

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



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

### ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS DE UNA LÍNEA PROCESADORA DE BIZCOCHOS EMPLEANDO MANUFACTURA ESBELTA

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

**Fiorella Maribel Vigo Morán**

**Reyna Masiel Astocaza Flores**

**ASESOR: César Augusto Corrales Riveros**

Lima, Noviembre de 2013

## RESUMEN

El actual trabajo nace de la necesidad de implementar mejoras en el sistema productivo actual de una empresa dedicada a la elaboración de bizcochos. Ello, mediante la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta para optimizar tanto los procesos productivos, uso de equipos y recurso humano; con la finalidad de asegurar la competitividad de la empresa en el mercado de panificación y golosinas, que actualmente se encuentra dinámico y variable.

El informe presentado inicia con el desarrollo de herramientas de Manufactura Esbelta, que serán usadas en el diagnóstico y desarrollo de la propuesta de mejora. Asimismo, se realiza una descripción de la empresa en estudio y los principales procesos en la elaboración de bizcochos, maquinaria y mantenimiento, recurso humano y especialización de los puestos de trabajo. Se desarrolla a detalle el diagnóstico del sistema productivo actual, con la aplicación de los pilares de Manufactura Esbelta y la identificación de desperdicios. En base a ello, se procede al análisis y aplicación de las herramientas necesarias para la propuesta de mejora como son: Just in Time, Filosofía 5 eses y Mantenimiento Productivo Total. Con la aplicación de estas herramientas se obtuvo un incremento en los indicadores de equipos como son Disponibilidad (A), Eficiencia (n) y Tasa de calidad (q) en 89%, 97% y 100% respectivamente.

A continuación, se ejecuta un análisis del impacto económico de la propuesta, mediante la evaluación del costo – beneficio, que involucra la identificación de costos, ahorros e incremento de la productividad; dando como resultado un TIR de 29.26%, lo cual indica la viabilidad del proyecto.

Mediante el diagnóstico del caso en estudio se identificó tiempos improductivos generados por la espera de inventarios y el desbalance de la carga de trabajo. Por otro lado, se determinó puntos de mejora para el orden y limpieza de áreas y equipos de trabajo, con el objetivo de incrementar la productividad.

Para la mejora de la carga de trabajo se realizó una programación efectiva del tiempo asociado a recurso y personal, mediante la aplicación de los pilares del *Just In Time*. Asimismo, la adecuada distribución de equipos y áreas disminuyeron recorridos innecesarios obteniendo un flujo más continuo de material. Por otro lado, la implementación y capacitación de la filosofía 5'S y el Mantenimiento Productivo Total permitieron al personal mantener una adecuada gestión de equipos.

## DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fuerza e inspiración, y guiar cada uno de mis sueños. A mis padres, por ser el pilar esencial en todo lo que soy, por brindarme su amor y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, y darme un ejemplo maravilloso de superación y entrega. A mi hermanito, por su tierna compañía y haberme sacado sonrisas en momentos difíciles. A mi mejor amiga Masiel, por todos los momentos especiales, por su gran aporte y constancia que nos permitió culminar con éxito este proyecto. A mi familia, amigos, maestros y todas las personas que aportaron directa e indirectamente en mi desarrollo profesional y personal.

(Fiorella Vigo)

A Dios por las fuerzas que me da cada día para continuar cumpliendo mis objetivos, a mi mami Reyna Flores por su apoyo incondicional en todo momento, a mi papi Lucio Astocaza por los consejos precisos que me orientaron a seguir cada día, a mi hermana por su soporte en los momentos difíciles, a mi amiga incondicional y compañera de tesis Fiorella por su aporte constante en este trabajo; y a todas las personas que nos brindaron su apoyo para culminar el presente trabajo de investigación.

(Masiel Astocaza)

## Índice de contenido

Índice de Figuras .....	iii
Índice de Tablas .....	iv
Índice de Anexos .....	v
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>2</b>
1.1 Introducción a la Manufactura Esbelta.....	2
1.2 Principios de la Manufactura Esbelta.....	3
1.3 Los principales desperdicios .....	4
1.4 Herramientas de Manufactura Esbelta .....	6
1.4.1 Método de las 5´S .....	6
1.4.2 Kanban .....	9
1.4.3 Mantenimiento Productivo Total (TPM) .....	12
1.4.4 POKA-YOKE .....	16
1.4.5 SMED .....	18
1.5 Mapa de Flujo de Valor (VSM) .....	20
1.5.1 Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor del sistema productivo actual y futuro.. .....	20
<b>CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>25</b>
2.1 Descripción general de la empresa .....	25
2.1.1 Organigrama de la empresa.....	26
2.1.2 Descripción del sistema productivo de bizcochos .....	26
2.1.3 Descripción de la organización del sistema productivo del área de estudio .	29
2.1.4. Descripción del proceso productivo de bizcochos.....	31
<b>CAPÍTULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA .....</b>	<b>37</b>
3.1 Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor (VSM) del sistema productivo de la empresa.....	37
3.2 Identificación de desperdicios en la situación actual del sistema productivo .....	39
3.2.1 Tiempos de Espera .....	39
3.2.2 Transporte .....	40
3.2.3 Inventarios por Sobre – Procesamiento .....	41
3.2.4 Inventarios Innecesarios.....	43
3.2.5 Movimientos Innecesarios .....	44
3.2.6 Defectos .....	45

3.2.7 Talento Humano .....	45
<b>3.3 Situación Actual de equipos del sistema productivo .....</b>	<b>47</b>
3.3.1 Diagnóstico del mantenimiento actual en la empresa .....	47
3.3.2 Cálculo de la Efectividad Global de los equipos (OEE).....	48
<b>3.4 Identificación de problemas cruciales de la gestión del sistema productivo .</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1. Aplicación de <i>Just in Time</i> .....</b>	<b>57</b>
<b>4.2. Implementación de 5´s.....</b>	<b>64</b>
<b>4.3 Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) .....</b>	<b>69</b>
4.3.1 Auditoría de Gestión del Mantenimiento .....	69
4.3.2 Implementación de la Efectividad Global de los equipos (OEE) .....	70
<b>4.4 Programa de Incentivos para la Disminución de Desperdicios.....</b>	<b>76</b>
<b>CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO .....</b>	<b>78</b>
<b>5.1. Costo de Implementación.....</b>	<b>78</b>
5.1.1. Costo de <i>Just in Time</i> .....	78
5.1.2. Costo de 5´S.....	80
5.1.3. Costo de TPM.....	82
5.1.4. Costo de Programa de Incentivos para la Disminución de Desperdicios.....	83
<b>5.2. Ahorro generado por la Implementación .....</b>	<b>84</b>
5.2.1. Ahorro de <i>Just in Time</i> .....	84
5.2.2. Ahorro de 5´S .....	84
5.2.3. Ahorro de TPM .....	85
<b>5.3 Incremento de Ganancia luego de la Implementación de las herramientas....</b>	<b>88</b>
<b>5.4 Flujo de Caja del Proyecto.....</b>	<b>88</b>
<b>CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>90</b>
<b>6.1. Conclusiones.....</b>	<b>90</b>
<b>6.2. Recomendaciones.....</b>	<b>91</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>93</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 House of Lean Production.....	3
Figura 2 Diagrama de flujo para clasificación 5'S .....	7
Figura 3 Organización de acuerdo a frecuencia de uso.....	8
Figura 4 Simbología usada en VSM.....	21
Figura 5 Organigrama de la empresa.....	28
Figura 6 Layout del sistema productivo.....	28
Figura 7 Organigrama del sistema productivo de la línea de bizcocho.....	31
Figura 8 Diagrama de operaciones del sistema productivo de bizcochos .....	29
Figura 9 Diagrama de Flujo de Valor.....	38
Figura 10 Tiempos de sub-producción de masa .....	39
Figura 11 Diagrama de análisis del proceso .....	43
Figura 12 Resultados Auditoría de Mantenimiento .....	48
Figura 13 OEE Amasadora .....	49
Figura 14 OEE Moldeadora.....	50
Figura 15 OEE Cámara de fermentación .....	51
Figura 16 OEE Horno.....	52
Figura 17 OEE Inyectora.....	53
Figura 18 OEE Empaquetadora .....	54
Figura 19 Distribución de Carga de Trabajo Actual.....	1
Figura 20 Distribución de Carga de Trabajo Propuesta .....	1
Figura 21 Diagrama Spaghetti Actual .....	62
Figura 22 Diagrama Spaghetti Propuesto .....	1
Figura 23 Tarjeta roja para los elementos innecesarios.....	66
Figura 24 Formato de Parada - Producción .....	72

## Índice de Tablas

Tabla 1 Resultados Auditoría de Mantenimiento.....	48
Tabla 2 Matriz de selección de herramientas.....	56
Tabla 3 Producción y Horas trabajadas actual y propuesta .....	59
Tabla 4 Clasificación de tiempos de parada.....	71
Tabla 5 OEE - Amasadora .....	74
Tabla 6 OEE - Moldeadora.....	74
Tabla 7 OEE – Cámara de fermentación .....	75
Tabla 8 OEE – Horno .....	75
Tabla 9 OEE – Inyectado .....	75
Tabla 10 OEE – Empaquetadora .....	76
Tabla 11 Niveles de Reducción de Mermas - Horno.....	77
Tabla 12 Niveles de Reducción de mermas - Inyectado.....	77
Tabla 13 Niveles de Reducción de Mermas - Empaquetado .....	77
Tabla 14 Detalle de Costos de Capacitación por Integrante JIT .....	79
Tabla 15 Detalle de Costo de Capacitación Anual JIT .....	79
Tabla 16 Detalle de Costo Personal Adicional JIT .....	79
Tabla 17 Detalle de Costo Insumos JIT .....	79
Tabla 18 Detalle de Costo de Capacitación Anual 5'S.....	80
Tabla 19 Detalle de Costo Insumos 5´S.....	81
Tabla 20 Detalle de Costo de Capacitación Anual TPM .....	82
Tabla 21 Gastos Programa de Incentivos .....	83
Tabla 22 Costos Anuales de Implementación.....	84
Tabla 23 Ahorro Just in Time .....	1
Tabla 24 Ahorro 5´S .....	1
Tabla 25 Ahorro TPM .....	1
Tabla 26 Incremento de la Productividad.....	88
Tabla 27 Flujo de Caja .....	89
Tabla 28 Ratios Económicos.....	89

## Índice de Anexos

ANEXO 1 – Auditoría del TPM

ANEXO 2 – Clasificación de Tiempos de Parada





## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el sector alimentario enfocado en panificación se encuentra en un dinámico crecimiento debido al aumento de las políticas difundidas por el gobierno sobre su consumo. Ello no solo favorece a la industria del pan sino también a la de los productos sustitutos de ésta como los bizcochos y pastelería. Este mercado a atender, cada vez más exigente y competitivo, genera demandas anuales cada vez mayores, lo que lleva a las industrias a adaptarse mediante el incremento de sus niveles de producción, así como mejorar la gestión de sus procesos. Para ello, se identifica el sistema actual de producción, los principales desperdicios, uso de maquinaria y recurso humano. La sincronización adecuada de estos elementos del sistema productivo garantiza el incremento de la competitividad a través de la mejora de la calidad en los productos (América Economía 2013).

De esta forma en el capítulo 1, se desarrolla un resumen sobre la historia de la filosofía de Manufactura Esbelta, así como el detalle de los cinco principios de las herramientas lean y los ocho desperdicios de la metodología. A la vez, se desarrollan sus herramientas con las que se analizará el sistema de producción actual.

Luego en el capítulo 2, se anuncia a la empresa en estudio, las líneas de productos que se elaboran, así como el sistema productivo actual del caso en estudio, en donde se describe los procesos principales, maquinaria, equipos, y recursos humanos.

Posteriormente, en el capítulo 3, se realiza el diagnóstico de la empresa mediante el uso del Mapa de Flujo de Valor y la identificación de las principales herramientas a usar en el planteamiento de la propuesta de mejora, a partir del análisis de los desperdicios del sistema de producción actual.

Seguido de ello, se plantea las propuestas de mejora adecuadas con el diagnóstico desarrollado en el capítulo anterior, como son: Just in Time, Filosofía de las 5's y Mantenimiento Productivo Total en el capítulo 4.

Finalmente, en el capítulo 5, se ejecuta un análisis del costo beneficio tomando en cuenta el costo, ahorro e incremento de la productividad generados por la implementación de las propuestas planteadas, logrando con ello validar la factibilidad de las mejoras.

# CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 Introducción a la Manufactura Esbelta

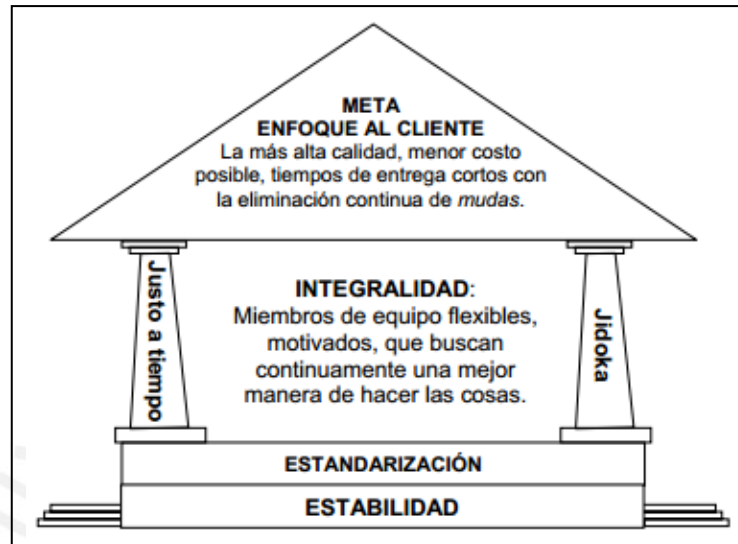
Según Womack y Jones (1990), la historia del sistema “Lean Manufacturing” o Manufactura Esbelta, se remonta a la primera mitad del siglo XX, con la producción en masa, la cual obligaba a las empresas manufactureras a tener grandes almacenes para guardar grandes volúmenes de materia prima, componentes y productos terminados. Todo esto, interrumpía el sistema de producción, debido a la falta de un sistema logístico, entregas retrasadas de proveedores, productos de baja calidad e ineficiencia en el proceso productivo. Durante los años sesenta y setenta, los japoneses (apoyados en la producción en masa) se dedicaron a buscar metodologías para evitar que la industria manufacturera sea afectada por la curva de crecimiento económico e industrial. Este sistema, involucraba el incremento en la flexibilidad de los procesos y la búsqueda de una ventaja competitiva.

Así, nació el Sistema de Producción Toyota (Toyota Production System: TPS), método que fue adaptado del Ciclo Deming o Ciclo PDCA (“Plan-Do-Check-Act”) y cuyo objetivo fue aprovechar recursos de las economías de escala y la estandarización. Asimismo, el enfoque principal fue “fábrica mínima”, en donde se enfatiza la eliminación de elementos innecesarios en el área de producción y de aquellos desperdicios por los cuales el cliente no estaba dispuesto a pagar. Actualmente, el modelo Toyota se resume en cuatro puntos principales: la eliminación de despilfarro, relación basada en la confianza (tanto en clientes como proveedores), participación de empleados en decisiones productivas y la calidad total (Womack, Jones y Roos 1990).

La producción esbelta radica en “reducir el esfuerzo humano a la mitad, los defectos a cero, el espacio a la mitad produciendo igual volumen y parte del inventario en proceso” (Womack, Jones y Roos 1990). Como menciona Pascal (2002), esta filosofía se aplica a través de “The House of Lean Production”, enfoque que se construye sobre las bases de Estandarización y Estabilidad, y mantiene los pilares de Just in Time y Jidoka, los cuales permiten alcanzar la meta u objetivo que tiene como principal actor al cliente, al cual se le brinda productos de calidad, con menor costo y tiempo de entrega (ver Figura 1).

Asimismo, dentro de los pilares encontramos el “Just in Time”, que alberga el flujo de valor, Heijunka, sistema Pull, Kanban, método de las 5’s, procesos robustos y

envolvimiento. Mientras que “Jidoka”, toma las herramientas Poka Yoke, solución de problemas, separación del trabajo humano y de máquinas. Todo lo anterior, se integra para llegar a la meta que conglomerada la más alta calidad, menor costo posible, tiempo corto de entrega y eliminación continua de mudas.



**Figura 1 House of Lean Production**

Fuente: Womack, Jones y Ross (1990)

## 1.2 Principios de la Manufactura Esbelta

El principal objetivo de la Manufactura Esbelta es crear flujo de valor, ello implica implantar un sistema que opere bajo los pedidos de clientes y a su nivel de demanda, de forma ágil, flexible y económica, eliminando aquellas operaciones que no generen valor. Este pensamiento, según los autores Womack y Jones (1996), se sustenta en cinco principios fundamentales:

### ❖ Especificar el valor

El éxito de cualquier compañía está condicionado a la aceptación del cliente por el producto o servicio brindado para satisfacer una necesidad; es decir, la adquisición de una solución. Ello radica en la propuesta de valor para el cliente objetivo, que puede ser percibido en base a la calidad constante, la entrega puntual, valor agregado, entre otros.

### ❖ Identificar el flujo de valor

Este principio radica en identificar todos los procesos productivos, para definir aquellas actividades que generan valor y las cuales ocasionan desperdicios (los

cuales pueden ser inevitables y otros eliminados inmediatamente); dicho análisis involucra tanto el flujo de material como el de información.

#### ❖ Crear el flujo

Una vez identificado los principales procesos así como los principales desperdicios, se debe ajustar a los procesos de creación de valor, para que el valor fluya rápidamente a través de todo el sistema; es decir, desde el proveedor-materia prima hasta el consumidor.

#### ❖ Atracción

Luego de establecer el flujo de valor, la empresa debe ser capaz de producir por órdenes de los clientes; es decir, no basar la producción en pronósticos sino en lo que el cliente realmente necesita. Esto permite tener menos stock y por ende menor costo de almacenamiento.

#### ❖ Perfección

Al finalizar los cuatro pasos la compañía debe buscar constantemente la perfección e involucrar a todos los actores para que se mantenga la eficiencia. Asimismo, la organización debe ser transparente y realizar *feedback* instantáneos para mejorar los procesos.

### 1.3 Los principales desperdicios

Uno de los conceptos fundamentales de Manufactura Esbelta es la eliminación de desperdicio o “muda”, que es ocasionada por cualquier actividad que consuma recursos pero que no cree valor alguno (Womack y Jones 1996). Según los autores Liker y Meier (2006), las técnicas de la Manufactura Esbelta contienen los siete desperdicios: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos.

#### ❖ Desperdicio por Sobreproducción

Conocido también como “*Overproduction*”, el cual es ocasionado por procesar artículos en gran cantidad en un tiempo temprano; es decir, producir cantidades mayores a la demandada por el cliente. En algunas ocasiones se realiza esto con la finalidad de conseguir economías de escala, pero a la vez se crea un falso incremento de la productividad, ya que ello no genera valor al producto; lo que trae

como consecuencia incremento en costos por exceso de personal, almacenamiento, transporte debido al exceso de inventarios.

❖ **Desperdicio por Tiempo de espera**

Ocurre cuando los operarios y máquinas se mantienen inactivas, debido a la espera por información, averías en las máquinas, materiales errados, entre otros.

❖ **Desperdicio por Transporte**

Son los movimientos innecesarios tanto de personas como de componentes, como materiales, partes y productos terminados, entre las diferentes etapas del proceso productivo.

❖ **Desperdicio por Sobre – procesamiento o Procesos inapropiados**

Se ocasiona cuando la empresa consume más recursos de los necesarios en un tiempo mayor. Esto puede ser ocasionado por el uso inadecuado de métodos de trabajo, lo que genera que las tareas se dupliquen o que sean innecesarias; también, cuando se utilizan más recursos de los necesarios; es decir, se imponen niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.

❖ **Desperdicio por inventarios innecesarios**

Ocurre cuando la compañía mantiene bienes materiales en exceso, ya sea que almacena materia prima, productos en proceso o productos terminados. En muchas ocasiones las ventas caóticas permiten que se incremente los inventarios para protección; sin embargo, tener en almacén a esto productos puede generar que los tiempos de reposición largos (por parte del proveedor), deterioro de bienes, incremento de los costos de almacenamiento y mantenimiento, no creando valor alguno al producto.

❖ **Desperdicio por movimientos innecesarios**

Son todos los movimientos que realizan los operarios para generar valor al producto o servicio. Lo primordial en este punto, radica en disminuir los movimientos del operario fuera de su área de trabajo, manteniendo a su alcance todas las herramientas y piezas.

### ❖ Desperdicio por defectos

Ocasionado por la repetición y corrección de procesos, o reproceso de productos. Esto es ocasionado, por no realizar correctamente las operaciones a la primera, generando costos adicionales tanto de tiempo como la eliminación de residuos.

Actualmente se considera un octavo desperdicio: **Talento Humano**. El cual se “refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios” (Ortega 2011). Es así que, al no capacitar al personal en los siete desperdicios anteriores, genera que se pierdan las ideas, sugerencias y oportunidades de mejora.

## 1.4 Herramientas de Manufactura Esbelta

### 1.4.1 Método de las 5´S

Según Rey (2005), las “5 eses” es una metodología que permite mejorar la organización y sistematización dentro de las diversas áreas de trabajo. La ventaja de este método es que permite crear conciencia y estimula la participación de los trabajadores en general. El método contiene cinco principios fundamentales: Clasificación (Seiro), Organización (Seiton), Limpieza (Seiso), Estandarización (Seiketsu) y Disciplina (Shitsuke). Según Vargas (2004), los principios de 5 eses y su implementación son los siguientes:

#### a) Seiri – Clasificar

Es la primera etapa del método de las 5´s. Es la acción de eliminar elementos innecesarios o que se estén utilizando en forma incorrecta. Se trata de retirar del puesto de trabajo todos los elementos que no sean necesarios para realizar determinada actividad.

En la Figura 2, se muestra una breve estructura para la medición de utilidad de los elementos, los cuales serán clasificados según su funcionalidad. Con ello, se puede identificar fácilmente aquellos productos que pueden ser reparados, vendidos, transferidos, donados y descartados. Luego de realizar la adecuada clasificación se obtendrá mayor espacio, incremento en el control de inventarios, eliminar despilfarro y menor nivel de accidentes.



Figura 2 Diagrama de flujo para clasificación 5'S

Fuente: Vargas (2004)

### b) Seiton – Ordenar

El segundo principio implica ordenar elementos involucrados para lograr que la organización sea óptima; es decir, organizar los componentes necesarios para que estos sean de fácil acceso y uso. Ello permitirá la ubicación inmediata de herramientas y la identificación de controles de equipos y de niveles de stock.

Para la implementación se debe tomar en cuenta que todos los artículos deben ser clasificados según su frecuencia de uso. Asimismo, se debe colocar etiquetas visibles codificadas para permitir la rápida localización de los elementos de manera sencilla.

En la Figura 3, se plantea la localización de elementos según su nivel de utilización o frecuencia de uso. Por ejemplo, aquellas herramientas de uso continuo, deben ir al alcance del operario; mientras que, herramientas que se usan solo algunas veces, deben ir en almacenes temporales para impedir que el área de trabajo se encuentre recargada.



**Figura 3 Organización de acuerdo a frecuencia de uso**

Fuente: Vargas (2004)

Esta herramienta permitirá que los tiempos y movimientos sean menores para encontrar algún objeto u documento. También, permite que las herramientas sean fácilmente manipulables, identifica los elementos cuando no se encuentran en el área de trabajo y da una mejor apariencia al ambiente.

### **c) Seiso – Limpiar**

Es la limpieza de elementos inocuos para aprovechar el espacio, así como facilitar el trabajo y mejorar los niveles de seguridad. Lo que permitirá aumentar la vida útil de los equipos e instalaciones (ya que el mantenimiento es constante); disminuir el riesgo de accidentes y enfermedades; a su vez, da un mejor aspecto al área de trabajo y evita los daños en la ecología y medioambiente.

### **d) Seiketsu – Estandarizar**

Implica mantener las directrices claras sobre la forma de trabajo. En otras palabras, mantener las 3's descritas anteriormente, para que sea convertido en una rutina dentro de las áreas de trabajo. En consecuencia, se mejora el bienestar del personal, evitan errores (como accidentes, riesgos laborales, desperdicios, entre otros), se mantiene en buen estado los equipos y herramientas.



### e) Shitsuke – Disciplina

Es la concientización y el apoyo de la organización, para convertir este método en una forma de vida y evitar que se rompan aquellos procedimientos previamente desarrollados. Para ello, se debe crear conciencia en las personas, así como las condiciones necesarias que permitan estimular las buenas prácticas. Ello, se puede lograr mediante el uso de paneles, rutas, boletines, rutinas de reconocimiento de 5's en las áreas de trabajo, evaluaciones periódicas, entre otros. Finalmente, como resultado de la implementación de las 5's se espera lograr dentro de cualquier organización lo siguiente:

- ✓ Incrementar la calidad de los productos, y que exista menor variación entre ellos.
- ✓ Mejorar la motivación de los empleados, al disminuir ausentismos, retrocesos; por el contrario, incrementar el compromiso y entusiasmo.
- ✓ Aumento de la eficiencia y reducción de los costos.

#### 1.4.2 Kanban

Tal como menciona Krajewski (2000), Kanban es una expresión en japonés que significa “tarjeta o registro visible”, que es el sistema de programación de la producción que permite fabricar solamente cuando es necesario o requerido por el cliente, con el objetivo de disminuir los inventarios y mantenerlos bajos.

Este método es explicado comúnmente con un sistema de tarjetas, en donde se coloca una tarjeta en cada contenedor de elementos producidos (asimismo, el contenedor contiene una cantidad requerida de elementos); cuando el usuario vacía el contenedor, retira la tarjeta, y la coloca en un depósito de recepción. A continuación, el contenedor es llevado a almacén mientras que la tarjeta en el depósito indica una orden de producción de las mismas partes para llenar otro contenedor; una vez que éste sea llenado, la tarjeta es colocada junto a él y devuelta al área de almacenamiento a esperar que el usuario repita el ciclo.

Es importante recalcar que el sistema Kanban funciona adecuadamente para aquellos productos que no poseen fuertes fluctuaciones en su demanda, ya que si existen estos inconvenientes, el sistema no podrá evitar el exceso o escasez de

productos. Para ello, se puede tomar todos los volúmenes y promediarlos, esto se conoce como “nivelación de la producción” (Hirano 1991: 517).

### **a) Reglas básicas del Kanban**

Schonberger (1983), plantea siete reglas primordiales que permiten manejar el sistema Kanban.

**Primera Regla: El Kanban debe desplazarse solamente cuando el lote que describe se haya consumido.** Es decir, el proceso subsecuente tomará las partes necesarias del proceso anterior, de tal manera que se tomen partes luego de que se hayan consumido todas las que el Kanban describía o cuando el contenedor este vacío al momento que llegan al proceso usuario y a partir de ello, podrá solicitar más unidades al proceso precedente.

**Segunda Regla: No está permitido el retiro de unidades sin un Kanban.** Las tarjetas son los únicos conductos, que permiten que las partes se desplacen a lo largo de los procesos precedentes a los subsecuentes.

**Tercera Regla: El número de partes enviadas al proceso subsecuente debe ser igual a la indicada por el Kanban.** No está permitido el envío de partes incompletas o adicionales, sólo la cantidad exacta descrita por la tarjeta.

**Cuarta Regla: El Kanban siempre va acompañado de productos físicos.** Las tarjetas no solo son una solicitud o pedido de producción de partes, son también el conducto que especifica las características y cantidades del lote, por lo que debe viajar con el contenedor, hasta que la última parte se haya consumido.

**Quinta Regla: El proceso precedente debe producir sus partes en cantidades retiradas por el proceso subsecuente.** Es decir, nunca se deben sobre producir partes, ya que significa un desperdicio tanto de materiales como de la mano de obra.

**Sexta Regla: Las partes defectuosas no deben ser enviadas al proceso subsecuente.** Ello implica un alto grado de conciencia de los trabajadores, para producir y usar partes (productos y sub ensambles) de calidad en cada uno de los procesos.

**Séptima Regla: El Kanban debe ser procesado de acuerdo al orden de llegada.** Esto se establece, cuando diferentes tarjetas llegan a la vez, provenientes de

diferentes procesos. Sin embargo, se debe dar prioridad por el orden de llegada, para evitar ocasionar una brecha en la tasa de producción subsecuente.

## b) Tipos de tarjetas

Hirano (1991), indica que el sistema Kanban posee cuatro tipos de tarjetas: Proveedor, Fábrica, Producción y Señales.

**Kanban de Proveedor:** Se utiliza para pedir una gran variedad de piezas; frecuentemente, estas tarjetas son enviadas por suministradores externos, los cuales entregarán las piezas bajo alguna petición.

**Kanban de Fábrica:** Esta tarjeta se desplaza entre los centros de trabajo con la finalidad de autorizar el movimiento de partes de un centro a otro, ésta debe ser siempre acompañada por el flujo de materiales, y debe especificar el tamaño de lote, la dirección del proceso (tanto el proceso precedente como el subsecuente) y la localización. Las tarjetas como los contenedores, esperan a que las actividades subsecuentes hayan consumido la última parte del lote, para desplazarse hacia el proceso precedente.

**Kanban de Producción:** El objetivo de esta tarjeta es enviar la orden al proceso precedente para que se elaboren más partes. Es decir, mientras que el Kanban de retiro llega al proceso y encuentra disponibles contenedores con partes que serán tomadas; el Kanban de producción, acompaña a contenedores, de esta manera el operario coloca el Kanban de retiro sobre los contenedores y los envían a procesos subsecuentes y toma el Kanban de producción para elaborar un nuevo lote de partes.

**Kanban de señales:** Se usan cuando se maneja productos por lotes, debido al tamaño de los equipos o cambios en los modelos de productos.

## c) Planeamiento de materiales Kanban

Es primordial para el éxito, de la implementación del sistema Kanban, que se planifique la cantidad de tarjetas a utilizar a lo largo de los procesos y definir el tamaño del lote. Para ello, se debe determinar el tamaño de los lotes en función de la capacidad de planta, así como de los contenedores disponibles para el desplazamiento de partes (Hirano 1991: 528).

Para definir la cantidad de tarjetas Kanban, se usará la siguiente ecuación planteada por Krajewski (2000):

$$\text{Número de Kanban} = \frac{(D.D.) \times (T.C.) \times (F.S.)}{T.L.}$$

En donde:

D.D. = Demanda diaria de unidades

T.C. = Tiempo de orden para el ciclo

F.S. = Factor de seguridad

T.L. = Tamaño del lote

La demanda diaria, es la tasa de producción de partes. Mientras que, el tiempo de orden, es todo el tiempo empleado en procesar las partes abastecidas. Asimismo, el tamaño del lote es la cantidad de partes que son desplazados entre procesos, mediante los contenedores. Finalmente, el factor de seguridad es un porcentaje sobre la cantidad de tarjetas, que se adiciona como medida de seguridad para los inventarios (Krajewski 2000).

### 1.4.3 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Según Nakajima (1991<sup>a</sup>), el objetivo de esta metodología es maximizar la eficiencia global de los equipos e implica el mantenimiento autónomo de los mismos, realizado por los operarios de cada puesto de trabajo. Asimismo, involucra mejoras en el mantenimiento preventivo y predictivo, que permite una medición continua del desempeño del sistema mediante el indicador OEE (“Overall Equipment Efficiency”), el cual incluye la eficiencia, disponibilidad de equipos y calidad; asimismo, permite el incremento de la productividad y reducción de desperdicios.

Como menciona Navarro (1997), la disponibilidad es “el tiempo en que está dispuesta la producción respecto al tiempo total”. Ello, contiene dos factores críticos: la frecuencia de avería o daños, y el tiempo de reparación de las mismas. El primero de los factores, es conocido como *fiabilidad* e indica la proporción entre averías, a través de la medición de la calidad de las máquinas. El segundo factor es la *mantenibilidad*, y se mide como el inverso del tiempo medio de reparación del daño o avería.

## a) Las fases de desarrollo del TPM

La implementación de la metodología TPM, contiene cinco fases fundamentales:

- a.1. Fase de preparación: esta fase es análoga a la fase de diseño del producto; es decir, “cuando los detalles de un producto se preparan y cartografían” (Nakajima 1991b). Los pasos a seguir son:
  - a.1.1 La alta dirección comunica a los empleados la implementación del TPM.
  - a.1.2 Se ejecuta programas de educación y campañas para la introducción del TPM.
  - a.1.3 Creación de organizaciones cuyo objetivo sea promover el TPM.
  - a.1.4 Definir políticas básicas sobre el TPM que se encuentren estrechamente ligadas con las metas.
  - a.1.5 Formular un plan maestro para el desarrollo del TPM.
- a.2. Implementación preliminar: Realizar un programa piloto.
  - a.2.1 Organizar un acto de iniciación del TPM
- a.3. Fase de ejecución: ocurre cuando los materiales se procesan, se realizan las piezas, y después dichas partes son inspeccionadas. Los pasos a seguir son:
  - a.3.1 Mejorar la efectividad de cada pieza del equipo.
  - a.3.2 Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo.
  - a.3.3 Desarrollar un programa mantenimiento para el departamento de mantenimiento.
  - a.3.4 Dirigir entrenamiento para mejorar la operación y capacidad de mantenimiento.
  - a.3.5 Desarrollar un programa de gestión de equipos en las fases iniciales.
- a.4. Fase de estabilización: ocurre con la inspección final del proceso de fabricación. Los pasos a seguir son:
  - a.4.1 Implantación perfecta del TPM.

## b) Tipos de Mantenimiento

Como menciona Navarro (1997), existen cinco tipos de mantenimiento:

b.1. Mantenimiento Autónomo: O mantenimiento de primer nivel; ello implica la participación activa de los operarios durante la prevención de defectos, mediante la limpieza, inspección, ajustes de máquinas, entre otros.

b.2. Eliminación de averías y fallos para incrementar la efectividad de equipos: se ejecuta a través de las prácticas preventivas de rediseño y mejora, e instalación de nuevas pautas de mejora.

b.3. Mantenimiento planificado: Son todas las actividades que realiza el departamento de mantenimiento con el objetivo de reducir defectos, averías, despilfarros, accidentes y contaminación.

b.4. Prevención de mantenimiento: Implica la optimización de la gestión de mantenimiento de equipos, desde la concepción hasta el diseño, para identificar errores que se pueden producir en las distintas fases de diseño, desarrollo, construcción de equipos, instalaciones, entre otros.

b.5. Mantenimiento predictivo: es la detección y diagnóstico de fallas, evitando paradas en las máquinas, costos de mantenimiento, corta vida de equipos, daños por averías en los equipos, accidentes, entre otros.

## c) Mantenimiento Autónomo

Es una de las etapas de preparación para la implementación del Mantenimiento Autónomo Total. Su objetivo principal es la educación y/o formación del recurso humano, que les permite a los empleados empoderarse de su puesto de trabajo y actuar responsablemente en el mismo, de tal manera que se ejecuten no sólo las actividades designadas en el puesto, sino que se hagan reparaciones en el mismo, como inspección, limpieza y lubricación de equipos y máquinas. Por otro lado, el mantenimiento autónomo, permite la eliminación de seis grandes pérdidas, detalladas a continuación:

- Pérdidas de las puestas en marcha: Un equipo posee una marcha rápida y efectiva, mientras el operador posea la destreza suficiente.

- Pérdida de velocidad del proceso: el cual depende mucho del operario en su puesto de trabajo.
- Averías y fallas: presentes en los equipos y máquinas; el objetivo es eliminarlos y evitarlos en lo posible mediante un mantenimiento predictivo.
- Tiempos de preparación: Se enfoca en la agilidad y flexibilidad, que se obtiene del mayor conocimiento del proceso.
- Defectos de calidad: obtenidas de la mala manipulación de los equipos.
- Pequeñas paradas: las cuales dependen en su mayoría del operador, ya que si éste desconoce el equipo no podrá adelantarse a posibles condiciones que terminarían en fallas.

El Mantenimiento Autónomo se implanta en tres etapas, que son Gestión de equipos, basados en la mejora de la efectividad de los mismos; Gestión del personal, que involucra el desarrollo de habilidades y capacidades de los operadores con el objetivo de incrementar las eficiencias; Cambios organizativos, donde se crea una visión del trabajo autónomo. Ello, se resume en siete pasos fundamentales que son limpieza inicial, propuesta de medidas contra los desperdicios, estándares de limpieza, inspección general, inspección autónoma, organización y orden, y finalmente el término de la implantación.

1. Limpieza inicial: Realizar el aseo de impurezas como polvo y basura. Asimismo, se realiza la lubricación y ajuste de piezas; finalmente, se reparan los errores de equipo.
2. Medidas contra fuente de averías: Se enfoca en la prevención de impurezas como polvo y desajustes, de tal manera que el proceso de limpieza sea más sencillo y la lubricación y ajuste de máquinas sea más accesible mediante la reducción de tiempos de los mismos.
3. Formulación de estándares de limpieza y lubricación: Plantear estándares de estos elementos, que permitan mantener el puesto de trabajo y las máquinas en óptimo estado.
4. Verificación global: Enfocada a la preparación del personal a través de capacitaciones y manuales, que permitan detectar cualquier defecto y que el personal se encuentre en la capacidad de repararlos.

5. Verificación autónoma: Formula e implementa hojas de verificación, que facilitan la identificación de problemas en el puesto de trabajo y garantizar la reparación correcta de equipos y máquinas.
6. Orden y aseo: Se enfoca en el desarrollo de estándares de elementos y sistemas para para dirigir correctamente el mantenimiento, ya sea el desarrollo de estándares de limpieza, distribución física de puestos de trabajo, registros de datos, montajes y plantillas.
7. Dirección del sistema autónomo: el objetivo es el desarrollo de políticas corporativas y objetivos, que aseguren la continuidad del mantenimiento autónomo en el tiempo.

#### 1.4.4 POKA-YOKE

El Poka Yoke es una herramienta de control de calidad que asegura que una actividad pueda ser ejecutada correctamente, lo que permite reducir la ocurrencia de defectos y permite que los productos sean fabricados bien en el primer intento.

Esto permite que se reduzcan los costos por defectuosos, re – procesos y material de desecho, ya que se llevan a cabo inspecciones rigurosas. Este método posee dos funciones primordiales: la inspección del 100% de los procesos y en caso se presenten errores, se puede retroalimentar o tomar medias de acción correctiva (Pascal 2002).

##### a) Tipos de inspección

Pascal (2002), menciona tres tipos de inspección:

a.1. Inspección de criterio: La cual es usada principalmente para descubrir defectos.

a.2. Inspección informativa: usada para la obtención de datos para tomar acciones correctivas.

a.2.1 Auto inspección: el mismo operario verifica a la salida si el trabajo se ha llevado a cabo de manera efectiva, y en base a ello toma medidas correctivas inmediatas. Ello permite una rápida retroalimentación, las inspecciones se realizan al 100%, asimismo, las críticas son aceptables dado que provienen del mismo operario sobre su área de trabajo. Sin



embargo, posee una desventaja ya que puede ser subjetiva al operador subsecuente.

a.2.2 Inspección subsecuente: se realiza a lo largo de la cadena de mando y se brinda una retroalimentación. Las principales ventajas se enfocan en la facilidad del auditor a encontrar defectos a simple vista y promueve el trabajo en equipo; sin embargo, se invierte mayor tiempo en descubrir defectos.

a.3. Inspección de la fuente: solo es aquella que se realiza cuando ocurre un error. Su principal objetivo es evitar que el error se convierta en defecto, mediante la retroalimentación; en caso no se prevenga el error al menos se debe detectar.

## **b) Funciones reguladoras**

b.1. Método de control: cuando existe una anomalía, todos los equipos y sistemas se bloquean o paralizan, para que se pueda inspeccionar y evitar que el error siga ocurriendo.

b.2. Método de advertencia: este método sólo advierte al trabajador sobre las anomalías ocurridas, ello se puede presentar mediante la luz o sonido. Hay que tener en cuenta, que si el operario no hace caso a la señal de advertencia los defectos pueden seguir ocurriendo, por tanto, esta metodología tiene un mayor impacto (Pascal 2002).

## **c) Metodología Poka Yoke**

Pascal (2002) enfatiza tres metodologías fundamentales para la implementación del Poka Yoke:

c.1. Adaptar las filosofías modernas de calidad: Para implementar un sistema Poka Yoke se debe contar con alguna filosofía de calidad, ya sea el control de calidad estadístico, círculos de calidad, mantenimiento productivo total.

c.2. Crear cultura en los trabajadores: Implica generar conciencia en las personas para alienarlas con un objetivo común. Para ello, se debe explicar tanto los beneficios como las soluciones frente a un cambio en el sistema; asimismo, se debe explicar que los errores ocurren cuando menos se espera y que los defectos en su mayoría son consecuencia de los errores humanos que

se producen inconscientemente. Dentro de los errores humanos más comunes tenemos:

- Olvidos.
- Errores por desconocimiento.
- Errores por identificación: causa de una revisión rápida y superficial.
- Errores de inexperiencia.
- Errores voluntarios: ocurren cuando se ignoran las reglas.
- Errores por inadvertencia: se cometen errores por distracción.
- Errores por lentitud: por retrasos.
- Errores debido a la falta de estándares: no hay instrucciones.
- Errores por sorpresa: el equipo actúa diferente a lo planificado.
- Errores intencionales: se cometen errores deliberadamente.

c.3. Elección del mecanismo Poka Yoke: Este sistema debe ser capaz de detectar defectos y eliminarlos; para ello, se debe definir un sistema que se adecue al ámbito de trabajo.

#### 1.4.5 SMED

Cuyas siglas en inglés “Single Minute Exchange of Dies” significan un cambio de matriz en el menor tiempo posible. Este método involucra el alistamiento de máquinas, mediante la reducción del tiempo de preparación o montaje. (Shingo 1990).

Según Shingo (1990), el sistema SMED enfatiza dos tipos de preparaciones de equipos o set up: la preparación interna, la cual incluye a todas las tareas que se realizan con la máquina parada; y la preparación externa, son aquellas tareas que se realizan cuando la máquina se encuentra en funcionamiento. Con ello, se puede identificar aquellos tiempos de preparación en los cuales podemos añadir valor al producto, para ello, se debe aplicar la siguiente metodología:

**a) Etapa 1:** Separación de actividades de preparación externas e internas:

Involucra la identificación y separación de tiempos de preparación a lo largo de la cadena productiva. Ello implica reducir todas aquellas actividades de preparación interna y convertirlas en mantenimiento externo, permitiendo la reducción de tiempos. Shingo también enfatiza, el uso de ciertas herramientas como la creación

de una lista de comprobación funcional y mejora en el transporte de piezas, para el éxito de esta primera etapa.

Empleo de una lista de comprobación: Debe incluir todas las partes y pasos necesarios para la operación, esto debe contener los nombres, especificaciones, números, matrices, variables de medición (temperatura, presión, etc), valores numéricos, entre otros. Una vez que se tenga la lista, se debe usar una mesa de comprobación, en donde se grafican todas las piezas necesarias para la preparación y se van colocando una a una sobre su respectivo gráfico, de tal manera que se identifiquen piezas faltantes.

Realización de comprobaciones funcionales: Es usada para asegurar que las cosas estén ubicadas en su lugar, y debe ser realizada durante la preparación externa. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que las reparaciones anticipadas de demoran más de lo previsto, en este caso, se debe terminar las reparaciones antes de empezar la preparación interna.

Mejora de transporte de útiles y de otras piezas: Las partes deben transportarse desde el almacén hasta las máquinas, y regresar a almacén cuando el lote se termine. Esto, implica un procedimiento externo del operador mientras las máquinas se encuentran en funcionamiento.

**b) Etapa 2:** Conversión de preparaciones internas en externas. Esto puede ser logrado mediante:

- Pre ensamble: es decir, unión de piezas durante la preparación externa para posteriormente posicionarla en la preparación interna.
- Uso de estándares o plantillas de rápido acomodo.
- Eliminar ajustes, estableciendo valores constantes que permitan rápidas intervenciones.
- Usar plantillas intermedias, que deben estar posicionadas o listas para ser utilizadas.

**c) Etapa 3:** Perfeccionar las actividades de preparación. De tal manera que se reduzcan operaciones mediante el análisis y eliminación de ajustes (correcciones).

## 1.5 Mapa de Flujo de Valor (VSM)

### 1.5.1 Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor del sistema productivo actual y futuro

Como menciona Cabrera (2010), el objetivo fundamental de realizar un “Value Stream Mapping” o mapa de flujo de valor, es identificar los principales desperdicios, a través de un mapeo de la cadena de valor del proceso productivo. Es decir, reconocer aquellas actividades que aportan valor al producto. Según Womack (1996) se debe seguir los siguientes pasos:

#### a) Seleccionar la familia de productos y recoger datos necesarios

Este primer paso, implica identificar las familias de productos, de acuerdo a los flujos que éstos presentan alrededor de los diversos procesos productivos, y se debe tener en cuenta las siguientes preguntas para la identificación: quién, qué, cuándo, dónde y por qué (Cabrera, 2010).

Según Cabrera (2010), se identifican nueve criterios para reconocer la familia de productos:

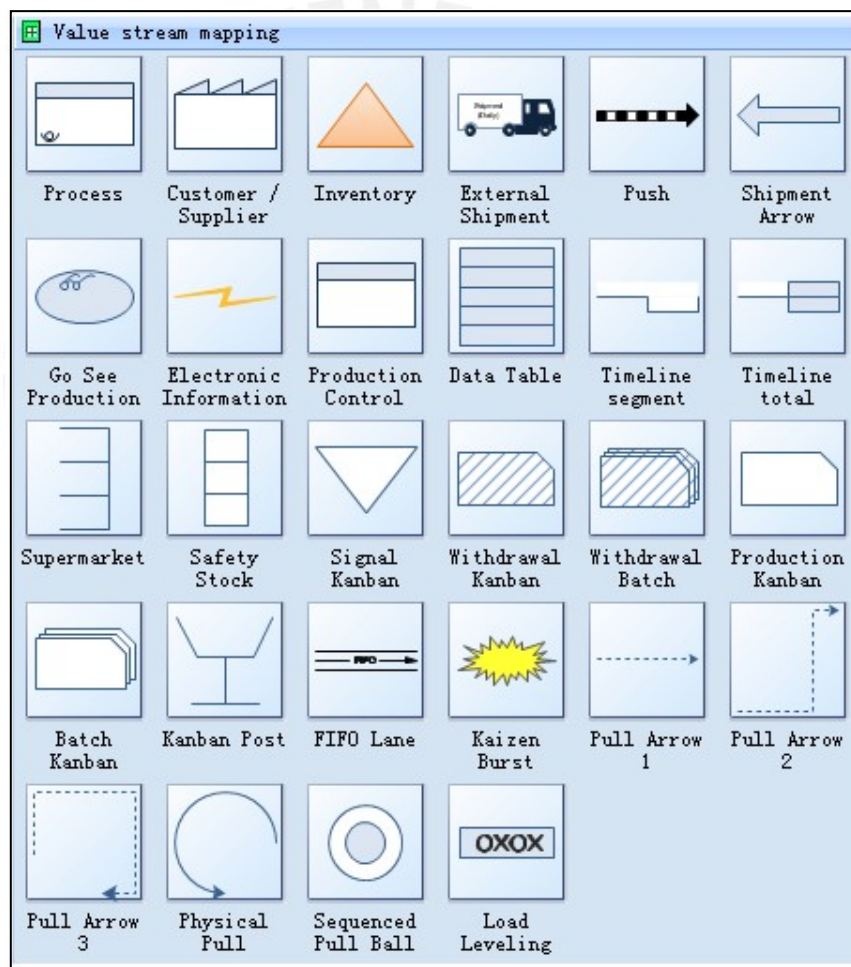
- a) Tipo de productos: aquellos que son del mismo tipo o cumplen la misma función.
- b) Mercado: Puede ser por la distribución geográfica del mercado o de acuerdo a la clase de cliente: final, minorista, mayorista, etc.
- c) Clientes: Si son productos que se venden a uno o varios clientes.
- d) Grado de contacto con el cliente: De acuerdo al grado de influencia del cliente en el producto final.
- e) Volumen de venta: de acuerdo a la cantidad de unidades por producto.
- f) Patrones de pedido: Se agrupan los productos de acuerdo a la variedad de patrones de pedidos.
- g) Base competitiva: se agrupan a los productos de acuerdo a sus argumentos de venta; por ejemplo, bajo costo y rápida entrega.
- h) Tipo de proceso: Se agrupan aquellos productos que poseen procesos similares.
- i) Características de productos: Productos con características similares tanto físicas, como en la materia prima usada para su fabricación.

Según menciona Cabrera (2010), se debe elegir la familia de productos que genere un mayor impacto en la compañía; asimismo, es conveniente que las familias de productos deben ser reducidos, para facilitar el mapeo.

**b) Dibujar estado inicial**

**b.1) Simbología**

Según Cabrera (2010), la simbología usada para el *mapa de flujo de valor* no es estándar, ya que se pueden utilizar íconos de acuerdo al tipo de empresa. Para el presente estudio, se usará simbología de Manufactura Esbelta, detallada en la Figura 4:



**Figura 4 Simbología usada en VSM**

Fuente: Valillo (2010)

- *Process*: Caja de Procesos.- Es un cuadro en el cual se detallan información específica del proceso.
- *Customer / Supplier*: Cliente / Proveedor.- Este gráfico representa a la empresa proveedora o cliente del producto en estudios.

- *Inventory*: Inventario.- Representa la existencia de inventarios entre procesos.
- *External Shipment*: Cargamento externo.- Representa el transporte que existe por la carga de productos ya sean materia prima, insumos o productos terminados.
- *Push*: Ficha de empuje.- Representa que el material o producto es empujado al siguiente proceso.
- *Shipment Arrow*: Cargamento o fletes de transportes.- Representa el envío de materia prima, insumos o productos terminados.
- *Electronic Information*: Información electrónica.- Representa el flujo de información electrónica, información recibida y enviada mediante correos electrónicos.
- *Production Control*: Control de producción.- Muestra cómo se lleva a cabo el control de producción de la empresa en estudio.
- *Data Table*: Caja de datos.- Detalla datos específicos del proceso como número de operarios, tiempo de ciclo, tiempo de set up, disponibilidad, tiempo laborado y tamaño del paquete.

### **b.1) Procedimiento**

El mapa del estado inicial muestra los procesos que actualmente existen, de esta manera se puede identificar las oportunidades de mejora (Cabrera 2010). Para diagramar el estado actual, se debe recurrir a utilizar la siguiente secuencia:

#### **❖ Análisis del flujo de información y valor**

Según Gonzáles y Velázquez (2012), el flujo de información y materiales se ejecuta con los siguientes pasos:

- La información que proporciona el cliente se grafica de derecha a izquierda. La información fluye al departamento de control de producción; asimismo, éste al proveedor para la preparación de la materia prima requerida.
- La información del proceso se grafica de izquierda a derecha. Se inicia desde el momento en que se recepciona la materia prima, la transforma mediante los diversos procesos, hasta que el producto terminado es embarcado para ser entregado al cliente.

### ❖ Reconocimiento del área de trabajo

En este paso, se debe identificar los principales procesos productivos, así como la capacidad de la mano de obra disponible en cada uno de los procesos.

### ❖ Relación de cálculos

Cuando se haya reconocido el área de trabajo, tanto la fluidez de información como la del proceso, se bosqueja el contenido de cálculos del VSM. Para ello, se utiliza los siguientes indicadores (Womack y Jones 1996):

- Tiempo de ciclo (TC): tiempo en que el producto se completa en un proceso.
- Tiempo de cambio de formato (Set up): aquel que se necesita para pasar de producir un formato a otro, también conocido como tiempo de set up.
- Tiempo disponible para trabajar (EN): aquel tiempo de trabajo disponible del personal, donde no se cuenta los descansos.
- Tiempo de suministro (LT): el cual necesita un material para transportarse a través de toda la cadena de valor.

Además de la información antes mencionada, también se deben de obtener los tiempos para el suministro de la materia prima, así como los tiempos respectivos de traslados entre operaciones. Con estos datos se va elaborando una línea de tiempo en la parte inferior de las cajas de cada proceso e inventario y determinar así los plazos de entrega de la producción. Con estos datos, se conocerá el lead time total de la producción, así como el tiempo total de procesamiento.

Asimismo, para finalizar, se debe calcular el tiempo *takt time*, el cual sincroniza el ritmo de producción para que coordine con el ritmo de ventas (Womack y Jones 1996). Con ello, se realiza un balance de línea; a continuación se presenta el cálculo:

$$\text{Takt Time: } \left( \frac{\text{Tiempo\_Neto\_Disponible\_Diario\_de\_Produccion}}{\text{Demanda\_Total\_Diaria}} \right)$$

El Takt Time se calcula al dividir el tiempo de trabajo disponible en un turno, tiempo que no incluye descansos, entre la demanda total por turno en unidades. Con ello

se logra producir de una forma más eficiente pues se toma en cuenta los requerimientos del cliente.

❖ **Identificación de posibles mejoras**

Una vez terminada la gráfica de flujo de valor, se determina los problemas existentes tanto en la cadena logística, como los procesos unitarios. Cuando se identifican dichos problemas, se agrega un ícono que significa oportunidad de mejora. Estas oportunidades, deben clasificarse o priorizarse de acuerdo a su importancia o trascendencia (González y Velázquez 2012).

**c) Imaginar un estado ideal**

Una vez dibujado el estado ideal, se debe concebir el estado ideal de los procesos; de tal forma que estén interrelacionados entre si y exista flujo continuo de materiales, en menor tiempo e incrementando la calidad a un menor costo (Cabrera 2010).

**d) Dibujar el estado futuro**

Este estado es la proyección del estado ideal a la realidad. Para ello, se debe responder si el estado mejorado puede mantener el flujo continuo, se produce pull, como se debe nivelar la mezcla de producción, entre otros (Cabrera 2010).



## CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

### 2.1 Descripción general de la empresa

La empresa a estudiar pertenece a la industria de alimentos de consumo masivo. Es una empresa nacional y tiene 8 años en el mercado peruano. Actualmente, posee dos plantas de producción, cada una se dedica a distintas familias de productos.

Entre los objetivos principales que posee la organización se encuentra en elaborar productos que mejoren continuamente la calidad de vida de sus consumidores a nivel nacional. De igual forma, buscan llevar sus procesos mediante la búsqueda de la optimización de su eficiencia y rentabilidad, para beneficio de sus accionistas y personal.

La empresa es reconocida por ofrecer marcas *Premium* en las categorías de las diversas líneas de productos como lácteos, yogures, jugos, bizcochos y golosinas. Una de las plantas que posee se encuentra ubicada en el distrito de La Victoria. En esta planta se procesan los productos que pertenecen a las familias de lácteos y yogures. La segunda planta se encuentra en el departamento de La Libertad, en el norte del Perú, en ella se elaboran productos de la línea de jugos y néctares.

Por último, se tiene una planta en el distrito de Lima, la cual se encarga de la elaboración de los bizcochos y golosinas. El estudio se realizará en la planta que se encuentra en Lima, debido a la posibilidad de obtención de datos, así como la situación en que se encuentra. En esta planta existen más oportunidades de mejora y se presta a necesitar un mayor análisis.

La empresa lleva a cabo sus procedimientos mediante la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura, de esta forma se busca elaborar los productos que cumplan con las condiciones de higiene necesarias para brindar un producto de calidad al consumidor.

Entre los clientes que trabajan la empresa se encuentran los supermercados, mayoristas y minoristas. Debido a la forma de trabajo con los supermercados es necesario tener una mayor disponibilidad de los productos en las góndolas para lograr un máximo aprovechamiento del espacio alquilado, es por ello que una mejora en los tiempos de producción optimizaría la atención al cliente.

### 2.1.1 Organigrama de la empresa

En la Figura 5 se puede observar el organigrama de la empresa. Es una organización de tipo funcional, está conformada por un directorio el cual designa a un gerente general, este a su vez trabaja con la gerencia de producción, calidad, administración y finanzas y subgerencia de marketing, ventas y operaciones.

### 2.1.2 Descripción del sistema productivo de bizcochos

La planta procesadora de golosinas se encuentra en Lima y tiene dos líneas productivas, una para bizcochos y panetones y la segunda para golosinas, como son los chocolates. La primera línea de producción de bizcochos, también procesan panetones, pero de forma estacional a partir de Septiembre hasta Diciembre; en cuanto a los bizcochos, son pequeños queques con relleno de jarabe interior, el cual es elaborado durante todo el año. Ambos productos son considerados de la misma familia, ya que poseen procesos de producción similar; por ejemplo, pesado, amasado, fermentación y el horneado.

Para el presente estudio, sólo se analizará la línea de bizcochos, la cual cuenta con siete procesos fundamentales. Como se observa en la Figura 6, en la planta existe una *zona de pesado* que cuenta con una balanza digital. En cuanto a la *zona de amasado*, la empresa cuenta con 8 amasadoras de las cuales 4 son utilizadas únicamente para bizcochos. Por otro lado, se cuenta con un horno eléctrico de 18.5 metros para el horneado de los bizcochos. Para el uso exclusivo de la elaboración de los bizcochos con relleno se cuenta con una cortadora mecánica y otra semiautomática usadas para seccionar la masa principal en pequeños trozos que correspondan al peso indicado del producto final. Además se tiene una máquina inyectora para introducir el jarabe en los bizcochos. Por último, se cuenta con una máquina empaquetadora para la envoltura de productos terminados que lo requieran como las golosinas y bizcochos.

De acuerdo a la Figura 6, la zona donde se elabora el jarabe no se encuentra en la misma zona donde se realizan los procesos principales, debido a que estos equipos también son usados para la elaboración de las golosinas. Asimismo, el área de empaquetado se encuentra a pocos metros del área de elaboración del producto en estudio.

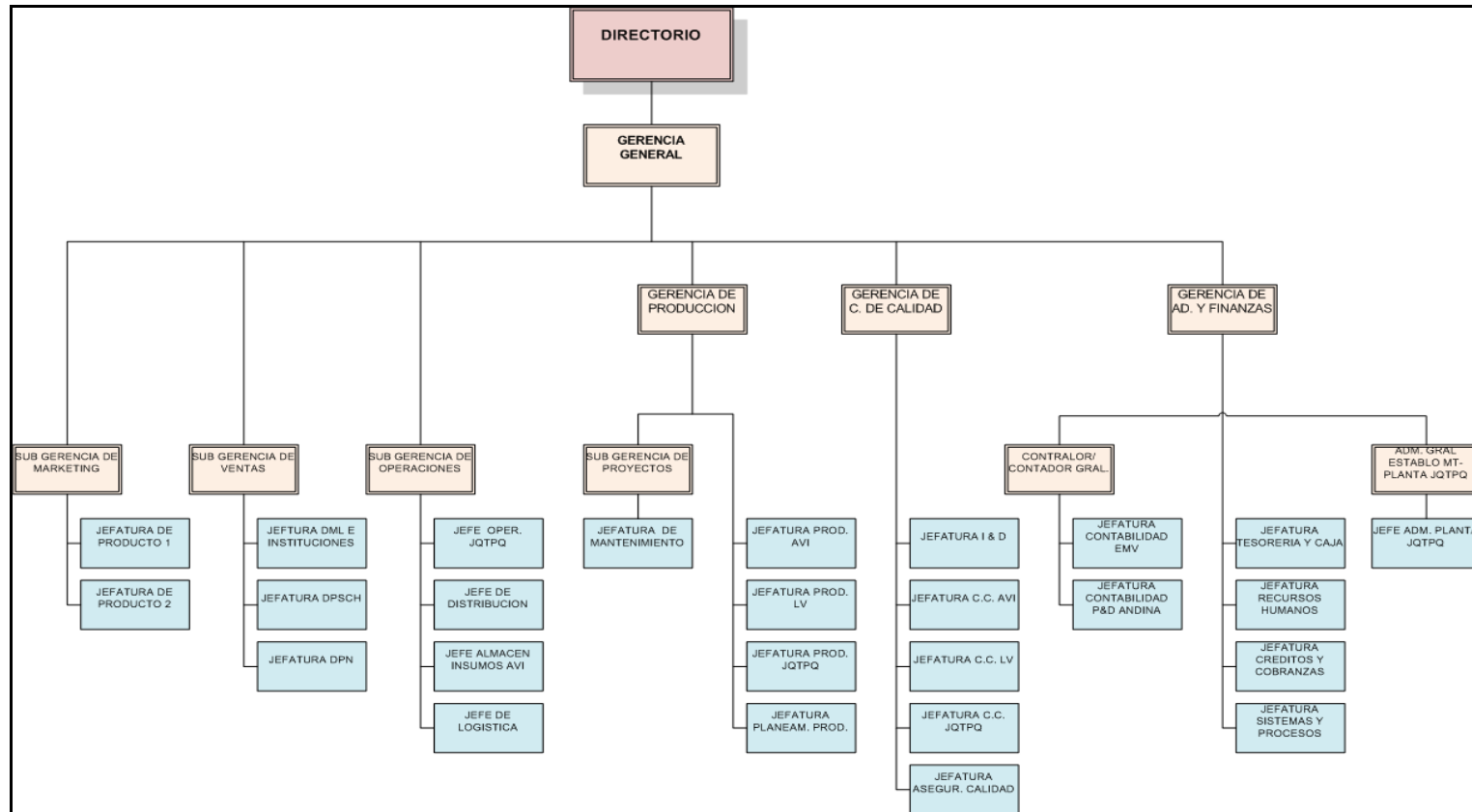


Figura 5 Organigrama de la empresa

Elaboración Propia

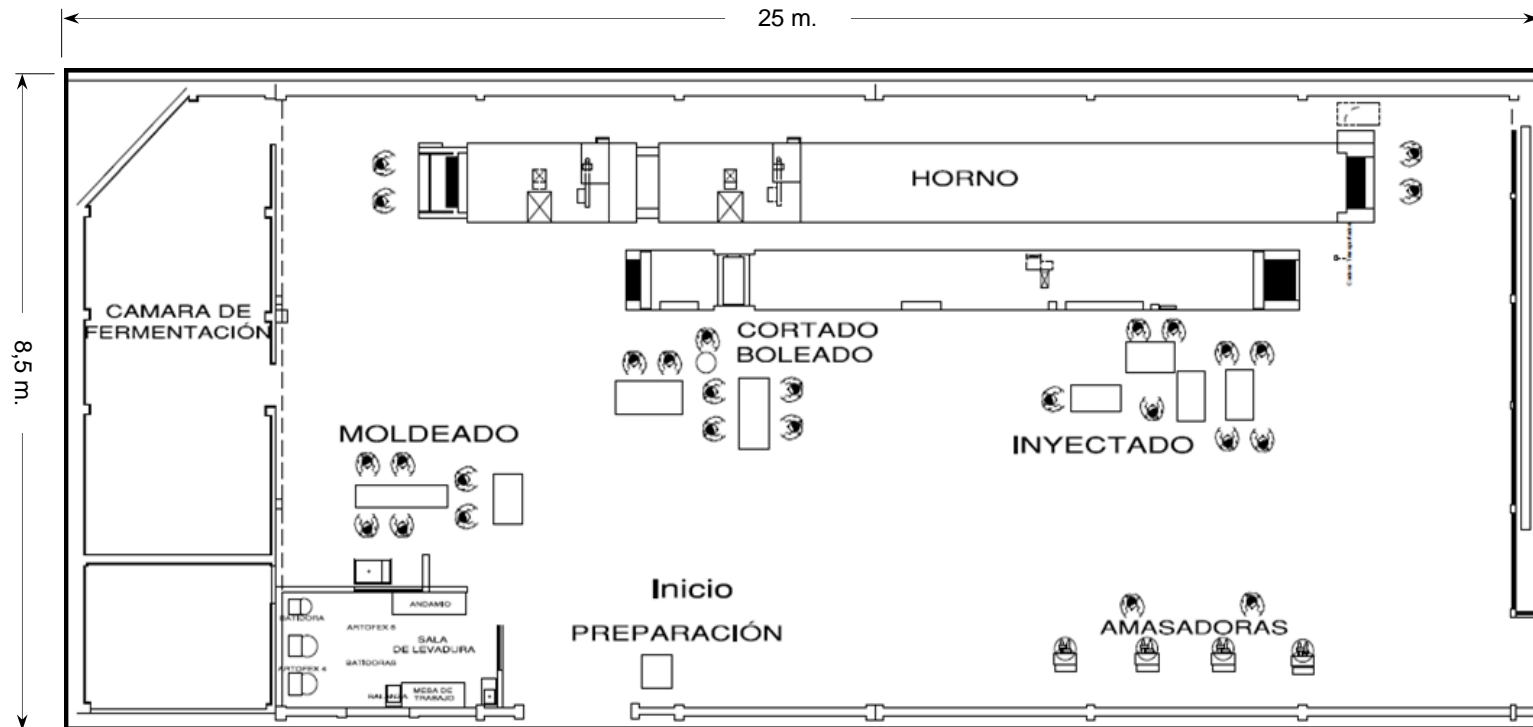


Figura 6 Layout del sistema productivo

Elaboración Propia

Para llevar a cabo todos los procesos de producción, la empresa debe alinearse al cumplimiento de las normas de higiene para cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura. Debido a la naturaleza de los productos de consumo, se busca mantener un alto grado de cuidado al momento de la elaboración mediante diversas acciones como el mantenimiento limpio de los equipos e instalaciones, así como controles de calidad respectivos. De esta forma, se asegura brindar al consumidor un producto saludable y de ayuda para mejorar la calidad de vida, meta que forma parte del compromiso de la compañía.

### **2.1.3 Descripción de la organización del sistema productivo del área de estudio**

La organización en la empresa del sistema productivo en estudio está conformada por miembros principales como el Gerente de Producción y el Gerente de Control de Calidad, quienes responden al Gerente General, de igual forma se encuentran los Supervisores de Jefatura de Producción, de Planeamiento de Producción y de Jefatura de Mantenimiento, quienes responden directamente a la Gerencia de Producción, a continuación se detallarán sus funciones principales:

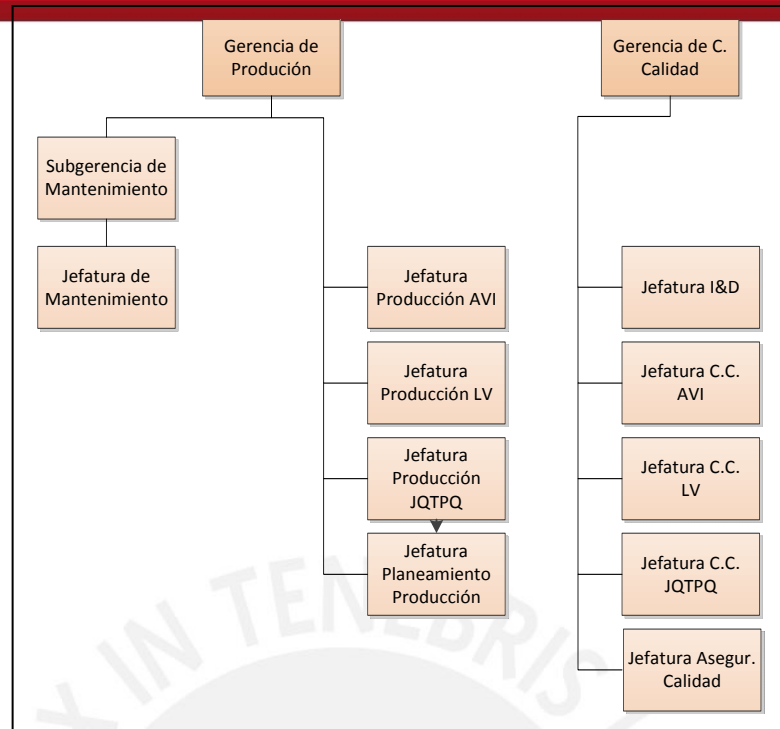
- Gerente de Control de Calidad: Dirige y supervisa a su equipo de trabajo quienes se encargan de verificar todo los aspectos relacionados con calidad para las diferentes plantas. El área de calidad cumple un rol importante en la compañía ya que se manejan productos alimenticios, los que deben de llegar al cliente en las mejores condiciones de salubridad.

El área de calidad tiene como funciones principales: establecer y cumplir con los procedimientos y normas adecuados para la elaboración de los productos, así como la verificación de las Buenas Prácticas de Manufactura tanto para los productos terminados como para los productos en proceso. Cada planta trabaja con su respectiva jefatura de control de calidad y de esta forma se aseguran de manejar un adecuado control en este campo.

- Gerente de Producción: Entre las principales funciones que cumple el gerente de producción se encuentran el cumplimiento de los objetivos del área, optimizar y planificar los recursos productivos de la empresa, así como supervisar el trabajo con las diferentes jefaturas de las 3 plantas de la compañía, jefatura de planeamiento de la producción y jefatura de mantenimiento.

- Supervisor de Jefatura de Producción (del área en estudio): El encargado supervisa los procesos para la elaboración de bizcochos, panetones y golosinas. Se encarga de la programación diaria, semanal y mensual de la producción, por lo cual realiza un trabajo en conjunto con el área de planeamiento; para ello, determina las cantidades de materia prima necesarias para la producción. Asimismo, se encarga de determinar los operarios indicados para cumplir con los pedidos y asignarlos a sus funciones.
- Supervisor de Jefatura de Planeamiento de Producción: El encargado del área se encarga de supervisar y gestionar los recursos utilizados para la producción, así como del desarrollo y control de los nuevos proyectos para producción; y también participa en los proyectos de mejora de procesos e innovación.
- Supervisor de Jefatura de Mantenimiento: El supervisor se encarga de realizar el mantenimiento programado de los equipos de planta, así como controlar su correcto funcionamiento. Asimismo, en caso de fallas o parada de máquinas y/o equipos interviene en buscar soluciones inmediatas para el problema.

En la figura 7, se muestra el organigrama del sistema productivo de la línea de bizcochos.



**Figura 7 Organigrama del sistema productivo de la línea de bizcocho**

Elaboración Propia

#### 2.1.4. Descripción del proceso productivo de bizcochos

Los bizcochos rellenos se elaboran mediante producción por proceso; es decir, el producto recorre las diferentes áreas para añadirle valor agregado. Asimismo, los bizcochos tienen tres presentaciones, de acuerdo al sabor del relleno pueden ser de chocolate, manjar y fresa.

La elaboración se inicia mediante la orden de producción, realizada por el área de planeamiento de la empresa. A partir de ello, el supervisor de planta tiene que asignar los recursos necesarios para cumplir la orden, entre los que se encuentra determinar las cantidades de materia prima así como la cantidad de operarios necesarios. Conforme a la Figura 8, el proceso productivo tiene por procesos principales: amasado, pesado, cortado, formado, fermentado, horneado, inyectado y empaquetado.

#### 1. PREPARACIÓN

El proceso inicia en la zona de pesado, en donde el operario determina manualmente el peso de cada una de las materias primas en la balanza. Luego, la materia prima es trasladada a la zona de amasado.

## 2. AMASADO

**a) Primer amasado:** El proceso inicia con la preparación de la *esponja* o masa principal, la cual está compuesta por la mezcla de las principales materias primas (como son harina, azúcar, yema de huevo, grasa vegetal, levadura y gluten). Las amasadoras trabajan por 10 minutos, para posteriormente trasladarse a la cámara de fermentación.

**b) Primer fermentado:** Luego del amasado, un operario traslada la mezcla a la cámara de fermentación, cuya temperatura debe oscilar entre 30 y 40 °C y presentar una humedad del 70%, la masa debe reposar en la cámara por 60 minutos. El objetivo del proceso de fermentación es generar el nacimiento de la bacteria que le brinda las propiedades del sabor, textura y volumen a la masa.

**c) Segundo amasado:** El operario retorna las ollas (llamadas "*bachinelas*<sup>1</sup>") con la masa de la cámara de fermentación hacia las máquinas amasadoras para un segundo amasado, llamado *pre-mezcla* y las amasadoras continúan amasando por 50 minutos más hasta tener la textura adecuada (ello se determina mediante la supervisión constante de un operario).

## 3. FORMADO

Tener en cuenta que los bizcochos se producen por lote. Cada lote contiene 3 *bachinelas* de 189Kg. cada una. Asimismo, se debe considerar que el producto se desplaza al siguiente proceso, cuando exista cantidad suficiente de anaqueles llenos completos, con el producto, en cada proceso. Para el Formado, el proceso dura 2 horas desde que ingresan las *bachinelas* hasta que salgan los queques en moldes.

**a) Cortado 1 (masa 1.425 Kg.):** Luego de ello, la masa pasa al área de corte, en donde el proceso inicia cuando el primer operario se encargan de levantar la masa de la *bachinela*, mientras un segundo operario corta la masa y la coloca sobre la mesa de pesado. Aquí, cuatro operarios cogen la masas de la mesa y las van colocando sobre la balanza hasta obtener el peso adecuado de 1,425Kg (Se obtienen de cada *bachinela* de 189 Kg., 132 bollos de 1,425 Kg cada uno). Luego, un séptimo operario acomoda los bollos de 1,425 Kg en bandejas, cada bandeja

---

<sup>1</sup> *Bachinelas*: Término de origen italiano referente al recipiente o olla de la máquina amasadora en la industria de la panificación.



tiene capacidad para 6, y se almacenan en anaqueles con ruedas. El proceso de corte para un lote (o 3 *bachinelas*) dura 44 minutos.

**b) Cortado 2 (masa 47.5 g.):** Para este proceso, un operario se encarga del corte de la masa de 1,425 Kg. en 30 bollos de 47.5 g. cada uno. Para ello, coloca la masa inicial en la máquina cortadora (ya sea manual o semiautomática), para seccionarlas. Actualmente, solo se trabaja con la cortadora mecánica, la cual es accionada por una persona mediante el uso de una palanca que ejerce presión sobre la masa logrando el corte deseado. A diferencia de ello, la cortadora semiautomática usa otro mecanismo, en donde el operario solo coloca la masa y presiona un botón para activarla. Finalmente, el operario toma el bollo seccionado y lo coloca sobre cada una de las mesas del proceso siguiente, boleado. El proceso de corte 2 para un lote dura 51 minutos.

**c) Boleado:** Esta área cuenta con 5 operarios, de los cuales cuatro se encargan de tomar los bollos pequeños, ubicados en el centro de la mesa, y le dan forma ovalada con sus manos. Finalmente, son colocadas de diez en diez (el operario toma cinco en cada mano) sobre una bandeja. La cual luego de ser llenada de 48 bollos pequeños es trasladada hacia los anaqueles. Este proceso presenta un alto grado de trabajo manual, por lo cual es muy propenso a presentar alto volumen de mermas (tanto en peso, forma y volumen) debido a la mala manipulación de los bollos. Este proceso toma un tiempo de 62 minutos por lote.

**d) Moldeado:** Los bollos son trasladados al área de formado, aquí 2 operarios se encargan de empolverar los bollos con harina; para posteriormente, introducirlos en la formadora. Ésta máquina conformada por una serie de rodillos le cede forma de cilindro a cada uno de los bollos, adecuándose a la forma del producto final. A la salida de la formadora se ubican 4 operarios (dos en cada lado), y toman cada uno de los cilindros, los estiran y ubican sobre moldes (bandejas con pequeñas hendiduras rectangulares, las cuales le otorgan la forma del producto final). Una vez completo el molde, un séptimo operario los acomoda en anaqueles, para ser llevados a la cámara de fermentado. Este proceso dura 87 minutos.

#### 4. FERMENTADO

Un operario introduce los anaqueles a la cámara de fermentación por el periodo de 2 horas. Luego son retirados y llevados a una mesa para ser preparados antes del ingreso al horno.

## 5. HORNEADO

En este proceso, dos operarios retiran los moldes de los anaqueles y los posicionan en la entrada del horno; los bizcochos pasan a lo largo del horno por 40 minutos. En este proceso, no se usa adecuadamente el espacio disponible, lo cual genera una menor eficiencia de uso del horno, ya que el horno no se encuentra funcionando todo el día, sólo cuando hay materia suficiente para ser procesada, lo que incrementa los costos perdido por tener el horno encendido sin ser usado a toda su capacidad. Asimismo, se pueden establecer indicadores de eficiencia de equipo. Este proceso alrededor de 90 minutos por lote.

## 6. ENFRIADO 1

A la salida del horno, otros dos operarios reciben las bandejas con bizcochos ya cocidos y los colocan en un anaquel, para luego ser trasladadas a un pasadizo para su posterior enfriamiento, el cual dura 90 minutos.

## 7. INYECTADO

**a) Inyectado:** Un operario carga la máquina inyectora con jarabe del sabor planeado (chocolate, manjar o fresa). Cada una de las bandejas con bizcochos fríos son ubicadas debajo del inyector, de forma que cada bizcocho coincida con cada boquilla de la inyectora. La máquina es accionada por un operario mediante el uso de un pedal.

**b) Desmolde:** Conforme van saliendo los bizcochos rellenos, otro operario al extremo de la máquina inyectora, recibe las bandejas y se las entrega a un tercer operario, el cual saca cada uno de los bizcochos rellenos de los moldes y los coloca sobre una mesa, para que dos operarios tomen los bizcochos y los agrupen en bandejas y posteriormente en anaqueles.

## 8. ENFRIADO 2

Luego del inyectado, los bizcochos deben guardar reposo por 2 horas, hasta que el jarabe haya enfriado, ya que al ser inyectado posee una temperatura de 40°.

## 9. EMPAQUETADO

En este proceso, dos personas se encargan de ubicar cada bizcocho en el carril de ingreso a la máquina empaquetadora. Esta máquina funciona eléctricamente y su

función es el empaque, impresión del lote de producción y fecha de vencimiento. A la salida de la máquina, 2 operarios agrupan seis unidades y las pegan con una cinta a una tira de cartón. Luego otros 2 operarios cogen ocho de estas tiras de seis unidades y los colocan en cajas para su posterior almacenamiento. En este proceso, también existe un alto índice de trabajo manual.

A lo largo del proceso de fabricación se aprecia problemas de generación de merma, ya que hay muchos procesos manuales. Asimismo, no existen indicadores de eficiencia y productividad de los equipos, como de operarios. Por último, la planta presenta una política de mantenimiento; sin embargo, no es aplicado completamente. En la Figura 8 se muestra el Diagrama de Operaciones del sistema productivo de bizcochos.



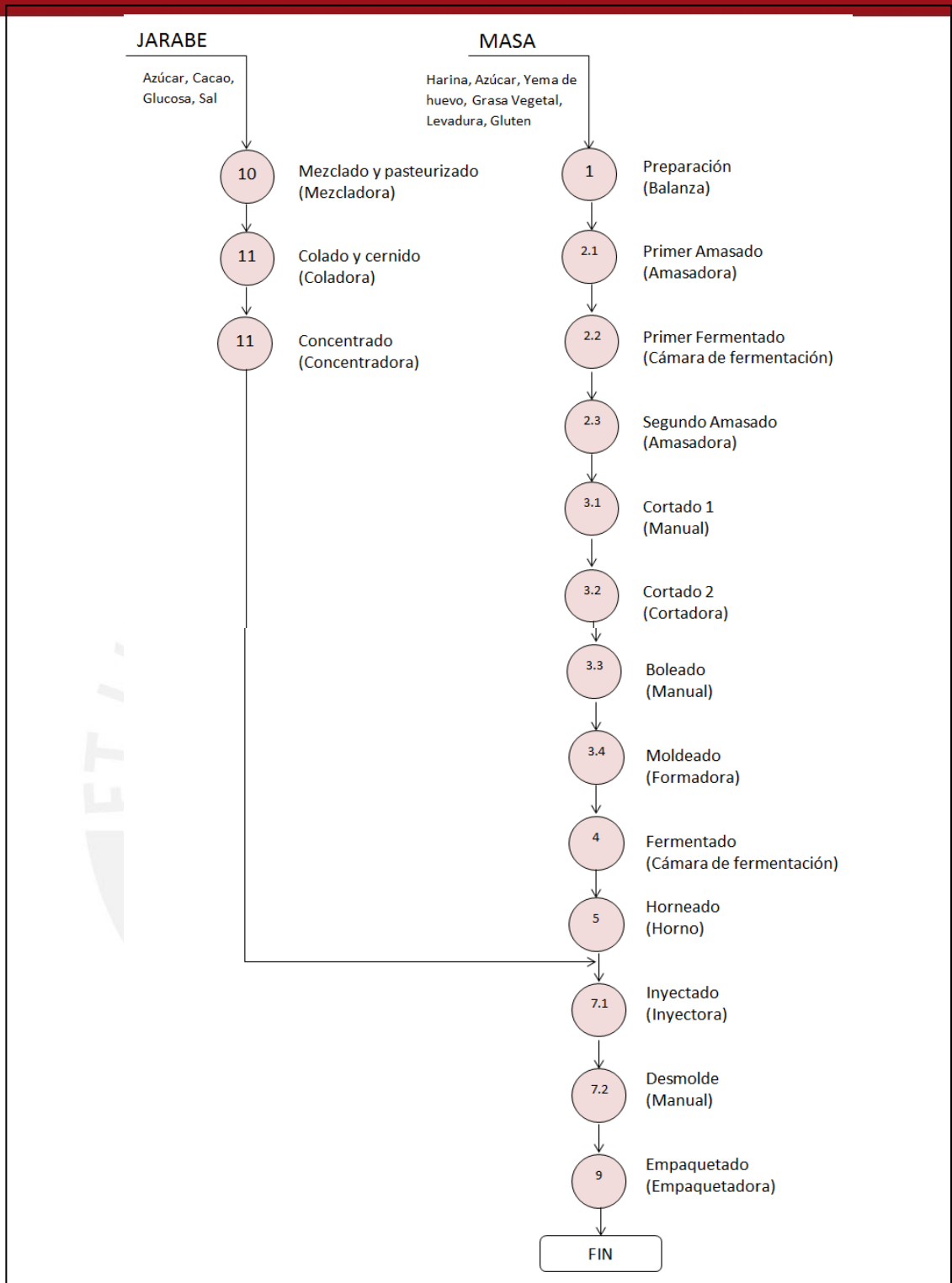


Figura 8 Diagrama de operaciones del sistema productivo de bizcochos

Elaboración Propia

## CAPÍTULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

### 3.1 Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor (VSM) del sistema productivo de la empresa

En la Figura 9 se presenta el mapa de flujo de valor (VSM) actual del sistema productivo de bizcochos. En este diagrama se puede observar el recorrido de los flujos de material e información durante todo el proceso productivo. Asimismo, se visualiza las fuentes de desperdicio y problemas de la situación actual del proceso.

Se tomará como unidad una caja de producto terminado, el cual contiene 8 tiras, cada tira contiene 6 unidades de bizcocho. Así una caja equivale a 48 unidades del producto final.

La producción diaria trabaja con 250 Kg. aproximadamente de masa y la misma cantidad de jarabe, este se reparte entre 3 sabores, chocolate, manjar y fresa. Para ello, se elaboran tres tandas al día, cada una de 85 Kg. El proceso consta de dos subprocesos principales. El primer subproceso consiste en la elaboración del jarabe y el segundo consiste en la elaboración de la masa.

Para la elaboración del VSM actual de la empresa, se utilizó la información proporcionada por la empresa. Para la programación de producción del producto en estudio se realiza una planificación de requerimiento de material MRP con una previsión de 5 semanas, para la comunicación con el proveedor se utiliza el medio electrónico, todo se realiza mediante pedidos por correo. Por otro lado, en cuanto a los pedidos de entregas de productos terminados, se generan órdenes diarias y para cumplir con todas se tiene un stock de previsión de 30 días.

Los procesos que se describirán en el VSM serán los que fueron detallados en la parte de descripción del proceso en estudio. Es así, que se detallarán para cada uno de ellos en su caja de datos correspondiente, el número de operarios, el tiempo de ciclo, el tiempo de set up, la disponibilidad, su tiempo de trabajo disponible así como el tamaño del paquete o unidad, en este caso una caja de producto terminado, 48 unidades de reyenito. Con toda la data obtenida, se puede elaborar el siguiente mapa de flujo de valor actual, detallado en la Figura 9.

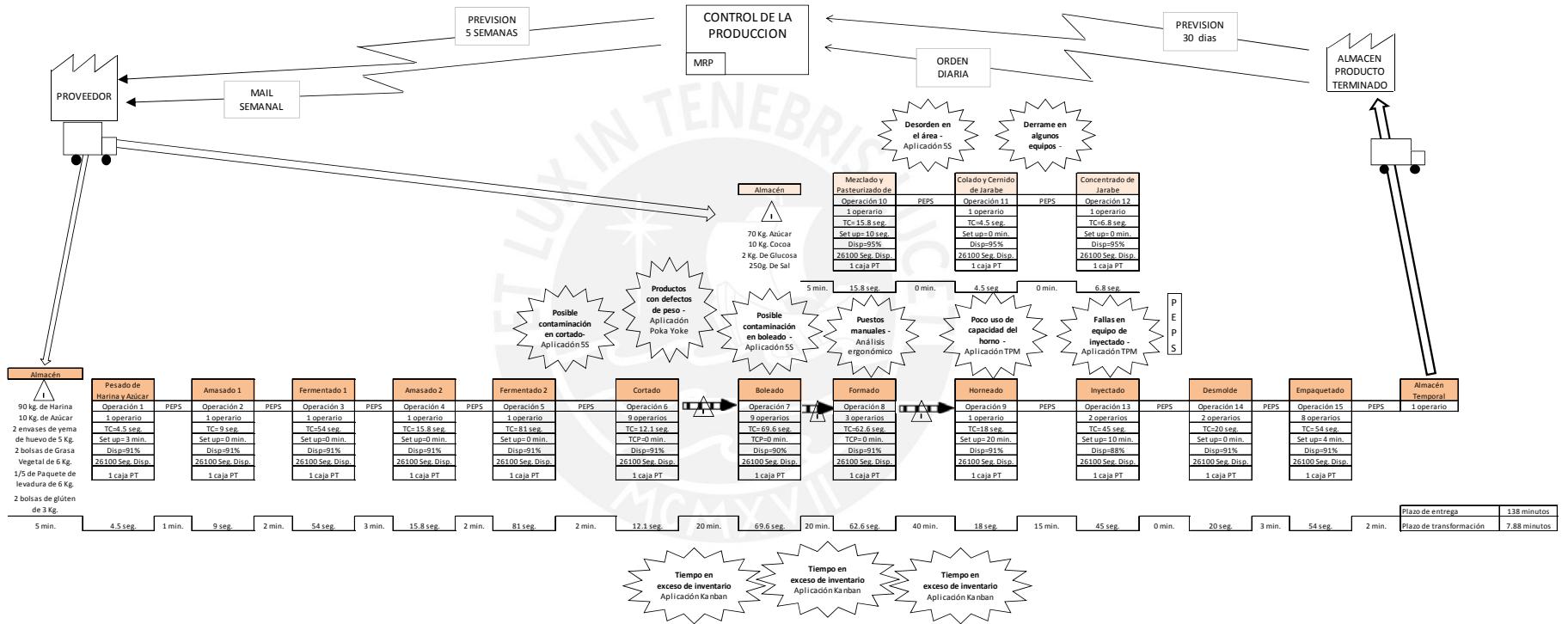


Figura 9 Diagrama de Flujo de Valor

Elaboración Propia

## 3.2 Identificación de desperdicios en la situación actual del sistema productivo

Luego de analizar el mapa de flujo de valor, se pueden determinar diversas fuentes de desperdicios. Como se explicó anteriormente, los desperdicios son cualquier actividad que consume recursos pero que no crea valor alguno para el cliente. Y precisamente, una de las formas para cumplir con los objetivos de la Manufactura Esbelta es eliminando estos desperdicios. Entre los desperdicios identificados se encuentran tiempos de espera, transporte, inventarios innecesarios, movimientos innecesarios, defectos y el desperdicio del talento humano.

### 3.2.1 Tiempos de Espera

Uno de los principales desperdicios presentes en la elaboración de bizcochos es el tiempo de espera en las distintas áreas. Como se muestra en la Figura 10, el proceso con mayor cantidad de material en espera es el Formado (que involucra boleado y moldeado), inyectado y empaquetado.

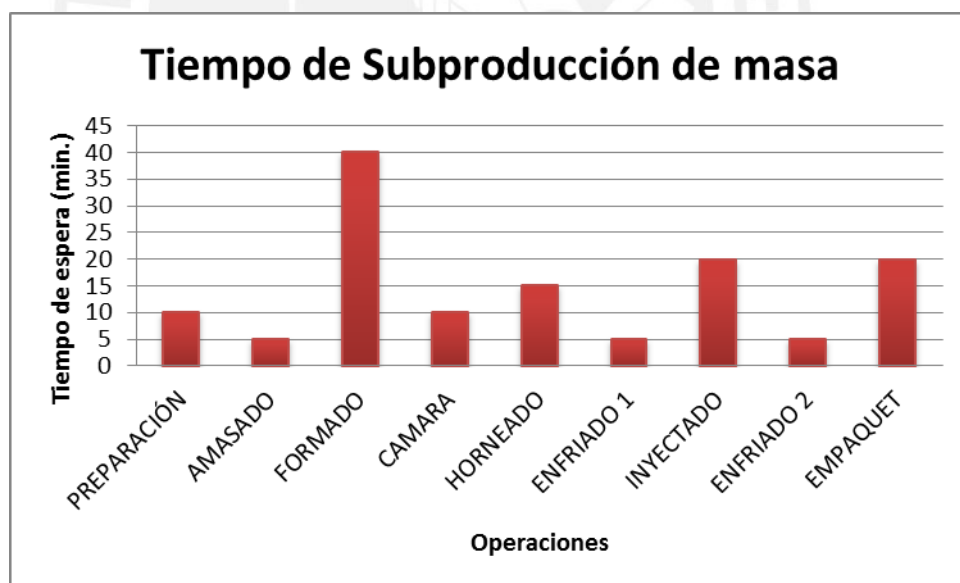


Figura 10 Tiempos de sub-producción de masa

Elaboración propia

**Boleado:** La espera en este proceso ocurre debido a que las masas de 1,425 Kg. provenientes del área de Cortado son almacenadas sobre 3 anaqueles con 24 bandejas cada uno (cada bandeja contiene 6 masas de 1,425 Kg.), hasta que se complete el lote determinado. Luego de ello, se procede a sacar cada una de las masas y dividir las en 30 bollos para posteriormente empezar el boleado. El tiempo

de espera antes de este proceso dura aproximadamente 30 minutos por 48 unidades (o bizcochos).

**Moldeado:** Los bollos esperan sobre 3 anaqueles de 27 bandejas (cada bandeja contiene 72 bollos) hasta completar un lote o la cantidad suficiente para que luego de pasar por *formado* sean llevados a la cámara de fermentación (por lo menos se debe introducir un anaquel lleno a la cámara, que contenga 80 bandejas y/o moldes de 20 bollos cada una). El tiempo de espera antes de este proceso dura 30 por minutos 48 unidades.

**Inyectado:** El tiempo de espera se ocasiona porque solo hay una máquina inyectora, por lo cual los bizcochos tienen que esperar por 20 minutos aproximadamente desde que termina el proceso de enfriado 1.

Otro desperdicio de espera importante, se da debido a los tiempos de espera cuando se tiene que probar la máquina inyectora. Debido a la falta de mantenimiento en la máquina, ésta algunas veces se obstruye impidiendo así la correcta salida del jarabe. Es por ello, que el operario debe de esperar hasta 3 minutos cada vez que vaya a usarla, para asegurarse que tenga la salida correcta. Ello a la vez, genera que se pierdan unidades de bizcochos que se usan para probar.

**Empaquetado:** Otro tiempo de espera considerado es la de los bizcochos rellenos antes de pasar al área de empaquetado; ya que éstos siguen un proceso de enfriamiento lento. Se tiene aproximadamente 10 anaqueles de 21 bandejas cada una (cada bandeja almacena 49 bizcochos rellenos). El tiempo de espera antes de este proceso dura 20 minutos.

### 3.2.2 Transporte

El transporte también es otra actividad que no agrega valor. Existen traslados que son innecesarios y que se dan debido a una distribución incorrecta de las máquinas. En la Figura 11, se observa el Diagrama de Análisis del Proceso en donde se pueden ver los distintos traslados entre áreas para 1 *bachinela*. Aquí, se identificaron los mayores traslados de las áreas de:

**Amasado a Cámara de fermentación:** En este traslado se recorren 8 metros. Se debe tener en cuenta que el proceso de traslado de amasado a fermentado se



repite 3 veces; por lo cual se convierte en una gran dificultad para mover constantemente gran cantidad material a mayores distancias.

**Horneado a Inyectado:** En este traslado se recorren 4 metros. Este recorrido es repetitivo, ya que se realiza para mover cada anaquel del horno a la inyectora. Asimismo, se debe tener en cuenta que el horno es una máquina fija, por lo cual se puede disminuir la distancia con el desplazamiento de la inyectora.

**Desmolde a empaquetado:** El recorrido realizado es de aproximadamente 15 metros. Ello, debido a que el área de empaque se encuentra alejada del área de elaboración de bizcochos, y cercana al almacén de productos terminados.

### 3.2.3 Inventarios por Sobre – Procesamiento

Estos inventarios ocurren en el área de Empaquetado, debido a que algunos bizcochos rellenos no tienen la dimensión adecuada. Por tal motivo, al momento de posicionar el bizcocho y activar la empaquetadora, parte del producto queda atrapado con la bolsa, ocasionando una pequeña abertura (muchas veces no perceptible a simple vista) por donde ingresa la humedad del ambiente, incrementando el contenido de agua en el bizcocho. Cuando este error es reconocido inmediatamente por el operario, se elimina el empaque dañado, y se vuelve a colocar el producto en la empaquetadora para volver a sellar, pero ésta vez de manera estratégica para encajar correctamente el producto en el empaque.

<b>DIAGRAMA ANALITICO DEL PROCESO</b>						Operación: _____		
<b>PROCESO:PRODUCCIÓN DE BIZCOCHO</b>						Material: _____		
<b>METODO:</b>		<input checked="" type="checkbox"/> Actual	<input type="checkbox"/> Propuesto			Hombre: _____		
DESCRIPCIÓN	Operac.	Transp.	Inspec.	Retraso	Almacen	Distanci a en metros	Tiempo en minutos	OBSERVACIONES
Desde almacén de las Materias Primas a Zona de pesado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5		
Pesado	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		47	
Desde Zona de pesado a Zona de amasado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10		
Primer amasado	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10	
Desde Zona de amasado a Cámara de Fermentación	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20		
Primer fermentado	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		60	Temperatura entre 30 – 40 °C y una humedad de 70%.
Desde Cámara de Fermentación a Zona de amasado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20		
Segundo amasado	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		50	
Desde la Zona de amasado a la Zona de corte	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12		
Cortado 1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		15	La masa será seccionada en bollos de 1,425 kg.
Desde la Zona de cortado 1 a la Zona de cortado 2	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1		
Cortado 2	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		17	La masa será seccionada en 30 unidades de 47.5 g.
Desde la Zona de cortado 2 a la Zona de Boleado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3		
Boleado	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		21	
Desde la Zona de boleado a la Zona de Moldeado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5		
Moldeado	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		29	
Desde Zona de formado a Cámara de Fermentación	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3		
Fermentado	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		40	

Desde Zona de fermentado a horneado	○ → □ D ▽	5		
Horneado	● → □ D ▽		30	
Desde la Zona de horneado a la Zona de Enfriado	○ → □ D ▽	3		
Enfriado 1	● → □ D ▽		30	
Desde la Zona de horneado a la Zona de Inyectado	○ → □ D ▽	10		Cada reyenito debajo de un inyector.
Inyección	● → □ D ▽		30	12% merma
Desde la Zona de Inyectado a la Zona de Desmolde	○ → □ D ▽	2		
Desmolde	● → □ D ▽		40	El tiempo de duración es el mismo que el inyectado
Desde la Zona de inyección a la Zona de Enfriado	○ → □ D ▽	5		
Enfriado 2	● → □ D ▽		40	
Desde la Zona de inyección a la Zona de Limpieza	○ → □ D ▽	3		
Limpieza de moldes	● → □ D ▽		30	
Desde la Zona de Enfriado 2 a la Zona de Empaquetado	○ → □ D ▽	10		
Empaquetado	● → □ D ▽		40	Se agrupan 6 paquetes y se les coloca una cinta, para luego depositar 8 en cada caja.

Figura 11 Diagrama de análisis del proceso

Elaboración propia

### 3.2.4 Inventarios Inecesarios

Estos inventarios se encuentran en casi todos los procesos de elaboración de bizcochos. Ello, debido a que los productos en proceso se almacenan en anaqueles hasta completar la cantidad suficiente (o lote) para ser trasladados a la siguiente área. Por ejemplo, antes del proceso de *Cortado*, se encuentran en espera 3 anaqueles con 24 bandejas cada uno (cada bandeja almacena 6 masas de 1,425 Kg.). En *Formado*, antes de iniciar este proceso, se encuentran 3 anaqueles con 21 bandejas cada uno (cada bandeja contiene 72 bollos). Antes del *Inyectado*, 4 anaqueles están en espera, cada anaquel contiene 20 bandejas (cada una con 20

bizcochos). Finalmente, antes del *Empaquetado*, 10 coches esperan a ingresar, cada uno con 21 bandejas (de 49 bizcochos rellenos cada bandeja). Este material en espera genera costos de utilización de espacios; asimismo, ocasiona la interrupción de los espacios de traslado entre áreas de trabajo.

### 3.2.5 Movimientos Innecesarios

Los movimientos innecesarios ocurren en su mayoría por la distribución de máquinas y de los puestos de trabajo, lo que ocasiona que se consuma tiempo de trabajo efectivo. Los procesos en donde los operarios realizan mayores movimientos y desplazamientos sobrantes son Cortado, Boleado, Formado y Desmoldado.

**Cortado:** En este proceso los operarios deben desplazar las bandejas con masas de 1,425 Kg. hasta los anaqueles; es decir, se desplazan de su puesto de trabajo, para traer bandejas vacías y llevarlas llenas a los anaqueles.

Asimismo, el operario que activa las máquinas cortadoras, debe desplazarse a coger cada masa de 1,425 Kg. de los anaqueles y llevarlas hacia las cortadoras; para ello, debe posicionarlas e inclinarse para activar cada cortadora (ya sea la manual o automática), pues no se encuentran ubicadas a la altura y alcance del operario. Finalmente, cuando tiene las masas cortadas en bollos, debe girar con el material y tirarlo sobre las mesas de Boleado.

**Boleado:** El operario de cortado lanza los bollos hacia el centro de la mesa de boleado; mientras, los operarios de boleado están ubicados alrededor de la mesa (lo que dificulta su alcance) y deben estirarse para llegar hacia el centro, ello ocasiona que se realicen movimientos que consumen tiempo y esfuerzo.

**Moldeado:** Los operarios reciben los cilindros (resultado del procesamiento en la formadora), los estiran y los colocan sobre los moldes, los cuales se encuentran apilados en frente de ellos. Cuando se encuentran muchos moldes apilados (que se da la mayoría de las veces) los operarios tienen que estirarse hacia la última bandeja para dejar los cilindros. Dichos movimientos consumen energía y junto a ello se debe considerar el agotamiento por calor del ambiente y la velocidad a la que tiene que hacerse el proceso (debido a que los cilindros salen por una faja transportadora a alta velocidad).

**Desmoldado:** El operario de este puesto tiene que agrupar los bizcochos inyectados para colocarlas en bandejas más grandes y una vez que tenga la bandeja completa deberá ubicarlas sobre anaqueles. Este proceso implica el desplazamiento del operario de su puesto de trabajo a traer y llevar bandejas vacías y llenas respectivamente.

### 3.2.6 Defectos

Los mayores defectos se dan en el área de cortado, boleado, formado, inyectado y empaque. En el área de **Cortado**, el operario por medio del uso de una máquina cortadora, secciona el bollo de 1,4 Kg. en 30 bollos pequeños 47.5 gramos cada uno. En algunos casos, los operarios de **Boleado** detectan visualmente a los bollos que tienen tamaño mayor o menor a lo establecido, y lo comprueban mediante el uso de una balanza. Cuando se comprueba que no poseen el peso adecuado se colocan sobre una bandeja de mermas; para que posteriormente, finalizado el lote puedan agregar o quitar masa hasta que tenga el peso adecuado. Debido a que el proceso de inspección no es tan certero, se pueden pasar bollos con el peso errado.

Asimismo, durante el **Boleado** y **Moldeado**, se caen los bollos por la mala manipulación de los operarios; en este caso, se desecha el producto completamente.

Por otro lado, para el área de **Inyectado** se generan mermas debido a problemas con la máquina inyectora. Ello ocurre por falta de mantenimiento preventivo, ya que al iniciar el proceso algunas de las salidas de la inyectora se encuentran obstruidas, lo que provoca que el bizcocho no reciba la cantidad adecuada de jarabe. Puede llegar a recibir más o menos, en ambos casos se tiene que retirar al lado de mermas.

En el área de **Empaque**, al momento de sellar bizcochos rellenos con mayor tamaño al estándar se genera una pérdida tanto de la bolsa de empaque como del bizcocho; algunos pueden reprocesarse con la colocación estratégica del producto al momento de sellarse, pero de no ser factible, se desechan.

### 3.2.7 Talento Humano

Este desperdicio también se encuentra presente no sólo en la elaboración de bizcochos, sino en la empresa. Muchos de los operarios poseen varios años

trabajando al servicio de la compañía y con ello, acumulado muchas experiencias debido a su trabajo. Se apreció que los trabajadores todavía no son conscientes de que participan en la elaboración de un producto de consumo y que por ello deben de tomar el debido cuidado. Asimismo, algunos de ellos no usaban implementos de seguridad pese a que la empresa se los brindaba. También, no se observó que vigilaran por aumentar la eficiencia y productividad de los equipos y de los puestos de trabajo (no se manejan indicadores), y falta compromiso para con la compañía.

La empresa realiza actividades de integración en días festivos, pero falta potenciar y mejorar el clima laboral actual, mediante el cual se pueden desarrollar actividades en donde los colaboradores brinden sus opiniones y sugerencias en su puesto de trabajo y para la empresa, de tal manera que se perciba el crecimiento de la empresa a partir de las ideas de sus trabajadores directos e indirectos. Por ello, sería muy redituable crear incentivos de participación del personal, como la premiación de ideas de mejora e incremento en su productividad a base de indicadores.

### 3.3 Situación Actual de equipos del sistema productivo

#### 3.3.1 Diagnóstico del mantenimiento actual en la empresa

Como menciona Coetzee (1998), el objetivo principal de la auditoría de mantenimiento es determinar el estado actual de implementación del mantenimiento en la empresa y compararla con un juego de normas predefinidas para establecer si se realiza una mejora o no. Para ello, se ha determinado cinco factores fundamentales para la evaluación del mantenimiento en la planta, como son: Organización, Planeamiento, Programación, Personal, Ejecución y Supervisión del Mantenimiento. Cada uno de estos factores involucra subcategorías, las cuales detallan las actividades realizadas en cada uno de los ítems.

En cuanto a la *Organización del Mantenimiento*, la empresa no tiene una política sólida, ya que existe un área de mantenimiento poco desarrollada en donde se realizan mantenimiento reactivo en su mayoría, y no hay una evaluación del impacto económico ni de las responsabilidades del personal encargado. No se ejecuta el *Planeamiento del Mantenimiento*, debido a que no existe un plan de mantenimiento para máquinas y equipos a corto y largo plazo.

Asimismo, las inspecciones que se realizan no están establecidas, se dan cuando se presenta un problema en las máquinas (es decir, son reactivas). En cuanto a la *Programación del Mantenimiento*, existe un cronograma de mantenimiento preventivo; sin embargo, nunca se cumple debido a que los operarios son poli funcionales y prefieren darle prioridad a otras actividades como las productivas.

El *Personal de Mantenimiento* no se encuentra suficientemente capacitado, ya que cuando existe un error de máquinas que paraliza la planta, en su mayoría de veces se procede a contactar con personal externo para la reparación. Asimismo, no son responsables por el mantenimiento de sus equipos y área de trabajo. Si se trata de la *Ejecución y Supervisión del Mantenimiento*, no existen registros históricos sobre reparación de equipos, mientras que existe un grupo reducido de trabajo que se encarga de la reparación de equipos y que no elabora un plan de trabajo, además de no mantener comunicación constante con el personal de la elaboración de bizcochos.

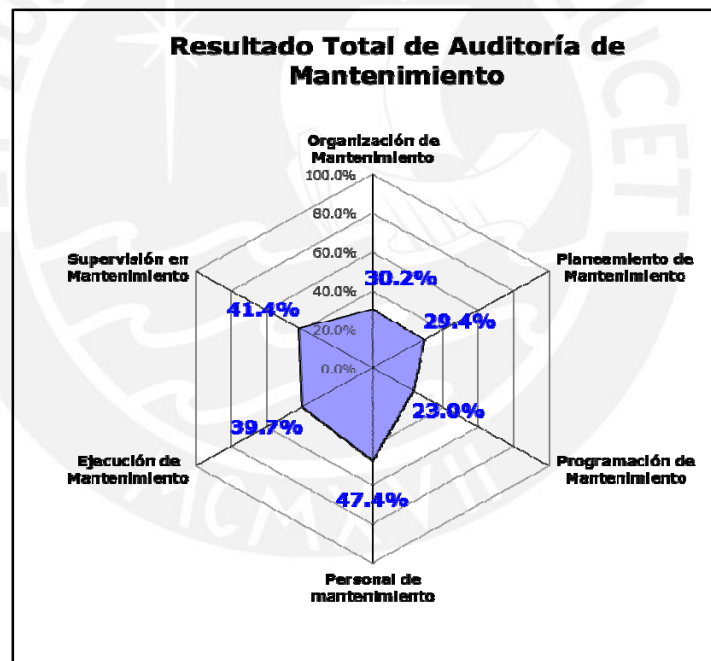
Con estos antecedentes se procedió a la asignación de puntajes para determinar la importancia tanto de los factores como de las actividades involucradas

(Ver ANEXO 1). En la Tabla 1 se muestran los resultados, de la auditoría de mantenimiento, en donde el factor con mayores deficiencias son la programación y planeamiento del mantenimiento, con 23% y 29.4% respectivamente.

**Tabla 1 Resultados Auditoría de Mantenimiento**

AUDITORIA DE MANTENIMIENTO				
Categoría de auditoría:	Todas	Unidad de Operación:	Total	
		Fecha:	05/05/2013	
Nº	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
1	Organización de Mantenimiento	10	30.2%	30.2%
2	Planeamiento de Mantenimiento	10	29.4%	29.4%
3	Programación de Mantenimiento	10	23.0%	23.0%
4	Personal de mantenimiento	10	47.4%	47.4%
5	Ejecución de Mantenimiento	10	39.7%	39.7%
6	Supervisión en Mantenimiento	10	41.4%	41.4%
<b>Total</b>		<b>60</b>		<b>35.2%</b>

Elaboración Propia



**Figura 12 Resultados Auditoría de Mantenimiento**

Elaboración Propia

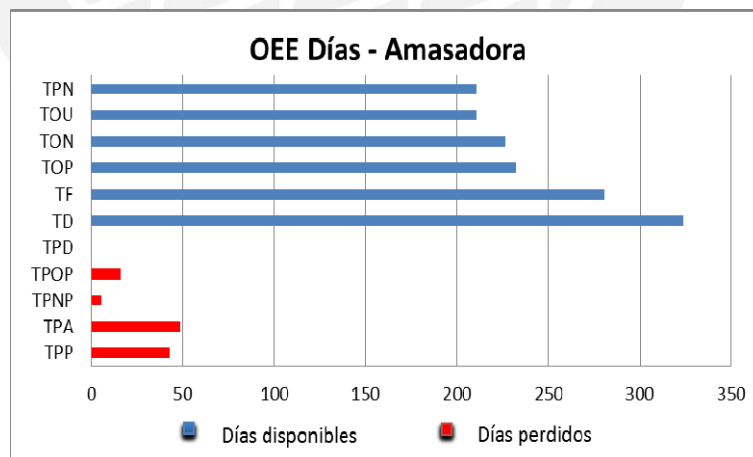
### 3.3.2 Cálculo de la Efectividad Global de los equipos (OEE)

Actualmente, la empresa no posee indicadores para medir la eficiencia de sus máquinas. Para conocer el estado actual del uso de equipos se procedió al cálculo de las OEE de cada uno, identificando los tiempos perdidos en las distintas máquinas usadas en el proceso de elaboración de bizcochos, como son:



- TPN: Tiempo productivo neto
- TOU: Tiempo de operación utilizable
- TON: Tiempo de operación neta
- TOP: Tiempo del periodo de operación
- TF: Tiempo de funcionamiento
- TD: Tiempo disponible
- TDP: Tiempo perdido por defectos
- TPOP: Tiempo perdido por operación
- TPNP: Tiempo de parada no planificada por equipos
- TPA: Tiempo de preparación de equipos
- TPP: Tiempo de parada planificada

**Amasadora:** Se puede visualizar que la máquina posee un tiempo productivo neto de 210 días al año de los 324 días disponibles. Ello, porque las amasadoras no se encuentran funcionando todo el día, pues existen paradas para el cambio de lote, que involucra limpieza de las *bachinelas* y el traslado de la materia prima a las amasadoras. Asimismo, se debe tener en cuenta que existen 4 amasadoras (3 *bachinelas*); sin embargo se usan sólo 3 por lote. Con estos datos se ha calculado el OEE obteniendo 75%. De ello, se concluye que las amasadoras se encuentran disponibles al 80.8%, y tiene un alta tasa de eficiencia y de calidad del equipo y producto, ya que no se perciben perdidas en el producto.

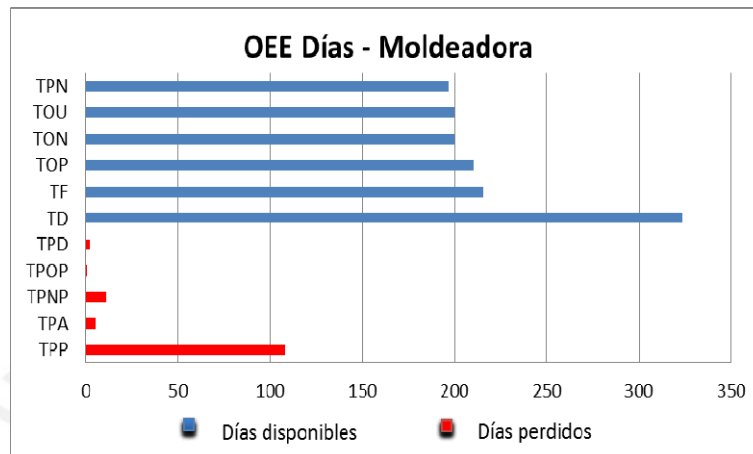


A (Disponibilidad)	=	80.8%
n (Eficiencia de equipo)	=	92.9%
q (Tasa de calidad)	=	100.0%
<b>OEE</b>	=	<b>75.0%</b>

**Figura 13 OEE Amasadora**

Elaboración Propia

**Moldeadora:** La máquina posee un tiempo productivo neto de 197 días al año de los 324 días disponibles. Ello, porque la moldeadora sólo funciona cuando haya lotes disponibles a producirse. Con los tiempos perdidos se obtiene un OEE 91.3%. De ello, se concluye que las amasadoras se encuentran disponibles al 92.5%, y tiene un alta tasa de eficiencia (100%), ya que la calidad del producto radica en la manipulación de las masas por el operario, obteniendo una tasa de calidad de 98.6%.

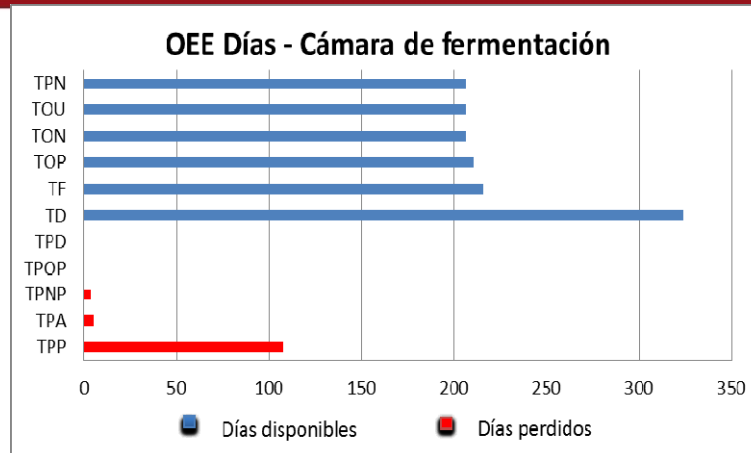


A (Disponibilidad)	=	92.5%
n (Eficiencia de equipo)	=	100.0%
q (Tasa de calidad)	=	98.7%
<b>OEE</b>	=	<b>91.3%</b>

**Figura 14 OEE Moldeadora**

Elaboración Propia

**Cámara de fermentación:** La máquina posee un tiempo productivo neto de 206 días al año de los 324 días disponibles. La cámara de fermentación es uno de los equipos más costosos del proceso, se encuentra funcionando todo el día, y solo presenta paradas cuando se realizan ajustes determinados a lo largo del año. Asimismo, se concluye que posee un OEE de 95.6%; de ello, se tiene una disponibilidad de 95.6%, ya que se encuentra la mayor parte del tiempo en funcionamiento como se mencionó anteriormente. Por otro lado, la eficiencia y calidad del equipo es del 100%, pues no se generan mermas a causa del proceso, ya que existe supervisión constante por parte del operario a cargo.

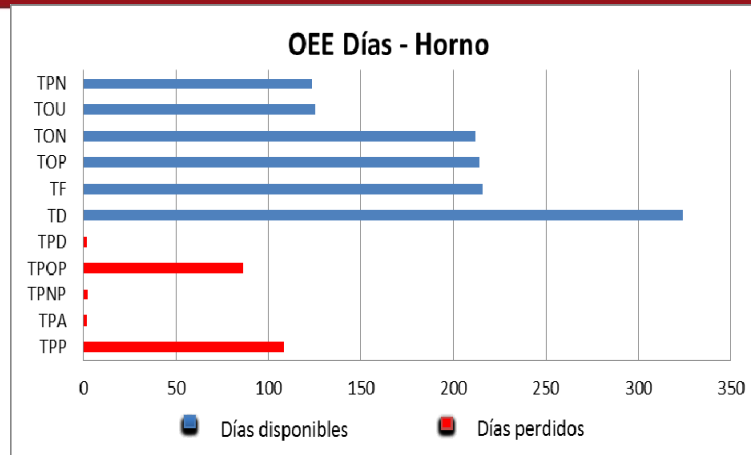


A (Disponibilidad)	=	95.6%
n (Eficiencia de equipo)	=	100.0%
q (Tasa de calidad)	=	100.0%
<b>OEE</b>	=	<b>95.6%</b>

**Figura 15 OEE Cámara de fermentación**

Elaboración Propia

**Horno:** Posee un tiempo productivo neto de 124 días al año de los 324 días disponibles. Se debe colocar mayor énfasis en el uso de esta máquina, ya que es la más costosa de las presentes a lo largo del proceso. El horno permanece encendido durante tiempos determinados del día mientras se procesa los bizcochos, pero existen vacíos de 2 horas, ya que no hay productos que cocinar; por este motivo, se procede a apagar el horno para reducir el consumo de energía, pero se procede a encenderlo terminando dicho periodo, los cuales involucran un tiempo de setup muy marcado de 30 minutos, que complica el proceso. Por último, presenta un OEE de 57.6%, con una disponibilidad de 98.1%, ya que se puede usar inmediatamente se tenga los bizcochos salidos de cámara de fermentación; una eficiencia de 59.2%, ya que se encuentra detenida en el cambio de lote y un 98.6% de tasa de calidad, puesto que las fallas por defectos son reconocidos inmediatamente, ya que se supervisan los bizcochos a lo largo de su recorrido por la cámara, para evitar que estos se cosan menos o más de lo establecido.

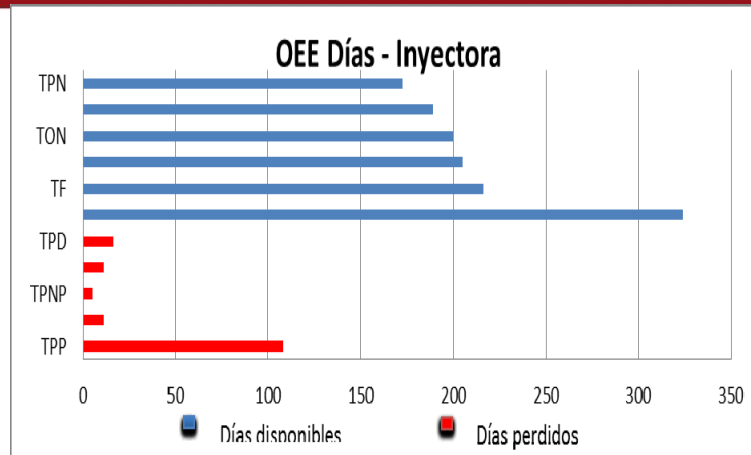


A (Disponibilidad)	=	98.1%
n (Eficiencia de equipo)	=	59.2%
q (Tasa de calidad)	=	98.6%
<b>OEE</b>	=	<b>57.2%</b>

**Figura 16 OEE Horno**

Elaboración Propia

**Inyectora:** Posee un tiempo productivo neto de 173 días al año de los 324 días disponibles. Al ser la única máquina de su tipo, se convierte en un cuello de botella, el cual lo convierte en una de las principales en el proceso, ya que de ocurrir un error, se paralizaría la producción del siguiente lote, ya que en este proceso se realizan los desmoldes de los bizcochos, para que los moldes luego de ser limpiados sean llevados al área de formado para producir el siguiente lote. Presenta un OEE de 80%, con una disponibilidad de 92.5%, eficiencia de 94.6%, y una tasa de calidad de 91.4%; este último ocasionado porque durante el inyectado el bizcocho puede quedar manchado jarabe ser desperdiciado o en otras ocasiones se puede inyectar menos del estándar, por lo cual se tiene que reprocesar.

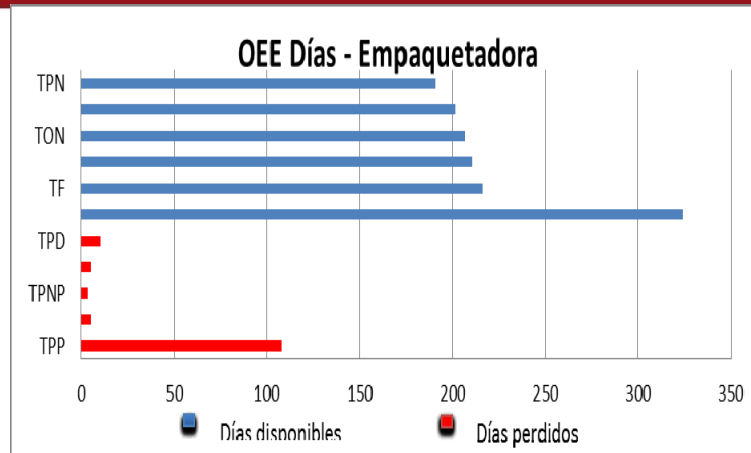


A (Disponibilidad)	=	92.5%
n (Eficiencia de equipo)	=	94.6%
q (Tasa de calidad)	=	91.4%
<b>OEE</b>	=	<b>80.0%</b>

**Figura 17 OEE Inyectora**

Elaboración Propia

**Empaquetadora:** Posee un tiempo productivo neto de 198 días al año de los 324 días disponibles. Esta máquina se utiliza a partir de las 2pm, ya que tiene que esperar que se encuentre terminado un lote de bizcochos con jarabe. Presenta un OEE de 88.3%, con una disponibilidad de 95.8%, eficiencia de 97.4%, y una tasa de calidad de 94.6%. El principal problema de la empaquetadora, es que se tienen que reprocesar el sellado de bizcochos, debido a que la pinza selladora no se encuentra correctamente calibrada (a la temperatura adecuada).



A (Disponibilidad)	=	95.8%
n (Eficiencia de equipo)	=	97.4%
q (Tasa de calidad)	=	94.6%
<b>OEE</b>	=	<b>88.3%</b>

**Figura 18 OEE Empaquetadora**

Elaboración Propia

### 3.4 Identificación de problemas cruciales de la gestión del sistema productivo

Conforme a la Figura 9, el mapa de flujo de valor actual muestra que existen problemas importantes a solucionar. Uno de los problemas principales y básicos que se observa son las condiciones en las áreas de trabajo. Muchos de los procesos no se dan en las condiciones adecuadas, pues existe un poco de desorden. Para ello se aplicará la metodología de las 5'S. Los operarios no se encuentran muy comprometidos con sus labores, mediante el uso de esta herramienta se podrá crear conciencia y mejorar la participación de los trabajadores. De igual forma, las áreas en las que se realizan procesos manuales, cortado, boleado y formado, pueden ser fuente de contaminación para los productos en proceso, pues no se realiza un determinado control para verificar que los operarios estén usando sus implementos de seguridad. Aquí también mediante la aplicación de 5'S se logrará reducir los riesgos sanitarios de contaminación a los productos mediante la implementación de un plan de control de la indumentaria correspondiente en los operarios.

Otro de los problemas importantes es la baja productividad de los equipos debido a dos puntos importantes: paradas imprevistas y uso ineficiente del equipo. Un caso particular para las paradas imprevistas se encuentra en la máquina para la

preparación de jarabes. Debido a que no se le da el mantenimiento adecuado, la máquina no alcanza la temperatura adecuada para empezar el proceso de mezclado y pasteurizado. Por ello, se aplicará las herramientas del Mantenimiento Productivo Total para lograr mejorar el mantenimiento preventivo a estas máquinas. Por otro lado, en cuanto poco uso eficiente del equipo, se encuentra el horno eléctrico. Este equipo consume una gran cantidad de energía debido al proceso que realiza, es por ello que debe aprovecharse al máximo el uso de su capacidad, para así tratar de minimizar los costos fijos. Para este caso, se analizará la verdadera capacidad del horno y se implementará el plan para llevar a cabo esta propuesta. Como una medida de control y seguimiento se usarán los indicadores OEE del Mantenimiento Productivo Total.

Conforme a la Figura 9, se observa que en el proceso de inyectado se tiene la menor disponibilidad de todos los procesos, 88%. Ello se debe a que la máquina inyectora presenta inconvenientes en su uso, debido a la falta de mantenimiento impide que inyecte la cantidad adecuada de jarabe en los bizcochos creando una gran cantidad de productos no conformes. Para ello, se aplicará las herramientas de mantenimiento para así mejorar su funcionamiento, también se desarrollarán indicadores para su control.

Otro punto importante a resolver es el tiempo excesivo de los inventarios esperando, lo que causa desperdicios de tiempo de espera y de inventario. Estos problemas se presentan al ingreso de los procesos de boleado, formado y horneado. Se observa que se tiene que esperar que se llenen los anaqueles con bandejas para que recién puedan ingresar al siguiente proceso, aquello causa que algunos productos lleguen a esperar hasta 40 minutos para poder ser procesados. Por ello, sería se aplicarán las herramientas del Justo a Tiempo, mediante el método Kanban y de esta forma conseguir un flujo más continuo sin tiempos consumidos en esperas.

Como resumen para los problemas cruciales encontrados en el sistema productivo se aplicarán las respectivas herramientas de Manufactura Esbelta que permita el desarrollo de la mejora adecuada. En la Tabla 2, se puede observar las herramientas a aplicar para cada situación de mejora.

Tabla 2 Matriz de selección de herramientas

Situación de Mejora	Herramienta Lean a aplicar
Tiempo de espera inventarios	JIT
Desbalance Carga de Trabajo	JIT
Traslados innecesarios	JIT
Orden y limpieza en áreas de trabajo	5'S
Limpieza de equipos	TPM
Baja productividad de equipos	TPM

Elaboración Propia





## CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

En este capítulo, se procederá a explicar de una forma más detallada la aplicación de las herramientas de Manufactura Esbelta para el caso en estudio. Para la elección de la herramienta a aplicar se analizó la situación actual mediante observaciones, consultas y auditorías, de forma que permitan asegurar y comprender de una mejor forma la situación real del proceso en estudio.

### 4.1. Aplicación de *Just in Time*

La empresa actualmente sigue un programa de producción tomando como base a un lote de producción. Como se explicó en puntos anteriores, la forma de producción es por lote y a cada lote de producción le corresponden 3 ollas o bachelas. La planta trabaja desde las 7:00 hasta las 22:00 horas tiempo en el cual llega a procesar 3 lotes al día, las que corresponden a 35,640 unidades.

En la Figura 19, se detalla la distribución de tiempo asignado a cada proceso actual para la elaboración de un día de producción. Se puede observar la cantidad de personas asignadas a cada proceso para cada hora en el día. La empresa cuenta con 24 operarios para realizar las funciones en los procesos desde amasado hasta antes del empaquetado. Para este último proceso se cuenta con 6 operarios adicionales que provienen de otras áreas o que se contratan para hacer exclusivamente este proceso. Como se observa, en cada hora no todos los operarios se encuentran trabajando en alguna operación que genere valor al proceso.

Actualmente, se procesa realizan 3 lotes diarios. Se procesa esta cantidad debido a que se disponen de una cantidad determinada de moldes, el cual es un recurso que se utiliza al final del proceso de moldeado, esta cantidad limitada ocasiona que solo se pueda procesar como máximo 3 ollas por lote, ocasionando con ello no solo trabajar con una menor producción de la ideal sino también que no se de utilización completa de los equipos como las amasadoras. El área cuenta con 4 amasadoras, las cuales se encuentran en buen estado y funcionando, pero debido a la restricción de las bandejas solo utilizan 3 de ellas.

	05:00 a.m.	05:30 a.m.	06:00 a.m.	06:30 a.m.	07:00 a.m.	07:30 a.m.	08:00 a.m.	08:30 a.m.	09:00 a.m.	09:30 a.m.	10:00 a.m.	10:30 a.m.	11:00 a.m.	11:30 a.m.	12:00 p.m.	12:30 p.m.	01:00 p.m.	01:30 p.m.	02:00 p.m.	02:30 p.m.	03:00 p.m.	03:30 p.m.	04:00 p.m.	04:30 p.m.	05:00 p.m.	05:30 p.m.	06:00 p.m.	06:30 p.m.	07:00 p.m.	07:30 p.m.	08:00 p.m.	08:30 p.m.	09:00 p.m.	09:30 p.m.	10:00 p.m.					
	AMASADO (2 pers.)							AMASADO (2 pers.)							AMASADO (2 pers.)																									
			LABRADO (13 pers.)								LABRADO (13 pers.)						LABRADO (13 pers.)																							
				FERMENTADO								FERMENTADO							FERMENTADO																					
						HORNEADO (4 pers.)									HORNEADO (4 pers.)								HORNEAD O (4 pers.)																	
									ENFRIADO 1								ENFRIADO 1							ENFRIADO 1																
										INYECTADO (7 pers.)								INYECTADO (7 pers.)							INYECTAD O (7 pers.)															
										ENFRIADO 2								ENFRIADO 2							ENFRIADO 2															
																	EMPAQUETADO (6 pers.)						EMPAQUETADO (6 pers.)													EMPAQUETAD O (6 pers.)				
<b>Cantidad Personas</b>	2	2	2	2	13	13	13	13	2	2	6	6	24	20	20	13	2	2	12	12	30	26	20	19	6	6	10	4	11	7	7	6	6	6	6	6				
<b>Cantidad Moldes</b>	0	0	0	0	149	149	149	149	0	0	0	0	149	149	149	149	0	0	0	0	149	149	149	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Figura 19 Distribución de Carga de Trabajo Actual

Elaboración Propia

De igual forma, el horno no es utilizado eficientemente, pese a que es un equipo que consume gran cantidad de energía. Este equipo tiene un tiempo determinado de set up, tiempo en el cual se consume energía pero no se genera valor al producto en proceso. Es por ello, que es importante buscar una mayor utilización del mismo, permitiendo generar así un ahorro en los costos. Para la propuesta se propone plantear una distribución de carga de trabajo que genere una mayor utilización de los equipos, los cuales a su vez permitan aumentar la cantidad producida. Como se observa en la Figura 20, la nueva distribución de carga de trabajo permite crear un flujo más continuo de producción. Los procesos se realizan de una forma más continua, generando así ocupar más tiempo del día de trabajo en darle valor al producto. De igual forma se consigue darle un mejor uso al tiempo disponible de los operarios.

Para la propuesta, se plantea utilizar las 4 amasadoras para la producción de 1 lote, de esta forma por día se producirán 12 ollas a diferencia de las 9 que se producen actualmente. Esta cantidad de producción se podrá lograr aún con menos horas de trabajo, pues como se observa en la Figura 20, el personal interno trabajará 12.5 horas, desde la 07:00 hasta las 19:30, comparadas a las 13 horas anteriores. En la Tabla 3, se muestra a cuanto aumentaría la cantidad producida con la propuesta así como las horas-hombre requeridas.

**Tabla 3 Producción y Horas trabajadas actual y propuesta**

	Actual	Propuesto
<b>Horas - Hombre Diaria</b>	12.5	13
<b>Producción Diaria (Unid.)</b>	35 640	47 520

Elaboración Propia

Para procesar esta cantidad también se necesitarán más moldes debido al aumento de la cantidad a producir. La empresa cuenta actualmente con 620 moldes, para la propuesta se necesitarán 1 056 moldes. Por ello, para la implementación de esta propuesta se deberían adquirir 436 moldes adicionales.

09

	05:00 a.m.	05:30 a.m.	06:00 a.m.	06:30 a.m.	07:00 a.m.	07:30 a.m.	08:00 a.m.	08:30 a.m.	09:00 a.m.	09:30 a.m.	10:00 a.m.	10:30 a.m.	11:00 a.m.	11:30 a.m.	12:00 p.m.	12:30 p.m.	01:00 p.m.	01:30 p.m.	02:00 p.m.	02:30 p.m.	03:00 p.m.	03:30 p.m.	04:00 p.m.	04:30 p.m.	05:00 p.m.	05:30 p.m.	06:00 p.m.	06:30 p.m.	07:00 p.m.	07:30 p.m.	08:00 p.m.	08:30 p.m.	09:00 p.m.	09:30 p.m.	10:00 p.m.							
	AMASADO (2 pers.)		(2 pers.)		AMASADO (2 pers.)		(2 pers.)		AMASADO (2 pers.)		(2 pers.)																															
					LABRADO (13 pers.)				LABRADO (13 pers.)				LABRADO (13 pers.)																													
							FERMENTADO						FERMENTADO						FERMENTADO																							
							HORNEADO (4 pers.)				HORNEADO (4 pers.)				HORNEADO (4 pers.)																											
							ENFRIADO 1				ENFRIADO 1				ENFRIADO 1																											
							INYECTADO (7 pers.)				(5 pers.)				INYECTADO (7 pers.)				INYECTADO (7 pers.)																							
							ENFRIADO 2				ENFRIADO 2				ENFRIADO 2																											
													EMPAQUETADO (6 pers.)				EMPAQUETADO (6 pers.)				EMPAQUETADO (6 pers.)																					
<b>Cantidad Personas</b>	2	2	2	2	15	15	15	15	15	15	19	19	26	26	22	22	24	24	28	28	24	24	10	10	15	15	11	11	6	6	0	0	0	0	0	0						
<b>Cantidad Moldes</b>	0	0	0	0	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	0	0	0	0	0	0							

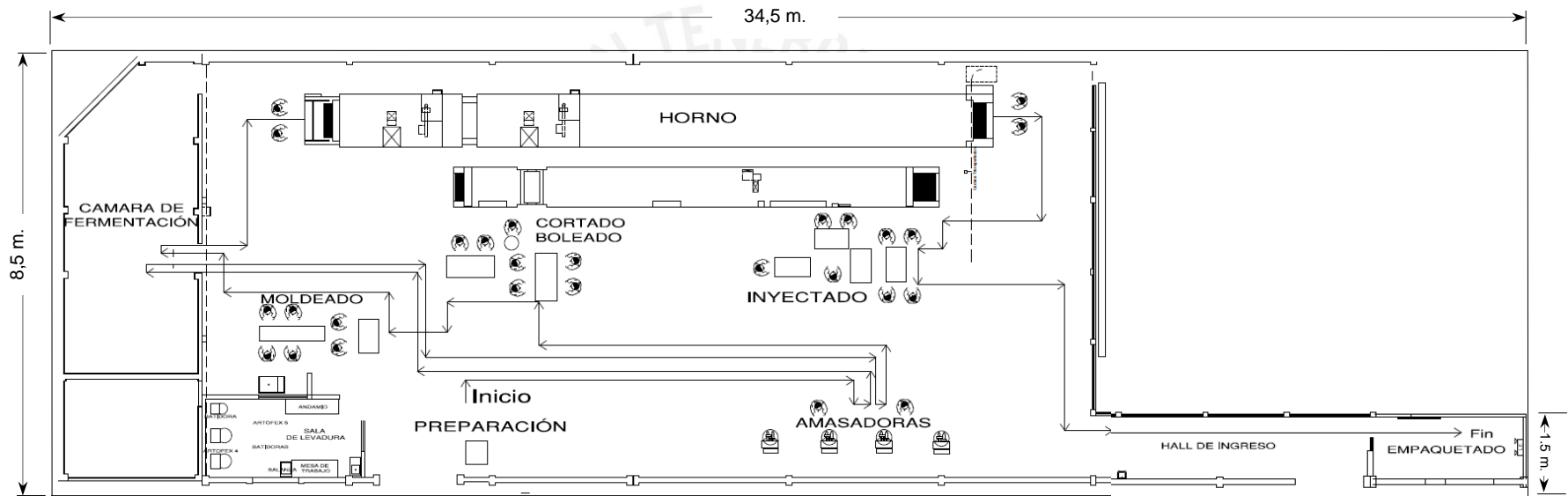
Figura 20 Distribución de Carga de Trabajo Propuesta

Elaboración Propia

Cómo va a aumentar la capacidad de producción de la planta es necesario que se reduzcan los desperdicios actuales para lograr un adecuado flujo con la nueva programación. Actualmente, al analizar los recorridos de los materiales en proceso, se determinó que muchos de ellos no son los adecuados, debido a que no existe una buena distribución de los equipos y procesos de forma que permitan un flujo más continuo y óptimo. Como se observa en la Figura 21, existen muchos cruces entre los traslados de los productos en proceso, los cuales además de evitar una circulación adecuada, generan un aumento en el consumo del tiempo pues se consume tiempo en recorridos que no agregan valor al proceso.

Por el mismo lado, no se observa una utilización efectiva de todo el espacio disponible debido a la posición de los equipos. En él área existen algunos equipos que no son utilizados, debido a que se encuentran en reparación o inutilizables. Considerando que se trabaja con una distribución por proceso, se propone un nuevo ordenamiento entre procesos y equipos de forma que facilite un óptimo recorrido.

Como se observa en la Figura 22, Distribución Propuesta, se plantea ubicar las amasadoras más cerca de la cámara de fermentación y cerca al ingreso de materia prima, pues estos dos procesos son anteriores y posteriores al amasado, a diferencia de la posición actual en la que se encuentran de extremo a extremo. De igual forma, en los procesos de boleado y formado que son consecuentes existen traslados de productos en proceso por medio de anaqueles. Estos anaqueles generan congestión en el ingreso al área de formado y se crea un ambiente de trabajo abarrotado de anaqueles con mucho producto en proceso en espera. Además de ello, el operario del proceso anterior (boleado) debe estar atento a la disponibilidad de material para procesar al ingreso de formado y conforme a ello, reubicar nuevos anaqueles con nuevo material disponible. Con ello, se observa que se realizan no solo varios traslados innecesarios, que generan consumo de tiempo, sino también consumo del tiempo del operario en la manipulación de anaqueles. A partir de ello se propone, ubicar estos procesos uno a continuación de otro de forma de evitar el traslado de anaqueles, ya estos se ubicarían entre los dos procesos. De igual forma, se realizaría un abastecimiento más rápido y continuo de material para procesar pues las áreas son consiguientes, logrando utilizar mejor el tiempo del equipo de formado dada su velocidad de procesamiento.



**Figura 21 Diagrama Spaghetti Actual**  
 Elaboración Propia

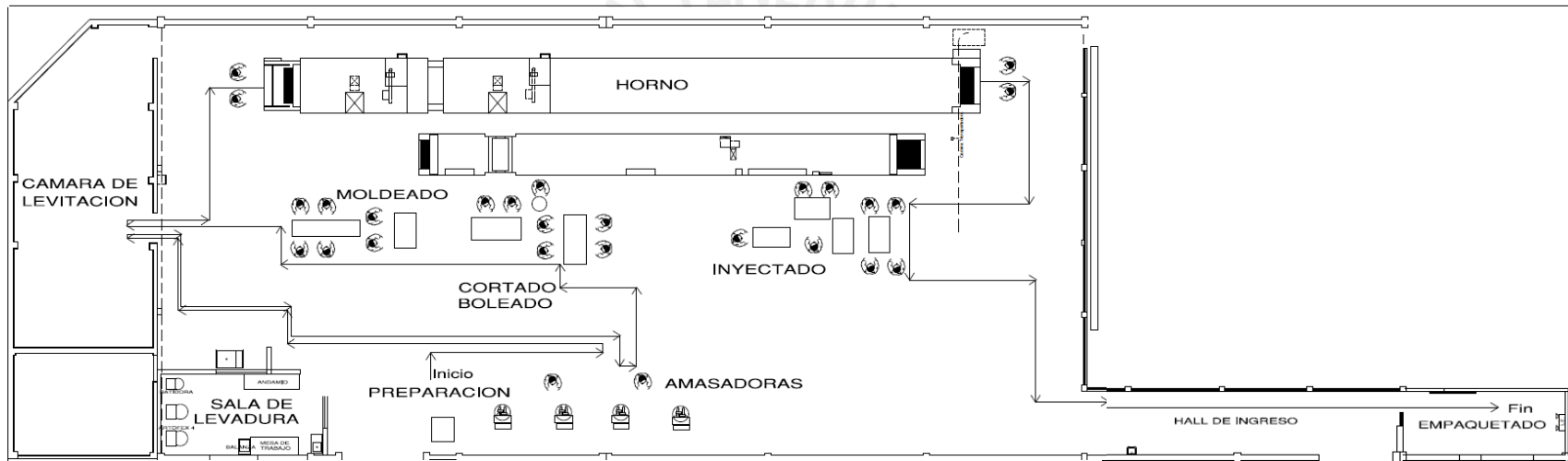


Figura 22 Diagrama Spaghetti Propuesto

Elaboración Propia

Con estas modificaciones en la distribución de los procesos se logrará crear un flujo de material más continuo y óptimo, en base a la eliminación de desperdicios que se daban en cuanto a los traslados y al consumo de tiempo en movimientos. Ello también lleva a obtener un flujo de material más simple que logra a la vez una mejor supervisión y análisis sobre si se están realizando mejor las cosas. Según Hirano (1991), la simplicidad en el recorrido de los productos en proceso permite poner en evidencia problemas que puedan ocurrir en el sistema. De esta forma, se puede actuar en el momento adecuado y permitir plantear soluciones oportunas.

## 4.2. Implementación de 5's

Mediante la implementación de las 5's se espera generar un ambiente de trabajo en el cual mediante el orden y limpieza se busque la mejora continua de toda el área productiva en estudio. Para ello, el compromiso de la gerencia o alta dirección es muy importante, pues son ellos los responsables de transmitir esta metodología a todo el personal de la organización. Entre sus funciones se encuentran el generar un compromiso continuo mediante la participación de todos, asimismo se encargará de supervisar y dar seguimiento a los avances que se den en cada etapa.

Para una correcta implementación de las 5'S primero se propone realizar dos reuniones. El equipo de trabajo debe estar conformado tanto por miembros de la alta gerencia así como con algunos participantes directos en el proceso. Para la primera reunión se planea contar con el Gerente General, Gerente de Producción, Jefe de Área, Supervisor de Área y uno de los operarios que este más involucrado con el proceso, debe de ser una persona que presente habilidades de liderazgo entre sus compañeros operarios para que pueda transmitir con éxito la metodología. Entre los temas tratados en esta reunión será permitírnos conocer el objetivo por el cual se busca desarrollar esta metodología en el sistema productivo. Asimismo, se espera impartir cómo se desarrollará todo el proyecto de la implementación, desde la etapa inicial hasta su respectivo seguimiento.

Por el mismo lado, se propone realizar una segunda reunión de los mismos integrantes antes mencionados, con todos los operarios que forman parte del sistema productivo. Para esta reunión se espera dar a conocer al personal operario sobre el porqué cumplir esta filosofía e incentivarlos a que la desarrollen día a día en sus labores de trabajo. Se debe buscar que el operario crea en que van a mejorar y lo realice con un gran compromiso hacia la mejora continua de todo el



equipo y de la empresa. De igual forma, en estas capacitaciones se van a impartir todos los conceptos para el desarrollo de las 5'S buscando que los operarios entiendan de la mejor forma todos estos puntos.

### 1. Seiri – Clasificar

Este punto busca crear un mejor ambiente de trabajo, en el cual los objetos que se manejen en toda el área se encuentren clasificados se forma de solo se tenga a la mano los necesarios y los innecesarios se guarden en su respectivo sitio. De esta forma, se busca mantener el espacio de trabajo despejado de objetos innecesarios que generen desorden en el área.

Para realizar la clasificación de los objetos necesarios o innecesarios se espera trabajar en conjunto, los operarios con los supervisores. De esta forma, los

supervisores se cercioran de mantener los objetos que realmente sean necesarios al alcance del puesto de trabajo, así como los innecesarios en su ubicación. Dentro de la clasificación de elementos innecesarios se encuentran otros tipos de elementos:

- Elementos dañados: Son aquellos que no se encuentran en buen estado, para ellos se debe determinar cuáles son útiles y cuáles no. Para los que todavía pueden servir tienen que pasar a reparación. En la planta se observan algunos equipos que están a la espera de la reparación respectiva, pero se encuentran ocupando espacio en el área de trabajo diaria, por ello se plantea acondicionar una pequeña área para almacenar todos aquellos equipos y herramientas que se encuentren en la condición de espera de reparación.
- Elementos obsoletos: Se debe analizar cuáles de los elementos en el área de trabajo están obsoletos para separarlos del resto y proceder con su descarte. La determinación de estos elementos es más importante aún cuando el área de la planta no es tan grande y se ocupan metros con este tipo de elementos.
- Elementos de más o innecesarios: Este tipo de elementos son aquellos que no tienen un fin en el área, es por ello que lo correcto es retirarlos. También, pueden prestarse a otras áreas en las que quizá sí sea necesario.

Luego de entender los tipos de clasificación de elementos, se procederá a realizar conjuntamente con los operarios una lista con aquellos elementos que sean necesarios o innecesarios. Para todos los elementos innecesarios se emplearán unas tarjetas rojas que permitan formalizar el reconocimiento de este tipo de elemento y planear cuál va a ser la acción correctiva. De esta forma, se determinará si el elemento se va a mover a una nueva ubicación en el área de trabajo, si se moverá fuera de la zona de trabajo o si se eliminará. El formato que seguirán las tarjetas rojas se muestra en el Figura 23.

Fecha: _____	Número: _____	
Área: _____		
<b>Nombre del Objeto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de Medida</b>
_____	_____	_____
<b>Disposición</b>		
<input type="checkbox"/> Transferir a área de tarjetas rojas <input type="checkbox"/> Transferir hacia otro almacén <input type="checkbox"/> Vender <input type="checkbox"/> Eliminar		
Razón: _____		
Fecha de disposición: _____		
Elaborado por: _____		

**Figura 23 Tarjeta roja para los elementos innecesarios**

Elaboración Propia

## 2. Seiton – Ordenar

Mediante un buen orden de los elementos se puede conseguir disminuir los tiempos de búsqueda y crear un fácil acceso, que permita localizarlos de forma rápida y oportuna. Para lograrlo, se determinarán espacios o zonas en las cuales se puedan ordenar de forma clasificada los elementos.

En la zona de almacén de materia prima, se puede observar que no existe un orden adecuado, para ello se clasificará a los alimentos tomando en cuenta la cercanía o lejanía que se debe mantener unos de otros, mediante la delimitación de las zonas a nivel del suelo. De igual forma, para una mejor localización se señalarán las ubicaciones mediante letreros que permitan saber la cantidad de cajas, baldes y sacos que se encuentran en la zona, de forma que para un operario nuevo sea más fácil de ubicar y almacenar.

Para poder medir el rendimiento de la aplicación de esta herramienta se va usar como indicador los tiempos de búsqueda de algún objeto. De esta forma, los tiempos de búsqueda luego de haber implementado seiton deberían haber bajado.

### 3. Seiso – Limpiar

La empresa en estudio trabaja con productos alimenticios y por ello, sigue los lineamientos de las normas BPM, Buenas Prácticas de Manufactura. Es por ello, que en cuanto a limpieza la empresa debe ser muy estricta pues los procesos y operarios están en constante relación con el producto. La empresa cumple las normas para mantener limpio el lugar de trabajo, pero se ha observado que en algunos casos los operarios manipulan los equipos sin la protección adecuada, asimismo se observa zonas en las que debido al constante trabajo se ensucian.

En las zonas de boleado, formado e inyectado es en donde se observa que el área de trabajo en algunos casos no se encuentra del todo limpia, debido mayormente a que los productos en proceso sufren caídas generando desperdicios en el suelo. Por ello, es necesario explicar al personal que el mantenimiento de un área de trabajo limpia también es uno de los objetivos del compromiso que se sigue con esta nueva filosofía. Los operarios saben que tienen que dejar limpia su área de trabajo al retirarse, pero no se muestra la preocupación respectiva sobre la limpieza dentro del turno de trabajo.

Por ello se dará el seguimiento sobre la situación de limpieza que presente los procesos en determinados intervalos diarios. Para el seguimiento se utilizarán formatos de limpieza que permitan posteriormente mostrar el avance de las áreas. Para una mejor asignación del trabajo de limpieza se rotará al personal de forma que diariamente le toque a personas distintas y balancear la carga de trabajo. De esta forma y con la supervisión adecuada se espera crear en el operario una cultura de limpieza no solo en la empresa sino también en sus hogares.

De igual forma, para medir el rendimiento de la efectividad en la limpieza se utilizará un indicador de tiempos de limpieza. Se espera que luego de la aplicación de la herramienta estos bajen.

#### 4. Seiketsu – Estandarizar

Para conservar todo lo aprendido por el personal hacia las 3´S mencionadas anteriormente, se debe generar un hábito. Para ello se asignarán funciones determinadas a cada operario sobre las zonas que quedan a su cuidado, de igual forma se mostrará la forma en la que deben proceder, para que así también algún personal nuevo se familiarice rápidamente con esta práctica. De igual forma, se mostrarán los avances alcanzados por todo el equipo en cuanto al trabajo con cada una de las eses, lo que permitirá crear bienestar en los trabajadores al ver que su área de trabajo ha mejorado.

Por otro lado, para motivar a las ideas del personal que encuentre nuevos puntos a mejorar se dispondrá de un formato en el cual el operario o cualquier trabajador pueda explicar su idea de mejora, generando con ello más confianza y compromiso hacia la metodología.

#### 5. Shitzuke – Disciplina

Por último, se espera lograr disciplina que logre un mayor compromiso de las áreas con el desarrollo de las mejoras planteadas. Para ello, se utilizará un panel en el cual se expondrán diversos puntos. Entre uno de los puntos se mostrará son los principios de los cinco puntos de las 5´S para que siempre estén al libre conocimiento de todo el personal. De igual forma, se mostrarán fotos que en las que se vea el antes y el después, para que vean de una forma más ilustrativa los cambios logrados.

Además de ello, se programarán dentro de las inducciones al personal nuevo, un tiempo destinado a explicar la filosofía de las 5´S de forma que se siga manteniendo los avances logrados en el sistema productivo. Como resumen se presentarán los siguientes puntos en el tablero de gestión visual de la implementación de 5´S.

- Objetivos de la implementación 5´S
- Actividades a realizar para una implementación exitosa.
- Integrantes del equipo.
- Responsabilidad de los miembros del equipo.
- Indicadores de avance de 5´S.

- Fotos del antes y después de diversos puesto y/o áreas.

## 4.3 Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM)

### 4.3.1 Auditoría de Gestión del Mantenimiento

Luego, de analizar la auditoría de mantenimiento, se procedió a la aplicación de soluciones en base a la necesidad de cada parámetro medido.

- Organización de Mantenimiento: Para poder reforzar la organización de esta área se propone realizar diversas reuniones, la primera con la gerencia de la empresa para definir los principales alcances del área de mantenimiento con la empresa y la interacción de la misma con las demás áreas. Luego, se desarrollará capacitaciones con todos los involucrados en el proceso (supervisores, operarios). Asimismo, se establecerán reuniones semanales entre el área de mantenimiento y las diversas áreas involucradas en el proceso para dar a conocer los problemas, sugerencias y prioridades de mantenimiento.
- Planeamiento del mantenimiento: Se propone al área de mantenimiento realizar un calendario anual del mantenimiento preventivo de todas las máquinas, mismo documento que debe tener presente el área de producción. De igual forma, en caso de alguna falla de equipos el área de producción debe reportar inmediatamente al área de mantenimiento a través de un formato de solicitud de reparación de equipos, para que de esta manera se lleve un control de los requerimientos y se tenga una data histórica de las reparaciones a los diferentes equipos.
- Programación del mantenimiento: Una vez recibidas las solicitudes de pedido de reparación de equipos el área de mantenimiento debe priorizar según el tipo de mantenimiento por equipo. Para ello, debe analizar las máquinas críticas, costos involucrados, tiempo de reparación, entre otros. Asimismo, según los criterios anteriores debe realizar un requerimiento de personal, herramientas y acordar junto al área de producción la fecha y hora indicada del mantenimiento para evitar la interrupción de la producción.
- Personal de Mantenimiento: La empresa debe realizar capacitaciones mensuales sobre mantenimiento autónomo a todos los operarios que

- **Ejecución del Mantenimiento:** Luego de realizarse las reparaciones preventivas y reactivas a los equipos, el departamento de mantenimiento debe informar en las reuniones semanales a los supervisores de producción el estado de las mismas, así como cualquier incidencia.
- **Supervisión del Mantenimiento:** La empresa debe mantener más de un tipo de supervisión, del jefe de mantenimiento a los técnicos de su área, del supervisor de producción a los operarios de producción. Asimismo, debería darse retroalimentación entre estas dos áreas, de forma que se reduzca el nivel de incidencia en los equipos.

#### 4.3.2 Implementación de la Efectividad Global de los equipos (OEE)

Como se mencionó en el diagnóstico del proceso, la empresa no cuenta con un sistema de medición de efectividad de equipos; por tal motivo, se sugiere implementar dicha práctica para llevar un mayor control sobre las mismas, e identificar los principales tiempos de parada, para poder eliminarlos, y finalmente incrementar la producción. Para ello, se sugiere:

- **Control de equipos mediante el uso de formatos:** Es necesario que el área de producción lleve un control sobre las distintas actividades y paradas en cada una de ellas diariamente. Por este motivo, los operarios de las distintas áreas deben contar con un formato de llenado, en donde puedan identificar el tipo de parada ocurrida en la máquina (las cuales se encuentran debidamente codificadas), el tiempo de duración de la misma, la fecha de suceso y detalle del incidente. Para ello, se ha decidido realizar una lista de Clasificación de Tiempos de Parada existentes en todo el proceso productivo. Como se observa en la Tabla 4, las paradas se han clasificado por tipos: parada imprevista, parada programada, parada rutinaria y fallas de equipo. En el ANEXO 2 se presenta la lista completa.

Tabla 4 Clasificación de tiempos de parada

COD	MOTIVO DE PARADA	CAUSA	TIPO DE PARADA
PI - 01	Corte de Energía Eléctrica	Servicios Generales	Paradas Imprevistas
PI - 02	Corte de Agua	Servicios Generales	Paradas Imprevistas
PI - 03	Mermas	Operativa	Paradas Imprevistas
PI - 04	Mala operación de equipos	Personal	Paradas Imprevistas
PI - 05	Falta de materia prima / insumos	Servicios	Paradas Imprevistas
PI - 06	Mala clasificación de insumos	Operativa	Paradas Imprevistas

Elaboración propia

Las **paradas imprevistas** son todas aquellas que ocurren cuando hay fallas por corte de servicios generales (como agua, luz, entre otros), operativas (a causa de mermas, defectos, entre otros), a causa de la mala operación de los equipos, medición de la calidad (como son las pruebas de medición de la textura y componentes del producto, como son humedad, acidez, ente otros). Por otro lado, las **paradas programadas**, son todas aquellas que se guían de un cronograma que ya fue definido mucho antes, dentro de las más comunes tenemos mantenimiento programado, pruebas industriales (para nuevos productos), limpieza de los equipos, apoyo del personal en otra área, refrigerios. En el caso de **paradas rutinarias**, se considera los cambios de lote, tiempo de preparación de máquinas, control de parámetros de calidad. Finalmente, las **fallas de equipo** son aquellas que pueden deberse a fallas eléctricas (cables quemados, falla eléctrica, presencia de humo), instrumentación (lectura/mediciones erróneas), instalaciones (desnivel, desgaste, deterioro) y mecánicas (producto fuera de especificaciones, ruido excesivo, rotura).

Una vez identificado los tipos de parada, cada área debe contar con un formato de llenado de tiempos de parada de máquina, en donde el operario se hará responsable del llenado del formato, en donde especificará la fecha del incidente, el código de parada (para ello se entregará a las áreas respectivas, la lista de clasificación de paradas), la hora de inicio y fin de la parada, y la descripción o detalle del acontecimiento, para tener una mayor referencia del mismo se puede observar la Figura 24.





$$A = \frac{\text{Tiempo de Operación Neta}}{\text{Tiempo de Funcionamiento}}$$

- Eficiencia de equipos ( $n$ : *Performance Effectiveness*). Es la relación entre el tiempo estándar (basado en una norma o parámetro definido) para producir una unidad de producto contra el tiempo real que se demoró para producirlo.

$$n = \frac{\text{Tiempo de Operación Utilizable}}{\text{Tiempo de Operación Neta}}$$

- Tasa de Calidad ( $q$ : *Ratio Quality*). Este indicador expresa la cantidad de producción aceptable, para ello compara el “Tiempo Productivo Neto” con el “Tiempo de Operación Utilizable”.

$$q = \frac{\text{Tiempo Productivo Neto}}{\text{Tiempo de Operación Utilizable}}$$

Para llevar a cabo eficientemente la implementación de indicadores, se debe asignar al personal funciones de control; es decir, el supervisor encargado de cada área debe entregar el formato de paradas al supervisor de planta, el cuál procederá a transcribir dicho formato para tener una base de datos, la cual le permitirá el cálculo de las OEE. Asimismo, estos indicadores deben ser medidos mensualmente, para visualizar de manera detallada la evolución del funcionamiento de los equipos una vez implementado el mantenimiento autónomo.

- **Cálculo de OEE basados en la distribución de carga de trabajo propuesta:** Basados en la distribución de carga propuesta (desarrollada en *Just in Time*), cuyo objetivo era incrementar el tiempo de utilización de equipos, uso de nuevos equipos en el proceso, mejorar la distribución de carga de trabajo en los operarios (acortando los tiempos marcados de espera), uso eficiente de máquinas costosas (como el horno y cámara de fermentación), generar un proceso continuo de producción, entre otros; se procedió al cálculo de los nuevos OEE de los equipos para visualizar la mejora en cada uno de ellos:

**Amasadora:** Para la mejora del OEE de esta máquina se ha planteado el uso de las 4 *bachinelas* disponibles en planta en vez de las 3 que se vienen usando actualmente. Asimismo, para disminuir los tiempos de parada por preparación de equipo, como son la limpieza de las *bachinelas*, se redujo horas de 2 a 1, por dicha actividad. Asimismo, para evitar fallas por suministro de materia prima o velocidad reducida de las aspas de la amasadora, un operario de mantenimiento deberá

supervisar cada una de estas máquinas antes del inicio de la actividad diaria, que asegure el buen funcionamiento del equipo. Luego de realizar estos cambios se obtuvo:

**Tabla 5 OEE - Amasadora**

OEE Actual	=	75.0%
OEE Propuesto	=	$A*n*q$
	=	$89%*97%*100%$
<b>OEE Propuesto</b>	=	<b>86.5%</b>

Elaboración Propia

**Moldeadora:** El principal problema en esta máquina es la velocidad con la que los productos se desplazan a lo largo de la faja transportadora; por este motivo, se decidió regular la velocidad de 0.8m/s a 0.5m/s, de tal forma que los operarios puedan asegurarse de tomar todos los bizcochos y colocarlos en los moldes, evitando desperdicio por caída del producto al suelo. De igual forma, esta máquina recibirá una supervisión diaria del área de mantenimiento para que se realicen los ajustes respectivos antes de iniciar la jornada.

**Tabla 6 OEE - Moldeadora**

OEE Actual	=	91.3%
OEE Propuesto	=	$A*n*q$
	=	$92.5%*100%*994%$
<b>OEE Propuesto</b>	=	<b>91.9%</b>

Elaboración Propia

**Cámara de fermentación:** El principal enfoque usado en la solución de problemas de la cámara es problemas eléctricos, que impiden que los productos ingresen a la cámara para que se lleve a cabo el proceso de fermentado. Por este motivo, se ha definido supervisiones semanales de la cámara a cargo del área de mantenimiento. Asimismo, para disminuir el tiempo de arranque o setup, se ha determinado horarios fuera del horario de producción que garantice que la cámara se encontrará lista en el momento preciso.

Tabla 7 OEE – Cámara de fermentación

OEE Actual	=	95.6%
OEE Propuesto	=	$A*n*q$
	=	$96.6%*100%*100%$
<b>OEE Propuesto</b>	=	<b>96.6%</b>

Elaboración Propia

**Horno:** Para esta máquina se ha considerado dos aspectos trascendentales que son el uso continuo del equipo, a través de la alimentación continua de materia prima; con la nueva distribución de carga de trabajo la máquina se encuentra trabajando 40% más del total del tiempo asignado, ya que las horas de vacío por falta de suministro se redujeron en 4 veces. Con ello se obtuvo un OEE de 87.2%.

Tabla 8 OEE – Horno

OEE Actual	=	57.2%
OEE Propuesto	=	$A*n*q$
	=	$98.1%*89.8%*99.1%$
<b>OEE Propuesto</b>	=	<b>87.2%</b>

Elaboración Propia

**Inyectora:** El principal problema es que la planta sólo cuenta con una inyectora para la producción, por lo que la convierte en un cuello de botella, y más aún cuando presenta problemas mecánicos (como falla en los pistones u obstrucción de los conductos a causa de la temperatura inestable del jarabe). Por este motivo, se enfatiza la inspección diaria del equipo al inicio y fin de cada jornada, para asegurar la limpieza del equipo. Asimismo, para evitar obstrucción en las válvulas inyectoras por la inestabilidad del jarabe, se realizaran inspecciones de muestras en cada lote fabricado en el día, para asegurar la textura y temperatura adecuada. Con ello, se espera reducir el tiempo por defectos en 30%, el tiempo de parada a causa de la mala operación del equipo en un 50% y la preparación del equipo en un 50%.

Tabla 9 OEE – Inyectado

OEE Actual	=	80%
OEE Propuesto	=	$A*n*q$
	=	$95%*97.4%*94.3%$
<b>OEE Propuesto</b>	=	<b>87.3%</b>

Elaboración Propia

**Empaquetadora:** Finalmente, la empaquetadora presenta defectos en la calibración de la banda selladora, lo que genera que los bizcochos no se sellen adecuadamente, y se generen fugas de aire. Para atacar este problema, se sugiere la supervisión diaria al inicio y fin de la producción. Con ello, se podrá identificar problemas fuera del horario de trabajo, lo cual aporta en 20% adicional de productos sellados.

**Tabla 10 OEE – Empaquetadora**

OEE Actual	=	88.3%
OEE Propuesto	=	$A*n*q$
	=	$95.8%*97.4%*95.7%$
<b>OEE Propuesto</b>	=	<b>89.3%</b>

Elaboración Propia

#### 4.4 Programa de Incentivos para la Disminución de Desperdicios

Para incentivar la competitividad por la mejora continua se desarrolló un plan de metas para la reducción de mermas para cada área, el cual consiste en el pago adicional a los trabajadores del área correspondiente por el cumplimiento de ciertas metas propuestas para la disminución del porcentaje de mermas para su área. Por medio de estos bonos se busca mejorar la productividad no de forma independiente sino por medio del trabajo en equipo, pues es el área la que tiene que llegar al nivel propuesto. Asimismo, esta propuesta permita mejorar los lazos que existen entre los trabajadores para que día a día se esfuercen por una meta en conjunto y confíen que el trabajo en equipo es esencial para el cumplimiento de objetivos para un sistema de producción como éste, en el que todos cumplen un rol muy importante desde sus correspondientes procesos.

Estos bonos se basaran para una cantidad de producción diaria de 17,780 cajas del producto terminado y su periodicidad de pago será mensual. Actualmente, la empresa maneja determinados porcentajes de merma para cada área y es a partir de ellos que se propondrá porcentajes meta de merma para cada área en estudio. Cada área mantendrá tres niveles de porcentajes de meta.

El área de Horno, que corresponden a los equipos de Amasado, Labrado, Cámara y Horneado mantienen actualmente un porcentaje de mermas de 4% con una

producción mensual de 13,860 cajas. En esta área trabajan 15 personas. En la Tabla 11 se puede observar los niveles de reducción de mermas.

**Tabla 11 Niveles de Reducción de Mermas - Horno**

Horno	Rango de mermas (Cajas por mes)		
	% Mermas esperado	Desde	Hasta
	1.0% - 1.5%	257	386
	1.6% - 2%	387	514
	2.1% - 3%	515	772

Elaboración Propia

Por otro lado, el área de Inyectado mantiene actualmente un porcentaje de mermas de 5% con una producción mensual de 13,860 cajas. El área está conformada por 7 operarios. En la Tabla 12 se detallan los niveles de reducción de mermas correspondientes.

**Tabla 12 Niveles de Reducción de mermas - Inyectado**

Inyectado	Rango de mermas (Cajas por mes)		
	% Mermas esperado	Desde	Hasta
	1.0% - 2.5%	257	643
	2.6% - 3.5%	644	900
	3.6% - 4.5%	901	1157

Elaboración Propia

Por último, se tiene en área de empaquetado la cual actualmente mantiene un porcentaje de mermas de 1% con una producción mensual de 13,860 cajas. Para su caso se mantienen 8 operarios. En la Tabla 13 se observan los niveles de reducción de mermas.

**Tabla 13 Niveles de Reducción de Mermas - Empaquetado**

Empaquetado	Rango de mermas (Cajas por mes)		
	% Mermas esperado	Desde	Hasta
	0.1% - 0.3%	26	77
	0.31% - 0.6%	78	154
	0.61% - 0.9%	155	231

Elaboración Propia

## CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO

Luego del análisis de la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta se procederá a realizar el análisis del impacto económico para determinar la viabilidad de las propuestas presentadas. Para ello se presentará primero los costos en los que se incurrirá para cada una de las herramientas y posteriormente, el ahorro generado por las mismas. Como las herramientas forman parte de una filosofía, es necesario invertir en capacitaciones a todo el personal, desde el Gerente de Producción hasta el operario. Es por ello, que se utilizará gran tiempo del personal para su asistencia a las capacitaciones. A continuación se detallarán los costos incurridos por la implementación de cada herramienta así como el ahorro generado por las mismas y por último, el incremento de la producción. Para así finalizar con el análisis económico y ver la rentabilidad de la propuesta.

### 5.1. Costo de Implementación

#### 5.1.1. Costo de *Just in Time*

Como se detalló para la implementación de esta filosofía se procederá a realizar charlas de capacitación a todo el personal que se encuentre involucrado con el proceso, los operarios quienes son los que se encuentran en contacto directo con el proceso, se deben encontrar motivados con la aplicación y funcionabilidad de esta herramienta es por ello que es muy necesario que se realicen capacitaciones que permitan brindar un mayor entendimiento de la misma. La primera capacitación se realizará para explicar de qué se trata la Manufactura Esbelta, las siguientes se enfocarán particularmente en tratar cada punto, para este caso *Just In Time*. A continuación en la Tabla 15 se detallarán los costos involucrados en la capacitación así como las horas asignadas para cada una de ellas. De igual forma, en la Tabla 16 se detalla el costo del personal en que se incurrirá para la propuesta y en la Tabla 17 el costo para los insumos de la misma.

**Tabla 14 Detalle de Costos de Capacitación por Integrante JIT**

Nombre de Capacitación	Integrantes	Asist.	Costo Unitario	Costo Total
Importancia de eliminación de desperdicios	Especialista en Manufactura	1	S/. 250.00	S/. 250.00
	Esbelta	1	S/. 55.00	S/. 55.00
	Gerente de Producción	1	S/. 22.00	S/. 22.00
	Jefe de Producción	1	S/. 35.00	S/. 35.00
	Jefe de Mantenimiento	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Supervisor de Reyeno	10	S/. 5.00	S/. 50.00

Elaboración Propia

**Tabla 15 Detalle de Costo de Capacitación Anual JIT**

Motivo	Nro Capacit.	Hr/Capacit.	Hr. Requeridas	S./Hr	Costo Total Anual
Capacitación Tema: Importancia de eliminación de desperdicios	1	3	4	S/. 427.00	S/. 1,708.00
TOTAL					S/. 1,708.00

Elaboración Propia

**Tabla 16 Detalle de Costo Personal Adicional JIT**

Motivo	Unid.	Cant.	Costo Unitario Anual	Costo Total Anual
Distribución de carga de trabajo Personal	Persona	2	S/. 10,800.00	S/. 21,600.00
TOTAL				S/. 21,600.00

Elaboración Propia

**Tabla 17 Detalle de Costo Insumos JIT**

Motivo	Unid.	Cant.	Costo Unitario	Costo Total
Distribución de carga de trabajo Bandejas	Unid.	436	S/. 170.00	S/. 74,120.00
TOTAL				S/. 74,120.00

Elaboración Propia

El costo para la implementación de JIT abarca costos de inversión en compra de bandejas por S/. 74,120.00 y costos anuales referidos a capacitaciones y pago del personal adicional que corresponden a S/1,708.00 y S/21,600.00 anuales, respectivamente. El total de ambos costos para la implementación de JIT sería de S/74,120.00.

### 5.1.2. Costo de 5'S

Al igual que JIT, para la implementación de 5'S es necesario realizar capacitaciones al personal de forma que se concienticen con la filosofía. Para ello se realizará primero una reunión entre todos los participantes del equipo desde el Gerente de Producción hasta el operario. Esta primera capacitación busca mostrar el objetivo así como las características de la aplicación de 5'S. Siguiendo a ello, se realizarán dos reuniones más en las que el supervisor explica más a detalle y con ejemplos más relacionados con la planta el uso y funcionalidad de la misma. Estas reuniones se realizarán entre el supervisor y los 24 operarios del área.

Luego de ello, se plantea 2 reuniones más en las que el supervisor conjuntamente con los operarios aplican las 5'S en un área piloto, en este caso se tratará del almacén de materias primas. De esta forma, se busca mostrar a los operarios que la implementación no es difícil, sino que se puede conseguir en base al trabajo de todos en equipo, en estas reuniones se también aprovechará para explicar los indicadores de avance que se manejarán así como la designación de operarios para la limpieza de equipos, los que serán publicados en el panel. A continuación en la Tabla 18, se detallan los gastos incurridos en capacitaciones así como en la Tabla 19 el detalle de los insumos para la propuesta.

**Tabla 18 Detalle de Costo de Capacitación Anual 5'S**

Capacitación	Integrantes	Cant. Personas	Costo Unitario	Costo Total
Capacitación: "Importancia de la Metodología 5'S"				
	Especialista en Manufactura Esbelta	1	S/. 250.00	S/. 250.00
	Gerente de Producción	1	S/. 55.00	S/. 55.00
	Jefe de Producción	1	S/. 22.00	S/. 22.00
	Jefe de Mantenimiento	1	S/. 35.00	S/. 35.00
	Supervisor de Reyeno	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Operarios de Reyeno	26	S/. 5.00	S/. 130.00



Capacitación: "Implementación de 5'S " (Teórico)			
Especialista en Manufactura Esbelta	1	S/. 250.00	S/. 250.00
Jefe de Producción	1	S/. 22.00	S/. 22.00
Jefe de Mantenimiento	1	S/. 35.00	S/. 35.00
Supervisor de Reyenido	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Operarios de Reyenido	26	S/. 5.00	S/. 130.00
Capacitación: "Implementación de 5'S " (Práctico-Área Piloto)			
Especialista en Manufactura Esbelta	1	S/. 250.00	S/. 250.00
Jefe de Producción	1	S/. 35.00	S/. 35.00
Supervisor de Reyenido	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Operarios de Reyenido	26	S/. 5.00	S/. 130.00

Capacitación	Nro. Capacit	Hr/Cap.	Hr requerida	S./Hr	Costo Total
Capacitación	.	.	s		
Importancia de la Metodología 5'S	1	2	2	S/. 507.00	S/. 1,014.00
Implementación de 5'S - Teoría	1	2	2	S/. 452.00	S/. 904.00
Implementación de 5'S - Práctica: Ordenamiento área piloto	2	3	6	S/. 430.00	S/. 2,580.00
TOTAL					S/. 4,498.00

Elaboración Propia

**Tabla 19 Detalle de Costo Insumos 5'S**

Motivo	Costo Total
Materiales	
Tarjetas Elementos Inncesarios	S/. 100.00
Controles Visuales (Etiquetas, Bandas, Stickers)	S/. 300.00
Panel Avances 5'S	S/. 70.00
Documentación (Funciones, Indicadores)	S/. 100.00
TOTAL	
	S/. 570.00

Elaboración Propia

Para la implementación de 5'S se tendrá gastos de capacitación que ascienden a S/.4,498.00; y gastos de materiales en S/.570.00. Por tanto, los costos ascienden a S/.5,068.00 anual para la implementación de 5's.

### 5.1.3. Costo de TPM

En cuanto al TPM, se realizarán capacitaciones al personal, sobre Implantación de OEE, auditoría de mantenimiento, mantenimiento autónomo. Las cuales estarán a cargo de un consultor externo, que desarrollará un sistema teórico – práctico, de tal manera que los empleados se encuentren involucrados con el área de trabajo, e identifiquen los principales aspectos del mantenimiento. A continuación, se muestra en la Tabla 20 los costos asociados a su implementación.

**Tabla 20 Detalle de Costo de Capacitación Anual TPM**

Nombre de Capacitación	Integrantes	Cant. Personas	Costo Unitario	Costo Total
Implementación de OEE	Especialista en Manufactura Esbelta	1	S/. 250.00	S/. 250.00
	Jefe de Producción	1	S/. 22.00	S/. 22.00
	Jefe de Mantenimiento	1	S/. 35.00	S/. 35.00
	Supervisor de Reyeno	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Operarios de Reyeno	10	S/. 5.00	S/. 50.00
Auditoría de Mantenimiento	Especialista en Manufactura Esbelta	1	S/. 250.00	S/. 250.00
	Jefe de Producción	1	S/. 22.00	S/. 22.00
	Jefe de Mantenimiento	1	S/. 35.00	S/. 35.00
	Supervisor de Reyeno	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Mantenimiento Autónomo	Especialista en Manufactura Esbelta	1	S/. 250.00	S/. 250.00
	Jefe de Producción	1	S/. 22.00	S/. 22.00
	Jefe de Mantenimiento	1	S/. 35.00	S/. 35.00
	Supervisor de Reyeno	1	S/. 15.00	S/. 15.00
	Operarios de Reyeno	26	S/. 5.00	S/. 130.00

Motivo	Nro Capacit.	Hr/Cap	Horas Totales	S./Hr	Costo Total (anual)
Capacitación					
Tema: Implementación de OEE	2	3	6	S/. 372.00	S/. 2,232.00
Tema: Auditoría de Mantenimiento	8	2	16	S/. 322.00	S/. 5,152.00
Tema: Mantenimiento Autónomo	2	2	4	S/. 452.00	S/. 1,808.00
				TOTAL	S/. 9,192.00

Elaboración Propia

Para la implementación de TPM se tendrán gastos de Capacitación que corresponden a un total de S/. 9,192.00 anual.

#### 5.1.4. Costo de Programa de Incentivos para la Disminución de Desperdicios

Para el Programa de Incentivos se muestran los costos totales anuales para cada área de acuerdo al porcentaje de reducción de desperdicio. Asimismo, el Total se basó en un promedio anual de las tres áreas en conjunto. En la Tabla 21 se puede observar el detallado de los mismos.

**Tabla 21 Gastos Programa de Incentivos**

Motivo	Número de Personas	Costo Mensual	Costo Total (anual)
Bonos: Basados en una producción diaria de 17,780 cajas			
<b>Áreas: Amasado, Labrado, Cámara y Horneado</b>			
Reducir mermas entre 1% - 1.5%	15	S/. 825.00	S/. 9,900.00
Reducir mermas entre 1.6% - 2%	15	S/. 600.00	S/. 7,200.00
Reducir mermas entre 2.1% - 3%	15	S/. 450.00	S/. 5,400.00
<b>Área: Inyectado</b>			
Reducir mermas entre 1% - 2.5%	7	S/. 385.00	S/. 4,620.00
Reducir mermas entre 2.6% - 3.5%	7	S/. 280.00	S/. 3,360.00
Reducir mermas entre 3.6% - 4.5%	7	S/. 210.00	S/. 2,520.00
<b>Área: Empaquetado</b>			
Reducir mermas entre 0.1% - 0.3%	8	S/. 440.00	S/. 5,280.00
Reducir mermas entre 0.31% - 0.6%	8	S/. 320.00	S/. 3,840.00
Reducir mermas entre 0.61% - 0.9%	8	S/. 240.00	S/. 2,880.00
		<b>TOTAL</b>	<b>S/. 15,000.00</b>

Elaboración Propia

Para la implementación del Programa de Incentivos se tendrá un costo anual referido al pago de los trabajadores por llegar a sus metas. Para ello se ha tomado el promedio de costo anual para cada área y de esta forma obtener un costo anual total de S/.15,000.00.

Finalmente, los costos involucrados en la implementación de las herramientas aplicadas es de S/. 126,688.00. Para el año 0, se invertirá en la compra de equipos y materiales que ascienden a S/. 74,120.00. Asimismo, para los años 1,2,3 se incurrirán en gastos anuales relacionados a capacitación, salario y programa de incentivos, detallados en la Tabla 22.

Tabla 22 Costos Anuales de Implementación

Costo	Detalle	Costo Anual Año 0,1,2,3
<b>Año 0</b>	<b>Equipos y materiales</b>	<b>S/. 74,120.00</b>
<b>Año 1,2,3</b>	<b>Varios</b>	<b>S/. 52,568.00</b>
JIT / Incentivos	Capacitación/Personal	S/. 23,308.00
5'S	Capacitación	S/. 5,068.00
TPM	Capacitación	S/. 9,192.00
Incentivos	Programa de Incentivos	S/. 15,000.00

Elaboración Propia

## 5.2. Ahorro generado por la Implementación

### 5.2.1. Ahorro de Just in Time

En la Tabla 23, se muestra los ahorros incurridos por disminución de desplazamiento de los operarios en los distintos recorridos de los procesos ejecutados debido a la redistribución que permitirá un mejor flujo. Con esta mejora, se pretende ahorrar tiempo en horas hombre, para que dichas horas (que tienen un costo involucrado) sean invertidas en otras actividades de producción.

Para los desplazamientos, un operario se traslada con material a un ritmo de 4 segundos por metro. En la Figura 10, se detallan las distancias entre áreas, así como los traslados necesarios, con ello se puede obtener el tiempo de recorrido tanto para la situación actual como la propuesta.

Del análisis respectivo se determina que el total de ahorro generado con la implementación de Just In Time sería de S/. 526.40 anualmente.

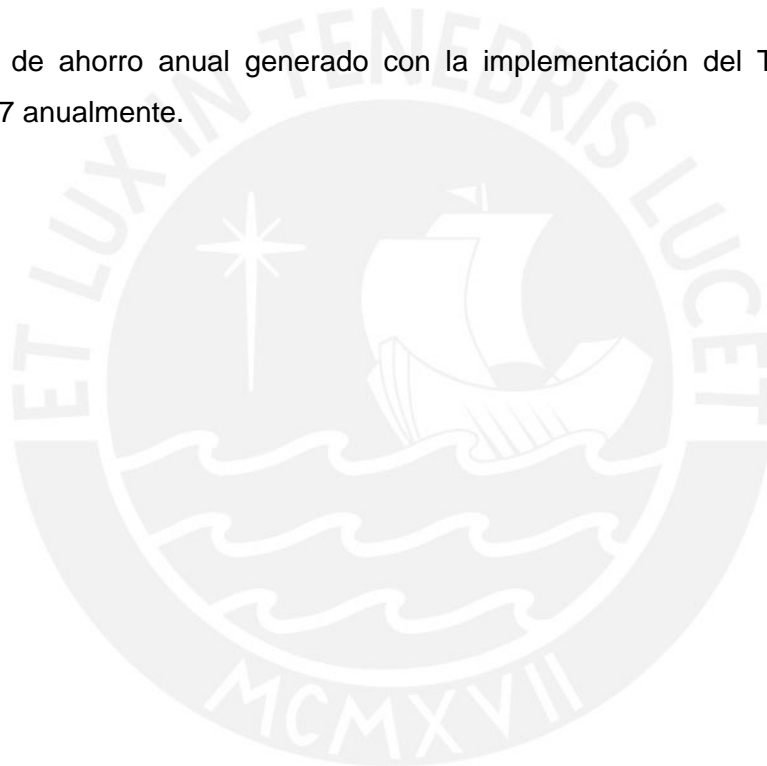
### 5.2.2. Ahorro de 5'S

Mediante la implementación de 5'S, el personal estará capacitado para realizar la limpieza de equipos de forma efectiva. Es así que se genera un ahorro en el tiempo de limpieza de equipos, debido al consumo de tiempo en limpieza de los mismos en situaciones de reparación por mantenimiento. En la Tabla 24, se puede observar que el ahorro total anual generado con la implementación de 5'S es de S/. 282.75.

### 5.2.3. Ahorro de TPM

En la Tabla 25, se muestra el ahorro involucrado por reparaciones de máquinas, se debe tener en cuenta que existe un ahorro considerable tanto en horas hombre involucradas, como en costos de reparación (repuestos, herramientas, entre otros). Este ahorro se ve reflejado gracias al mantenimiento preventivo de máquinas y al mantenimiento autónomo de los operarios en sus puestos de trabajo, lo cual asegura que las reparaciones por desperfectos sean menores. Sin embargo, se debe contar con un cronograma de mantenimiento reactivo anual, en donde se presupuesten los costos por reparación, para de esta forma tener un back-up en situaciones de fallas no programadas.

El total de ahorro anual generado con la implementación del TPM sería de S/. 5,772.67 anualmente.



**Tabla 23 Ahorro Just in Time**

Motivo	Actual *			Propuesto **			Ahorro anual (horas)	Costo Hora - Hombre	Ahorro Total (anual)
	Distancia entre áreas (m)	# Traslados diarios	Tiempo de recorrido anual (horas) *	Distancia entre áreas (m)	# Traslados diarios	Tiempo de recorrido anual (horas)*			
Ahorro por traslado (Horas - Hombre)									
Materia prima - Amasado	10	9	34	5	12	22	11	S/. 5.00	S/. 56.00
Amasado - Cámara	20	18	134	9	24	81	54	S/. 5.00	S/. 268.80
Amasado - Corte	8	9	27	3	12	13	13	S/. 5.00	S/. 67.20
Corte - Moldeado	4	18	27	0	0	0	27	S/. 5.00	S/. 134.40
<b>TOTAL</b>									<b>S/. 526.40</b>

(\*) El operario se traslada con material a un ritmo de 4 segundos por metro.

(\*\*) En la propuesta, los traslados se incrementan porque la producción se incrementa a 3 bachinelas diarias.

Elaboración Propia

**Tabla 24 Ahorro 5'S**

Motivo	# Máquinas	Actual			Propuesto			Ahorro anual (horas)	Costo Hora - Hombre	Ahorro Total (anual)
		Tiempo de Limpieza (minutos) *	# Reparaciones al año	Tiempo de limpieza anual (horas)	Tiempo de Limpieza con Capacitación (minutos) *	# Reparaciones al año	Tiempo de limpieza anual (horas)			
Limpieza de equipos (Horas - Hombre)										
Amasadora	3	20	36	36	12	2	1	35	S/. 5.00	S/. 174.00
Cortadora	1	15	60	15	10	2	0	15	S/. 5.00	S/. 73.33
Moldeadora	1	20	8	3	15	4	1	2	S/. 5.00	S/. 8.33
Inyectora	1	25	12	5	15	8	2	3	S/. 5.00	S/. 15.00
Empaquetadora	1	15	15	4	10	8	1	2	S/. 5.00	S/. 12.08
<b>TOTAL</b>									<b>S/. 282.75</b>	

(\*)Tiempo de limpieza empleado antes de la reparación de equipos.

Elaboración Propia

Tabla 25 Ahorro TPM

Motivo	# Máquinas	Actual			Propuesto			Horas Ahorradas	Costo por reparación	Materiales usados en reparación	Ahorro Total (anual) **
		Tiempo de reparación (minutos) *	# Reparaciones al año	Tiempo anual (horas)	Tiempo de reparación (minutos) *	# Reparaciones al año	Tiempo anual (horas)				
Mantenimiento reactivo (Horas - Hombre) *											
Amasadora	3	25	4	5	25	2	3	3	S/. 14.00	S/. 50.00	S/. 235.00
Cámara	1	65	4	4	65	2	2	2	S/. 14.00	S/. 100.00	S/. 430.33
Cortadora	1	20	6	2	20	4	1	1	S/. 14.00	S/. 25.00	S/. 159.33
Moldeadora	1	50	8	7	50	6	5	2	S/. 14.00	S/. 30.00	S/. 263.33
Horno	1	125	6	13	125	2	4	8	S/. 14.00	S/. 200.00	S/. 1,316.67
Inyectora	1	90	36	54	90	12	18	36	S/. 14.00	S/. 40.00	S/. 1,944.00
Empaquetadora	1	80	24	32	80	12	16	16	S/. 14.00	S/. 50.00	S/. 1,424.00
										TOTAL	S/. 5,772.67

(\*)Tiempo empleado en reparar máquinas en mal estado. Estas reparaciones disminuirán con la implementación del mantenimiento autónomo y preventivo de máquinas.

(\*\*)La reparación involucra un costo de herramientas usadas (repuestos) y horas hombre utilizadas.

Elaboración Propia

### 5.3 Incremento de Ganancia luego de la Implementación de las herramientas

A continuación se muestra la Tabla 26, que contiene las ganancias involucradas en el incremento del indicador OEE de la línea de producción.

**Tabla 26 Incremento de la Productividad**

Motivo	Actual	Propuesto	Unidades adicionales
Distribución de carga de trabajo			
Cajas producidas al año	240,570	320,760	80,190
Ratio de prod. (cajas / hora)	59	79	

Motivo	Actual	Propuesto	Cajas Producidas anualmente	Margen unitario (por caja)	Margen Adicional
Disponibilidad	91.99%	92.44%			
Eficiencia	90.51%	91.12%			
Calidad	97.23%	98.10%			
OEE *	80.95%	82.63%	4,035	S/. 23.04	S/. 92,956.61
				TOTAL	S/. 92,956.61

*\*Cálculo realizado en base a 240,570 cajas producidas anualmente*

Elaboración Propia

Con la implementación de las herramientas se generaría un aumento de la productividad valorizado en **S/. 92,956.61** de forma anual.

### 5.4 Flujo de Caja del Proyecto

Luego, de realizar el análisis del costo, ahorro e incremento de la productividad, se presentará el flujo de caja el cual se ha proyectado en base a tres años, en los que se detallan los ingresos y egresos basados en el incremento de la productividad y costo, respectivamente. A continuación, se observa en la Tabla 27.



Tabla 27 Flujo de Caja

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
<b>Ingresos</b>				
Incremento de producción	S/. 0.00	S/. 92,956.61	S/. 92,956.61	S/. 92,956.61
<b>Total Ingresos</b>	S/. 0.00	S/. 92,956.61	S/. 92,956.61	S/. 92,956.61
<b>Egresos</b>				
Costo de implementación	S/. 74,120.00	S/. 52,568.00	S/. 52,568.00	S/. 52,568.00
<b>Total Egresos</b>	S/. 74,120.00	S/. 52,568.00	S/. 52,568.00	S/. 52,568.00
<b>Flujo de Efectivo</b>	- S/. 74,120.00	S/. 40,388.61	S/. 40,388.61	S/. 40,388.61

Elaboración Propia

Como análisis de la rentabilidad para la implementación de las propuestas se analizaron los ratios de VPN, TIR y Beneficio/Costo. Encontrándose un TIR de 29,26% el cual es mayor a 12%, la cual es la tasa de interés pasiva promedio efectiva del mercado. De esta forma, se demuestra que las mejoras realizadas son viables económicamente. Asimismo, el B/C de 1.11 indica que por cada sol invertido nos retorna el 11%. Finalmente, se observa que el VPN es positivo, lo cual indica que nuestro proyecto es rentable en términos financieros. Todos los ratios mencionados se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28 Ratios Económicos

<b>Costo de Oportunidad (COK)</b>	<b>12%</b>
<b>VPN</b>	<b>S/. 97,007</b>
<b>TIR</b>	<b>29.26%</b>
<b>B/C</b>	<b>1.11</b>

Elaboración Propia

## CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- Mediante el diagnóstico del caso en estudio se determinaron problemas importantes. Tiempos improductivos generados por la espera de inventarios así como por el desbalance de la carga de trabajo para los operarios lo cual también se veía afectado por una inadecuada distribución que permitía la generación de traslados innecesarios. Por otro lado, se determinaron puntos a mejorar en cuanto al orden y limpieza de las áreas y equipos de trabajo, situación que generaba, conjuntamente con el desperdicio en tiempo, una baja productividad de equipos.
- Para generar un mejor uso del tiempo se realizó una programación de carga de trabajo que utilice de forma efectiva los recursos tanto de tiempo como de personal, siguiendo los pilares del *Just In Time*. Asimismo, mediante una adecuada distribución de equipos y áreas se disminuyeron los recorridos innecesarios en busca de un flujo más continuo. Por otro lado, gracias a la implementación de la filosofía 5'S conjuntamente con el Mantenimiento Productivo Total los operarios serán capacitados en estos pilares para así mantener una adecuada gestión de equipos.
- La aplicación de las herramientas 5 eses, es vital para que la propuesta tenga éxito, ya que mediante la implementación se busca crear un impacto importante en el ambiente de trabajo tanto para los operarios, como para las labores realizadas rutinariamente, de forma que se logre un desarrollo de los equipos de trabajo a nivel laboral como personal.
- La implementación de indicadores globales de equipos permitirá el control más eficiente de las máquinas, así como también el uso adecuado para las mismas. Asimismo, se podrá llevar un histórico de reparaciones realizadas a las máquinas, lo cual permite mejor contabilización de gastos involucrados por equipos lo que llevará a una mejor gestión de los costos para el producto en estudio.
- La sinergia entre las diversas áreas de la planta con el área de mantenimiento es trascendental para la ejecución eficiente del

- El proyecto es viable debido a que el TIR tiene un valor positivo de 29.26%; así también, el VPN es un valor positivo lo cual refuerza que la inversión sea rentable.

## 6.2. Recomendaciones

- La principal herramienta para la implementación de Manufactura Esbelta, es el recurso humano. Para ello, el personal involucrado debe ser consciente que el proceso sólo funciona cuando se aplica mejora continua, lo cual les permitirá mejorar en base a las retroalimentaciones constantes por parte de sus jefes de áreas, supervisores, capacitadores, entre otros.
- La gerencia es un recurso importante para la aprobación efectiva de las medidas tomadas para la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta. Ellos, deben ser conscientes de la importancia de las inversiones en equipos, capacitaciones, entre otros, para incrementar su producción y competitividad. De igual forma su participación en actividades para la implementación de las herramientas es muy importante para la motivación respectiva de los equipos de trabajo.
- Se debe mantener sinergia constante entre las áreas principales como Producción y Mantenimiento, ello mediante reuniones mensuales, para que puedan identificar los aspectos importantes a atacar y trabajar en equipo para la mejora continua, la innovación de máquinas y equipos; así como, la supervivencia de mercado a través del provecho de sus recursos.
- Es de mucha importancia promover la participación activa de los operarios, pues son los que van a tener la experiencia en esta etapa de implementación de herramientas, para ello sería importante realizar reuniones entre los líderes de equipos de trabajo u operarios más antiguos para analizar también si se está logrando una mejora en el clima laboral proyectado con esta propuesta.

- La implementación como tal, se debe llevar según lo desarrollado en este trabajo, con la finalidad de garantizar los beneficios expuestos anteriormente. Ello consiste en respetar el cumplimiento de 5 eses, distribución de planta, reprogramación de cargas de trabajo, medición de indicadores de equipos; para garantizar el compromiso del equipo con su área de trabajo y sus actividades.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AMERICA ECONOMIA

2013 Consumo per cápita de pan en el Perú  
Consulta: 11 de Julio de 2013.  
<<http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/consumo-capita-de-pan-en-el-peru-se-incrementara-en-3-durante-este-ano>>

CABRERA, Rafael

2010 Value Stream Mapping.  
Consulta: 22 de Marzo de 2013.  
<<http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1154/1/VSM+VALUE+STREAM+MAPPING+ANALISIS+DEL+MAPEO+DE+LA+CADENA+DE+VALOR+-+copia.pdf>>

CISNEROS, Juan

2009 Los 7 desperdicios mortales de LEAN y la Teoría de las Restricciones. Consulta: 28 de Octubre de 2012.  
<[http://www.mejoracontinua.biz/Articulos/7\\_desperdicios\\_y\\_TOC.pdf](http://www.mejoracontinua.biz/Articulos/7_desperdicios_y_TOC.pdf)>

COETZEE, Jasper

1998 *Maintenance*. Hatfield: Maintenance Publishers.

GONZALES, Torres y VELÁSQUEZ, Reyes

2012 *Mapa de cadena de valor implementado en la empresa*. Agronopal: Revista Académica de la FI.

HIRANO, Hiroyuki

1991 *Manual para la implantación del JIT: una guía completa para la fabricación "just-in-time"*. Cuarto Volumen. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción.

KRAJEWSKI, Lee

2000 *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Quinta edición. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.

LIKER, Jeffrey y MEIER, David

2006 *The Toyota Way Fieldbook*. Primera edición. New York: McGraw-Hill.

NAKAJIMA, Seiichi

1991a *Introducción al TPM: Mantenimiento Productivo Total*. Cambridge: Productivity Press.

NAKAJIMA, Seiichi

1991b *TPM PROGRAMA DE DESARROLLO Implantación del mantenimiento productivo total*. Cambridge: Productivity Press.

NAVARRO, Luis

1997 *Gestión integral de mantenimiento*. Barcelona: Marcombo.

NIKKAN, Kogyo

1987 *Poka Yoke: Mejorando la calidad del producto evitando defectos*. Cambridge: Productivity Press.

- NIÑO, Angela y OLAVE, Carolina  
2010 *Modelo de aplicación de herramienta de manufactura esbelta desde el desarrollo y mejoramiento de la calidad.* Bogotá: Pontificia Universidad de Javeriana.
- ORTEGA, Fabián  
2011 *Lean Manufacturing y mayor productividad en la industria.* Consulta: 28 de Octubre de 2012.  
<[http://www.revista-mm.com/ediciones/rev61/adminis\\_manufactura.pdf](http://www.revista-mm.com/ediciones/rev61/adminis_manufactura.pdf)>
- PASCAL, Dennis  
2002 *Lean Production Simplified.* Segunda edición. New York: Productivity Press.
- RADAJELL, Manuel y SÁNCHEZ, José  
2010 *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad.* Primera edición. España: Díaz Santos.
- REY, Francisco  
2005 *Las 5's: Orden y Limpieza en el puesto de trabajo.* Madrid: Fundación Confemetal.
- SCHONBERGER, Richard  
1983 *Applications of Single and Dual Card Kanban.* Volumen 13.
- SHINGO, Shiguo  
1990 *Una revolución en la producción: El sistema SMED.* Segunda edición. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción.
- VALILLO, Rodrigo  
2010 *Value Stream Mapping.*  
Consulta: 21 de Marzo de 2013.  
<<http://www.leanbrasil.com/?p=349>>
- VARGAS, Héctor  
2004 *Manual de Implementación Programa 5's.* Corporación Autónoma Regional de Santander.
- WOMACK, James y JONES, Daniel  
1996 *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation.* Primera edición New York: Simon & Schuster.
- WOMACK, James; JONES, Daniel y ROSS, Daniel  
1990 *The Machine that Changed the World.* Primera edición. New York: Free Press.