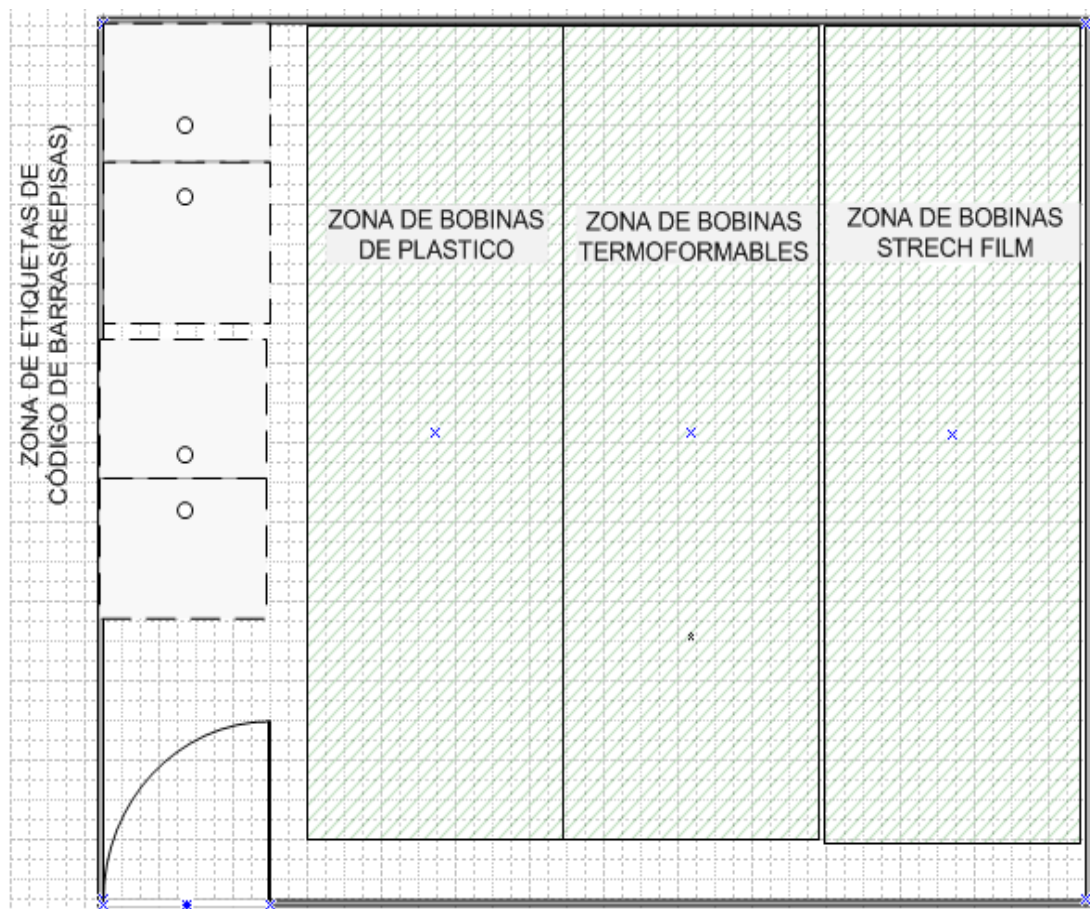


Figura 29 Distribución y marcación del Almacén propuesto

Elaboración propia

- Los moldes de prensado utilizados para la fabricación de cada uno de los tipos de fideos dentro de las diferentes áreas de producción son guardados frente a las máquinas de producción sin ningún tipo de cuidado especial o protección a los agentes contaminantes del medio ambiente (Véase Figura 30). Estos moldes

son muy costosos para la empresa y forman parte de los activos valiosos de ella, por lo cual su cuidado debe ser parte fundamental de la gestión de los activos de la organización. Lo primordial es eliminar los moldes que hayan sido descartados por el área de producción, pero que aún se conservan dentro del área de mantenimiento, es por ello que se hará una revisión para determinar de forma fiable, qué moldes están disponibles para su uso inmediato y que diseños definitivamente no van a volver a ser fabricados, esta revisión deberá llevarse a cabo por el equipo *Lean* inicialmente y después aprobado por la gerencia. Los moldes que se escojan para seguir siendo guardados en las instalaciones de la empresa, deberán ser clasificados según su material de fabricación y en qué máquina de las diferentes líneas se usará. Después de su clasificación deberán ser ubicados lo más cerca posible de las máquinas en las cuales se utilizan. Los moldes para el prensado por tratarse de moldes fabricados en aceros especiales y de gran volumen y peso, se colocarán en la parte inicial de las diferentes líneas de producción, junto con su respectiva grúa de montaje, se clasificarán por su tamaño y se ubicarán en estanterías móviles para su acomodación y fácil de acceso de ser necesario.



Figura 30 Moldes de prensado

Fuente: Empresa en estudio

Adicionalmente, se explicará la importancia de demarcar todas las áreas que rodean a las máquinas de producción y lugar de almacenamiento de moldes con líneas amarillas con el objetivo de llamar la atención de los visitantes y permitir un flujo seguro de materiales dentro de la planta. Además, es necesario respetar las áreas demarcadas para almacenamiento y evitar en lo posible el almacenamiento de mercancías en lugares de circulación, utilizando las estanterías y áreas destinadas para tal fin. La mercancía que se tenga que colocar en lugares alternos debe ser la única que esté esperando a ser acomodada en las estanterías y áreas de almacenamiento.

Una vez que se han definido los lugares en los que se ubicaran los diferentes elementos de acuerdo con sus características y las necesidades de trabajo de cada una de las personas en su puesto de trabajo se procederá a realizar la implementación del mantenimiento autónomo en la cual estará incluida la limpieza inicial, esto significa que se eliminará la suciedad (polvo, residuos, suciedad etc.) que puede existir en el puesto de trabajo y de las máquina a cargo de los operarios.

Es fundamental para la implementación del mantenimiento autónomo que la primera y segunda S se lleve a cabo de manera adecuada y auditada, Véase (ANEXO J: EVALUACIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO), para así poder asegurar el comienzo de la implementación del mantenimiento autónomo que tendrá los siguientes pasos:

### **Paso cero: Preparación**

Los responsables serán los mismos de las campañas anteriores (equipo *Lean*) y se nombrará y formara los equipos TPM autónomos en la cual se establecerá el cronograma de reuniones del equipo autónomo y la actualización del cuadro de actividades dentro del tablero de gestión visual en donde se publicara las fotos y nombres de los integrantes del equipo TPM autónomos. En esta etapa se procederá a estandarizar los nombres de los componentes y tipo de anomalías, establecer punto de partida en función a objetivos de área y fotografiar equipo/máquina actual y el listado de implementos necesarios para la limpieza.

Con el objetivo de causar un impacto significativo dentro del proceso manufacturero con ayuda de la implementación del mantenimiento autónomo dentro de la máquina P35, se hizo un diagnóstico, que se puede mostrar en la figura 31, para la

elección de las partes de la máquina que servirán como partes prioritarias para la implementación del mantenimiento autónomo con el fin de atacar la fuente de mayor cantidad de tiempos de parada de máquina.

En base al Diagrama de Pareto de Tiempos de Parada de la P35 analizado, se puede concluir que el 75,3 % de las paradas de máquina en la P35, se deben a fallas producidas en el enfriador y en el secadero, es por ello que se realizará un plan de mantenimiento autónomo priorizando el plan en estas dos partes de la máquina, como punto de partida, con el objetivo de poder estabilizar el MTBF.

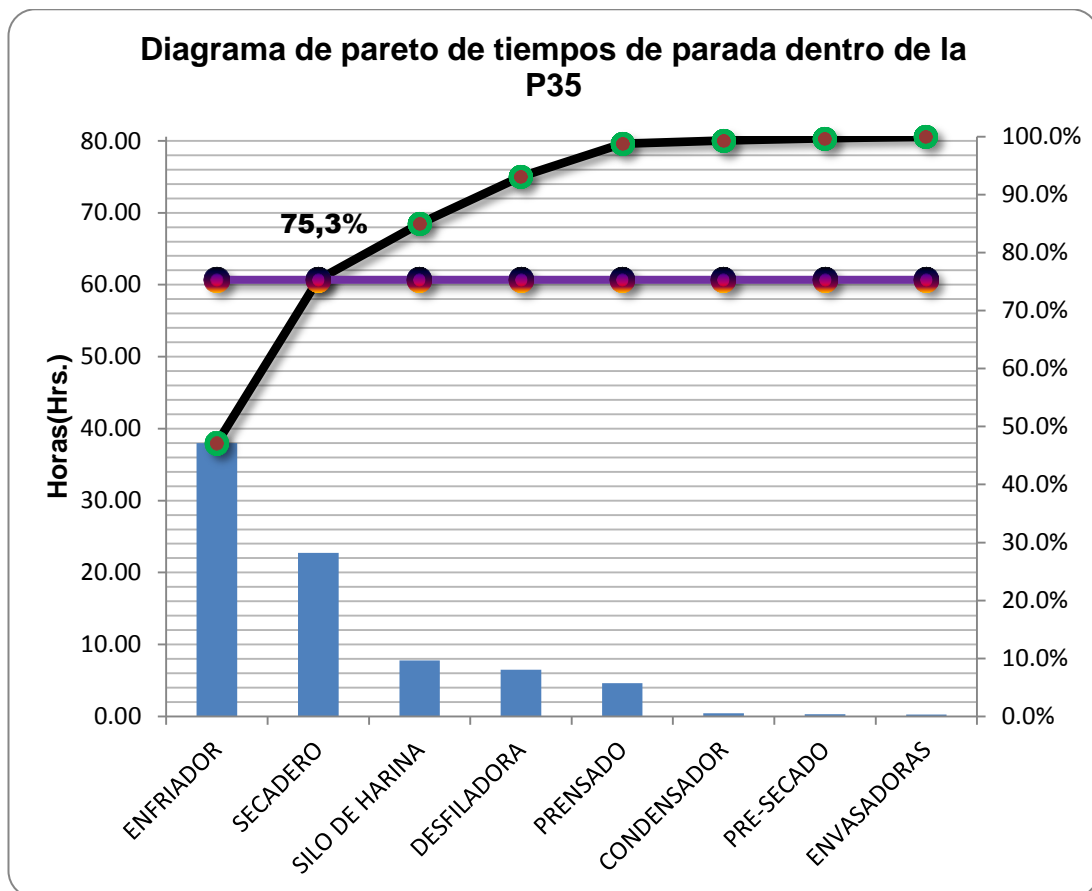


Figura 31 Diagrama de Pareto de Tiempos de Parada de la máquina P35  
Elaboración Propia

Este análisis puede verse en el ANEXO K. DIAGRAMA DE PARETO DE TIEMPOS DE PARADA DE LA P35. De acuerdo a Suzuki (2005), priorizar partes del equipo y determinar las cargas de mantenimiento autónomo son dos modos de superar la elevada proporción equipos/operarios que actualmente se maneja y así poder desplegar el programa de mantenimiento de manera adecuada. Debido a que la



carga de mantenimiento es mayor de tres unidades por operario, se procederá a realizar el despliegue de los tres pasos del mantenimiento autónomo en estas dos partes de la máquina con el objetivo es enseñar los 3 primeros pasos del mantenimiento autónomo a través de la persistente repetición de actividades y auditorias en las partes de la máquina con mayor cantidad de falla y mayor cantidad de tiempo de pérdida de producción. Cuando el operario haya adquirido maestría en la implementación en las partes modelo, se podrá aplicar al resto de partes del equipo y diferentes líneas de producción.

Con el objetivo de aumentar la efectividad global del equipo se propone inicialmente una capacitación completa y clara a los operarios sobre técnicas de inspección, preparación de estándares de inspección, técnicas de lubricación y técnicas de limpieza, haciendo énfasis en el manejo adecuado de la maquinaria P35 y el funcionamiento básico de cada parte de la máquina a su cargo para que los operarios al utilizarla tengan en cuenta el trabajo que está haciendo la máquina y el desgaste que está sufriendo. El objetivo de esta capacitación gradual pero intensiva es lograr que cada uno de los operarios conozca profundamente la máquina que opera, especialmente las partes de la máquina seleccionada, para poder así detectar desgaste y posibles fallas que se puedan presentar antes de que sucedan y ellos mismo puedan intervenir en actividades básicas propias del desarrollo de su trabajo tales como lubricación, limpieza, apriete de tuercas, etc. Esta capacitación será dictada por la persona que cuenta con mayor experiencia en técnicas de lubricación, inspección y ajuste y, a su vez mayor experiencia en el manejo de la máquina P35 a todos los operarios involucrados en el manejo de la máquina seleccionada durante 4 horas. A su vez se establecerá el cronograma de reuniones del equipo autónomo, la actualización del tablero de gestión visual en donde se publicará los nombres y fotos de los integrantes de equipo TPM autónomo, la estandarización de los nombres de componentes del equipo y tipo de anomalías, establecer objetivos a alcanzar, fotografiar el equipo en su estado actual y listar los implementos de limpieza.

Después de la capacitación, se procederá con los siguientes pasos del mantenimiento autónomo priorizando estas actividades en el secadero y el enfriador con objetivo de elevar la fiabilidad del equipo a través de tres actividades que serán extendidos a las demás partes de la máquina

**Paso 1: Realizar la limpieza inicial (SEISO)**

En este paso se procedió a realizar una reunión de inicio de campaña con una capacitación de 60 minutos para luego iniciar la campaña de limpieza en los puestos de trabajo y en las partes de la máquinas seleccionadas (enfriador y secadero). Con respecto a las partes de la máquina, se priorizara la resolución de anomalías en función a su frecuencia de ocurrencia en las partes de la máquina seleccionadas, se elaborará lecciones de un punto único (LPU's) y la inserción de prácticas de análisis de causa raíz y 5 porqués con el objetivo de elevar la fiabilidad del equipo.

Con el objetivo de poder encontrar las causas de parada de máquina por falla en el enfriador y secadero de la P35 realizaremos un análisis causa-raíz (ACR) empleando el diagrama causa efecto (Véase figura 32) del profesor Doctor Kaoru Ishikawa, para ello se realizó una lluvia de idea con el personal de mantenimiento pudiendo agrupar las principales causas en cuatro grupos: Máquina, método, personal y ambiente como se muestra a continuación:

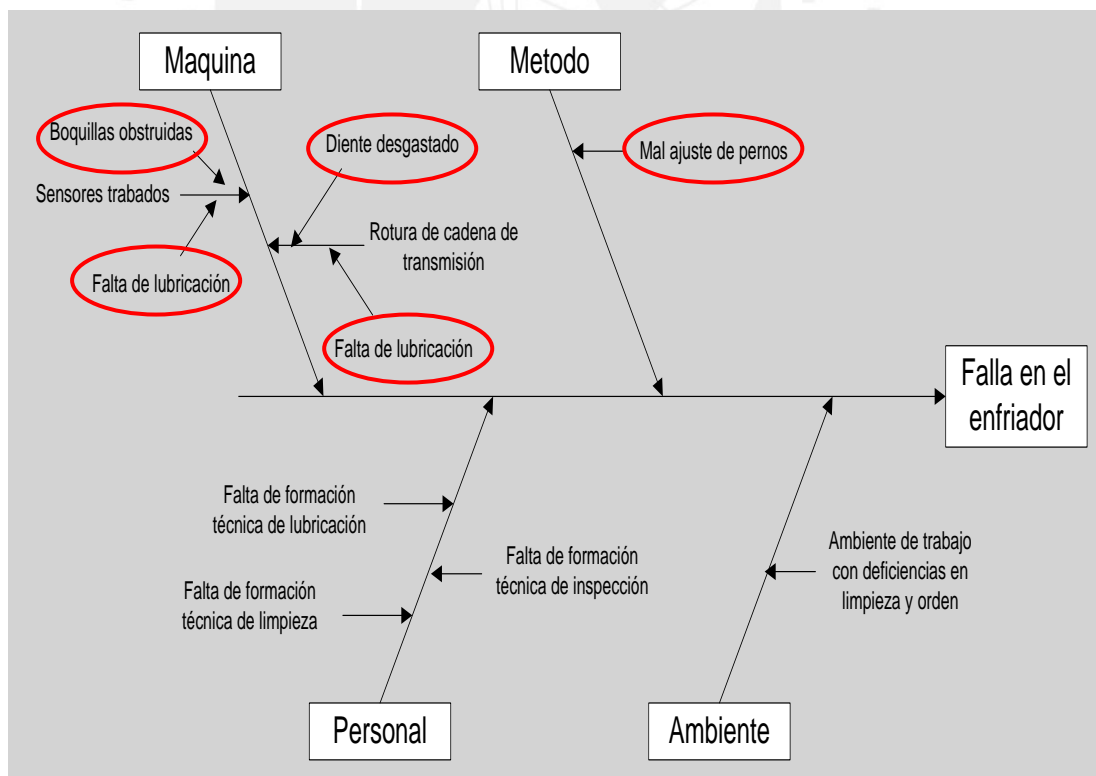


Figura 32: Diagrama causa-efecto de falla del enfriador

Elaboración propia

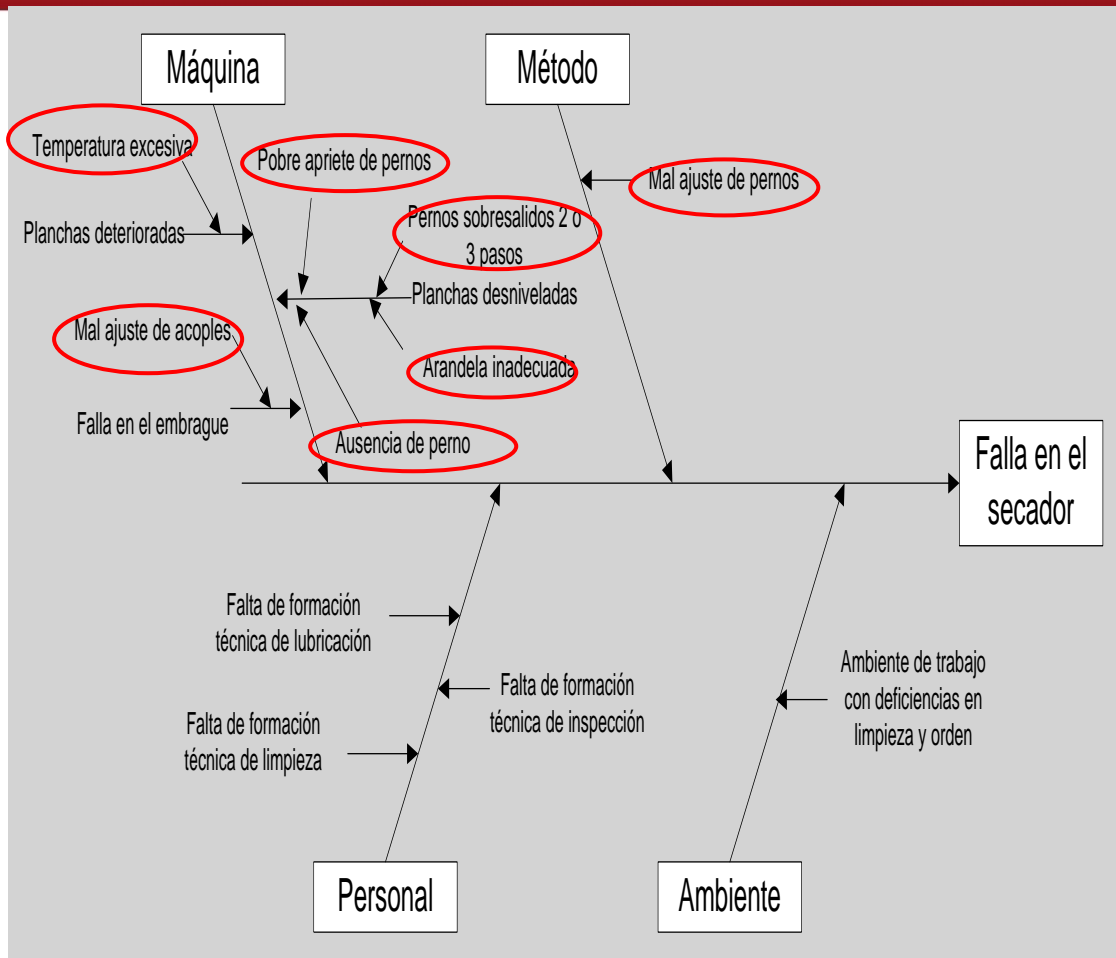


Figura 33: Diagrama causa-efecto de falla del secador

Elaboración propia

A continuación describiremos las principales causas de parada de máquina de la P35 en el secadero y el enfriador identificados en el diagrama causa-efecto:

- Los sensores trabados evitan que el nivel el control de la temperatura se mantenga en los parámetros adecuados y así no garantizar la obtención del balance de temperatura dentro del enfriador adecuado, no garantiza la calidad requerida del producto final y como consecuencia genera parada de máquina.
- Las planchas desniveladas se originan básicamente por una posición inadecuada respecto a su posición original y esto se debe usualmente a un mal ajuste de los pernos que origina en el tiempo que las planchas se posicionen de manera inadecuada por las vibraciones dentro de la máquina.

- La rotura de la cadena de transmisión se debe a la falta de lubricación adecuada, principalmente. Al no tener personal adecuadamente instruido en tareas de inspección, lubricación y inspección origina que los problemas de parada de máquina se incrementen.
- El ambiente inadecuado en la cual están expuestos las máquinas provocan que, por ejemplo, los conductos se obstruyan por causa del polvo principalmente y eviten la detección de alguna anomalía se realice de manera fácil y rápida.
- La falta de formación respecto a técnicas de lubricación, limpieza e inspección genera que el personal operario no pueda realizar adecuadamente actividades básicas en la máquina a su cargo que incremente la fiabilidad de la misma.
- El mal ajuste de los pernos, tuercas y tornillos tanto dentro del enfriador y el secadero provocan una reacción en cadena de desgaste y vibraciones. En mucho de los casos dentro de la empresa en estudio el apretado inadecuado de pernos era la causa directa o indirectamente de aproximadamente mucha de las fallas.
- La falla de embrague se debe básicamente al sobrecalentamiento del sistema de embrague, debido al ajuste incorrecto de los acoples.

A continuación se presentará el plan de actividades de mantenimiento en base al análisis causa raíz (ACR) para el enfriador y el secadero (Véase tabla 15) y un plan de lubricación, inspección, ajuste y limpieza de las principales partes (Véase tabla 16) de la máquina P35 con el objetivo de asegurar la continuidad de las operaciones con estas actividades.

Tabla 15: Tareas de actividades de mantenimiento en base al ACR

Falla	Consecuencia de falla	Causa de Falla	Tarea de Mantenimiento	Tiempo (min)	Intervalo				Responsable
					D	S	M	A	
Falla en el enfriador	Rotura de cadena de transmisión	Falta de lubricación	Lubricación	10		X			Producción
		Diente desgastado	Lubricación	15		X			Producción
		Mal ajuste de pernos	Ajustar pernos	10			X		Producción
	Sensores trabados	Falta de lubricación	Lubricación	15		X			Producción
No se mantiene limpias las boquillas de ingreso de lubricación lo que origina la obstrucción de los conductos del sensor.		Limpieza	5	X				Producción	
Falla en el secadero	Planchas desniveladas	Pobre apriete de tuerca	Ajuste	15		X			Producción
		Sobresalen pernos de las tuercas en 2 o 3 pasos de tornillo	Ajuste	15		X			Producción
		Ausencia de perno para ajuste de plancha	Inspección	10		X			Producción
		Uso inadecuado de arandela para apriete de tuerca	Inspección	15	X				Producción
		Mal ajuste de pernos	Ajustar pernos	10			X		Producción
	Deterioro de planchas metalicas	Temperatura excesiva	Control de sensor	5			X		Producción
	Falla del embrague	Mal ajuste de acoples	Ajuste	5		X			Producción

Elaboración propia

Tabla 16: Plan de Inspección, ajuste y lubricación a través de la limpieza

	Parte de maquina	Actividad	Estandar	Herramientas/ Sentidos	Tiempo (min.)	Intervalo				Responsable	
						D	S	M	A		
Prensa	<b>Limpieza</b>										
	1-1	Bateria de calefacción de cabezal	Limpieza externa: Mínimo 3 veces por semana.Limpieza interna: Mensual, durante el mantenimiento.	Libre de residuos y polvo	Escobillones de mango corto y largo	10	X				Personal Operario
	1-2	Filtros del ventilador	Limpieza externa: Semanal, los domingos.	Libre de residuos y polvo	Trapo industrial	15		X			Personal Operario
	1-3	Caja de control	Limpieza externa: Semanal, los domingos.	Libre de residuos y polvo	Alcohol, paño absorbente	10		X			Personal Operario
	<b>Ajuste</b>										
	1-4	Cadena de transmisión de dosificador	Ajustar pernos	Pernos ajustados	Vielas	5			X		Personal Operario
	1-5	Compresor y cabezal	Ajustar tornillos	Tornillos ajustados	Desarmadores	10		X			Personal Operario
	1-6	Pre-amasadora	Ajustar pernos	Pernos ajustados	Vielas	5			X		Personal Operario
	<b>Inspeccionar</b>										
	1-7	Tina amasadora	Inspeccionar aceite	Nivel óptimo	Visual	3	X				Personal Operario
	1-8	Empalme de conexión de motor de compresión	Inspeccionar cierre	Acople preciso	Visual	3		X			Personal Operario
<b>Lubricar</b>											
1-9	Cojinote de motores de arrastre de tornillo de compresión	Lubricar cojinote	Nivel óptimo	Lubricante	15		X			Personal Operario	
1-10	Conducto de manómetro	Lubricar conducto de manometro	Nivel óptimo	Lubricante	15		X			Personal Operario	
1-11	Soporte de dosificado de harina	Lubricar soporte de dosificado	Nivel óptimo	Lubricante	10		X			Personal Operario	
Pre-secado	<b>Limpieza</b>										
	2-1	Girantes de ventilador	Limpieza externa: Diaria	Libre de residuos y polvo	Trapo industrial	20	X				Personal Operario
	2-2	Varillas tendidas	Limpieza externa: Diaria	Libre de residuos y polvo	Trapo industrial	20	X				Personal Operario
	2-3	Bateria de calefacción de cabezal	Limpieza externa: Diaria	Libre de residuos y polvo	Trapo industrial	10	X				Personal Operario
	<b>Ajustar</b>										
	2-4	Cizalla superior y sistema doblador	Ajustar pernos	Ajustar perno	Desarmadores	15			X		Personal Operario
	2-5	Cadena Intermitente	Ajustar pernos	Ajustar pernos	Desarmadores	10		X			Personal Operario
	2-6	Ventiladores de varilla tendida	Ajustar pernos	Ajustar pernos	Desarmadores	10		X			Personal Operario
	<b>Inspeccionar</b>										
	2-7	Cilindros de expulsión	Inspeccionar cilindros	Inspeccionar	Visual	5		X			Personal Operario
	2-8	Aceite de grupo de cadena continua	Inspeccionar aceite	Inspeccionar	Visual	5	X				Personal Operario
	2-9	Tensión de cintas de recuperación	Inspeccionar tensión de cintas	Inspeccionar	Visual	5	X				Personal Operario
<b>Lubricar</b>											
2-10	Cadena de transmisión	Lubricar cadena de transmisión	Lubricar	Lubricante	15			X		Personal Operario	
2-11	Grupo de rebatidos	Lubricar grupo de rebatidos	Lubricar	Lubricante	15			X		Personal Operario	
2-12	Cojínates	Lubricar cojínates	Lubricar	Lubricante	15			X		Personal Operario	

Elaboración propia

Tabla 16: Plan de Inspección, ajuste y lubricación a través de la limpieza (Continuación)

	Parte de maquina	Actividad	Estandar	Herramientas/ Sentidos	Tiempo (min.)	Intervalo				Responsable
						D	S	M	A	
Desfiladora	<b>Limpieza</b>									
	3-1 Batea de decantación de grupo de vacío	Limpieza externa: Mínimo 1 veces por semana. Limpieza interna: Mensual, durante el mantenimiento.	Libre de residuos y polvo	Escobillones de mango corto y largo	10		X			Personal Operario
	3-2 Bateria de calefacción de cabezal	Limpieza externa: Semanal, los domingos.	Libre de residuos y polvo	Trapo industrial	15		X		Personal Operario	
	3-3 Caja de control	Limpieza externa: Semanal, los domingos.	Libre de residuos y polvo	Esponja y paño absorbente.	10		X		Personal Operario	
	<b>Ajuste</b>									
	3-4 Cadena de retorno de varrilla	Ajustar pernos de cadena de	Pernos ajustados	Desarmadores	10		X		Personal Operario	
	3-5 Cojinote de caja motorizada	Ajustar tornillos de cojinote	Tornillos ajustados	Desarmadores	15		X		Personal Operario	
	<b>Inspeccionar</b>									
	3-6 Ventiladores de extracción de aire	Inspeccionar extractor de aire	Nivel óptimo	Visual	3	X			Personal Operario	
	3-7 Grupo de cizalla superior	Inspeccionar cizalla	Nivel de aceite óptimo	Visual	3	X			Personal Operario	
<b>Lubricar</b>										
3-8 Sistema doblador	Lubricar doblador	Nivel óptimo	Lubricante	20			X	Personal Operario		
3-9 Cadena de arrastre	Lubricar cadena de arrastre	Nivel óptimo	Lubricante	10		X		Personal Operario		
3-10 Cojinote de cizalla superior e inferior	Lubricar cojinote de cizalla	Nivel óptimo	Lubricante	15			X	Personal Operario		
Envasadora	<b>Limpieza</b>									
	4-1 Ventilador de aspiración de polvo	Limpieza externa: Diaria Limpieza interna: Mensual, durante	Libre de residuos y polvo	Trapo industrial y alcohol	20	X			Personal Operario	
	4-2 Filtros de tablero eléctrico	Limpieza externa: Diaria	Libre de residuos y polvo	Trapo industrial	20	X			Personal Operario	
	4-3 Bandas transportadoras	Limpieza externa: Diaria	Libre de residuos y polvo	Esponja, alcohol, equipo de limpieza de espuma y escobillones largos.	10	X			Personal Operario	
	<b>Ajustar</b>									
	4-4 Pernos de sierra desfiladora	Ajustar pernos	Ajustar perno	Desarmadores	15			X	Personal Operario	
	4-5 Pernos de disco cortante	Ajustar pernos	Ajustar pernos	Desarmadores	10			X	Personal Operario	
	<b>Inspeccionar</b>									
	4-7 Grupo triturados	Inspeccionar grupo triturador	Inspeccionar	Visual	5	X			Personal Operario	
	4-8 Cadenas de transmisión	Inspeccionar cadena de transmisión	Inspeccionar	Visual	5	X			Personal Operario	
	<b>Lubricar</b>									
	4-10 Soporte cinemático de sierra desfiladora	Lubricar soporte cinemático	Lubricar	Lubricante	20			X	Personal Operario	
4-11 Barra filetiada de grupo de discos cortantes	Lubricar discos cortantes	Lubricar	Lubricante	15			X	Personal Operario		
4-12 Cadena de transmisión	Lubricar cadena de transmisión	Lubricar	Lubricante	10			X	Personal Operario		

Elaboración propia

Dentro de los puestos de trabajo se hará énfasis mediante un manual de limpieza los estándares buscados y se publicara en lugares visibles dentro del área de producción, imágenes de cómo debe estar su lugar de trabajo con la asignación a aquella persona responsable de mantener limpio el sitio respectivo de su puesto de trabajo. El personal responsable del almacén, por ejemplo tendrá la responsabilidad de no dejar ingresar al almacén de materia primas aquellos materiales que se van utilizar en otros procesos tales como cajas para el empaque en productos a granel, ya que estas se acomodarán en otras áreas con el objetivo de que estén más cerca del lugar para su utilización. Al tener identificado los sectores será fácil de ubicar todo el material que se necesite en el área de producción. También se debe estar permanentemente documentando al personal acerca de no guardar o acumular basura o cosas en mal estado. Para lograr este punto, el equipo *Lean* pasará ocasionalmente por sitios de trabajo, revisando la indumentaria de los operarios y el uso de elemento de seguridad por parte de ellos, tales como zapatos con puntos de acero y cofias.

Con respecto a la limpieza inicial, como parte del mantenimiento autónomo dentro de las partes de la máquina, se dividirá en tres actividades principales:

- **Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos:** Una limpieza profunda fuerza a los operarios a tocar cada parte del equipo. Esto incrementa su interés en él y su resolución para no permitir que el equipo se ensucie de nuevo. La limpieza inicial tiene un arranque lento porque muchos operarios no comprenden porque deben hacerla, o creen que deben hacerla mantenimiento. Incluso cuando se les dice que la limpieza inicial significa tener que dejar el equipo inmaculado, los operarios no calibran bien hasta donde llegar en sus actividades de limpieza. Es por ello que se propuso la implementación de las 5S's en el capítulo 4.1 antes de la implementación del mantenimiento autónomo con el objetivo de concientizar de la importancia de limpieza y facilitar este punto.
- **Descubrir todas las anomalías:** Una anomalía es una deficiencia, desorden, ligera irregularidad, defecto, falla o fisura: cualquier condición que pueda derivar en otros problemas. Se le proporcionará a los participantes una tabla de clasificación de las anomalías en siete tipos (Véase tabla 17), con ejemplo de cada uno. A través de la práctica de la limpieza profunda se sacará a la luz las irregularidades ocultas y los operarios aprenderán que “la limpieza es inspección”. Sin embargo, no puedo esperarse que los operarios que



practican por primera vez el mantenimiento autónomo, comprendan lo que es o no es una anomalía. Para ello se desarrollara lecciones de punto único (Véase figura 35) para que los operarios puedan aprender a reconocer las anomalías usando hojas especialmente preparadas con diagramas simples que ilustren en un solo punto, por ejemplo el uso correcto o incorrecto de tuercas y pernos. Además se señalará donde ocurren las anomalías, utilizando una tarjeta que indica lo que se ha encontrado, quien lo encontró, y la naturaleza del problema. Esto permitirá a cada uno ver lo que sucede y participar en estas actividades. Se emplearán tarjetas verdes (Véase figura 34) para problemas que los operarios puedan manejar por si solos, y rojo (Véase figura 34) para los que debe tratar el departamento de mantenimiento. La señalización de problemas es una llamada de atención, incluyendo al grupo TPM autónomo, a los colegas, supervisores, y personal de departamento de mantenimiento.



Q

**TPM**  
Mantenimiento autónomo

TARJETA ROJA  
(OPERARIO) LUGAR DE ANORMALIDAD

EQUIPO MODELO: \_\_\_\_\_

NÚMERO CONTROL: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

ENCONTRADO POR: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

UNA ESTA TARJETA AL EQUIPO

Q

**TPM**  
Mantenimiento autónomo

TARJETA VERDE  
(OPERARIO) LUGAR DE ANORMALIDAD

EQUIPO MODELO: \_\_\_\_\_

NÚMERO CONTROL: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

ENCONTRADO POR: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

UNA ESTA TARJETA AL EQUIPO

Figura 34: Tarjeta verde y roja para operarios

Fuente: Suzuki (2005)

Elaboración propia

Tabla 17: Clasificación de los siete tipos de anomalías

Anormalidad	Ejemplos
<b>1. Pequeñas deficiencias</b>	
* Contaminantes	Polvo, suciedad, aceite, grasa, óxido, pintura
* Daños	Fisura, aplastamientos, picaduras
* Holguras	Sacudidas, ladeos, excentricidad, desgaste
* Flojedad	Cintas, cadenas
* Fenómenos anormales	Ruido inusual, sobrecalentamiento, vibraciones
* Adhesión	Bloqueos, agarrotamiento, disfunciones
<b>2. Incumplimiento de las condiciones básicas</b>	
* Lubricación	Insuficiente, suciedad, fugas de lubricación
* Suministro de lubricante	Suciedad, daños, puertas de lubricación deformadas
* Indicadores de nivel de aceite	Suciedad, daños, fugas, no identificación del nivel correcto
* Apretado	Tuercas y pernos: Holgura, omisiones, pasado de rosca
<b>3. Puntos inaccesibles</b>	
* Limpieza	Construcción de la máquina, cubiertas, disposición, apoyos
* Chequeo-inspección	Cubiertas, construcción, disposición, posición
* Lubricación	Posición de la entrada de lubricante, construcción, altura
* Apretado de pernos	Cubiertas, construcción, disposición, tamaño, apoyos
* Operación	Disposición de máquina, posición de válvulas, palancas
* Ajuste	Posición de indicadores de presión, termómetros
<b>4. Focos de contaminación</b>	
* Producto	Fugas, derrames, chorros, dispersión, exceso de flujo
* Primeras materias	Fugas, derrames, chorros, dispersión, exceso de flujo
* Lubricantes	Fugas, derrames, infiltraciones, fuel oil, filtros hidráulicos
* Gases	Fugas de aire comprimido, gases, vapor
* Líquidos	Fugas, vertidos, chorros de agua fría, agua caliente
* Desecho	Chispas, recortes, materiales de embalaje
<b>5. Fuentes de defecto de calidad</b>	
* Materias extrañas	Inclusión, infiltración, partículas, desechos de cables
* Golpes	Caidas, sacudidas, colisiones, vibraciones
* Humedad	Demasiada, poca, infiltración
* Tamaño de grano	Anormalidades en tamices, separadores centrifugos
* Concentración	Calentamiento inadecuado, composición, mezcla, agitación
* Viscosidad	Calentamiento inadecuado, composición, mezcla, agitación
<b>6. Elementos innecesarios y no urgentes</b>	
* Maquinaria	Bombas, agitadores, compresores, columnas, tanques
* Tuberías	Tubos, mangueras, conductos, válvulas, amortiguadores
* Instrumentos de medida	Temperaturas, indicadores de presión, indicadores de vacío
* Equipo eléctrico	Cableado, tubería, conectores de alimentación, conmutadores
* Plantilla y herramientas	Herramientas generales, herramientas de corte, plantillas
* Piezas de repuesto	Equipo de reserva, repuestos, stock permanente
* Reparaciones provisionales	Cintas, fibras, cable, chapa
<b>7. Lugares inseguros</b>	
* Suelos	Desequilibrados, rampas, elementos que sobresalen
* Pasos	Demasiados inclinados, irregulares, escamado, corrosión
* Luces	Oscuras, mala posición, sucias o pantallas rotas
* Dispositivo de levantamiento	Desplazadas, cubiertas rotas, sin mecanismo de seguridad

Fuente: Suzuki (1995)

Elaboración propia


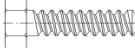
HOJA DE LECCIÓN DE PUNTO ÚNICO					
Elemento:	Perno			Número :	
Fecha de preparación:	27 de junio 2012			Preparado por:	
Tema:	Tipo de tornillo y pernos			Aprobado por :	
¡ Aprenda el termino apropiado!					
 Perno hexagonal		 Perno hexagonal totalmente fileteado			
Observaciones:	Los terminos de la petición de pernos, y de manejo y control de piezas serán los de este estándar				
Departamentos	Ensamble	Producción			
Fecha de enseñanza	/	/	/	/	/
Nombre					

Figura 33: Hoja de lección de un punto

Elaboración propia

- **Corregir las pequeñas deficiencias y establecer las condiciones básicas del equipo**

Es esencial elevar la fiabilidad del equipo estableciendo sus condiciones básicas. Para ello se empezara por corregir las deficiencias pequeñas tales como daños, juego excesivo de pernos, deformaciones y desgastes tan pronto como se detecte. Estas condiciones básicas se lograrán en función al mejoramiento de los estos aspectos mencionados a continuación:

- Lubricación:** La lubricación es una de las medidas básicas más importantes para preservar la fiabilidad del equipo. Es un medio para asegurar tanto un funcionamiento eficiente mediante la prevención del desgaste o quemaduras, como el mantenimiento de la precisión operacional de mecanismos neumáticos, y la reducción de fricción. Para ello se empezara con:
  - Enseñar la importancia de la lubricación usando lecciones de punto único
  - Lubricar inmediatamente siempre que se encuentre un equipo inadecuadamente lubricado o no lubricado

- Limpiar y reparar todas las entradas de lubricante e indicadores de nivel sucios o dañadas
  - Verificar si todos los mecanismos de lubricación automática funcionan correctamente.
  - Limpiar y lubricar todas las piezas que giran o se deslizan, las cadenas de mando y otras piezas móviles
  - Limpiar y reparar todo el equipo de lubricación manual y contenedores de lubricante
- b. **Apretado:** Todas las máquinas contienen tuercas, pernos y tornillos como elementos esenciales de su construcción. Los equipos funcionan apropiadamente solo si estos elementos están debidamente apretados. Solo es preciso que un perno este flojo para empezar una reacción en cadena de desgaste y vibraciones. Si la máquina vibra ligeramente, otros pernos empiezan a aflojarse, la vibración, el equipo empieza a dar sacudidas y hacer ruidos, las ligeras fisuras se terminan convirtiendo en profundas grietas, algunas piezas terminan dañadas o completamente rotas, y el resultado es una gran avería.

Mientras se pone en práctica el paso 1 del programa de mantenimiento autónomo, hay que emprender las acciones que se relacionan a continuación conforme se investigan y descubren deficiencias y anormalidades relacionadas con pernos y tuercas. Es extremadamente importante establecer las condiciones básicas del equipo y cegar las fuentes de problema potenciales.

Para ello se empezará con:

- Apretar y asegurar los pernos y tuercas flojas
- Reemplazar los pernos y tuercas que falten
- Reemplazar los pernos y tuercas pasadas de rosca o demasiado largos
- Reemplazar los pernos y tuercas dañados o con desgaste severo
- Utilizar mecanismos de bloqueo en tuercas importantes que se aflojan persistentemente.

Estas actividades son verdaderamente básicas. De hecho, si se mantienen constantes las condiciones básicas del equipo mediante la limpieza, lubricación y

apriete de tuercas y pernos como se ha expuesto, los fallos del equipo pasarán a ser probablemente cosa del pasado.

Finalizada estas actividades se procederá a realizar la auditoria del primer paso con el objetivo de validar el paso 1 para poder pasar al paso 2 del mantenimiento autónomo

## **Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y puntos inaccesibles**

Durante el paso 1, los operarios usan sus cinco sentido físicos para realizar la limpieza inicial y detectar anomalías. Durante el paso 2, usan su intelecto para crear mejoras eficaces. El objetivo del paso 2 es reducir el tiempo de limpieza, chequeo y lubricación introduciendo dos tipos de mejora.

**a. Identificar y eliminar las fuentes de fuga y derrames:** Para remediar las fuentes de contaminación son los siguientes puntos clave:

- Comprobar con precisión la naturaleza de la contaminación y cómo y dónde se genera
- Reunir datos cuantitativos sobre el volumen de fugas, derrames , y otras contaminaciones
- Estimular a los operarios a rastrear la contaminación hasta su fuente original
- Primero, localizar la contaminación, después reducirla persistentemente mediante mejoras sucesivas. Esto produce las mejoras resultados porque las mejoras de un golpe son imposibles

## **b. Mejorar la accesibilidad para reducir el tiempo de trabajo**

Incluso cuando se hayan establecido las condiciones básicas del equipo y se hayan logrado grandes mejoras en ello, puede que su mantenimiento exija demasiado tiempo y esfuerzo, y parte del trabajo sea excesivamente peligroso. En tales casos el chequeo y la lubricación no perduran mucho tiempo. Las condiciones óptimas no se logran verdaderamente hasta que la limpieza, chequeo y lubricación sean tan fáciles que cualquiera pueda hacerlo con seguridad, rápida y correctamente.

## **Paso 3: Establecer estándares de limpieza e inspección (Implementación de SEIKETSU)**

Este paso comenzará con una reunión de inicio de campaña en la cual se preparará el entrenamiento básico en lubricación para las operaciones necesarias resaltando la importancia del entrenamiento específico en puntos de lubricación, selección de los puntos de lubricación, que serán monitoreadas por los operadores, y elaboración de lecciones de punto único sobre lubricación. El objetivo de este paso es garantizar el mantenimiento de los logros obtenidos en el paso 1 y 2, esto es, asegurar el mantenimiento de las condiciones básicas y de la situación óptima del equipo. Para lograr esto, los grupos de operarios deberán estandarizar los procedimientos de limpieza e inspección y asumir responsabilidades de mantener su propio equipo. Se debe introducir extensivamente los controles visuales, ya que es la clave para una realización consistente de las tareas de limpieza, chequeo y lubricación, y a su vez, sean fáciles de ejecutar correctamente cualquiera.

La tercera etapa (Verificar) estará relacionada con la implementación de *Shitsuke* en el cual se realizará el monitoreo y medición de las actividades planeadas que están relacionadas con la creación del hábito al interior del personal con el objetivo de que se vuelva parte cotidiana de sus actividades. Es importante que se haga un gran reconocimiento para las personas que no sólo se adelantan a la gestión durante las jornadas de limpieza y demás actividades, sino que mantienen muy bien aseado su lugar de trabajo y siguen los estándares establecidos. En esta etapa se evalúan los estándares de limpieza, lubricación y apriete establecida en las etapas anteriores con el objetivo de poder mejorar sus métodos y tiempos de limpieza en base a la experiencia acumulada por el operador.

Es fundamental para tener éxito en la implementación de las herramientas *Lean* propuestas que todo el personal, incluido dentro del alcance de este trabajo de investigación, tenga interiorizada las correctas prácticas de las 5S's, lo que se persigue con ellas y las metas a alcanzar. Se insistirá mucho al personal nuevo sobre la campaña de 5S's realizada y los estándares que deben seguir. También es importante informar a los operarios de las responsabilidades que tienen con las máquinas, productos y herramientas que manipulan.

La cuarta etapa (Actuar) estará relacionada con una revisión general por parte del equipo *Lean*, si es que se han detectado errores parciales en los pasos anteriores, se realizará un nuevo ciclo PHVA con nuevas mejoras y si no se han detectado errores relevantes y la factibilidad de aplicar las 5's y el mantenimiento autónomo en las otras líneas manufactureras.

#### 4.1.6 Beneficios Esperados

Los beneficios generados de la implementación de las 5S's y el mantenimiento autónomo son:

- La reducción de los tiempos de acceso a la materia prima, herramientas y otros elementos de trabajo que ayudaran a que mejore el flujo de trabajo.
- La eliminación de la perdidas de producto o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuestos en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, etiquetas, bobinas de plásticos, bobinas termoformables, cajas de cartón y otros, además de los moldes utilizados para realizar el prensado.
- Facilidad de apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que frecuentemente quedan ocultas por elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos, lo que conllevara a la reducción del riesgo potencial de que se produzcan accidentes, incrementar la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad y mejorar el bienestar físico y mental del trabajador.
- Al tener ambiente más limpios, esto conduce a un aumento significativo de la efectividad global del equipo, se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes, lo que genera que la calidad del producto mejore y se eviten perdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque, facilidad del acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo, mejorar la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial y poder realizar el aseo y la limpieza con mayor facilidad.
- A su vez, se lograría que la planta tenga una presentación y estética mejor que antes que se implementara el programa de 5S's, lo que ayudaría a comunicar orden y genere responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se evita desgastes prematuros, lograr operaciones sin errores, concientización de la necesidad de trabajar con estándares y el respeto hacia el equipo y su medio.

## CAPÍTULO 5. Evaluación del impacto económico

Con el fin de incrementar las métricas seleccionadas en el capítulo 3.1.6, tales como el incremento de la disponibilidad, eficiencia y calidad de la máquina seleccionada, reducción de tiempos de valor no agregado, incremento de la motivación y moral del personal entre otros, se deben realizar una serie de inversiones principalmente en capacitación y ciertos activos para la empresa.

La estimación que la implementación de la 5S's y el mantenimiento autónomo tomaría 12 meses como se muestra en el plan maestro de la implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo para la línea seleccionada y se evaluará los costos incurridos en un horizonte de tiempo de tres (3 años). Debemos tener en cuenta que la permanencia del equipo *Lean* será durante todo el horizonte del proyecto, las funciones de este equipo formado será la implementación de las herramientas seleccionadas en la familia de productos elegida, la mantenibilidad de las herramientas implementadas y la mejora continua.

Para poder determinar los costos de la implementación de las propuestas de mejora se elaborará el detalle de costo de este trabajo de investigación que incluye la compra de repisas, tablero de control visual, estantes de almacenaje para moldes para prensado, personal operativo, tiempo que duran las reuniones de implementación, personal de recursos humanos, el jefe de producción, el jefe de mantenimiento, equipo *Lean* formado y la hora hombre del capacitador involucrado en la campaña como se muestra a continuación:

### Detalle de Costos de Implementación 5S's y Mantenimiento autónomo

- Costo de repisa para etiquetas= S/. 1500.00
- Costo de tablero de gestión visual= S/.800.00
- Costo de estante de almacenamiento de moldes= S/.900.00
- Costo de Lecciones de un punto=3 S/LUP X 18 LUP= S/. 54.00
- Costo unitario de balde de pintura amarilla(3 unidades) = S/ 135.00
- Costo de papelería (afiches, hojas bond, etc.)=S/. 75.00
- Costo de útiles de limpieza (escobas, recojedores.etc)=S/. 155.00



- Reunión de Capacitación introductoria (2 hrs.)= Costo tiempo operarios + Costo tiempo personal RRHH + Costo tiempo de jefe de producción+ Costo de tiempo de jefe de mantenimiento +Costo de capacitador

Costo tiempo = Numero de horas invertidas en la capacitación x Costo H-H x Número de personas necesarias en la capacitación

Costo tiempo operarios	= S/. 960/ 24 = 40 S/. / día
	S/. 40 ÷ 8 horas = 5 S/. / hora
	5 S/. /hora X 2 horas X 45 operarios = S/. 450.00
Costo de personal RRHH	= S/. 2500/24 = 104.2 S/. / día
	S/. 104.2 ÷ 8 horas = 13.2 S/. / hora
	S/. 13.2 X 2 horas X 01 asistente = S/. 26.4
Costo Jefe de Producción	= S/. 6000/24= 250.00 S/. / día
	S/. 250.00 ÷ 8 horas = 31.25 S/. / hora
	S/. 31.25. X 2 horas = S/. 62.5
Costo Jefe de Mantenimiento	= S/. 6000/24= 250.00 S/. / día
	S/. 250.00 ÷ 8 horas = 31.25 S/. / hora
	S/ 31.25. X 2 horas = S/. 62.5
Costo Jefe de RRHH	= S/. 6000/24= 250.00 S/. / día
	S/. 250.00 ÷ 8 horas = 31.25 S/. / hora
	S/ 31.25. X 2 horas = S/. 62.5
Costo capacitador	= S/. 300 X 2 horas= S/. 600
Reunión de capacitación introductoria	= S/ 450 + 26.4 + S/. 62.5*3 + S/.600
Reunión de capacitación introductoria	= S/. 1.263,90

- Reunión de Capacitación profunda para personal involucrado (12 hrs.)= Costo tiempo personal RRHH + Costo tiempo de jefe de producción+ Costo de tiempo de jefe de mantenimiento +Costo de capacitador + Costo de equipo Lean

Costo Jefe de Producción	= S/. 31.25 X 12 Hrs. = S/. 375.00
Costo Jefe de Mantenimiento	= S/. 31.25 X 12 Hrs. = S/. 375.00
Costo Jefe de RRHH	= S/. 31.25 X 12 Hrs. = S/. 375.00
Costo capacitador	= S/ 300.00 X 12 Hrs = S/ 3600. 00
Reuniones de capacitación profunda	= S/375.00 X 3 + S/. 3600 = S/. 4725

- Costo de reuniones de Implementación de la 1S y 2S= Costo de operarios + Costo de personal RRHH

Costo tiempo operarios= Número de horas invertidas en la capacitación X costo hora hombre X Número de personas necesarias en la capacitación

Costo tiempo operarios = 5 S/. /hora X 4 horas X 12 operarios = S/. 240.00  
mantenimiento y de producción

Costo de personal RRHH = 13.2 X 8 horas X 01 asistente = S/. 105.6

Costo Jefe de RRHH = 31.25 S/. /hora X 8 horas = S/. 250

- Costo de reuniones de Implementación de Mantenimiento autónomo ( incluido la 3S y 4S )=Costo de operarios de producción + Costo de operarios de Mantenimientos

Costo tiempo operarios= Número de horas invertidas en la capacitación X costo hora hombre X Número de personas necesarias en la capacitación

Costo tiempo operarios= 5 S/. /hora X 15 horas X 12 operarios = S/. 480.00

- Costo de reuniones de para monitoreo y revisión general

Este costo será asumido por el equipo *Lean* y por los tres años del horizonte del proyecto.

- Costo de formación de equipo *Lean*

Sueldo mensual presupuestado de cada integrantes del equipo= S/. 4 000. 00

Sueldo de 3 miembros del equipo *Lean* anualizados=S/. 144 000.00

Gratificaciones=S/. 24 000.00

Base Imponible= S/. 168 000.00

Los gastos administrativos adicionales y obligatorios del equipo *Lean* se calculan respecto a la base imponible y se componen de: CTS (8,33%) y ESSALUD (9%)

Total de Costo del equipo *Lean* Anualizados: S/. 197 120.00

A continuación se muestra en la tabla 18 el detalle de costos de la implementación de las 5S's en y el mantenimiento autónomo la empresa en estudio sin considerar el costo del equipo Lean que será tomado como un costo fijo durante el horizonte del proyecto.

Tabla 18: Detalle de costos de implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo

	Costos Degradados	Cantidad	Precio Und.	Precio Total
Repisa para etiquetas		1	1500	S/. 1.500,00
Tablero de gestión visual		1	800	S/. 800,00
Estante de almacenamiento de moldes		1	900	S/. 900,00
Lecciones de un punto		18	3	S/. 54,00
Balde de pintura		3	45	S/. 135,00
Papelería		1	75	S/. 75,00
Útiles de limpieza		1	150	S/. 155,00
Reuniones de capacitación introductoria ( 2 horas)	Costo Operario	45	5	S/. 450,00
	Costo RRHH	1	13,2	S/. 26,40
	Costo de jefe de producción	1	31,25	S/. 62,50
	Costo de jefe de mantenimiento	1	31,25	S/. 62,50
	Costo de jefe de RRHH	1	31,25	S/. 62,50
	Costo de capacitador	1	300	S/. 600,00
Reunión de capacitación profunda en equipo de mejora continua ( 12 horas)	Costo de jefe de producción	1	31,25	S/. 750,00
	Costo de jefe de mantenimiento	1	31,25	S/. 750,00
	Costo de jefe de RRHH	1	31,25	S/. 750,00
	Equipo <i>Lean</i>	3	20,83	
	Costo de capacitador	1	300	S/. 3.600,00
Costo de reuniones de implementación de la 1S y 2S(4 hrs operarios,8 hrs personal de RRHH,6 hrs jefe de producción y	Costo Operario	12	5	S/. 240,00
	Costo RRHH	1	13,5	S/. 105,60
	Equipo <i>Lean</i>	3	20,83	S/. 187,50
	Costo de jefe de RRHH	1	31,25	S/. 250,00
Costo de reuniones de implementación de	Costo Operario	12	5	S/. 480,00
	Equipo <i>Lean</i>	3	31,25	S/. 2.625,00
Costo de monitoreo y revisión general(20 hrs jefe de producción y mantenimiento)	Costo de jefe de producción	1	31,25	S/. 625,00
	Costo de jefe de producción	1	31,25	S/. 625,00
<b>Total</b>				<b>S/. 15.871,00</b>

Elaboración Propia

Para el mantenimiento de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta durante el horizonte del proyecto, se pronostica un egreso anual de S/ 4809,00 anualmente que incluye gastos por papelería, útiles de limpieza, pintura, lecciones de un punto, mantenimiento del tablero de gestión visual y repisa de etiquetas.

El aseo, el orden en la planta, la seguridad del puesto de trabajo y la facilidad en el manejo de inventario (acceso y visualización), aspectos muy importantes, se ven mejorados por esta inversión.

Otro aspecto mejorado con esta inversión es el tiempo de revisión del estado del molde antes del ingreso al prensado, tiempo que podría disminuir considerablemente si se llevara a un estado óptimo del uso de los molde en todo momento, si se realiza un mantenimiento periódico de los mismos.

A continuación se presentara los beneficios esperados de la implementación de las 5S's y el mantenimiento autónomo de manera simultánea (Véase tabla 19) teniendo en cuenta que la empresa podría vender la capacidad adicional producida.

Los datos de disponibilidad, eficiencia y calidad actual son datos promedios mensuales obtenidos de la empresa en estudio y la cantidad de incremento de disponibilidad, eficiencia y calidad esperado con la implementación de las 5S's con el mantenimiento autónomo fueron proporcionados por un experto en la implementación de TPM como un porcentaje de incremento realista después de una adecuada implementación de estas dos herramientas de manera simultánea y con ello nos permitió calcular el incremento de toneladas producidas de la línea de producción seleccionada.

Tabla 19: Beneficios esperados de la implementación de las herramientas *Lean*

	Actual	Meta	Incremento de toneladas producidas(anuales)	Ganancia por tonelada vendido	Ganancia Adicional
<b>Disponibilidad</b>	84,66%	89%	865,1	S/. 150,00	S/. 129.765,00
<b>Eficiencia</b>	95,70%	96%	50,68	S/. 150,00	S/. 7.602,00
<b>Calidad</b>	74,22%	82%	1258	S/. 150,00	S/. 188.700,00
<b>OEE</b>	60,13%	70,06%			
<b>Ganancia Adicional Anual</b>					<b>S/. 326.067,00</b>

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la ganancia por tonelada de producto vendido de la familia de productos seleccionada, esta se obtendrá de manera aproximada, en función al volumen de producción de la familia de productos seleccionada en la línea de producción P35 como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: Ganancia por tonelada de la familia de productos seleccionada

<b>ESTADO DE GANANCIA Y PÉRDIDAS</b>	
(En miles de nuevos soles al 30 Setiembre del 2012)	
<b>Ingresos Operativos</b>	
Ventas Netas	27,847.75 S/.
<b>Gastos Operativos</b>	
Costo de Venta	(21,278.57) S/.
<b>Utilidad Bruta</b>	6,569.18 S/.
<b>Gastos Operacionales</b>	
Gastos de administración	(763.4) S/.
Gastos operativos	(1,526.8) S/.
Gastos de ventas	(1,164.2) S/.
Otros gastos netos	(116.4) S/.
<b>Total de gastos operacionales</b>	(3,570.9) S/.
<b>Ganancia (Pérdida) Operativa</b>	2,998.25 S/.
Gastos Financieros	(217.85) S/.
<b>Resultado antes de impuesto a las ganancias</b>	S/. 2,780.40
Gastos por impuesto a la ganancia	S/. 834.12
<b>Ganancia Neta del ejercicio</b>	S/. 1,946.28
Porcentaje de volumen de producción de línea P35L	36%
Ganancia asignable a la línea P35L	700,660.02 S/.
Porcentaje de volumen de producción de la familia Z	74.24%
Ganancia asignable a la familia Z	520,170.00 S/.
Volumen de producción a setiembre 2012 (TON)	3467.8
Ganancia por tonelada de familia de productos Z	S/. 150.00

Fuente: Empresa en estudio

Elaboración propia

Después de cuantificar los ingresos adicionales de la propuesta de mejora, se procederá evaluar la viabilidad económica del flujo de caja de los egresos e ingresos de dinero, es por ello que se debe determinar una tasa de descuento con el cual comparar la rentabilidad del proyecto de mejora, pero actualmente no se tiene data de la industria de productos farináceos, tampoco de un nivel de riesgo sistemático para estimar la rentabilidad del sector, por lo que se utilizará la tasa de

interés pasiva promedio de mercado (TIPMN) de 2.50% que proporciona la Superintendencia de Banca, Seguro y AFP(SBS), dado que es esta la tasa que actualmente ofrecen los intermediarios financieros(Bancos) por captación de dinero para depósito o a plazo fijo, en nuestro caso se trabaja con la tasa anual como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21: Tasa de interés pasiva promedio de mercado efectiva

<b>Tasa de Interes Pasiva Promedio de Mercado Efectiva al 10/07/2012</b>		
Moneda Nacional(TIPMN)	2.50 %	Anual
Moneda Nacional(TIPMEX)	0.84%	Anual
(1) Moneda Nacional de 181 a 360 días	4.34%	Anual
(2) Moneda Nacional a más de 360 días	5.62%	Anual
Factor Diario	0.00015	
Factor Acumulado	721.131	

Fuente: SBS

Elaboración propia

El flujo de caja a realizar será económico como se muestra en la tabla 22, ya que se asumirá que la empresa va a colocar todo el capital para la realización del proyecto de mejora; de otra forma se tendría que obtener los gastos financieros para un flujo de caja financiero considerando un horizonte de 3 años.

Para la evaluación del proyecto se usará los siguientes indicadores:

VAN FCE: Valor presente Neto de flujo de caja económico

TIR: Tasa Interna de Retorno

B/C: Relación de beneficio costo

En el análisis del beneficio se tomara en cuenta los incrementos de ganancia por la venta de los productos dejados de fabricar, hay que tener en cuenta que existe otros ahorros directos e indirectos generados por la implementación de estas herramientas, pero nos enfocaremos, para la viabilidad del proyecto, básicamente en la cantidad de productos adicionales producidos por el incremento de la disponibilidad, eficiencia y calidad de la línea de fideos largos P35.

Tabla 22: Flujo de caja proyectado para el proyecto de mejora en la empresa en estudio

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Tasa de descuento actualizada	1	0,98	0,95	0,93
<b>Ingresos</b>				
Ingreso por incremento de producción		S/. 326.067,00	S/. 326.067,00	S/. 326.067,00
<b>Total de ingresos</b>		<b>S/. 326.067,00</b>	<b>S/. 326.067,00</b>	<b>S/. 326.067,00</b>
<b>Ingresos Actualizados</b>		S/. 318.114,15	S/. 310.355,26	S/. 302.785,62
<b>Egresos</b>				
Costo de implementación	S/. 15.871,00	S/. 4.809,00	S/. 4.809,00	S/. 4.809,00
Equipo Lean	S/. 197.120,00	S/. 197.120,00	S/. 197.120,00	S/. 197.120,00
<b>Total de egresos</b>	<b>S/. 212.991,00</b>	<b>S/. 201.929,00</b>	<b>S/. 201.929,00</b>	<b>S/. 201.929,00</b>
<b>Egresos actualizados</b>	212991	197003,9024	192198,9292	187511,1504
<b>Flujo Efectivo</b>	<b>-S/. 212.991,00</b>	<b>S/. 124.138,00</b>	<b>S/. 124.138,00</b>	<b>S/. 124.138,00</b>
Tasa de descuento(COK)	2,50%	Anual		
VAN FCE	S/. 141.550,05	Es mayor que cero; entonces se concluye que el proyecto es viable		
TIR FCE	34,13%	Es mayor que el COK(2,50%) , entonces se concluye que el proyecto es viable		
B/C	1,18			

88

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

En base al análisis realizado de la situación actual de la empresa en estudio, comparando el análisis financiero y los beneficios esperados de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta propuestas, se llega a la conclusión de que la implementación es factible de realizar en la línea de fideos largos P35 con un VAN FCE de S/: 141 505,05 > 0 y un TIR FCE de 34,13% > COK.

La implementación de las 5S's es fundamental, como se pudo ver en este trabajo de investigación, para la implementación del mantenimiento autónomo y la posible implementación de otras herramientas de manufactura esbelta, ya que sin ella sería imposible obtener los beneficios esperados de esta propuesta de mejora.

Es fundamental para poder detectar los problemas la recolección de información confiable que permita calcular indicadores en función PQCDSM (Precio, Calidad, Costo, Entrega, Seguridad y Moral), ya que con ellos se va permitir sentar un punto de partida para la implementación de cualquier mejora.

La recolección de la información necesaria permitió detectar problemas que se reflejaban en una constante acumulación de desperdicios desde el punto de vista de la manufactura esbelta.

Para la implementación de las propuestas vistas en este trabajo de investigación es fundamental el esfuerzo de todos los miembros de la organización desde los directivos hasta los operarios, ya que el éxito de la manufactura esbelta esta en el compromiso de toda la organización.

La implementación del mantenimiento autónomo con las 5S's contribuirá a mejorar el ambiente de trabajo, ya que con la eliminación de actividades innecesarias dentro del proceso productivo, generará el cambio de actitud de los empleados hacia un lugar de trabajo limpio, ordenado, seguro, y agradable para trabajar, es por ello que es fundamental la participación del personal operario en este proceso de implementación de herramientas de manufactura esbelta.



## 6.2 Recomendaciones

Cuando se decida comenzar el proceso de implementación de las herramientas de manufactura esbelta es fundamental que todos los miembros de la organización comprendan que este es un proceso de mejora continua que tiene un inicio pero no un final con el objetivo de generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo.

La gerencia de la empresa en estudio debe estar consciente que la implementación de las herramientas de manufactura esbelta es fundamental para generar ahorros sustanciales que se podrían obtener en base a la eliminación sistemática de los diferentes tipos de desperdicios identificados dentro de la organización con ayuda de las herramientas de manufactura esbelta, esta continua búsqueda de mejora no debe quedar solo durante el tiempo de evaluación del proyecto, si no que se debe seguir esta búsqueda de oportunidades de mejora durante toda la vida de la organización para garantizar su supervivencia y la innovación de sus procesos.

La implementación de las herramientas de manufactura esbelta propuesta en este trabajo de investigación se debe llevar a cabo tal y como se explica en este trabajo de investigación con el objetivo de garantizar los beneficios expuestos.

El orden y la limpieza que se obtienen con la implementación de las 5S's dentro de los puestos de trabajo dentro del alcance del proyecto deben ser respetadas por todas las personas con el objetivo de tener un entorno laboral más agradable y seguro.

La implementación del mantenimiento autónomo como pilar más importante del mantenimiento productivo global va permitir que la organización pueda implementar los demás pilares del TPM que la conviertan en una empresa de clase mundial que garantice llegar y sostener en el tiempo un OEE de 85% y así generar la ventaja competitiva buscada con la implementación de las herramientas de manufactura esbelta planteadas.

## Glosario

**Cambio Rápido de herramientas en Minutos (*Single Minute Exchange of Die, SMED*):** Es la habilidad para poder desempeñar alguna actividad de preparación y cambio de herramienta en maquinaria, instalaciones o proceso en un corto tiempo.

**Ciclo de Deming:** Concepto creado por W. Edward Deming (planear, hacer, checar, actuar) para enfatizar la necesidad de una constante interacción entre investigación, diseño, producción y ventas para alcanzar una mejora en la calidad que satisfaga a los clientes.

**Desperdicios:** Es todo aquello que no agrega valor y que el cliente no está dispuesto a pagar. Los 7+1 tipos de desperdicios son: sobreproducción, espera, transporte, producción innecesaria, inventario, movimiento, productos defectuosos y RR.HH mal utilizados.

**Dispositivos Contra Errores (Poka Yoke):** Es un sistema de prevención de errores en el trabajo.

**Flujo:** Es la realización progresiva de todas las tareas a lo largo del flujo de valor.

**Flujo Continuo:** Significa “mover uno y hacer uno” o “mover un pequeño lote y hacer un pequeño lote”.

**Mantenimiento Autónomo:** Son actividades dirigidas a mantener estándares actuales tecnológicas directivos y operativos, con el fin de prevenir pérdidas de equipos relacionadas con paros, pérdidas de velocidad y defecto de calidad.

**Manufactura esbelta:** Es la filosofía y técnicas de continuamente reducir el desperdicio en todas las áreas, en toda las formas, identificando, mejorando y optimizando las actividades que agregan valor dentro y fuera de la compañía.

**Mapa de la Cadena de Valor (Value Stream Mapping):** Técnica usada para analizar el flujo de materiales e información requeridos, así como identificar el valor agregado y el no agregado para llevar un producto desde su concepción hasta las manos del cliente por medio de mapear los procesos.

## Referencias Bibliográficas

Ahlstrom , P.

1998 *Sequences in the implementation of lean manufacturing.* Suiza:  
*European Management Journal.*

Arrieta, J. G.

2007 *Interacción y conexiones entre las técnicas 5S, SMED y Poka  
Yoke en procesos de mejoramiento continuo.* Colombia: Tecnura.

Berger, A.

1997 *Continuous Improvement and Kaizen: Standardizations and organizational  
designs.* Suecia: Centre for Research on Organization Renewal.

Beteta, L.

2006 *El mapeo del flujo de valor. Contabilidad Y Negocios.*

Consultada: 18 de Octubre de 2011

<<http://www.revistas.pucp.edu.pe/index.php/contabilidadyNegocios/article/download/1936/1868>>

Bilalis N, Alvizos, E., Tsironis., L, & Van Wasseenhove, L.

2007 *Benchmarking the competitiveness of industrial  
sectors.* España: *International Journal of Productivity and Performance  
Management*

Collins, R., Cordon, C., & Julien, D.

1996 *What makes a World Class Manufacturer.* Suiza:European  
Management Journal.

Domínguez, J.A.

1995 *Dirección de operaciones, Aspectos estratégicos en la producción y  
los servicios.*España: McGraw-Hill.

Don Tapping, Tom Luystes & Tom Shuker

2002 *Value Stream Management.*New York: Productivity Press

European Commission

2004 *Manufacture-A vision for 2020. Asuring the future of manufacturing in Europe.* Luxemburgo: Oficina de Publicaciones oficiales de las Comisiones Europeas

Geither, Norman y Fraizer

2000 *Administración de producción y operaciones.* Mexico: International Thomson Editores

Hammer, M.

2004 *Deep Change. How Operational Innovation Can Transform your Company,* EEUU: Harvard Business Review.

Hirano, H

1997 *5 Pilares de la Fabrica Visual.* España: Ediciones TGP Hoshin

Imai, M.

1989 *Kaizen: la clave de la ventaja competitiva japonesa,* México, D: Editorial ECSA

Liker Jeffrey y Meier David

2006 *The Toyota Way Fieldbook,* EEUU: McGraw-Hill

Lee, R.G.; Dale, B.G.

1998 *BusinessProcess Management: A review and evaluation Business Process Management Journal*

Masaaki Imai

1989 *Kaizen,* Mexico: Cecsá

Mayta Pérez, Xiomara & Estrada Ramirez Maritza Pamela

2012 *Análisis y mejora de una línea de producción de cocinas usando la filosofía lean manufacturing (manufactura esbelta).* Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú: Facultad de Ingeniería Industrial

Mike Rother & John Shook

1999 Observar para crear valor: Cartografía de la cadena de valor para agregar valor y eliminar “muda” , Estados Unidos. The Lean Enterprise Institute

Monden, Y.

1993 *El sistema de producción Toyota* .Argentina: Ediciones Macch

Paredes Francis

2009 Introducción al “*Lean Manufacturing*”: Iniciando la Gestión del Flujo de Valor. Lima: Lean Manufacturing Center

Parry, G. C., & Turner, C. E.

2006 *Application of lean visual process management tools. Production Planning & Control.*

Pojasek, R. B.

1999 *Poka-Yoke and Zero Waste. Environmental Quality Management*

Prajogo, D., I. & Sohal, A.

2004 *The sustainability and evolution of quality improvement Programmes- an Australian case study, Total Quality Management*

Rego Caldas, Luis Guillermo

2010 *Análisis y propuesta de mejoras en el proceso de compactado en una empresa de manufactura de cosméticos.* Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú: Facultad de Ingeniería Industrial

Salguero A.

1999 *Cómo mejorar los procesos y la productividad.* Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación

Sánchez, Raymundo

2007 *El proceso de las 5's en acción: la metodología japonesa para mejorar la calidad y la productividad de cualquier tipo de empresa.* México: Gestión y Estrategia

Shingo Shigeo

1985 *A revolution in Manufacturing. The SMED System.* Cambridge: Productivity Press

Socconini, Luis y Barrantes, Marco

2006 *El proceso de las 5's en acción.* México: Grupo Editorial Norma.

Suárez-Barraza, M. F., Castillo-Arias, I., & Miguel-Dávila, J. A.

2011 *La aplicación del Kaizen en las organizaciones mexicanas. Un estudio empírico.* México: Revista de Globalización, Competitividad & Gobernabilidad

Suzuki Takutaro

1995 *TPM para industrias de proceso.* España: Ediciones TGP Hoshin

Tamayo Arocha F.

1992 *Gestión de manufactura. Nuevos enfoques de racionalización.* Venezuela: Grupo Editorial Fime.

Vargas Rodriguez hector

2004 *Manual de implementación de las "5S".* Santander: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER

Womack, J., James Dan & Roos, D.

1996 *Lean Thinking: Banish Waste and Create a Wealth in your Corporation".* New York: Simonand Schuster.

Womack, J., James Dan & Roos, D.

1990 *The Machine that changed the world: the story of lean production.* New York: Rawson Associates.

Yanez Salgado, Milena

2008 *Manufactura esbelta en el sistema productivo del área de chocolates de una empresa de consumo masivo.* Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú: Facultad de Ingeniería Industrial







### ANEXO B: FORMATO DE CÁLCULO DE OEE

Maquina	Hora												TOTAL	
	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	16.35			
1º turno														
2º turno														
CÓD:														×
CÓD:														×
CÓD:														×
														SUMA = A
<b>Mantenimiento</b>														
Mantenimiento eléctrico														
Herramientas														
Mantenimiento mecánico														
<b>PARADAS</b>														
Ajuste de proceso														
Set-Up														
Limpiar cabina														
Cambio de material														
Baja presión de aire														
Refrigerio														
Reunión														
Falta de material														
Falta de operador														
Sin programa de producción														
														SUMA = B
Observaciones													SUMA = A+B	

### ANEXO B: FORMATO DE CÁLCULO DE OEE(CONTINUACIÓN)

Registro de Producción - OEE																
Código	1. Piezas buenas	2. Inicio de producción / setup	3. Trisado	4. Abollado	5. Material Contaminado	6. Otros	REPROCESOS / SCRAP					Suma Producción (1+2+3+4+5+6+7)	* Tiempo de Producción	F Patron Piezas / minuto	Producción Esperada (* x F)	
Suma													= D	Suma		= E

Disponibilidad=	$\frac{\text{Tiempo Total de Producción (A)}}{\text{Tiempo Total de Uso (A+B)}}$	<input style="width: 100%;" type="text"/>	}	OEE	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Calidad=	$\frac{\text{Productos Buenas (C)}}{\text{Producción Total (D)}}$	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
Eficiencia=	$\frac{\text{Producción real (D)}}{\text{Producción Esperada (E)}}$	<input style="width: 100%;" type="text"/>			

**ANEXO C: DIAGRAMA DE PARETO DE TONELADAS PRODUCIDAS**

	ENERO	FEBREO	MARZO	PROMEDIO(TON)	PORCENTAJE(%)
P35L	952	1.106	1.058	1038,637	35,8%
P25C	651,31	757,02	724,02	710,784	24,5%
P14L	389,34	452,54	432,81	424,897	14,6%
P600C	173,04	201,13	192,36	188,843	6,5%
P400C	100,94	117,32	112,21	110,158	3,8%
P900C	167,27	194,42	185,95	182,548	6,3%
P400R	115,36	134,08	128,24	125,895	4,3%
P600CO	110,55	128,50	122,90	120,650	4,2%

**ANEXO D: DIAGRAMA DE PARETO DE VENTAS**

MES	MAQUINA	PROMEDIO/ PORCENTAJE
PRODUCTO A		
ENERO	P35	25.8%
FEBREO	P35	
MARZO	P35	
PRODUCTO B		
ENERO	P35	20.4%
FEBREO	P35	
MARZO	P35	
PRODUCTO C		
ENERO	P35	13.5%
FEBREO	P35	
MARZO	P35	
PRODUCTO D		
ENERO	P35	14.0%
FEBREO	P35	
MARZO	P35	
PRODUCTO E		
ENERO	P35	21.1%
FEBREO	P35	
MARZO	P35	
PRODUCTO F		
ENERO	P35	2.5%
FEBREO	P35	
MARZO	P35	
PRODUCTO G		
ENERO	P35	2.6%
FEBREO	P35	
MARZO	P35	
PRODUCTO H		
ENERO	P25	0.2%
FEBREO	P25	
MARZO	P25	

## ANEXO E: CONSUMOS MENSUALES EN PAQUETES

	03/11	04/11	05/12	06/12	07/12	08/12	09/12	10/12	11/12	12/12	01/12	02/12	03/12
B	40.361	31.024	29.182	36.006	37.344	33.922	34.060	28.025	38.801	21.634	17.193	13.586	18.652
C	19.890	12.145	11.364	9.072	10.018	11.176	11.644	9.861	7.306	11.668	10.629	10.817	13.835
D	11.719	4.643	9.987	6.290	8.776	11.059	8.119	8.366	11.868	10.194	13.659	9.367	10.454
E	25.647	12.923	19.615	16.622	24.984	9.883	37.477	24.701	22.790	5.553	8.855	21.853	15.012
F	2.130	1.407	1.528	2.489	847	2.572	3.008	857	3.104	2.339	1.688	1.598	1.873
G	1.481	4.177	5.848	2.294	1.001	641	1.094	3.685	3.378	3.431	4.017	2.424	2.092
H	658	204	492	15	12	12	507	327	18	100	695	127	221

**ANEXO F. CÁLCULO DE TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)**

MES	TIEMPO OPERACIÓN (HORAS)	NÚMERO FALLAS	MTBF
1	518,15	25	20,73
2	595,03	35	17,00
3	599,52	6	99,92
4	540,18	24	22,51
5	620,82	19	32,67
6	639,98	9	71,11
7	662,04	14	47,29
8	483,01	34	14,21
9	507,42	12	42,29
10	677,60	15	45,17
11	287,35	12	23,95
12	409,82	30	13,66
13	493,00	32	15,41

**ANEXO G: MODELO DE TARJETA ROJA PARA ELEMENTOS INNCESESARIOS**

Tarjeta Roja		
Nombre del artículo: 0001		FOLIO N°
Categoría	1. Maquinaria	6. Inventario en proceso
	2. Accesorios y herramientas	7. Producto terminado
	3. Instrumental de medición	8. Equipo de oficina
	4. Materia prima	9. Librería y papelería
	5. Refacción	10. Limpieza o pesticidas
Fecha	Localización	
Cantidad		
Razón	1. No se necesitan	6. Contaminante
	2. Defectuoso	7. Otro
	3. No se necesita pronto	_____
	4. Material de desperdicio	_____
	5. Uso desconocido	_____
Consideraciones especiales de almacenaje		
<input type="checkbox"/> Ventilación especial		
<input type="checkbox"/> Frágil		
<input type="checkbox"/> Explosivo		
Elaborado por		Departamento o sección
Formas de desecho		
1. Tirar		5. Vender
2. Mover a áreas de tarjeta roja		6. Otros
3. Mover a otro almacén		
4. Regresar a proveedor interno o externo		
Fecha de desecho		Firma de autorización







## ANEXO J: EVALUACIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO

Evaluación del lugar de trabajo						
Categoría	Elemento	10	7	4	1	Comentario
Selección	<b>Distinguir lo necesario de lo que no es</b>					
	Han sido eliminados todos los artículos necesarios?					
	Están todos los materiales o herramientas restantes correctamente arreglados en condiciones seguras?					
	Los corredores y áreas de trabajo son lo suficientemente limpios y señalizados?					
	Los artículos innecesarios están siendo almacenados en el almacén de tarjetas rojas y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?					
Ordenamiento	<b>Un lugar para cosa y cada cosa en su lugar?</b>					
	Existe un lugar específico para todo, marcando visualmente y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?					
	Esta todo en su lugar especificado y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?					
	Es fácil reconocer el lugar para cosa?					
	Se vuelven a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?					
Limpieza	<b>Limpieza y buscando métodos para mantenerlo limpios</b>					
	Están las áreas de trabajo limpias y se usan limpiadores aprobados?					
	El equipo se mantiene limpio y en buenas condiciones?					
	Es fácil distinguir los materiales de limpieza y limpiadores aprobados?					
	Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables?					
	Las medidas de limpieza y horarios son visibles fácilmente?					
Estandarización	<b>Mantener y monitorear las primeras 3'S</b>					
	Esta toda la información necesaria en forma visible?					
	Se respeta consistentemente todos los estándares?					
	Están asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza?					
	No están los contenedores de producto en contacto directo con el piso?					
Autodisciplina	Apegarse a las reglas, escrupulosamente?					
	Esta siendo organización, el orden y la limpieza regularmente observada?					
	La basura y desperdicios están bien localizados y ordenados?					
	Todo el personal se involucra en el proceso de las 5S's?					

ANEXO K. DIAGRAMA DE PARETO DE TIEMPOS DE PARADA DE LA P35.

MES	TIEMPO DE PARADA (HORAS)	TIEMPOS DE PARADA ACUMULADO(HORAS)	% DE TIEMPO
ENFRIADOR	37,97	37,97	47,3%
SECADERO	22,72	60,69	75,5%
SILO DE HARINA	7,80	68,49	85,3%
DESFILADORA	6,51	75	93,4%
PRENSADO	4,60	79,6	99,1%
CHILLER	0,42	80,02	99,6%
PRE-SECADO	0,32	80,34	100,0%



