

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**MARCO TEÓRICO PARA DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA
EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE GALLETAS DE UNA EMPRESA
DE CONSUMO MASIVO EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE LA
FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING**

**Trabajo de investigación para la obtención del grado de BACHILLER EN
CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Fiorella Johana Yancunta Valdivia

ASESOR:

Mg Eduardo Carbajal López

Lima, agosto, 2020

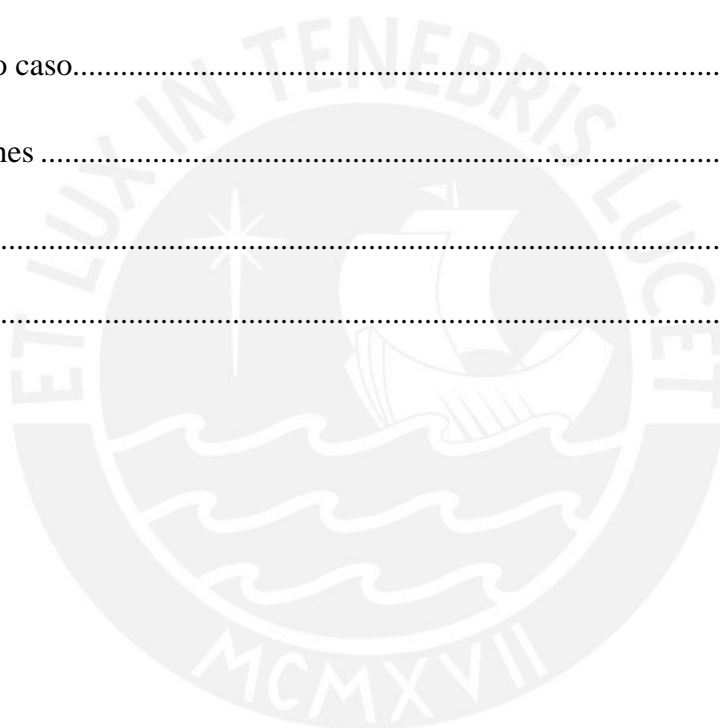
Resumen

Actualmente, las empresas buscan poseer una mayor participación en el mercado e incrementar la satisfacción del cliente empleando la menor cantidad de recursos y costos por medio de la optimización de procesos, eliminación de desperdicios, reducción de pérdidas, incremento de eficiencia y productividad, entre otros. Por este motivo, el presente trabajo de investigación tiene como finalidad proporcionar los fundamentos teóricos y ejemplos de aplicación de las principales herramientas de diagnóstico y herramientas de modelo de mejora *Lean Manufacturing* que garanticen alcanzar los objetivos planteados de una línea de producción de galletas de una empresa de consumo masivo, evaluando los procesos y determinando las principales pérdidas y desperdicios que se generan en este marco de estudio para desarrollar contramedidas y proponer posibles soluciones. Asimismo, se realiza un estudio de cuatro casos que avalan los beneficios, tales como ahorro de costos, disminución de tiempos, eliminación de despilfarros, entre otros que se generan al implementar las herramientas *Lean* en empresas de la industria alimentaria. Los beneficios generados en los cuatro casos son producir una ganancia de 0,7 dólares por dólar invertido y reducir el tiempo total de fabricación al implementar las herramientas 5S y VSM, ahorro de 35 000 euros y 100 000 euros anuales e incremento de eficiencia en dos empresas del rubro alimenticio aplicando las herramientas 5S y SMED, ahorro de costos e incremento de capacidad anual de US\$ 3 041 y 439 623 unidades respectivamente al implementar la herramienta SMED y mejora de la productividad de 10,62 segundos/pieza a 8,9 segundos/pieza al aplicar la herramienta 5S y modificar el *Layout* del área crítica. Por este motivo, los estudios corroboran la capacidad de mejora que poseen las herramientas *Lean Manufacturing* conjuntamente con herramientas de diagnóstico.

Tabla de Contenidos

Resumen.....	i
Tabla de Contenidos.....	ii
Índice de Tablas	iv
Índice de Figuras	v
Capítulo 1. Trabajo de Investigación	1
1.1. Herramientas del diagnóstico.....	1
1.1.1. Mapa de macroprocesos.....	1
1.1.2. Matriz QFD.....	3
1.1.3. Flujograma	5
1.1.4. Matriz de priorización.....	6
1.1.5. Fichas de indicador.....	9
1.1.6. Diagrama Pareto.....	10
1.1.7. Diagrama de Ishikawa.....	11
1.1.8. Cinco Porqués.....	12
1.2. Herramientas del modelo de mejora.....	13
1.2.1. Lean Manufacturing.....	13
1.2.2. Mapa de flujo de valor (VSM).....	16
1.2.3. 5'S.....	18
1.2.4. SMED	19
1.2.5. Poka Yoke.....	21

1.2.6. Kaizen	23
1.2.7. Mantenimiento Productivo Total (TPM)	24
1.3. Estudio de casos	27
1.3.1. Primer caso.....	27
1.3.2. Segundo caso	31
1.3.3. Tercer caso.....	37
1.3.4. Cuarto caso.....	40
1.4. Conclusiones	45
Bibliografía	47
Anexos.....	53



Índice de Tablas

Tabla 1.1 Símbolos de un Flujograma.	6
Tabla 1.2 Modelo de Matriz de priorización por método de criterios de consenso.	7
Tabla 1.3 Modelo de Matriz de priorización por método de matriz de selección simple.	8
Tabla 1.4 Resumen de los siete pasos de Mantenimiento autónomo.	26
Tabla 1.5 Residuos dentro de la empresa.	29
Tabla 1.6 Número de tareas y tiempos de cambio promedio antes de SMED para cada máquina.	34
Tabla 1.7 Número de tareas y tiempos de cambio promedio después de SMED para cada máquina.	35
Tabla 1.8 Número promedio de tareas y tiempos por cambio antes y después de SMED.	36
Tabla 1.9 Porcentajes de tiempo perdido en las Máquinas de producción.	37
Tabla 1.10 Porcentajes de eficiencia de las Máquinas.	38

Índice de Figuras

Figura 1.1. Modelo de mapa de procesos.	2
Figura 1.2. Modelo de Matriz QFD.	5
Figura 1.3. Modelo de Flujograma.	5
Figura 1.4. Modelo de Diagrama de Pareto.	11
Figura 1.5. Modelo de Diagrama de Ishikawa.	12
Figura 1.6. Principales símbolos en un Mapa de flujo de valor.....	17
Figura 1.7. Principales etapas de la metodología SMED y su impacto en los tiempos de cambio.	21
Figura 1.8. VSM el estado inicial de la empresa	30
Figura 1.9. propuesta de VSM para la empresa	30
Figura 1.10. Lista de verificación de evaluación para cada estación de trabajo antes y después de la implementación de 5S.....	33
Figura 1.11. Resumen de actividades en el proceso de cambio de moldes.	39
Figura 1.12. Representación de eficiencia.	40

Capítulo 1. Trabajo de Investigación

En este capítulo, se explican los conceptos y detalles del marco conceptual necesarios para el desarrollo adecuado de la propuesta de mejora de una línea de producción de galletas de una empresa de consumo masivo. En el primer punto, se detallan las herramientas utilizadas para un correcto desarrollo del diagnóstico del proceso. En el segundo punto, se explican las definiciones y principios necesarios de las herramientas utilizadas por la filosofía *Lean Manufacturing*, la cual será la contramedida óptima seleccionada como solución a las pérdidas de la empresa. Finalmente, en el tercer punto, se evalúan casos de aplicación de la filosofía *Lean Manufacturing* en contextos similares a la empresa en estudio.

1.1. Herramientas del diagnóstico

Se hará uso de técnicas y esquemas que permitan el correcto estudio de los procesos mediante un análisis de los principales problemas identificando la causa raíz de cada uno de estos con la finalidad de formular y evaluar contramedidas para la selección de la más óptima.

1.1.1. Mapa de macroprocesos.

Según los autores Beltrán, Carmona, Carrasco, Rivas y Tejedor (2009) un mapa de proceso es un diagrama visual comprendido por la estructura de procesos, los mismos que soportan el sistema de gestión de la compañía. Los procesos se agrupan en tres tipos de clasificación para una mejor visualización de la interrelación que existe entre ellos. A continuación, se describe la clasificación de los procesos, estos se muestran en la figura 1.1. Por otro lado, para un mejor entendimiento se detalla un ejemplo en el Anexo A.

- Procesos estratégicos

Son aquellos procesos que tienen participación directa en la visión de la empresa y definen los objetivos y estrategias de la misma. Algunos ejemplos son mercadotecnia, comercial, planeamiento táctico, sistemas de gestión de la calidad, entre otros procesos.

- Procesos operativos

Están relacionados a la ejecución directa del proceso productivo o del servicio a brindar, añadiendo valor agregado al cliente y contribuyen con la misión de la empresa. Por ejemplo, la gestión financiera será un proceso operativo para una empresa del sector financiero; mientras que, para una empresa del sector manufacturero este proceso pertenecerá al proceso de apoyo.

- Procesos de apoyo

Conformado por aquellos procesos que no participan en la visión ni en la misión de la empresa, pero son necesarios, ya que proporcionan apoyo directo a los procesos operativos y estratégicos. Un ejemplo de ello es todo aquel proceso que permita el seguimiento, control y mejora de la gestión de la empresa.

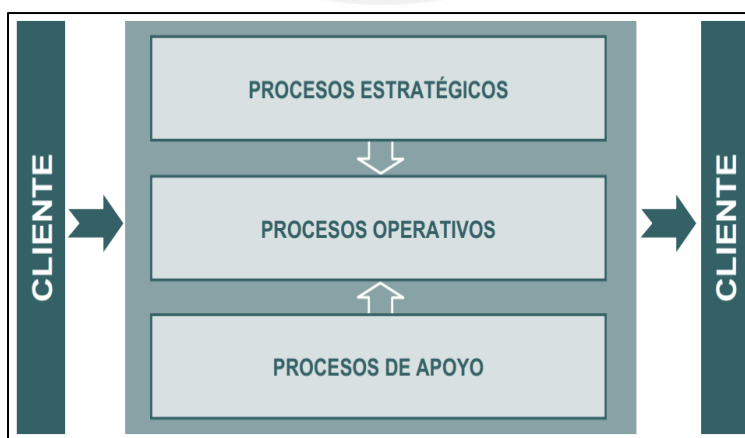


Figura 1.1. Modelo de mapa de procesos.

Tomado de Beltrán, Carmona, Carrasco, Rivas y Tejedor (2009): *Guía para una gestión basada en procesos*.

1.1.2. Matriz QFD.

Es una técnica de calidad originada en Japón que permite obtener los requerimientos del cliente y relacionarlos con los requerimientos técnicos del producto o servicio mediante matrices; además, evalúa la competencia y detecta nuevos mercados. Tiene como objetivo determinar la importancia de la “voz del cliente” para el conocimiento de las necesidades de estos y su satisfacción.

Según Mizuno y Akao (1994), la matriz QFD es aquella representación gráfica que muestra a detalle los procedimientos y funciones del sistema de calidad enfocada directamente en la necesidad del cliente por medio de la interacción de la demanda y requerimientos del consumidor con los atributos del producto. A continuación, se definen los conceptos para cada uno de los pasos según la estructura definida en la figura 1.2. Asimismo, se muestra en el Anexo B un ejemplo aplicativo de esta herramienta.

- **Voz del cliente (¿Qué?):**

Son las expectativas que busca el cliente en el producto a consumir; es decir, aquellos requerimientos del consumidor que logran satisfacer sus necesidades. Cada requerimiento debe tener una escala de prioridad, la cual permite identificar los requerimientos con mayor importancia. La escala de priorización va del 1 al 10, donde 10 significa que el requerimiento es muy importante y 1 que no es importante.

- **Requerimientos de diseño (¿Cómo?)**

Son las especificaciones técnicas que solucionan y garantizan los requerimientos del cliente.

- Matriz de relaciones

Aquella que determina y expone la interacción e interrelación que existe entre los requerimientos del cliente y los requerimientos de diseño. Las relaciones pueden ser fuertes, moderadas o débiles.

- Evaluación de los competidores (*Benchmarking*)

Se realizan dos registros de valoración del competidor en la Matriz QFD. El primer registro es la evaluación de los competidores con respecto a la satisfacción de los requerimientos cliente. El segundo registro es la evaluación de los mismos con respecto al cumplimiento de los requerimientos de diseño. Para ello, se usa una puntuación del 1 al 5, donde 5 significa que el competidor alcanza el requerimiento y 1 que no alcanza el requerimiento.

- Matriz de Correlación (¿Conflictos?)

Aquella que muestra la correlación entre cada uno de los requerimientos de diseño. La puntuación de la correlación puede ser negativa, positiva o nula. Una correlación positiva indica la existencia de apoyo entre los requerimientos evaluados; mientras que, una correlación negativa significa que hay conflicto entre ellos.

- Evaluación de importancia (Ponderación)

Se mide para cada uno de los requerimientos de diseño, teniendo como valor la sumatoria de la prioridad según el requerimiento del cliente multiplicado por el valor de la matriz de relaciones. Al determinar cada ponderación es posible identificar el requerimiento de diseño con mayor relevancia, ya que este posee la mayor ponderación.

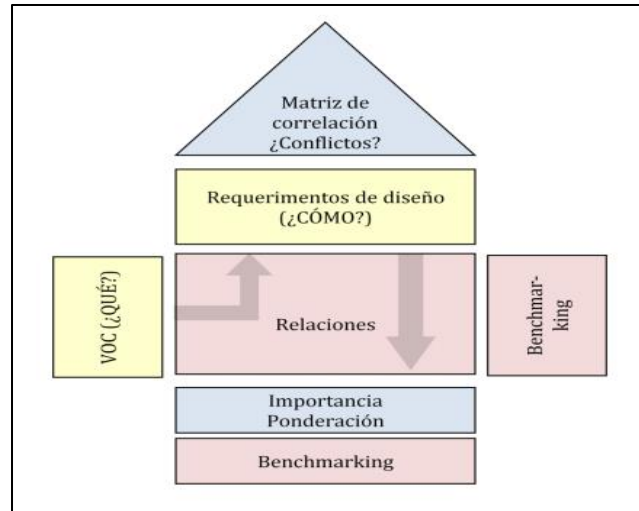


Figura 1.2. Modelo de Matriz QFD.

Tomado de Bernal, Dornberger, Suvelza y Byrnes (2009): *Quality Function Deployment (QFD)* para servicios.

1.1.3. Flujograma

Según Álvarez (2012), un flujograma es un diagrama visual de un proceso como una entidad individual, los tipos de modelo de flujograma se muestran en la figura 1.3. El Flujograma muestra a detalle las actividades importantes que se realizan en el proceso, gracias a ello este tiene mayor visibilidad y facilidad de entendimiento y comprensión. Además, ayuda a la identificación de mejoras. En el Anexo C se presenta un ejemplo de la herramienta Flujograma.

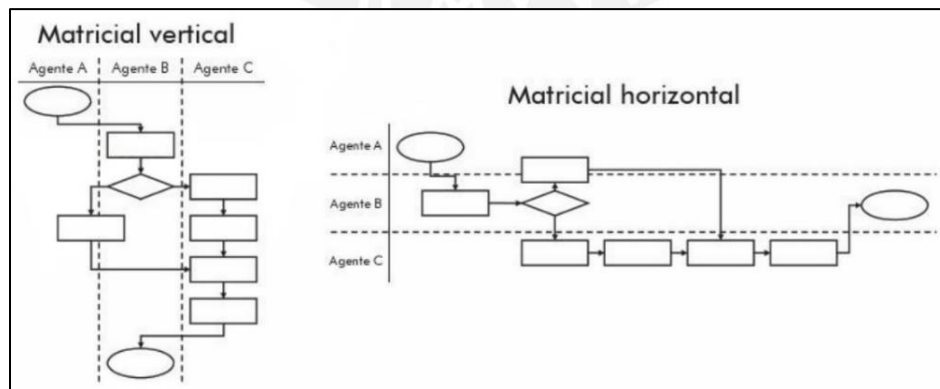




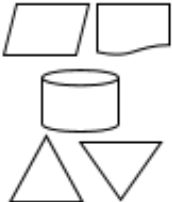



Figura 1.3. Modelo de Flujograma.

Tomado de Álvarez (2012): Configuración y usos de un mapa de procesos.

Para la representación del Flujograma se utilizan símbolos de acuerdo a la norma ANSI. La tabla 1.1 muestra los principales símbolos empleados en el flujograma.

Tabla 1.1
Símbolos de un Flujograma.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Elipse u óvalo	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo. Está reservado a la primera y a la última actividad. Un proceso puede tener varios inicios y finales.
	Rectángulo o caja	Se utiliza para definir cada actividad o tarea. Debe incluir siempre un verbo de acción. Las cajas se pueden numerar.
	Rombo	Aparece cuando es necesario tomar una decisión. Incluye siempre una pregunta.
	Flecha	Utilizada para unir el resto de símbolos entre sí indicando la dirección secuencial de las actividades.
	Símbolos de entrada y salida	Se utilizan para representar entradas necesarias para ejecutar actividades del proceso, o para recoger salidas generadas durante el desarrollo del mismo.
	Conectores	Usados para representar conexiones con otras partes del flujograma o con otros procesos. Si el proceso es largo y el diagrama de flujo no cabe en una hoja, se suele utilizar algún símbolo para conectar una hoja con otra. Una letra o un número en el interior del símbolo indican que la secuencia enlaza con un símbolo equivalente. También se pueden utilizar para vincular el proceso que estamos dibujando con otro proceso relacionado.

Nota. Tomado de “Configuración y usos de un mapa de procesos”, por Álvarez, 2012.

1.1.4. Matriz de priorización

Según Tague (2005), las matrices de priorización son empleadas para seleccionar la mejor opción mediante su comparación, por medio de un conjunto de criterios. Para ello, a cada criterio elegido se le atribuye un peso, luego se procede a relacionar cada uno de estos con cada opción colocando una puntuación. Por último, se realiza una sumatoria de todos los pesos obtenidos por cada relación para calcular el puntaje total por opción.

Se utilizan tres tipos de matriz de priorización como herramientas de diagnóstico del presente trabajo. Cada matriz será aplicada para cada diagnóstico según su adaptación a este último. La ejemplificación de cada tipo de matriz se encuentra en el Anexo D, E y F, respectivamente.

a) Método de criterios de consenso

Se escogen criterios a analizar, donde cada uno tiene una ponderación o peso del 1 al 5. Adicionalmente, cada opción debe disponer de un puntaje según criterio para luego ser multiplicada por la ponderación de este. Finalmente, se suman los puntajes de cada opción y se obtiene un puntaje total. El modelo de la Matriz de priorización por el método de criterios de consenso se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.2
Modelo de Matriz de priorización por método de criterios de consenso.

	Ponderación	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Criterio 1					
Criterio 2					
Criterio 3					
Criterio 4					
Total					

Nota. Tomado de “Manual de los Administradores de Salud para el Mejoramiento Continuo”, por Leebov y Ersoz, 1993.

b) Método de matriz de selección simple

Para la elección de la alternativa con mayor prioridad se establecen dos tipos de criterio: frecuencia e impacto. El primer criterio indica la cantidad de acontecimientos de la alternativa a seleccionar, esta posee un peso del 1 al 5, donde 1 significa que la alternativa aparece muy pocas veces y 5 significa que la alternativa perdura en el marco de estudio. El segundo criterio establece el efecto negativo producido por la alternativa en el marco estudiado, para este criterio se atribuye un puntaje del 1 al 5, donde 1 significa que la alternativa no produce un impacto en el marco y 5

si impacta al marco. Por último, para el cálculo de la ponderación para cada criterio se multiplica la frecuencia con el impacto. El modelo de la Matriz de priorización por el método de selección simple se muestra en la tabla 1.3.

Tabla 1.3

Modelo de Matriz de priorización por método de matriz de selección simple.

	Frecuencia	Impacto	Ponderación
Criterio 1			
Criterio 2			
Criterio 3			
Criterio 4			
Total			

c) **Matriz FACTIS**

Permite evaluar y seleccionar la opción con mayor ponderación a partir de seis criterios definidos. Cada criterio posee un peso propio; además, se le asigna un puntaje a cada opción por cada uno de estos de acuerdo a la valoración o cumplimiento de la opción, el puntaje a asignar va del 1 al 5 dependiendo del criterio. A continuación, se definen los seis criterios de selección:

- **F:** Facilidad de implementación, hace referencia a que tan sencillo es implementar una de las soluciones propuestas para la erradicación del problema definido. El puntaje asignado es 1 si es muy difícil la implementación, 3 si es difícil y 5 si es fácil.
- **A:** Afectación a otras áreas, se refiere como la solución puede afectar a otras áreas de la empresa. Se destina un puntaje de 1 si afecta a muchas áreas, 3 si afecta medio y 5 si no afecta.

- C: Calidad mejorada, implica que tanto mejora la calidad del producto o servicio luego de implementar una de las soluciones planteadas. El puntaje se rige mediante; 1, poco mejoramiento en la calidad; 3, medio; y 5, mucho.
- T: Tiempo de implementación, hace referencia a la cantidad de tiempo que tomará implementar la solución. Si el tiempo es a largo plazo se le asigna un puntaje de 1; si es a mediano plazo, 3; si es a corto plazo, 5.
- I: Inversión requerida, implica el costo necesario para ejecutar la solución propuesta. El puntaje se rige mediante; 1, alta inversión; 3, media; y 5, mucha.
- S: Seguridad, se refiere a cuanto ha mejorado la seguridad industrial luego de implementar una de las soluciones planteadas. Se asigna 1, 3 y 5 si la seguridad industrial mejoro poco, medio o mucho respectivamente.

1.1.5. Fichas de indicador

Es un documento que contiene información concerniente del indicador a evaluar. Una de las funciones principales de la Ficha de indicador es mostrar el estado actual del indicador con respecto a la meta propuesta permitiendo el control del mismo y logrando visualizar la evolución de este para evaluar el cumplimiento de los objetivos trazados por la empresa. Cabe señalar que existen dos tipos de fichas: ficha de indicador del tipo creciente y ficha de indicador del tipo decreciente. El primer tipo informa que la meta a cumplir debe ser mayor o igual al objetivo;

mientras que, el segundo tipo señala que la meta a cumplir debe ser menor o igual al objetivo. Para un mejor alcance de la Ficha de indicador se ejemplifica esta herramienta en el Anexo G.

1.1.6. Diagrama Pareto

Según Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2010), el Diagrama de Pareto es un esquema que facilita la visualización de la categorización de problemas. Estos se miden en función del impacto que generan en un aspecto establecido.

El objetivo del Diagrama Pareto es identificar los problemas más relevantes mediante la representación gráfica del ordenamiento de mayor a menor de la información a clasificar. Asimismo, el Diagrama Pareto tiene como concepto que el 20% de los problemas explican el 80% de las pérdidas, ello se observa en la figura 1.4.

Para elaborar el Diagrama de Pareto se deben seguir ocho pasos. El primer paso consiste en seleccionar los datos a analizar y verificar que estos se encuentren dentro de un mismo periodo. En segundo lugar, se agrupan los datos según la clasificación determinada. En tercer lugar, se tabulan los datos, este procedimiento comienza con el ordenamiento de la información, continúa con la priorización de mayor a menor; luego, se calcula la frecuencia absoluta y la frecuencia absoluta acumulada para poder calcular la frecuencia relativa unitaria; y, por último, se estima la frecuencia relativa acumulada. En cuarto, quinto, sexto y séptimo lugar, se dibuja el diagrama Pareto completo, este comprende en dibujar los ejes de coordenadas; se realiza el gráfico de barras y la curva de frecuencia relativa acumulada; y se coloca el título, la leyenda, la fecha de realización, entre otros datos que se puedan considerar importantes para el estudio. Finalmente, el último paso

consta del análisis del Diagrama Pareto. El Anexo H muestra un ejemplo aplicativo de la herramienta.

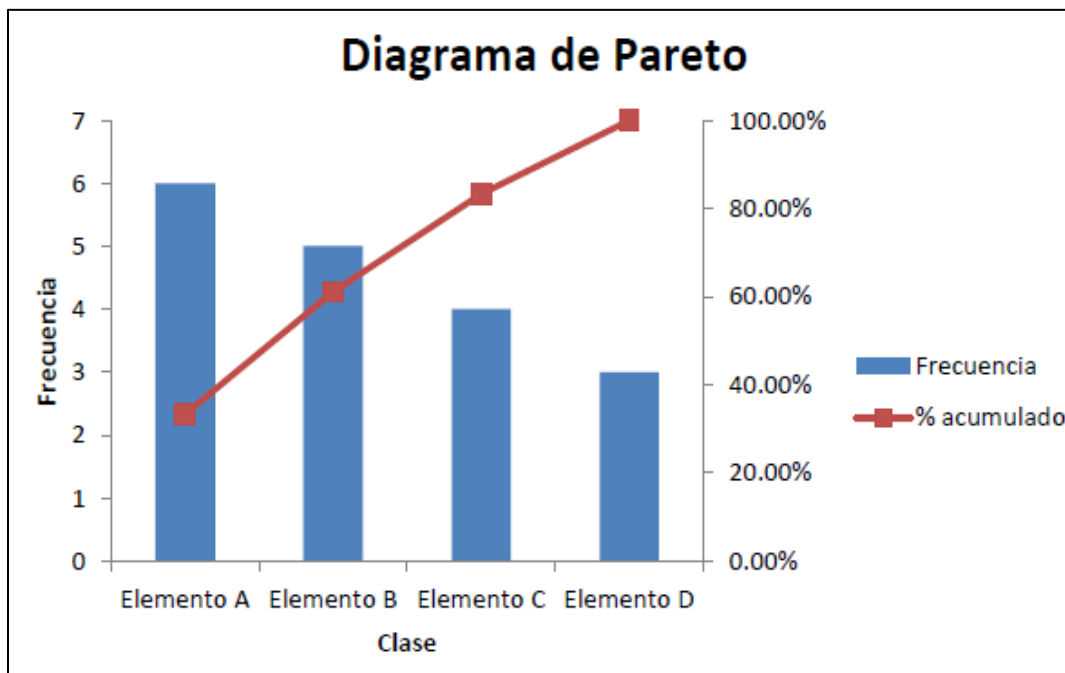


Figura 1.4. Modelo de Diagrama de Pareto.

Tomado de Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2010): Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas.

1.1.7. Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa-Efecto tiene como objetivo mostrar las principales causas de un problema o efecto. Estas causas suelen ser agrupadas en cuatro, seis o nueve categorías, como son la categoría de administración, método, mano de obra, materiales, máquinas, entre otras. Para una mayor comprensión se desarrolla un ejemplo en el Anexo I.

Según la UNIT (2009), el Diagrama de Ishikawa es una técnica gráfica-visual que se emplea para definir causas controlables de un problema en particular que genera pérdidas en una empresa, un modelo del diagrama se muestra en la figura 1.5.

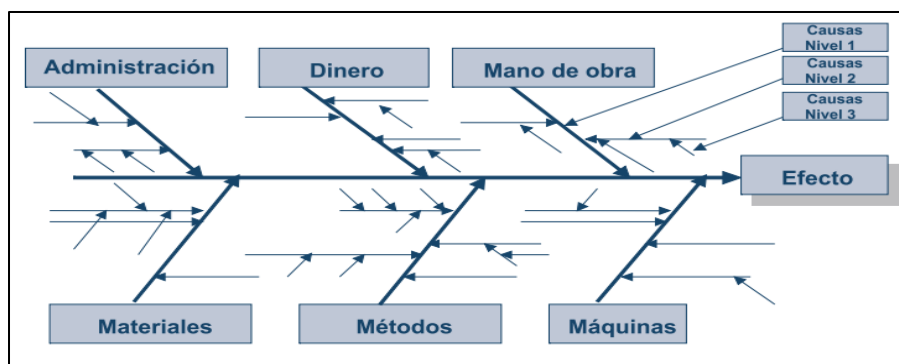


Figura 1.5. Modelo de Diagrama de Ishikawa.

Tomado de UNIT (2009): Herramientas para la Mejora de la Calidad. Montevideo.

1.1.8. Cinco Porqués

Es una técnica de solución de problemas que permite determinar la causa raíz de estos. A través de cinco preguntas se profundizan los motivos del problema logrando identificar la causa originaria. Se muestra un ejemplo simple de la herramienta en el Anexo J. Cabe resaltar que, si la causa originaria se erradica, la posibilidad de ocurrencia del problema se reduce.

Flores (2013) afirma que la cita de la técnica de los Cinco Porqués

Consiste en preguntar cinco veces por las causas de un problema, hasta llegar a la raíz verdadera del problema. Normalmente, todas las causas suelen entonces desplazarse de problemas técnicos a problemas humanos. Por ejemplo, una máquina se ha detenido. ¿Por qué (1)? Porque hubo una sobrecarga y se fundió el fusible. ¿Por qué (2)? Porque no estaba suficientemente lubricada. ¿Por qué (3)? Porque la bomba de lubricante llevaba tiempo lubricando menos de lo necesario. ¿Por qué (4)? Porque se le había gastado la zapatilla y nadie la reponía. ¿Por qué (5)? Porque el técnico que lo hacía se fue de la empresa y nadie se encargó de ello. Comprobamos pues, que la raíz del problema es una falta de transmisión de conocimientos y funciones del puesto cuando un empleado abandona la empresa, y no un problema técnico puntual. (p. 14).

1.2. Herramientas del modelo de mejora

Para implementar soluciones a los problemas encontrados en el marco de estudio se describen las herramientas que proporcionan dichas soluciones. Las mejoras a evaluar serán establecidas a partir de la utilización de herramientas de la filosofía *Lean Manufacturing*.

1.2.1. Lean Manufacturing

Según Bonilla (2010), *Lean Manufacturing* es una filosofía de la manufactura esbelta conformada por principios y técnicas que posibilitan la reducción del tiempo entre que el cliente coloca el pedido hasta cuando se realiza la entrega del mismo mediante la erradicación de los desperdicios identificados en el flujo del proceso productivo logrando una mejora continua de la eficiencia del proceso.

Según Womack y Jones (1996), para desarrollar un sistema flexible, diverso, de costos bajos y de forma ágil donde se produzcas en base a los requerimientos del cliente, el pensamiento *Lean* se debe enfocar en cinco principios fundamentales: definir valor según los requerimientos del cliente; identificar el flujo de valor mediante la definición del producto abarcando el diseño y lanzamiento, la gestión y coordinación de la información desde que se realiza el pedido hasta la entrega y la transformación de materia prima y producto terminado; hacer fluir el valor de forma uniforme y continua; dejar que le cliente hale el valor, *pull*; es decir, solamente se debe producir en el momento que el cliente lo requiera; y, buscar la perfección mediante la mejora continua.

Por otro lado, la filosofía *Lean Manufacturing* se enfoca en once pilares que comprenden todas las áreas de la empresa, las cuales son mejora enfocada, mantenimiento autónomo,

mantenimiento planificado, mantenimiento de la calidad, educación y entrenamiento, seguridad y medio ambiente, logística, gestión aplicada de los equipos, gestión anticipada de los productos, oficina y costos. Además, esta filosofía tiene como base el Sistema de Producción Toyota, el cual se orienta en desarrollar estabilidad operacional y la aplicación de herramientas, las cuales contribuyen con el avance de la mejora continua, permiten cumplir con el logro de las metas propuestas y alcanzar la excelencia operacional a partir de la denominación de empresa de clase mundial, ágil y competitiva. La estructura que conforma el sistema de producción total de la empresa Toyota se muestra en el Anexo K.

Asimismo, según Womack (1996), la filosofía *Lean* se orienta en la eliminación de desperdicio o MUDA, el cual abarca todo aquello que no agrega valor y agote los recursos. Por ejemplo, el transporte de un producto de una máquina X a una máquina Y, el almacenamiento de un producto, entre otros. De igual forma, existen conceptos directamente relacionados con desperdicios:

- MURA: es aquel desbalance o inconsistencia entre los procedimientos. Por ejemplo, ritmo de producción variable o irregular, variación de velocidades, desbalance en los parámetros de las máquinas, entre otros.
- MURI: es aquello que se puede identificar como irracional o denominar como tensión física tanto en una persona como en una máquina. Por ejemplo, sobrecalentamiento de la máquina, por un sobre esfuerzo de la misma, personal que levanta carga mayor a los establecido por ley de ergonomía, entre otros.

Adicionalmente, el pensamiento *Lean* considera la existencia de siete tipos de desperdicio: sobreproducción, tiempos de espera, transporte, movimientos y recorridos innecesarios, exceso de inventario, productos defectuosos y exceso de procesamiento.

- **Sobreproducción**

Es conocido como el peor tipo de desperdicio, ya que contribuye con el desarrollo de los demás tipos de desperdicios. Hace referencia a producir más de lo necesitado por el siguiente proceso y por el mercado, adelantarse a la producción requerida en un periodo de tiempo y producir con mayor rapidez de lo que requiere el siguiente proceso.

- **Tiempos de espera**

Es aquel tiempo inactivo debido a esperas de materiales, operaciones, maquinaria, personal, información, entre otros. Esto puede ser generado por una saturación de trabajo.

- **Transporte**

Se considera como el exceso de movimientos y recorrido del personal, material y producto de un lugar a otro dentro del proceso productivo, el cual genera actividades que no generan valor agregado a este último.

- **Movimientos y recorridos innecesarios**

Todo aquel movimiento innecesario y que no agregue valor al proceso; por ejemplo, buscar herramientas o equipos debido a que el lugar no se encuentra organizado o realizar esfuerzos excesivos al ejecutar una actividad.

- Exceso de inventario

Es todo aquel inventario en espera, como inventario de producto en proceso, de producto terminado, materia prima, entre otros. Se considera un tipo de desperdicio, ya que el inventario es un costo adicional, aparte del espacio, el personal y la locación que se requiere.

- Productos defectuosos

Hace referencia a los productos que no cumplen con las características ni parámetros solicitados por el cliente; es decir, aquellos productos disconformes que son causados por errores de los operarios, falta de capacitación, procedimientos inadecuados, entre otros.

- Exceso de procesamiento

Ocurre cuando se ejecutan procesamientos y operaciones adicionales a los requeridos en el producto. Se considera un desperdicio pues necesita esfuerzos que no generan valor agregado en el proceso. Por ejemplo, exceso de actividades, exceso de procedimientos, exceso de documentación, duplicación de información, entre otros.

A continuación, se definirán algunas de las principales herramientas utilizadas en la filosofía *Lean Manufacturing*.

1.2.2. Mapa de flujo de valor (VSM)

Es una herramienta que representa gráficamente el flujo de materiales e información entre las actividades o procesos de una familia de productos o servicios, el cual parte desde el flujo del pedido e ingreso de materiales hasta la culminación y distribución del producto terminado. Permite

planificar mejoras mediante la identificación visual de las actividades que no agregan valor y de los desperdicios en cada actividad. Para graficar un Mapa de flujo de valor se utilizan diferentes símbolos. En la figura 1.6 se muestran los principales símbolos a graficar.

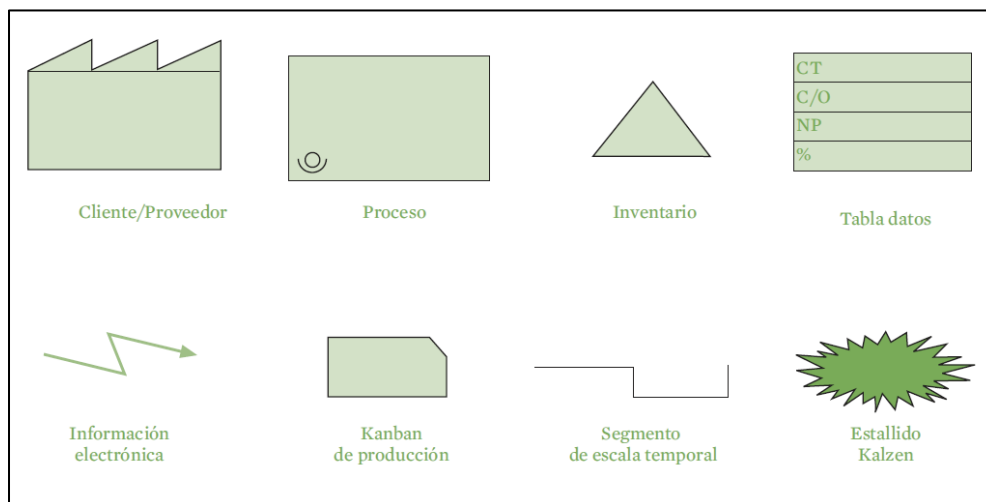


Figura 1.6. Principales símbolos en un Mapa de flujo de valor.
Tomado de Hernández y Vizán (2013): *Lean Manufacturing* conceptos, técnicas e implantación.

Existen tres tipos de mapas de flujo de valor: Mapa del estado actual, Mapa del estado futuro y Mapa del estado ideal. El primer mapa muestra la situación actual de la empresa permitiendo identificar desperdicios y mejoras próximas a ejecutar; además, se determina el *Tack Time*, el cual se calcula al dividir el tiempo disponible de una jornada de trabajo sobre la demanda total de una jornada; y el porcentaje de valor agregado y valor no agregado. El segundo mapa es un mapa a corto plazo, el cual muestra la situación de la empresa con las mejoras realizadas y los desperdicios erradicados. Finalmente, el tercer mapa es un mapa a largo plazo, el cual proyecta la no existencia de actividades que no agreguen valor al proceso y el cumplimiento de todas las mejoras. En el Anexo L se muestra un ejemplo de Mapa de flujo de valor. Para la elaboración de los mapas de valor se deben realizar cuatro pasos según Womack (1996), los cuales son selección de la familia

de productos y recolección de datos, mapeo del estado actual, mapeo del estado ideal y mapeo del estado futuro.

1.2.3. 5'S

Es una técnica que permite alcanzar cambios positivos y significativos en la empresa a partir de la implementación de los principios de orden y limpieza en el lugar de trabajo mediante la disciplina, cultura y participación de los colaboradores. Para llevar a cabo la ejecución de esta técnica se debe escoger un área piloto en la cual se desarrollarán los cinco pasos: clasificar, organizar, limpieza, estandarizar y disciplina. El resumen de los cinco pasos se muestra en el Anexo M.

a) Seiri - Clasificar

Consiste en separar y eliminar del área o lugar de trabajo todos los objetos innecesarios mediante el uso de tarjetas rojas, azules y verdes. Estas tarjetas sirven para identificar aquellos objetos obsoletos, no necesarios o con necesidad de reparación y con ello determinar acciones correctivas.

b) Seiton – Organizar

Se rige bajo la normativa de que cada elemento debe tener y permanecer en un lugar específico; es decir, organizar los objetos según frecuencia de uso de forma clara y visual, colocando e identificando un lugar determinado para cada uno de ellos de manera que se pueda encontrar fácilmente. Los objetos que poseen una frecuencia de uso baja deben ser registrados en un reporte de inventario para una fácil localización.

c) Seiso – Limpieza

Eliminar del área de trabajo la suciedad y el polvo para facilitar la identificación, erradicación y/o contención de anomalías, fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso que permitan un lugar de trabajo limpio y seguro.

d) Seiketsu – Estandarizar

Consiste en estandarizar procedimientos y colocar controles visuales que permitan entender cómo se debe realizar el trabajo; por otro lado, es necesario capacitar correctamente al personal en todos los estándares implementados. La ejecución de esta “S” permite la continuidad de las tres “S” previas.

e) Shitsuke - Disciplina

Se rige bajo el lema convertir los primeros cuatro pasos en una manera natural de actuar; es decir, lograr generar costumbre y cultura para mantener los pasos anteriores de forma adecuada y permanente.

1.2.4. SMED

Llamado Cambio de Formato en un Dígito o SMED por sus siglas en inglés, *Single Minute Exchange of Dies*, es un método utilizado para reducir las pérdidas por cambio de producto mediante el cambio ágil o rápido de herramientas, moldes y guías en menos de diez minutos. El objetivo del método es aumentar la flexibilidad del proceso para lograr producir una gran variedad de productos, reducir lotes, incrementar capacidad, entregar a tiempo el producto a los clientes, reducir los niveles de inventarios, mejorar la calidad e incrementar la productividad.

Según Shingo (1990), se clasifica en tres etapas principales: clasificación de actividades internas y externas, conversión de actividades internas en externas y simplificación de actividades internas y externas. Las tres etapas previamente señaladas se describen a continuación y se muestran en la figura 1.7.

a) Clasificación de actividades internas y externas a través del análisis y documentación del estado actual

Existen dos tipos de actividades: actividades internas, aquellas actividades que se ejecutan cuando la máquina se encuentra apagada; y, actividades externas, aquellas actividades que se realizan cuando la máquina se encuentra en movimiento. Se debe definir la secuencia correcta de las actividades al clasificarlas como internas o externas. Esto implica observar el proceso, documentar o filmar todas las actividades y realizar un Diagrama de Movimiento o Diagrama de Espaguetti que permita analizar el recorrido que ejecuta el operador.

b) Convertir actividades internas en externas

Identificar todas las actividades externas que se puedan realizar con máquina corriendo en lugar de ser ejecutadas con máquina parada. Para ello, se debe garantizar que la secuencia sea la correcta.

c) Simplificar actividades internas y externas

Se deben eliminar, reducir, simplificar y combinar todas las actividades posibles de modo que estas se puedan realizar paralelamente, eliminando puntos de ajuste, entre otros. Asimismo, se debe estandarizar y sostener el nuevo método. La estandarización consiste en documentar los

nuevos procedimientos donde se expliquen las actividades, secuencias, tiempo de ejecución de cada actividad, recursos, tiempo total de reducción después de la mejora, entre otros puntos que detallen claramente el cambio de producto.

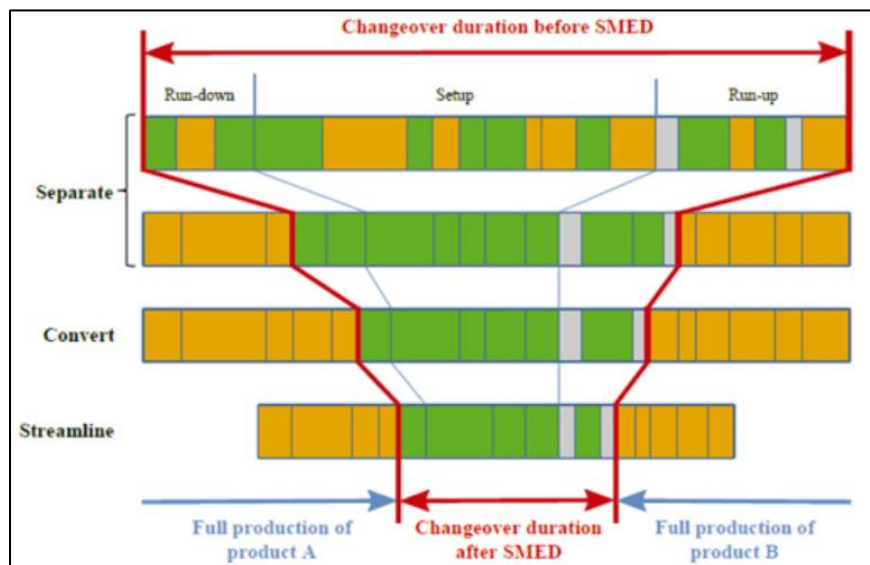


Figura 1.7. Principales etapas de la metodología SMED y su impacto en los tiempos de cambio.
Tomado de Borges, Freitas y Sousa (2015): *Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries*.

1.2.5. Poka Yoke

Según Hirano (1987), es una herramienta del sistema de control de calidad que previene errores obteniendo cero defectos durante la producción y la reducción de controles de calidad. Se debe motivar a los operarios para generar una participación activa en la sugerencia o diseño de Poka Yoke a implementar, ya que cada trabajador es dueño de su equipo y conoce a mayor detalle las necesidades que requiere y las dificultades que tiene. Además, existe un formato para la sugerencia de Poka Yoke de los operarios, este se muestra en el Anexo N.

Las inspecciones es un método que previene errores. Se tienen tres tipos de inspecciones: la inspección evaluativa, las inspecciones informativas y las inspecciones en la fuente. Las

inspecciones evaluativas son aquellas que encuentran errores y separan los productos defectuosos de los no defectuosos sin disminuir el número de errores. Las inspecciones informativas permiten medir y controlar la cantidad de defectos encontrados para proceder a tomar medidas correctivas y con ello reducir el número de errores. Las inspecciones en la fuente posibilitan la detección del error en el área de ocurrencia para erradicarlo.

La herramienta Poka Yoke utiliza los mecanismos de contacto y sin contacto para detectar errores y defectos. Los mecanismos de contacto permiten detectar la presencia o ausencia de algún objeto y, a su vez, si se encuentra en la ubicación correcta o no: sensores de posición, sensores de proximidad, sensores de desplazamiento, entre otros. Los mecanismos sin contacto permiten detectar objetos translúcidos, cristalinos y opacos: sensores foto eléctricos de tipo transmisión y reflejante. Para utilizar un tipo de mecanismo se debe seguir las siguientes sugerencias: verificar la secuencia de operaciones, detectar desviaciones del procedimiento y detectar desviaciones de los parámetros.

Asimismo, se utilizan dos métodos de funciones reguladoras: el método de control, el cual consiste en el bloqueo de los equipos debido a una anomalía; y, el método de advertencia, el cual alerta sobre las anomalías que ocurren a través de sonido o luces.

Adicionalmente, los errores con mayor frecuencia son causados por errores humanos debido al descuido que se tuvo. Para alguno de estos errores se han utilizado los cinco mejores Poka Yoke: guías de distintos tamaños, detección de errores y alarmas, conmutadores de límites, contadores, y lista de chequeo.

1.2.6. Kaizen

Según Massaki (1989), la herramienta Kaizen o herramienta de mejora continua, originaria en Japón, se basa en la integración y participación de los colaboradores para la solución de problemas y optimización de los procesos. A continuación, se exponen las seis etapas para la aplicación de la herramienta Kaizen.

a) Seleccionar tema

Consiste en la formación del equipo de mejora para la evaluación y selección de los principales problemas de la organización, aquellos que generan grandes pérdidas. Es necesario la documentación del tema como del equipo de trabajo.

b) Comprender la situación actual y establecer metas

Se determinan las características a analizar según el tema seleccionado como; por ejemplo, tiempos de paradas, merma generada, entre otros. Luego, se realiza un análisis de los datos históricos. Finalmente, se proponen los objetivos y metas y se define el periodo de tiempo para lograrlo.

c) Planear actividades

Comprende la determinación y planificación de las actividades que se ejecutarán, esto incluye a los responsables de cada una de estas tareas propuestas. Una de las actividades claves es la recolección de los datos reales y la observación del proceso, pues en base a ello se realiza la siguiente etapa.

d) Analizar causas

Los datos recolectados se utilizan para medir el proceso, el cual permite identificar y analizar a detalle las principales causas que atacan directamente al tema seleccionado. En esta etapa se pueden utilizar herramientas como Diagrama Pareto, Análisis de Causa Raíz, Diagrama Ishikawa, entre otros.

e) Implementar contramedidas

A partir de la identificación de las causas principales se generan planes de acción o contramedidas a aplicar. Estos deben implementarse para la solución del problema y mejora del proceso.

f) Verificar resultados y estandarizar la mejora

En esta etapa se comprueba si los resultados son satisfactorios o no comparándolos con los datos iniciales. Además, es necesario realizar un reporte de la mejora que garantice la continuidad de los planes de acción.

1.2.7. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Según Nakajima (1984), son varias técnicas de mantenimiento productivo que tienen como objetivo lograr cero defectos y cero averías a través de la participación de los trabajadores, la implicancia de la dirección y el mantenimiento autónomo de los operarios. Lo cual consiste en transferir y dividir actividades que solamente realizaba el área de mantenimiento al equipo de producción para lograr el incremento de la productividad, la reducción de costos, el cumplimiento de entrega a tiempo, la mejora de la calidad y condiciones de seguridad y salud.

Las características principales que describen al TPM son incrementar la efectividad global del equipo e implementar un sistema completo de mantenimiento: mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo y mejora del mantenimiento. Además, requiere de la participación global de todos los colaboradores.

Para alcanzar un desarrollo exitoso del TPM se deben efectuar una lista de doce pasos agrupados en tres aspectos. En el primer aspecto, preparación, anuncia formalmente el inicio del programa TPM a los miembros de la empresa, promueve la participación a través de campañas y difunde el propósito del programa fijando políticas, metas y planes a desarrollar. El segundo aspecto, implementación, forma los equipos de trabajo en pequeños grupos, desarrolla el mantenimiento autónomo y el mantenimiento especializado e instruye a los líderes. Finalmente, el último aspecto, estabilización, evalúa la mejora continua y propone nuevas metas a futuro que permitan perfeccionar el desarrollo TPM. En el Anexo Ñ se muestra el resumen de los pasos de la implementación para la herramienta TPM.

Adicionalmente, tanto el mantenimiento autónomo como el mantenimiento especializado establecen cuatro fases para mantener las condiciones ideales de los equipos: la fase 1 se enfoca en estabilizar los intervalos entre fallos, la fase 2 prolonga la vida del equipo, en la fase 3 se ejecutan eventualmente reparaciones y en la fase 4 se predice la vida del equipo.

Parte fundamental del aspecto implementación es el desarrollo del mantenimiento autónomo, el cual establece como propósito que los operarios deben ser responsables de su propio equipo y que cada uno de ellos debe estar calificado para realizar mantenimiento al equipo cuando sea

necesario. La disciplina y constancia en el desarrollo del mantenimiento autónomo permite el logro de cero averías, ya que se ejecutan contramedidas como establecer las condiciones básicas del equipo, desarrollar procedimientos, reparación de maquinaria, detección y corrección de deficiencia del diseño, y prevención de errores. El logro de una correcta implementación de mantenimiento autónomo se realiza por medio de siete pasos. El resumen de los pasos de Mantenimiento autónomo se muestra en la tabla 1.4.

Tabla 1.4
Resumen de los siete pasos de Mantenimiento autónomo.

Paso	Actividades
1. Limpieza inicial	Realizar limpieza profunda e inspección como limpiar para eliminar polvo y suciedad principalmente en el bastidor de equipo; lubricar y ajustar pernos; descubrir problemas y corregirlos.
2. Contramedidas en la fuente de los problemas	Prevenir la causa del polvo, suciedad, y difusión de esquilas; mejorar partes que son difíciles de limpiar y lubricar; reducir el tiempo requerido para limpiar y lubricar.
3. Estándares de limpieza y lubricación	Establecer estándares que reduzcan el tiempo gastado limpiando, lubricando y ajustando (específicamente tareas diarias y periódicas).
4. Inspección general	Con la inspección manual se genera instrucción; los miembros de círculos descubren y corrigen defectos menores del equipo.
5. Inspección autónoma	Desarrollar y emplear listas de chequeo para inspección autónoma.
6. Organización y orden	<p>Estandarizar categorías de control de lugares de trabajo individuales; sistematizar a fondo el control del mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estándares de inspección para limpieza y lubricación - Estándares de limpieza y lubricación - Estándares para registrar datos - Estándares para mantenimiento piezas y herramientas
7. Mantenimiento autónomo pleno	<p>Desarrollos adicionales de políticas y metas de la compañía; incrementar regularidad de actividades de mejora.</p> <p>Registrar resultados, análisis de MTBF y diseñar concordantemente contramedidas.</p>

Nota. Tomado de “Introducción al TPM : mantenimiento productivo total”, por Nakajima, 1984.

1.3. Estudio de casos

Se evalúan cuatro casos de aplicación de la filosofía *Lean Manufacturing* a partir de la implementación de sus herramientas de mejora continua en contextos similares al marco de estudio: “Implementation of lean manufacturing in a food Enterprise” (Viteri, Matute, Viteri, Rivera, 2016, p. 1), “Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industrie” (Borges, Freitas y Sousa, 2015, p. 1), “Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali” (Arboleda y Rubiano, 2017, p. 1) e “Implantación de lean manufacturing en procesos de producción alimentaria” (Pérez, 2017, p. 1). Los casos explican la necesidad de implementar esta filosofía en la industria alimentaria para el logro de las estrategias y generación de ventaja competitiva. Los casos fueron extraídos del *Scientific electronic library online*.

1.3.1. Primer caso

El primer caso de estudio se encuentra asociado a la implementación de la filosofía de manufactura esbelta en una empresa perteneciente a la industria alimentaria, dirigido a productos de panadería, a partir de la aplicación de herramientas *Lean*: metodología 5S, técnica Justo a tiempo y Mapa de flujo de valor.

Los autores del artículo en mención valoran la importancia de la implementación de herramientas de la filosofía *Lean Manufacturing*. Debido al aumento de la competencia en la industria es necesario generar ventaja competitiva mediante la reducción de costos para alcanzar un aumento de ganancias. Ello se logra a través del trabajo eficiente, reducción de desperdicios, optimización de procesos dado que mejora la calidad del producto. De esta manera se cumple con

los requerimientos solicitados y supera las expectativas del cliente. Todo lo mencionado con anterioridad es parte fundamental de la cultura que se origina al implementar la filosofía *Lean Manufacturing*.

La investigación utiliza tres tipos de método: exploratorio, dado que se debe observar el marco organizacional y su estructura; descriptivo y experimental, ya que es necesario identificar y evaluar los procesos de producción; y, por último, analítico, el cual permite definir la naturaleza del sistema de producción.

Como primer paso se identifican los procesos que conforma la estructura organizacional de la empresa conjuntamente con la interdependencia de cada uno de estos por medio de un mapa de procesos. Este se divide en procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de soporte. Los procesos operativos conforman las actividades del proceso de producción desde la recepción de la materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado. Asimismo, se detalla cada operación que agregue valor al producto, el detalle contiene la descripción de la actividad, el tiempo de ejecución, el responsable de la operación y la descripción del material utilizado.

La primera herramienta a aplicar es la metodología 5S en cada una de las operaciones que agregan valor al producto. Para la primera “S”, clasificar, se delimitó un lugar para situar las herramientas pertenecientes al área de trabajo, ello facilitó la identificación rápida de los objetos que no pertenecen al área, objetos que no son de uso común o que no se utilizan. En la segunda “S”, ordenar, se distribuyó cada objeto en zonas definidas por colores según la relación de código que posee cada objeto. La tercera “S”, limpieza, se orientó a diseñar un horario de limpieza para

cada persona que labora en cada área. Para la cuarta “S”, estandarizar, se documentó cada procedimiento de cada “S” previa. Por último, en la quinta “S” se difundió mediante carteles y capacitaciones la importancia de la metodología 5S, lo cual afianzó el compromiso de los colaboradores.

La segunda herramienta empleada, Justo a tiempo, identifica las actividades que no agregan valor al producto con el fin de reducir los desperdicios generados en el proceso. Estos se clasifican por medio de los siete desperdicios de la manufactura esbelta: exceso de inventario, movimientos innecesarios, defectos, tiempo de espera, sobre-procesamiento, transporte y sobreproducción; ver la clasificación de los desperdicios encontrados en la tabla 1.5.

Tabla 1.5
Residuos dentro de la empresa.

Movements	Three people were identified in the production area. Although each has established its position, the endeavors of the operator 1 and 2 are not specified, causing unnecessary accumulated movements at the time each worker has to perform an activity.
Mechanical failure	Enabled machines, because the maintenance is performed in long periods of time.
Timeouts	Surcharge of work to the operator 1, who is responsible for transferring the material to the weighing and mixing that do not arrive on time, causing that the operators and the machines do not work at full capacity.
Materials and resources	The materials used in production at the time of entering the mixing machine they spill, causing waste of resources.
Transport	There is no transportation registers of finished work to the place of sale.

Nota. Tomado de “*Implementation of lean manufacturing in a food Enterprise*”, por Viteri, Matute, Viteri, Rivera, 2016.

Finalmente, la última herramienta implementada, Mapa de flujo de valor, ayuda a determinar el origen del desperdicio y propone medidas de acción para eliminar o reducir actividades que no agregan valor. En el caso en estudio, el Mapa de flujo de valor trabaja conjuntamente con la

herramienta Justo a tiempo ya que en el mapa propuesto se evidencia la mejora de esta última herramienta como medida de acción para la eliminación de los desperdicios previamente identificados. A continuación, en las figuras 1.8 y 1.9 se muestra el Mapa de flujo de valor inicial y el Mapa de flujo de valor propuesto respectivamente.

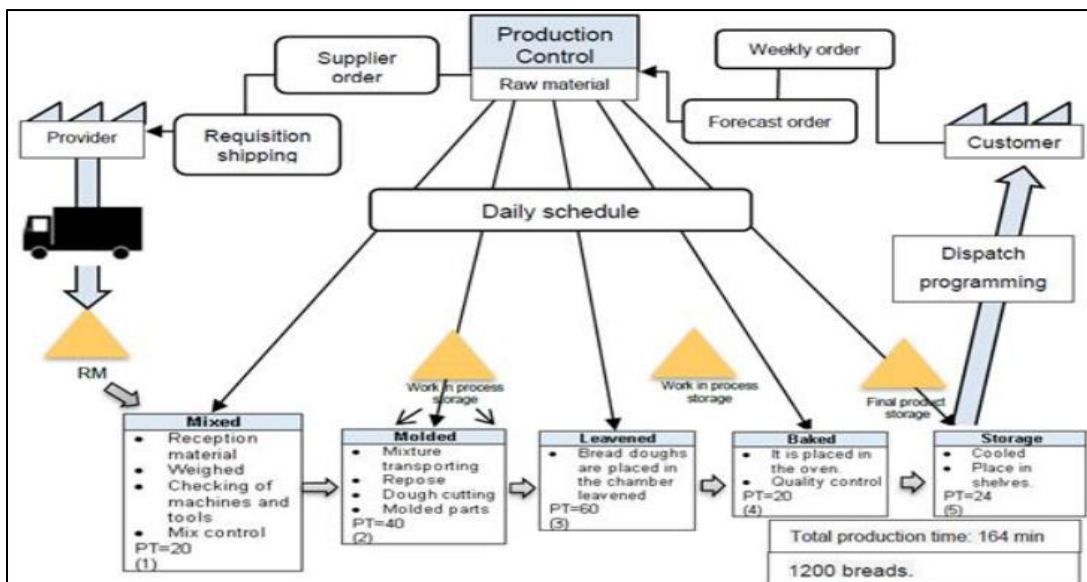


Figura 1.8. VSM el estado inicial de la empresa

Tomado de Viteri, Matute, Viteri, Rivera (2016): *Implementation of lean manufacturing in a food Enterprise.*

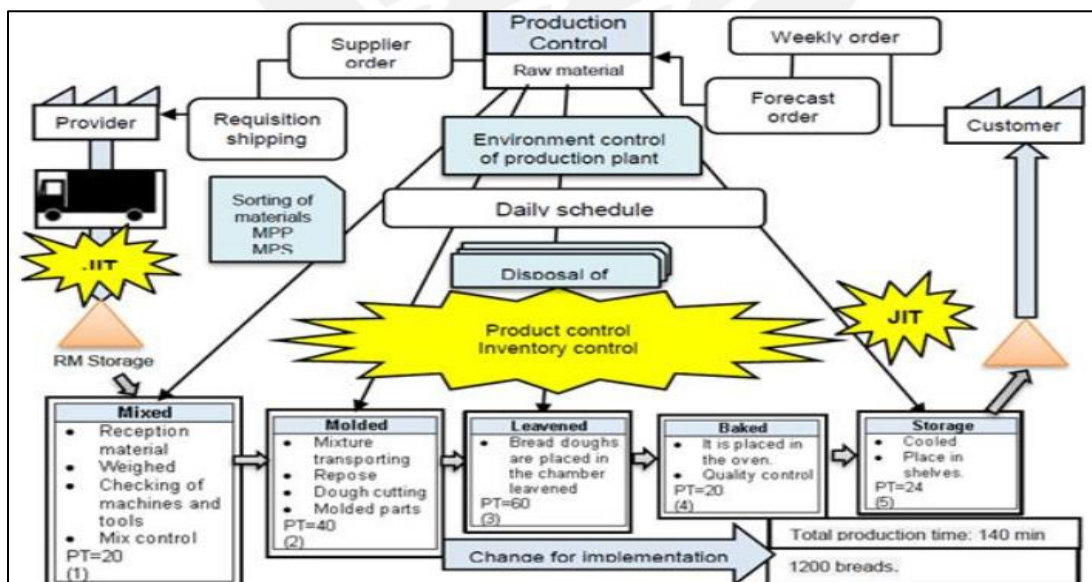


Figura 1.9. propuesta de VSM para la empresa

Tomado de Viteri, Matute, Viteri, Rivera (2016): *Implementation of lean manufacturing in a food Enterprise.*

Se observa que por medio de la eliminación de inventarios de producto en proceso se alcanzó reducir el tiempo total de producción de 164 minutos a 140 minutos. Se obtuvo como mejora el trabajo continuo de producción, la reducción de desperdicios, la utilización eficiente de sus recursos, el incremento de volumen y por ende el incremento de sus ventas. Logrando un beneficio de \$9 200 con una inversión total de \$5 400. Por lo tanto, se concluye que la proporción beneficio-costo es de 1,7; es decir, que por cada dólar empleado para la mejora se obtuvo 0,70 dólares de ganancia, lo cual indica que la implementación de la filosofía *Lean Manufacturing* posibilita una mejoría en la empresa.

1.3.2. Segundo caso

El segundo caso estudia el desarrollo de las herramientas de manufactura esbelta aplicadas a dos empresas de Brasil del rubro de alimentos y bebidas para la reducción del tamaño de lote y adaptación de la cultura de mejora continua. Ello se obtiene mediante capacitaciones al personal, una correcta organización y una adecuada planificación permitiendo un incremento en la participación y motivación de los participantes.

El caso de estudio hace referencia a que gran mayoría de las publicaciones sobre la implementación de la filosofía *Lean Manufacturing* son ajenas a la industria alimentaria; sin embargo, esta industria posee una relación fuerte y única en cuanto a la puesta en marcha de esta. El caso de estudio pretende dar a conocer que la manufactura esbelta es adecuada para el sector alimenticio. En este sentido se presenta la reducción de la cantidad de actividades que no generan valor agregado mejorando la eficiencia y reduciendo costos y desperdicios en dos empresas del

rubro. En ambas empresas se establecieron los procesos a analizar a partir del impacto en la productividad y la importancia estratégica de utilizar lotes pequeños de producción

I. Empresa A

Esta empresa fabrica, distribuye y comercializa bebidas alcohólicas y sin alcohol y cuenta con seis líneas de producción: dos líneas de botellas de vidrio, tres líneas de botellas de PET y una línea de barriles. El análisis se enfoca en una línea de producción de vidrio, debido que posee la mayor afectación de su productividad. Cabe resaltar que el personal de la empresa no posee conocimientos previos de la filosofía *Lean Manufacturing*.

Ya que se desea cumplir con la estrategia de producir en lotes pequeños se ha optado por utilizar las herramientas de 5S y SMED en la línea de producción. Antes de la implementación de dichas herramientas fue necesario transferir conocimientos básicos sobre la manufactura esbelta y explicar a detalle las herramientas que se utilizarán mediante inducciones y capacitaciones a los participantes. De igual forma, previo a la puesta en marcha, se debe motivar al personal, lograr que comprendan cuál es el objetivo de la implementación de las herramientas y concientizar sobre el valor que tiene el proyecto para la empresa.

- **5S**

La metodología se empleó en varias ubicaciones de la línea de producción. Para ello, se observó cuidadosamente cada una, verificando si se cumple con la organización y limpieza de las mismas. Se identificaron los principales problemas: desorganización de materiales, no existencia de ubicación de partes, falta de controles visuales y señalizaciones de almacenamiento, excedente

de material y fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso, debido a la falta de limpieza. Después de la determinación de los problemas, se hizo uso de una lista de verificación según tipo de “S”. Ello permitió definir planes de acción correctivos y sistemáticos, los cuales se muestran en la figura 1.10. Luego de corregir los problemas, se incorporó la lista de verificación a la rutina periódica de los operarios como parte de auditorías internas.

Nr	Evaluation criteria	Observations	Corrective measures
1S	1.1	Obsolete materials in the workstation (WS)?	
	1.2	Unused or obsolete equipment in WS?	
	1.3	Unnecessary transportation or storage materials in WS?	
	1.4	Unnecessary elements in WS?	
	1.5	Unnecessary information in WS?	
2S	2.1	WS identified and according to defined standards?	
	2.2	Distinctive markings in WS and according to standards?	
3S	3.1	WS, equipment, transportation and storage material clean?	
	3.2	Cleaning schedules or checklist defined?	
	3.3	Necessary cleaning materials available in WS?	
4S	4.1	Objects stored in the correct place?	
	4.2	Standards defined and being followed?	
	4.3	Checklists for correct handling of equipment being followed?	
5S	5.1	Standards in 4S implemented and continuously improving?	
	5.2	Norms defined in previous topics being followed?	

Figura 1.10. Lista de verificación de evaluación para cada estación de trabajo antes y después de la implementación de 5S

Tomado de Borges, Freitas y Sousa (2015): *Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries*.

- **SMED**

La empresa posee quince cambios por mes, cada uno con un tiempo de cambio relevante. Es necesario reducir estos tiempos para llevar a cabo la fabricación de lotes pequeños de producción. Por ello, se propuso la aplicación de las tres etapas de la herramienta SMED para disminuir los tiempos de alistamiento según Shingo (1990).

Previamente a las tres etapas de aplicación de SMED, se observa detalladamente el proceso de cambio de producto. Fue importante recopilar información sobre las operaciones a realizar, el

orden y los tiempos de las actividades, puesto que la empresa no posee data histórica de un cambio de producto.

Gracias al análisis previo, se encontraron los principales problemas del elevado tiempo de cambio de producto: falta de estandarización de procedimiento, falta de procedimiento, exceso de actividades con máquina corriendo, variación en la secuencia de las actividades, herramientas no adecuadas y complejidad de ajustes y calibraciones. Estos problemas pertenecen a tres tipos de máquinas: máquina de soplado, máquina de envasado y máquina de etiquetado. En la tabla 1.6, se muestran los tiempos actuales de cambio de producto.

Tabla 1.6

Número de tareas y tiempos de cambio promedio antes de SMED para cada máquina.

	Blowing		Bottle packing		Labelling	
	# Tasks	Time	# Tasks	Time	# Tasks	Time
Run-down	3	00:06:00	2	00:00:12	4	00:06:01
Setup	22	01:01:09	11	00:15:46	22	00:23:55
Run-up	5	00:18:50	9	01:03:58	13	00:42:42
Total	30	1:25:59	22	1:19:56	39	1:12:38

Tomado de "Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries", por Borges, Freitas y Sousa, 2015.

A continuación, se ejecutan las tres etapas para la reducción del tiempo. La primera etapa consistió en clasificar las actividades según el concepto de actividades externas e internas. La segunda etapa abarcó la transformación de actividades internas en externas, se transformaron en promedio seis actividades por máquina, debido a que estas podían ser realizadas con máquina corriendo. Por último, en la tercera etapa, se ejecutaron mejoras para la reducción del tiempo de calibración y ajuste; sin embargo, esta actividad no logró disminuir significativamente, ya que podía afectar la calidad del producto. En la tabla 1.7, se muestra los porcentajes de mejora

obtenido, se logró reducir en 21%, 1,4% y 37% los tiempos de cambio de la máquina de soplado, máquina de envasado y máquina de etiquetado respectivamente.

Tabla 1.7

Número de tareas y tiempos de cambio promedio después de SMED para cada máquina.

	Blowing		Bottle packing		Labelling	
	# Tasks	Time	# Tasks	Time	# Tasks	Time
External	6	00:08:57	4	00:01:09	8	00:25:01
Run-down	0	00:00:00	1	00:00:07	2	00:00:57
Setup	21	00:57:14	8	00:14:42	22	00:22:58
Run-up	3	00:10:30	9	01:03:58	7	00:21:47
Total Internal	24	1:07:44	18	1:18:47	31	0:45:42
Improvement		21.23%		1.44%		37.08%

Tomado de "Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries", por Borges, Freitas y Sousa, 2015.

Cabe resaltar que las mejoras implementadas fueron estandarización de procedimiento, área organizada, gestión visual y participación del personal en la búsqueda de la mejora continua. Ello generó el incremento de la eficiencia y un ahorro de 35 000 euros por año en los costos de producción.

II. Empresa B

El rubro de la empresa es la producción de alimentos, en su mayoría pastas. Cuenta con cinco líneas de producción, las cuales poseen una cantidad de nueve máquinas en promedio, un número de cambio de producto promedio de veintiséis y las actividades de cambio de producto de cada línea son similares. Además, el personal de la empresa cuenta con conocimientos de la filosofía *Lean Manufacturing*, realizaron mejoras de SMED a través de una consultora; sin embargo, a pesar de que se logró reducir el tiempo de cambio de producto, este no se mantuvo a lo largo del tiempo debido a la falta de participación del personal, el no seguimiento del procedimiento y porque en

ese momento solo se capacitó a una sola persona. La implementación de la mejora se realizó aplicando la herramienta SMED debido al requerimiento de lotes pequeños. Dada la experiencia previa en la aplicación de esta herramienta, se consideró la participación total del personal.

De igual forma que la empresa A, no se contaba con data histórica. Por ello, se realizó un análisis y documentación del cambio de producto mediante el cronometraje de tiempo, la filmación del procedimiento y la realización del diagrama de espaguetti. Con ello, se logró una participación activa de los colaboradores, lo cual permitió que se definan acciones correctivas y estándares. Luego, se procedió a aplicar las tres etapas: clasificación de actividades; transformación de actividades de internas a externas, de las cuales se transformaron ocho actividades por cada línea de producción siendo en su mayoría actividades de búsqueda, almacenamiento y limpieza; y, realización de mejoras mediante la gestión visual y el uso de bancos de trabajo.

En la tabla 1.8, se comparan los tiempos de cambio de producto de cada línea, antes y después de la aplicación de SMED, donde se observa la obtención de una mejora de 45%, 40%, 33% y 23% para las líneas 1, 2, 3 y 4/5 respectivamente. Ello implica un ahorro de 100 000 euros anuales en costos de producción. Asimismo, se propone realizar auditorías frecuentes para asegurar su cumplimiento del proceso.

Tabla 1.8

Número promedio de tareas y tiempos por cambio antes y después de SMED.

	Linea 1		Linea 2		Linea 3		Linea 4/5	
	# Tasks	Time	# Tasks	Time	# Tasks	Time	# Tasks	Time
Before SMED	25	00:36:40	27	00:46:48	30	00:52:43	30	00:43:20
Total internal after SMED	17	00:20:00	16	00:27:54	27	00:35:00	20	00:33:20
Improvement		45.45%		40.38%		33.61%		23.08%

Tomado de "Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries", por Borges, Freitas y Sousa, 2015.

De esta manera se valida la factibilidad de aplicar herramientas de *Lean Manufacturing* en las empresas del sector alimenticio. Además, se demuestra que para obtener mejoras no solo es necesario los aspectos técnicos, sino también el trabajo, disciplina y participación constante del personal.

1.3.3. Tercer caso

El tercer caso de estudio hace énfasis en la implementación de la filosofía *Lean Manufacturing* a partir de la aplicación de la herramienta SMED en una empresa colombiana perteneciente al sector alimentario. Se propone implementar dicha herramienta debido a la necesidad de convertir los procesos actuales en procesos flexibles. Ello con el fin de crear una ventaja competitiva en el mercado al elaborar una gran variedad de productos en el momento requerido.

Se analizaron las pérdidas de la empresa y se determinó que las principales causas son “el desperdicio de tiempo de preparación” (Arboleda y Rubiano, 2017, p. 2) y “montaje y desmontaje de moldes” (Arboleda y Rubiano, 2017, p. 2). En dicho caso, se evalúa el proceso o máquina con mayor pérdida: mayor porcentaje de pérdida en tiempo, menor porcentaje de eficiencia y mayor porcentaje de unidades rechazadas. El análisis se muestra en la tabla 1.9 y tabla 1.10.

Tabla 1.9
Porcentajes de tiempo perdido en las Máquinas de producción.

	Máquinas de producción de productos				
	MQ1	MQ2	MQ3	MQ4	MQ5
Horas pérdidas	216	348	518	221	273
Horas programadas	2844	2376	6777	2932	3440
% de tiempo perdido	7.59%	14.65%	7.64%	7.54%	7.94%

Nota. Tomado de “Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali”, por Arboleda y Rubiano, 2017.

Tabla 1.10
Porcentajes de eficiencia de las Máquinas.

	Máquinas de producción de productos				
	MQ1	MQ2	MQ3	MQ4	MQ5
Producción real (unidades)	7955	4683	25716	8797	10521
Producción esperada (unidades)	10150	7460	28800	10735	13219
% de eficiencia	78.4%	62.8%	89.3%	81.9%	79.6%
% de unidades rechazadas	16.3%	56.4%	6.0%	13.2%	14.3%

Nota. Tomado de “Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali”, por Arboleda y Rubiano, 2017.

Se observa que la máquina con mayores pérdidas es la máquina dos. Asimismo, en el caso, se menciona que dicha máquina es la que reporta la mayor cantidad de cambios, veintiún cambios de molde, y, a su vez, posee el mayor tiempo de cambio de producto, además, solo cuenta con un único operario, el cual ejecuta todas las actividades de este.

La implementación de la herramienta SMED inició con la documentación y análisis del proceso. Para ello se utilizó un cronómetro y un formato de registro manual para digitalizar los tiempos medidos. Adicionalmente, se realizó una lista de verificación de las herramientas a usar, la descripción del procedimiento y las condiciones de trabajo. Durante el análisis, se encontró como causas principales la insuficiencia de personal, el exceso de actividades que se realizan con máquina parada y deficiencias en el cambio de molde.

Posteriormente al análisis, se ejecutan las tres etapas de Shingo (1990). La primera etapa, separar operaciones externas e internas, se lleva a cabo mediante la utilización de un diagrama de operaciones donde se calcula el tiempo total, el cual es de 1 943 minutos con 21 segundos; es decir, el tiempo de cambio de producto totaliza 4 días aproximadamente, ello se muestra en la figura 1.11.

FIGURA	DESCRIPCIÓN	CANT.	T. OP. (min)
○	Operaciones	366	518:05
□	Inspecciones	45	77:10
⇒	Transportes	21	28:21
△	Almacenajes	21	24:30
⏸	Demoras	4	1295:15
	TOTAL	457	1943:21

Figura 1.11. Resumen de actividades en el proceso de cambio de moldes.

Tomado de Arboleda y Rubiano (2017): Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali.

La segunda etapa, convertir todas las posibles operaciones internas en externas, se encarga de balancear la saturación del operario con el fin de no sobrecargarlo con actividades que no agregan valor al proceso de cambio de producto. De esta manera, se establecieron capacitaciones para entrenar al personal en la nueva secuencia de las actividades. Al transformar las actividades internas en externas se obtuvo una reducción del tiempo de cambio de 20,47% y un tiempo de 1 545 minutos con 39 segundos.

Finalmente, la tercera etapa, optimizar las operaciones internas y externas, consta del mejoramiento y reducción del tiempo de cambio. Los planes generados consistieron en incluir en el proceso de cambio de producto a un operario adicional y mejorar de procedimiento de cambio de molde. El primer plan generó mayor fluidez de las actividades y la eliminación de tiempos de espera, una reducción de 58,23% del tiempo de cambio. El segundo plan favoreció a la reducción del tiempo de cambio de molde, generó una reducción total de 66,78% y un tiempo final de cambio 645 minutos con 39 segundos. Se estimó un ahorro anual de 38,931 minutos equivalente a US\$ 3 041 y un incremento de producción anual de 439 623 unidades.

De igual forma, con la reducción del tiempo de cambio se incrementa la capacidad de máquina y la eficiencia, un aumento de 5,94%. El caso evidencia la factibilidad de implementar la herramienta SMED, ello se muestra en la figura 1.12.

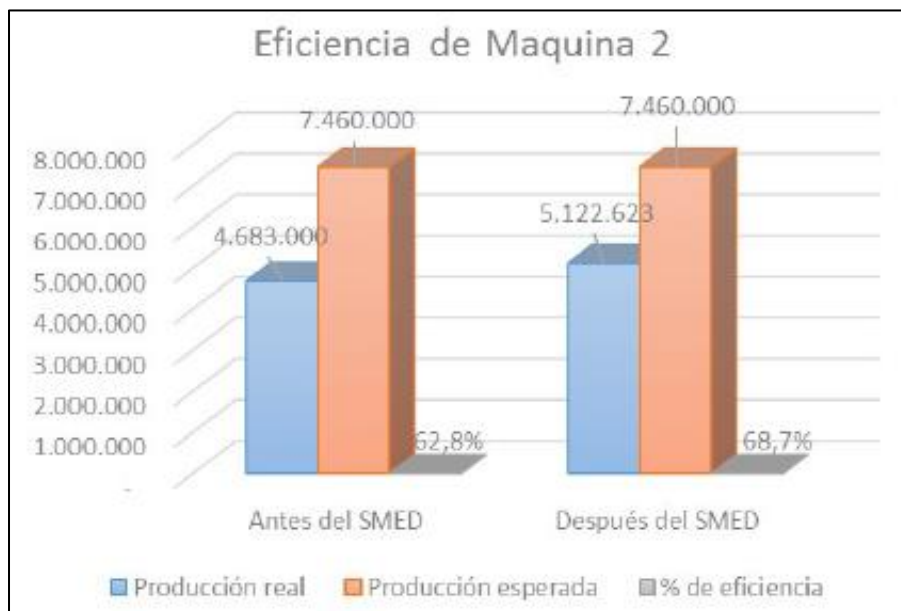


Figura 1.12. Representación de eficiencia.

Tomado de Arboleda y Rubiano (2017): Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali.

1.3.4. Cuarto caso

El cuarto caso de estudio detalla la implementación de *Lean Manufacturing* en una empresa que fabrica alimentos. La decisión de aplicar *Lean* tiene como objetivo mejorar los procesos de manera que se incrementen los beneficios y se superen las expectativas del cliente. Además, presentar que la filosofía *Lean Manufacturing* no solo se pudo implementar en la industria automotriz, sino también en empresas del sector alimentario y desarrollarse con éxito.

Anteriormente, la empresa implementó herramientas de manufactura esbelta para mejoras de proceso: SMED, TPM, JIDOKA, SPP y Control visual. De esta manera, la empresa consideró

importante implementar otras herramientas de *Lean* que complementen a las primeras: la metodología 5S y la estandarización de los procesos.

- 5S

Previamente a la ejecución de la metodología 5S, se informó a todas las áreas de la empresa sobre el desarrollo de esta y los cambios y objetivos que posee. También, se capacitó al personal sobre su funcionamiento y definición, ya que es necesario que los operarios conozcan en que consiste esta herramienta antes de implementarla.

Por otro lado, se definió el área piloto para implementar la herramienta 5S: el área “listos para consumo” (Pérez, 2017, p. 10). Durante el análisis realizado para la selección del área piloto, se identificaron los problemas más relevantes: ausencia de *layout* del área, falta de delimitación de las zonas de trabajo, falta de rótulos de identificación de herramientas y materiales, y carencia de orden y limpieza. Ello demostró que no existía una cultura de 5S.

La implementación de la herramienta 5S se llevó a cabo durante cinco semanas, distribuidas en una semana para cada “S”. La primera “S”, clasificar, se enfocó en responder la siguiente pregunta ¿el material sirve o no sirve? Esto permitió identificar y apartar todo aquello que era innecesario para el área. Los objetos innecesarios podían reubicarse a otras áreas, desecharse o repararse. En la Anexo O y Anexo P se detalla el flujo a seguir para clasificar el material no necesario y la descripción del procedimiento de separación que tienen los materiales innecesarios respectivamente. Se considera que se puede pasar de “S” cuando se haya retirado todos los materiales innecesarios del área. La segunda “S”, ordenar, se basó en la definición de las zonas

para cada herramienta, material y equipo necesario. Para ello, se ordenó cada elemento según la frecuencia de uso, un mayor detalle se encuentra en el Anexo Q. Además, se etiqueta y se contabiliza la cantidad de elementos que se encuentran en cada zona, y se diseña el control visual de cómo debería encontrarse al final del turno, permitiendo hallar fácilmente lo que se necesita. Para la tercera “S”, limpiar, se concientizó al personal sobre la importancia de mantener limpia el área de trabajo y la conservación de los elementos en óptimas condiciones. De igual forma, se generó una lista de verificación de limpieza, la cual es monitoreada al término del turno, verificando el cumplimiento de todo lo propuesto previamente. En la cuarta “S”, estandarización, se desarrollaron dos planes de acción: un estándar de 5S, el cual permite la visibilidad de cómo se debe entregar el área al final del turno, tanto en limpieza, orden y cantidad mínima y máxima permitida; y, una norma de orden y limpieza dentro del área de trabajo. En el Anexo R se expone la estandarización realizada. Finalmente, la quinta “S”, disciplina, consiste en generar costumbre en los operarios de acuerdo a lo propuesto por las “S” previas. Para ello, se supervisa el mantenimiento del estándar a inicios y final del turno. En caso no se cumpliera con este, se debe retroalimentar al personal con la finalidad de que comprendan que es un beneficio para la empresa y para ellos.

Después de la ejecución de las 5S, se propuso desarrollar auditorías internas empezando siempre por la primera “S”. Se debe realizar un seguimiento de las auditorías de forma diaria. Además, se debe de realizar diariamente esta metodología a lo largo de cinco a diez minutos. Cabe resaltar que el compromiso de los participantes y el continuo seguimiento lograrán que la metodología no se pierda en el futuro.

Se logró implementar exitosamente la metodología, lo cual permitió un desarrollo positivo en la seguridad del área, la eliminación de material no necesario, zonas ordenadas e identificadas por nombre, cantidad máxima y mínima requerida, e incremento de productividad.

- Estandarización de procedimientos

Esta herramienta se realizó debido a que se posee como objetivo la reducción de pérdidas de tiempo y pérdida de productividad. De igual forma que en la herramienta 5S, se capacitó al personal para el entendimiento de los parámetros que se utilizan al estandarizar procedimientos. La línea que se seleccionó fue la línea de embutidos, ya que se identificaron problemas como mal flujo de recorridos, deficiente comunicación entre el área de embutidos y el área de logística, inexistencia de puestos fijos de trabajo, deficiente uso de recursos, entre otros. Ello evidencia que la causa raíz de los principales problemas es la incorrecta distribución del *layout*. Debido a eso, se propuso replantear la distribución del área ya que mejora el flujo de producción por medio de la eliminación de movimientos insignificantes y la disminución de recorridos del operario.

El caso presenta dos pasos para replantear el *layout*: “estudio de la línea de trabajo” (Pérez, 2017, p. 16) y “estudio de *Tack Time* y posibles mejoras en la línea de trabajo” (Pérez, 2017, p. 17). El primer paso consistió en el análisis del proceso, el cual abarca la toma de tiempos, ubicación de las posiciones y recorrido de las actividades. Algunas de las consideraciones del caso fueron la toma de cuatro tiempos, ya que las actividades solo las realiza un operario. El segundo paso se enfocó en calcular el *Tack Time* de producción, 10,62 segundo/pieza. Dado que el tiempo de operación del *layout* actual es de 15,48 segundo/pieza, se evidenció el área posee una incorrecta distribución, lo cual genera la saturación del operario y la baja productividad.

Por ello, se analizó la distribución de los puestos de trabajo para cumplir con el *Tack Time* y generar la menor cantidad de pérdidas posibles. El análisis que se realizó fue el “estudio del potencial de mejora” (Pérez, 2017, p. 19) donde se evidencian los tipos de desperdicios que se generan en cada zona. Algunos de ellos son dimensiones inadecuadas de la mesa, variación de presión del dosificador, equipos y herramientas ineficientes, entre otros. Se generaron planes de acción para cada desperdicio identificado: se redujeron y redistribuyeron las operaciones, lo cual permitió disminuir el tiempo de operación a 8,9 segundo/pieza.

Luego de que se estableció el nuevo *layout*, se documentó la ejecución de las actividades mediante una hoja detallada de proceso, la cual contiene la descripción de las actividades con sus respectivas fotos. Además, se debe realizar un seguimiento continuo para verificar que se cumpla con el *layout* establecido utilizando un control visual. Se obtuvo como mejora la eliminación de pérdida de material, eliminación de actividades innecesarias y un aumento de productividad.

Finalmente, el caso menciona que la aplicación de ambas herramientas tuvo como problema la escasa participación de los operarios, ya que no percibieron de manera adecuada el mensaje del por qué se estaban implementando. Por ello, se recomienda gestionar una adecuada comunicación de los beneficios del proyecto, debido a que el éxito del mismo depende de la gestión del recurso humano.

1.4. Conclusiones

A continuación, se procede a presentar las conclusiones del presente acápite.

- Al emplear adecuadamente las herramientas de diagnóstico: Mapa de macroprocesos, Matriz QFD, Flujograma, Matriz de priorización, Fichas de indicador, Diagrama Pareto, Diagrama de Ishikawa y Cinco Porqués se logra determinar y evaluar los procesos necesarios para la gestión de mejora. Ello permite realizar un análisis e identificación de los principales problemas de los procesos, lo cual posibilita la propuesta de contramedidas para la selección de la solución más óptima.
- *Lean Manufacturing* es una filosofía que facilita la reducción del tiempo de flujo, la reducción de costos y recursos, y el incremento de la satisfacción del cliente por medio de la eliminación de desperdicio o MUDA, el cual abarca todo aquello que no agrega valor y agota recursos. Ello favorece al desarrollo de un sistema flexible, diverso, de costos bajos y de forma ágil.
- Las herramientas de la filosofía *Lean Manufacturing* permiten gestionar modelos de mejora a través de la identificación y eliminación de desperdicios; además, generan disciplina, cultura y participación en los colaboradores. Por otro lado, prevén los errores del proceso con el objetivo de obtener cero defectos y cero averías para lograr cambios positivos y significativos en la empresa. Cada herramienta debe ser implementada en función del objetivo a lograr.

- El estudio de casos comprueba los beneficios que brindan las herramientas de la filosofía *Lean Manufacturing*. El primer caso expone un beneficio de 0,7 dólares de ganancia por cada dólar empleado para la mejora y una disminución del tiempo total de producción de 164 minutos a 140 minutos gracias a la eliminación de inventarios de producto en proceso por medio de la implementación de las herramientas 5S y Mapa de flujo de valor (VSM). El segundo caso explica que el ahorro generado en dos empresas del sector alimenticio de 35 000 euros anuales y 100 000 euros anuales respectivamente e incremento de eficiencia se debe a la reducción del tiempo de cambio de formatos a través de la aplicación de las herramientas 5S y SMED. El tercer caso detalla el procedimiento a seguir para realizar las tres etapas de aplicación de la herramienta SMED, el cual generó un ahorro de costos e incremento de producción anual de US\$ 3 041 y 439 623 unidades respectivamente. Finalmente, el cuarto caso presenta la aplicación de la herramienta 5S y la modificación del *layout* del área crítica para la mejora de la productividad al disminuir el tiempo de operación de 10,62 a 8,9 segundo/pieza, además, hace énfasis en la adecuada gestión del recurso humano.

Bibliografía

Ahlstrom, P. (1998). *Sequences in the implementation of lean production*. London: Copyright.

Recuperado el 24 de noviembre de 2019

Álvarez, J. M. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. Madrid, España: AENOR INTERNACIONAL, S.A.U. Recuperado el 1 de noviembre de 2019

Arboleda Zúñiga, J., & Rubiano del Chiaro, F. (2017). *Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali*. Bogota: FundaciónUniversidaddeAmérica. Recuperado el 20 de noviembre de 2019, de <https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/rinv/article/view/85/80>

Atehortua Tapias, Y., & Restrepo Correa, J. (2010). *KAIZEN: A STUDY CASE*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado el 15 de noviembre de 2019

Barcia, K. (2007). *Metodología para Mejorar un Proceso de Ensamble Aplicando el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM)*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior politécnica del Litoral. Recuperado el 24 de noviembre de 2019

Barton, H., Delbridge, R., & Oliver, N. (2002). *Lean Production and Manufacturing Performance Improvement in Japan, the UK and US 1994-2001*. University of Cambridge. Recuperado el 24 de noviembre de 2019

Beltrán Sanz, J., Carrasco Pérez, R., Tejedor Panchón, F., Rivas Zapata, M. Á., & Carmona Calvo, M. (2009). *Guía para una gestión basada en procesos*. Sevilla, España: Instituto Andaluz de Tecnología. Recuperado el 1 de noviembre de 2019

Bernal, L., Dornberger, U., Suvelza, A., & Byrnes, T. (2009). *Quality Function Deployment (QFD) para servicios*. Alemania: Copyright. Recuperado el 1 de noviembre de 2019, de

http://e-learning.stmi.ac.id/assets/uploads/blog_dosen/afeac-Handbook_QFD_Services.pdf

Betancourt, D. F. (16 de agosto de 2016). *Diagrama de Causa y efecto como herramienta de calidad*. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de Ingenio Empresa: www.ingenioempresa.com/diagrama-causa-efecto

Betancourt, D. F. (12 de julio de 2016). *El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye*. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de Ingenio Empresa: www.ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto

Betancourt, D. F. (18 de abril de 2018). *Análisis de causa raíz basado en preguntas*. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de Ingenio Empresa: www.ingenioempresa.com/los-5-por-que

Betancourt, D. F. (24 de noviembre de 2018). *Cómo hacer una matriz de priorización*. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de Ingenio Empresa: www.ingenioempresa.com/matriz-de-priorizacion

Bonilla Pastor, E., Díaz Garay, B., Kleeberg Hidalgo, F., & Noriega Aranibar, M. T. (2010). *Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas*. Lima: Universidad de Lima, Fondo Editorial. Recuperado el 29 de octubre de 2019

Borges Lopes, R., Freitas, F., & Sousa, I. (2015). *Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries*. Portugal: Universidad Alberto Hurtado. Recuperado el 20 de noviembre de 2019, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/jotmi/v10n3/art13.pdf>

Borja. (19 de mayo de 2016). *The relevance of QFD-Transforming the needs of my client requirements that can control?* Recuperado el 20 de noviembre de 2019, de Arrizabalagauriarte Consulting: <https://arrizabalagauriarte.com/en/la-relevancia-del-qfd-transformar-las-necesidades-cliente-requisitos-pueda-controlar/>

- César, A. (2006). *Desarrollo e Implementación del Indicador Eficiencia Total del Equipo en el Área de Envasado de una Planta de Detergente*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/4525/7045.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Corporación Aceros Arequipa S.A. (2015). *Eliminación del ondulado en la fabricación de barras corrugadas de 6 mm en la planta de laminación nº 2*. Lima: Corporación Aceros Arequipa S.A. Recuperado el 20 de noviembre de 2019, de http://www.cdi.org.pe/pdf/PNC_2015/RGPM/ACEROS%20AREQUIPA%20IP.pdf
- Cox, R., & Chen, J. (2012). *Value Stream Management for Lean Office - A Case Study*. U.S.A: American Journal of Industrial and Business Management. Recuperado el 24 de noviembre de 2019
- Cuatrecasas Arbós, L., & Olivella Nadal, J. (2005). *Herramientas e indicadores de control para la mejora de un proceso de acuerdo con los principios de la producción lean*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de <http://www.adingor.es/Documentacion/CIO/cio2005/items/ponencias/117.pdf>
- Flores, A. L. (2013). *"Lean startup". Aplicación del método Toyota a las iniciativas emprendedoras*. Revista Digital de ACTA. Recuperado el 6 de noviembre de 2019, de https://www.acta.es/medios/articulos/comercio_y_economia/011001.pdf
- Gil García, M. Á., Martín, J. J., Galindo Melero, J., & Martín José de Benito, J. (2012). *Definition of a methodology for a practical application of SMED*. Técnica Industrial. Recuperado el 24 de noviembre de 2019

- González Correa, F. (2007). *Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas*. *Revista Panorama Administrativo*, 14. Recuperado el 24 de noviembre de 2019
- HARVARD BUSINESS SCHOOL. (1995). *Toyota Motor Manufacturing U.S.A, Inc.* U.S.A.: HARVARD BUSINESS SCHOOL. Recuperado el 24 de noviembre de 2019
- Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, Técnicas e Implantación*. Escuela de Organización Industrial. Recuperado el 10 de octubre de 2019
- Imai, M. (1989). *KAIZEN: The Key to Japan's Competitive Success*. Japón: Kaizen Institute. Recuperado el 15 de noviembre de 2019
- Imai, M. (1997). *GEMBA KAIZEN*. Japón: Kaizen Institute. Recuperado el 15 de noviembre de 2019
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la Mejora de la Calidad*. Montevideo, Uruguay: Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. Recuperado el 1 de Noviembre de 2019
- Kogyo Shimbun, N., & Hirano, H. (1991). *Poka-yoke : mejorando la calidad del producto evitando los defectos*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción. Recuperado el 20 de noviembre de 2019
- Kogyo Shimbun, N., & Hirano, H. (1991). *Poka-yoke : mejorando la calidad del producto evitando los defectos*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción. Recuperado el 14 de noviembre de 2019
- Leebov , W., & Ersoz , C. (1993). *Manual de los Administradores de Salud para el Mejoramiento Continuo*. Santa Fe de Bogotá: Editora Guadalupe. Recuperado el 4 de noviembre de 2019

- Machín, I. M. (2010). *Aplicación de la metodología de Dirección de Proyectos para la implantación de Lean en el sector sanitario*. Logroño, España: Universidad de la Roja. Recuperado el 4 de noviembre de 2019
- Metodologías más Soluciones. (5 de julio de 2019). *Indicadores (Metas Numéricas) y el diagnóstico de Procesos: Sencilla aplicación de una verdad universal*. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de Metodologías más Soluciones:
<https://metodologias.net/organizacion/indicadores-y-el-diagnostico-de-procesos-sencilla-aplicacion-de-una-verdad-universal/>
- Mizuno, S., & Akao, Y. (1994). *QFD: Customer-Driven Approach*. Productivity Press. Recuperado el 12 de noviembre de 2019
- Nakajima, S. (1991). *Introducción al TPM : mantenimiento productivo total*. Cambridge: Mass: Productivity Press. Recuperado el 14 de noviembre de 2019
- Pérez Franco, I. (2017). *Implantación de Lean Manufacturing en procesos de producción alimentaria*. España: Universidad de Valladolid. Recuperado el 20 de noviembre de 2019
- Pinales Delgado, F. J., & Velázquez Amador, C. E. (2013). *Algoritmos resueltos con diagramas de flujo y pseudocódigo*. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. Recuperado el 20 de noviembre de 2019
- Shingo, S. (1986). *Zero quality control : source inspection and the poka-yoke system*. Massachusetts: Cambridge Massachusetts: Productivity. Recuperado el 20 de noviembre de 2019
- Shingo, S. (1990). *Una revolución en la producción: el sistema SMED*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción. Recuperado el 1 de noviembre de 2019

Tague, N. (2005). *The Quality Toolbox*. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality.

Recuperado el 1 de noviembre de 2019

Vigo Morán, F. M., & Astocaza Flores, R. M. (2013). *Análisis y mejora de procesos de una línea procesadora de bizcochos empleando manufactura esbelta*. Lima: Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado el 20 de octubre de 2019

Vilar Barrio, J. F., Gómez Fraile, F., & Tejero Monzón, M. (1997). *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. Madrid: FC Editorial. Recuperado el 20 de octubre de 2019

Viteri Moya, J., Matute Déleg, E., Viteri Sánchez, C., & Rivera Vásquez, N. (2016).

Implementation of lean manufacturing in a food enterprise. *SciELO*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2019, de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v7n1/1390-6542-enfoqueute-7-01-00001.pdf>

Womack, J., & Jones, D. (2005). *Lean thinking : cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. Barcelona: Gestión 2000.

Recuperado el 14 de noviembre de 2019

Anexos

Anexo A: Ejemplo aplicativo de la herramienta Mapa de macroproceso	55
Anexo B: Ejemplo aplicativo de la herramienta Matriz QFD	56
Anexo C: Ejemplo aplicativo de la herramienta Flujograma.....	57
Anexo D: Ejemplo aplicativo de la herramienta Matriz de priorización método de criterios de consenso	58
Anexo E: Ejemplo aplicativo de la herramienta Matriz de priorización método de matriz de selección simple	59
Anexo F: Ejemplo aplicativo de la herramienta Matriz FACTIS	59
Anexo G: Ejemplo aplicativo de la herramienta Ficha de indicador	60
Anexo H: Ejemplo aplicativo de la herramienta Diagrama de Pareto	61
Anexo I: Ejemplo aplicativo de la herramienta Diagrama de Ishikawa	62
Anexo J: Ejemplo aplicativo de la herramienta Cinco Porqués.....	63
Anexo K: Estructura del sistema de producción total de la empresa Toyota	64
Anexo L: Ejemplo aplicativo de la herramienta de Mapa de flujo de valor	65
Anexo M: Esquema de todos los pasos de la herramienta 5S.....	65
Anexo N: Presentación de la herramienta Poka Yoke	66
Anexo O: Esquema de los pasos para el desarrollo de TPM	67
Anexo P: Clasificación de elementos de una empresa de producción alimentaria.....	68
Anexo Q: Clasificación de material innecesario de una empresa de producción alimentaria	68
Anexo R: Clasificación según frecuencia de uso de una empresa de producción alimentaria	69
Anexo S: Estandarización de una empresa de producción alimentaria	69
Figura A1. Mapa de macroproceso de una empresa alimenticia.	55

	54
Figura B1. Matriz QFD del producto puerta de automóvil.....	56
Figura C1. Flujograma de clasificación de números positivos o negativos.....	57
Figura D1. Matriz de priorización método de criterios de consenso para determinar la zona de departamentos a comprar.	58
Figura E1. Matriz de priorización método matriz de selección simple para seleccionar el principal problema de un hospital.....	59
Figura F1. Matriz FACTIS para determinar el principal problema a evaluar de Aceros Arequipa.	59
Figura G1. Ficha de indicador creciente de ingresos por ventas de nuevos productos en una empresa.....	60
Figura H1. Diagrama de Pareto para determinar las principales causas de los reclamos de clientes.	61
Figura I1. Diagrama de Ishikawa de un problema específico en un banco.	62
Figura J1. Cinco Porqués aplicado a una empresa de producción de automóviles.....	63
Figura K1. Casa del Sistema de producción Toyota.....	64
Figura L1. Modelo de Mapa de flujo de valor en una empresa.....	65
Figura M1. Resumen de la herramienta 5S.....	65
Figura N1. Formato de sugerencias de Poka Yoke.....	66
Figura O1. Resumen de los doce pasos de Mantenimiento Productivo Total.	67
Figura P1. Diagrama de flujo para la etapa de clasificación.....	68
Figura Q1. Materiales innecesarios del armario de la sala LPC y su clasificación.	68
Figura R1. Clasificación según frecuencia de uso.	69
Figura S1. Reglas de estandarización para la continuidad de las 5S.	69

Anexo A: Ejemplo aplicativo de la herramienta Mapa de macroproceso

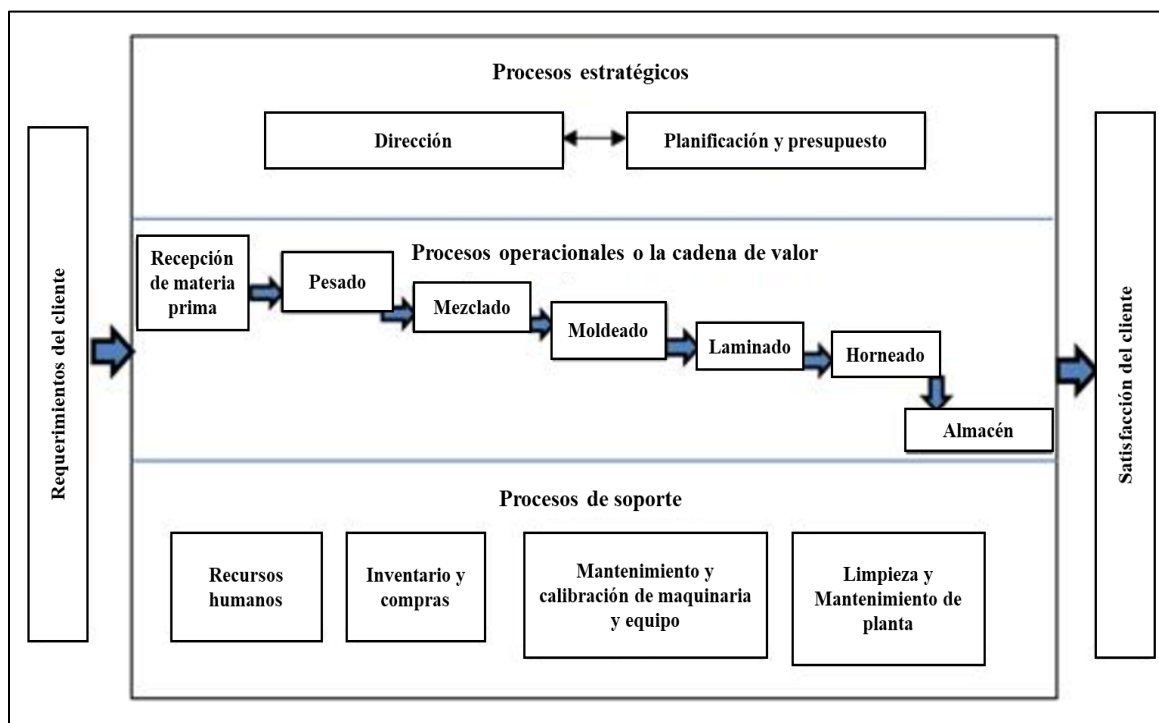


Figura A1. Mapa de macroproceso de una empresa alimenticia.

Tomado de Viteri, Matute, Viteri y Rivera (2016): *Implementation of lean manufacturing in a food Enterprise*.

Una empresa del sector panadero está conformada por las siguientes áreas: dirección, planificación y presupuesto, recuperación de materia prima, pesado, mezclado, moldeado, laminado, horneado, almacén, recursos humanos, inventario y compras, mantenimiento y calibración de maquinaria y equipo, y limpieza y mantenimiento de planta. Cada una de estas áreas se puede agrupar en tres procesos según el enfoque que posee la empresa. Los procesos estratégicos agrupan las áreas de dirección y planificación y presupuesto, ya que estas participan directamente con la misión de la empresa. Los procesos operacionales agrupan las áreas que generan valor agregado al producto, como recepción de materia prima, pesado, mezclado, moldeado, laminado, horneado y almacén. Finalmente, los procesos de soporte comprenden las áreas restantes debido a que proporcionan apoyo a los dos procesos mencionados.

Anexo B: Ejemplo aplicativo de la herramienta Matriz QFD

Características técnicas		Correlación:						Evaluación competitiva				
		⊙ Fuertemente positiva ○ Positiva × Negativa * Fuertemente negativa						X = Nosotros A = Cía. A B = Cía. B (5 máximo)				
Requerimientos del cliente		Energía necesaria para cerrar la puerta	Resistencia de l empaque de la puerta	Comprobar la fuerza en terreno plano	Energía necesaria para abrir la puerta	Transmisión acústica de ventana	Resistencia al agua	1	2	3	4	5
Fácil de cerrar	7	⊙	○						X			AB
Permanece abierta en una colina	5			⊙					X			AB
Fácil de abrir	3		○		⊙							XAB
No le entra agua cuando llueve	3		⊙				⊙					A X B
No hace ruido cuando camina	2		○				○			X		A B
Ponderación de la importancia		35	63	45	27	6	27	Escala de importancia: Fuerte = 9 Media = 3 Pequeña = 1				
Valores meta		Disminuir nivel de energía a 7,5 pies/lb	Mantener nivel actual	Disminuir fuerza a 9 lbs	Reducir energía a 7,5 pies/lb	Mantener nivel actual	Mantener nivel actual					
Evaluación técnica (5 máximo)		5 4 3 2 1	B A	BA X B A	B A X A	B A X A	BXA X					

Figura B1. Matriz QFD del producto puerta de automóvil.

Tomado de Borjas (2016): *The relevance of QFD-Transforming the needs of my client requirements that can control?*

El producto a evaluar en la Matriz QFD es la puerta de un automóvil. El primer paso consiste en evaluar las necesidades del cliente: fácil de abrir, fácil de cerrar, permanece abierta en una colina, no ingresa el agua cuando llueve y no hace ruido cuando camina; luego, se procede a priorizarlos, siendo el requerimiento fácil de cerrar el de mayor importancia. El segundo paso evalúa el desempeño de la empresa respecto a la competencia A y B, en el ejemplo se visualiza que, para el primer requerimiento, fácil de cerrar, la empresa obtuvo una puntuación de 1; mientras que, las empresas A y B obtuvieron un puntaje de 3 y 4 respectivamente. Ello evidencia una deficiencia por parte de la empresa en este requerimiento. El tercer paso consiste en colocar las

especificaciones del producto: energía necesaria para cerrar la puerta, resistencia del empaque de la puerta, comprobar la fuerza en terreno plano, energía necesaria para abrir la puerta, transmisión acústica de ventana y resistencia al agua, a su vez, en la matriz de relaciones se colocan símbolos en función de la interacción que puede haber entre el requerimiento del cliente y el requerimiento de diseño. En el ejemplo se observa que el primer requerimiento de diseño, energía necesaria para cerrar la puerta, tiene una relación fuerte con el requerimiento del cliente, fácil de cerrar. El quinto paso se realiza de igual forma que el segundo paso, pero en este caso se evalúa en función del requerimiento de diseño. El sexto paso consiste en el registro de la matriz de correlación, el ejemplo expone que el primer y segundo requerimiento de diseño poseen una correlación negativa entre sí. Finalmente, se procede a calcular la valorización de importancia, donde el primer requerimiento de diseño tiene una puntuación de 35, el cual se calcula multiplicando la priorización de los requerimientos por el valor de las relaciones; es decir, siete por nueve.

Anexo C: Ejemplo aplicativo de la herramienta Flujograma

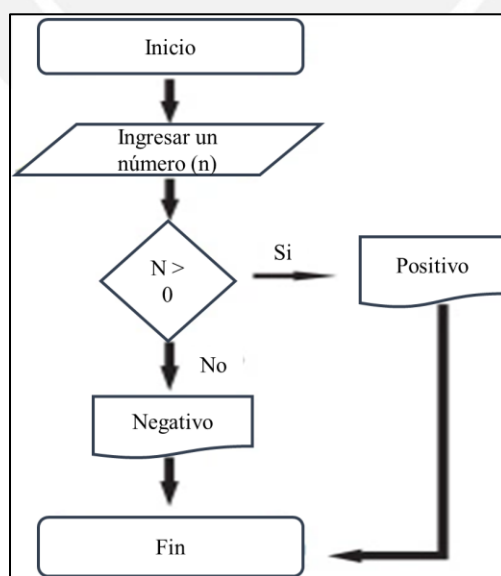


Figura C1. Flujograma de clasificación de números positivos o negativos.
Tomado de Pinales y Velázquez (2013): Algoritmos resueltos con diagramas de flujo y pseudocódigo.

Para realizar el flujograma de la clasificación de un número positivo o negativo se empieza colocando inicio. Este comunica la posibilidad de que ingrese un número n. Si el número es mayor a cero se clasifica como positivo, si no cumple con esta condición se clasifica como negativo. El flujo finaliza con la colocación de fin.

Anexo D: Ejemplo aplicativo de la herramienta Matriz de priorización método de criterios de consenso

	Peso	Barrio centro		Ciudad vieja		Barrio cordón		En tres cruces	
		Punt.	Pond.	Punt.	Pond.	Punt.	Pond.	Punt.	Pond.
Ubicación	0.35	3	1.05	5	1.75	3	1.05	3	1.05
Precio de alquiler	0.25	4	1	3	0.75	3	0.75	5	1.25
Número de m2	0.2	2	0.4	3	0.6	4	0.8	2	0.4
Vista	0.15	1	0.15	5	0.75	3	0.45	4	0.6
Estado	0.05	2	0.1	3	0.15	3	0.15	2	0.1
Total			2.7		4		3.2		3.4

Figura D1. Matriz de priorización método de criterios de consenso para determinar la zona de departamentos a comprar.

Tomado de Betancourt (2018): Cómo hacer una matriz de priorización.

Se requiere determinar la zona de departamentos a comprar, para ello se identifican las opciones a evaluar: apartamento ubicado en ciudad vieja, apartamento en tres cruces, apartamento en el barrio centro y apartamento en el barrio cordón. De igual forma, se establecen los criterios de selección: ubicación, precio de alquiler, número de metros cuadrados, vista del apartamento y estado del apartamento. Además, cada criterio debe contar con un peso respectivo. Luego, se determina la puntuación de cada opción por criterio de selección. Por último, se realiza una suma producto del peso de cada criterio con la puntuación de cada opción. La opción a escoger es la de mayor ponderación.

Anexo E: Ejemplo aplicativo de la herramienta Matriz de priorización método de matriz de selección simple

Problema	Frecuencia	Importancia	Factibilidad	Total de puntos
Control de asistencias	30	1	50	80
Tiempo de esperas en urgencias	15	3	35	50
Abastecimiento de medicamentos	20	2	15	35

Figura E1. Matriz de priorización método matriz de selección simple para seleccionar el principal problema de un hospital.

Tomado de Vilar, Gómez y Tejero (1997): Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad.

Se tienen tres tipos de problemas en un hospital: control de asistencias, tiempo de esperas en urgencias y abastecimiento de medicamentos. Se desea priorizar el problema de mayor afectación, para ello se seleccionan tres criterios básicos: frecuencia, importancia y factibilidad. Posterior a la selección, se lleva a cabo la puntuación del problema según cada criterio por medio de un consenso de equipo. Finalmente, se totaliza el puntaje de cada problema sumando los criterios. Se observa que el problema de mayor afectación es el control de asistencias, pues es el de mayor puntaje.

Anexo F: Ejemplo aplicativo de la herramienta Matriz FACTIS

N°	Puntaje	Nombre de los problemas a evaluar
A	51	Ondulado en barras corrugadas de 6 milímetros
B	27	Bajo ritmo de producción
C	23	Bajo rendimiento

Criterios de selección		peso
F	Facilidad para solucionarlo 1: Muy difícil 2: Dificil 3: Fácil	2
A	Afecta a otras áreas su implementación 1: Si 3: Algo 5: Nada	1
C	Mejora la calidad 1: Nada 2: Medio 3: Mucho	5
T	Tiempo que implica solucionarlo 1: L.Plazo 2: M.Plazo 3: C.Plazo	2
I	Requiere Inversión 1: Mucha 2: Media 3: Poca	3
S	Mejora la seguridad industrial 1: Poco 3: Medio 5: Mucho	2

Prob	F	A	C	T	I	S	Total
A	6	5	15	6	9	10	51
B	4	3	5	4	9	2	27
C	4	5	5	4	3	2	23

Figura F1. Matriz FACTIS para determinar el principal problema a evaluar de Aceros Arequipa.

Tomado de Corporación Aceros Arequipa S.A. (2015): eliminación del ondulado en la fabricación de barras corrugadas de 6 mm en la planta de laminación n° 2.

Una empresa dedicada a la fabricación de acero ha identificado tres problemas: ondulado en barras corrugadas de 6 milímetros, bajo ritmo de producción y bajo rendimiento. Para determinar el problema de mayor relevancia se utiliza la herramienta Matriz FACTIS, esta matriz considera seis criterios de selección cada uno con un peso fijo y una puntuación variable a consideración del evaluador según el problema. Luego, se realiza una suma producto del peso del criterio con el puntaje seleccionado para cada problema. El ejemplo expone que el ondulado en barras corrugadas de 6 milímetros es el problema con mayor relevancia, ya que posee el mayor puntaje.

Anexo G: Ejemplo aplicativo de la herramienta Ficha de indicador

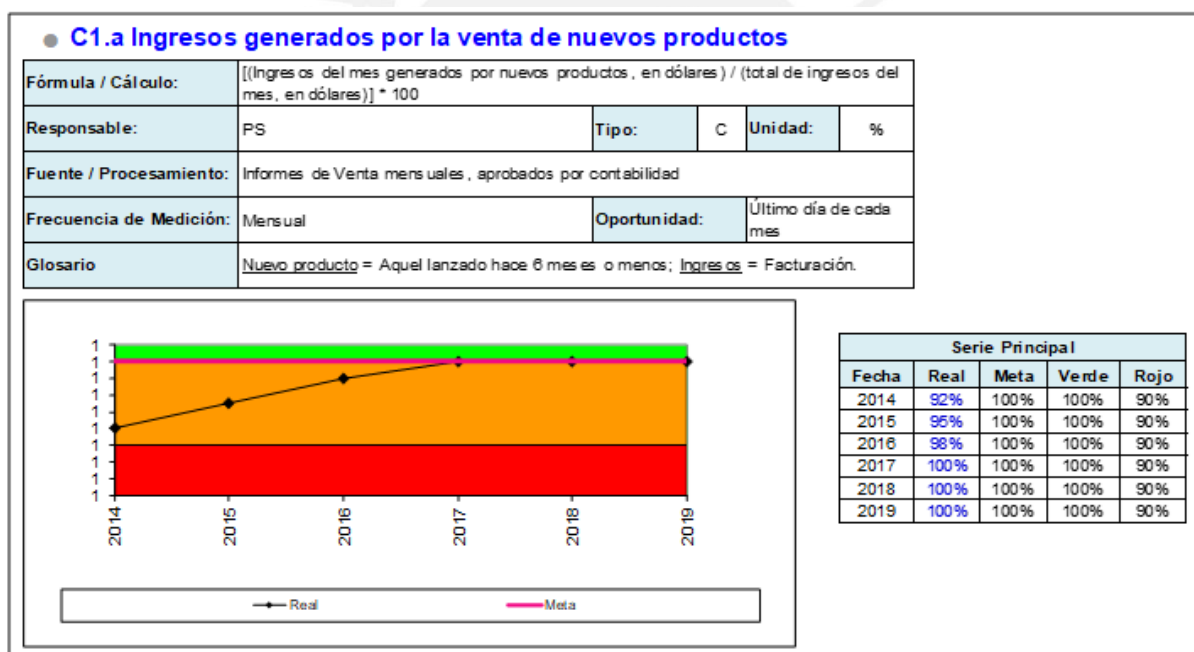


Figura G1. Ficha de indicador creciente de ingresos por ventas de nuevos productos en una empresa. Tomado de Metodologías más soluciones (2019): Indicadores (Metas Numéricas) y el diagnóstico de Procesos: Sencilla aplicación de una verdad universal.

El indicador a evaluar es “ingresos generados por la venta de nuevos productos” (Metodologías más Soluciones, 2019, p. 1). El registro de la Ficha de Indicadores se realiza partiendo del cálculo del indicador. De esta forma, se determina la fórmula, la unidad a medir, el

responsable de la toma de data, el lugar de donde se extrae esta data y el periodo en el cual se evalúa. Asimismo, se especifica el tipo de indicador; es decir, si es creciente o decreciente, con esto se calcula el objetivo o meta; además, se coloca un glosario para un mejor alcance y las oportunidades de mejora que puede tener el indicador. Se observa que, durante los años 2014, 2015 y 2016 el indicador permaneció en la brecha, ello expresa el incumplimiento de la meta propuesta. Por otro lado, los años 2017, 2018 y 2019 permanecen en la zona verde cumpliendo con el objetivo. Esto evidencia el progreso y mejoría del indicador durante el periodo de 2014 al 2019.

Anexo H: Ejemplo aplicativo de la herramienta Diagrama de Pareto

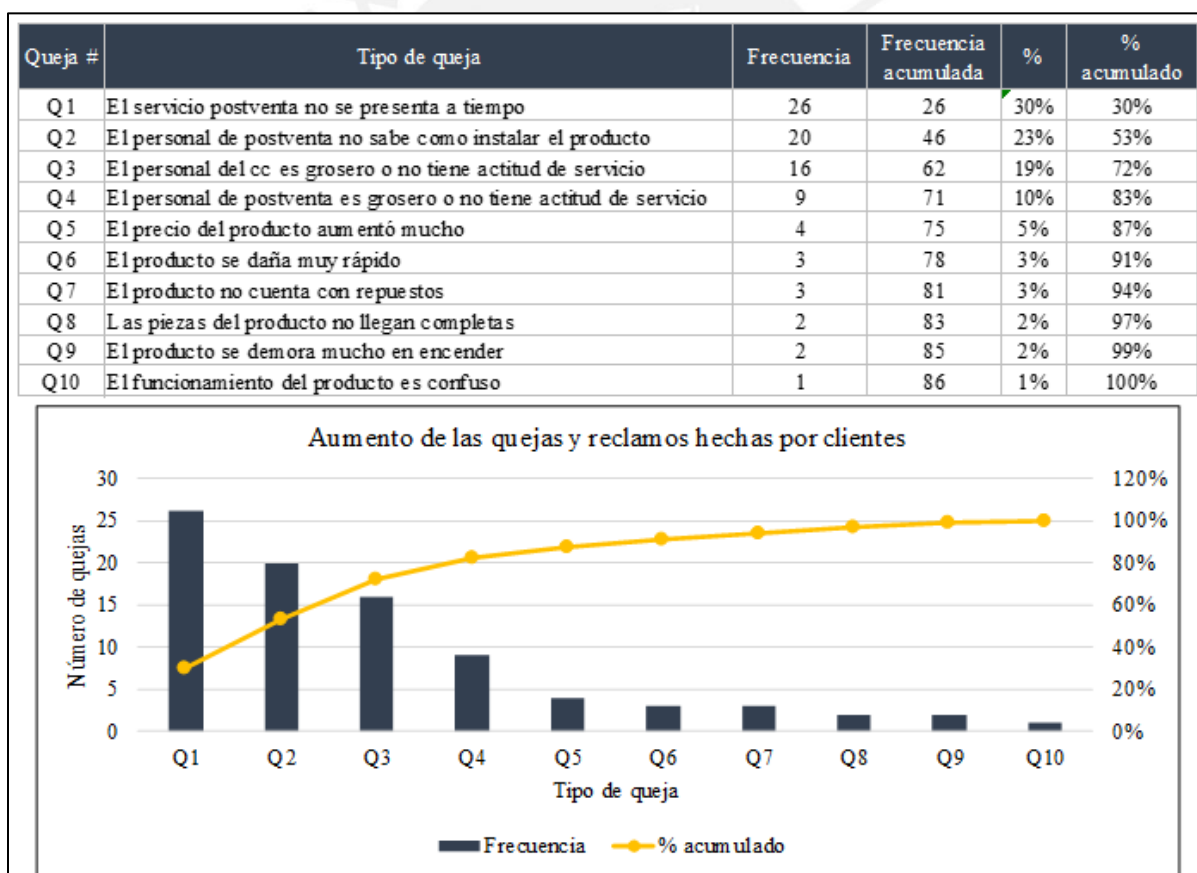


Figura H1. Diagrama de Pareto para determinar las principales causas de los reclamos de clientes. Tomado de Betancourt (2016): El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye.

Una empresa de diseño de software ha contabilizado un incremento en reclamos de clientes, debido a ello se requiere realizar un Diagrama de Pareto para determinar las causas de mayor impacto. Esta herramienta inicia definiendo el problema, incremento de reclamos; luego, se identifican las causas Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9 y Q10. Después, se ordenan las causas de mayor a menor según frecuencia para calcular la frecuencia acumulada y el porcentaje acumulado. Finalmente, se procede a graficar el Diagrama de Pareto, donde en el eje X se posicionan las causas y en el eje Y se coloca la frecuencia y porcentaje acumulado. En cuanto al análisis, se observa que las tres primeras causas representan el 72% del problema.

Anexo I: Ejemplo aplicativo de la herramienta Diagrama de Ishikawa

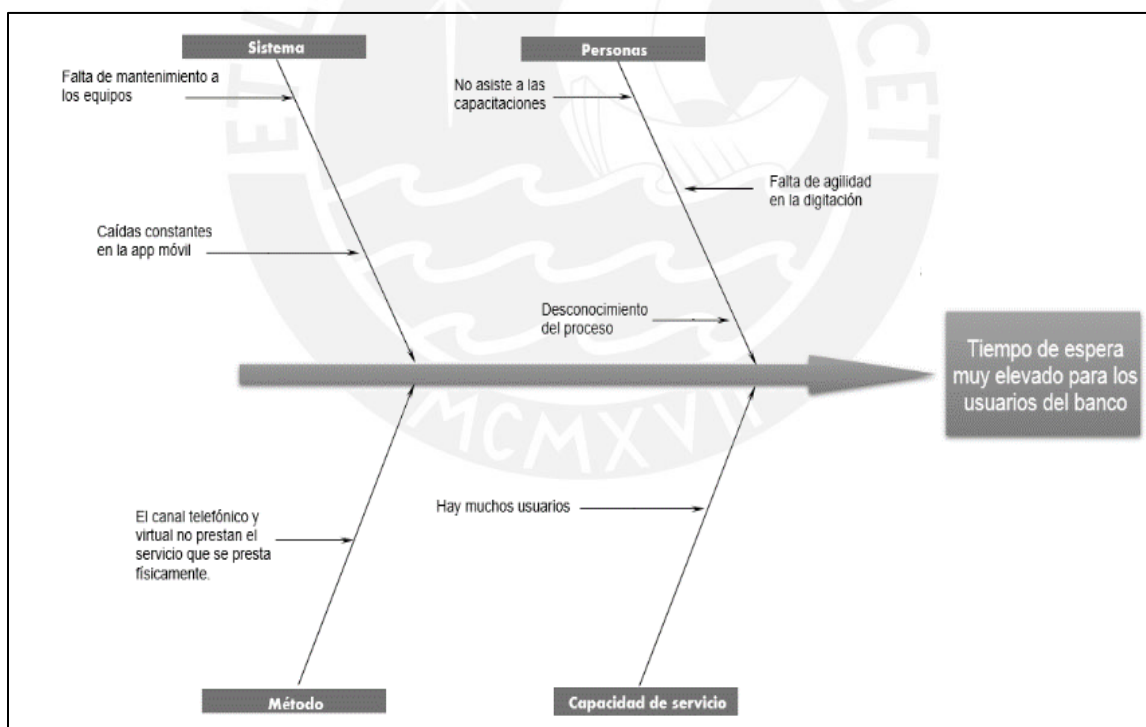


Figura II. Diagrama de Ishikawa de un problema específico en un banco.
Tomado de Betancourt (2016): Diagrama de Causa y efecto como herramienta de calidad.

Un banco ha percibido como problema el tiempo elevado de espera de los usuarios y desea identificar las causas provenientes de este. Para ello, se definieron cuatro categorías: personal,

sistema, capacidad y método. Luego, se procede a determinar las causas de cada categoría mediante el cuestionamiento de estas; es decir, para la primera categoría identificada se formulan preguntas como; por ejemplo, ¿de qué manera afecta el personal en el tiempo de espera?, ¿por qué el personal manifiesta un alto tiempo de espera? y ¿cuál es el momento en el que el personal comienza a posicionar en espera a los usuarios? Las respuestas obtenidas a estas preguntas son las causas de la categoría personal, tales como el personal no acude a las capacitaciones, el personal ignora los procedimientos y el personal no ejecuta la digitación de forma rápida. Estas causas se colocan en una de las espigas del Diagrama de Ishikawa por medio de flechas, de esta forma se realiza el mismo procedimiento para las demás categorías identificadas.

Anexo J: Ejemplo aplicativo de la herramienta Cinco Porqués

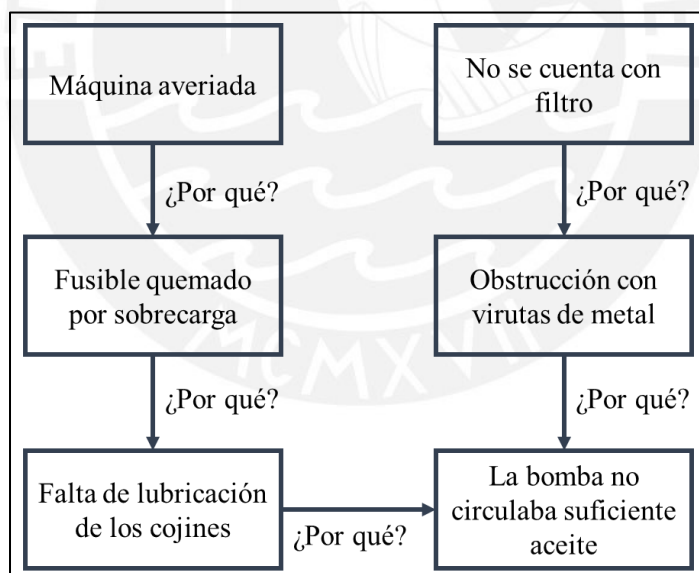


Figura 11. Cinco Porqués aplicado a una empresa de producción de automóviles. Tomado de Betancourt (2018): Los 5 Por qué: Análisis de causa raíz basado en preguntas.

En una empresa de fabricación de automóviles una máquina se encuentra con problemas de operatividad, por este motivo se realiza un análisis profundo para hallar la causa originaria de este problema utilizando la herramienta cinco Porqués. El análisis consiste en efectuar y responder las

siguientes preguntas: ¿Por qué la máquina no está operativa? Hubo una sobrecarga y el fusible se dañó, ¿Por qué la máquina se sobrecargó? No se lubricaron los cojines, ¿Por qué no se lubricaron? La bomba no suministraba la cantidad adecuada de aceite, ¿Por qué la bomba no suministraba la cantidad adecuada de aceite? La bomba estaba obstruida con material de metal, ¿Por qué se encontraba material de metal en la bomba? El diseño de la bomba no presenta un filtro. A través de las cinco preguntas ejecutadas se concluye que, debido a la falta de filtro en la bomba, la máquina no se encontraba operativa.

Anexo K: Estructura del sistema de producción total de la empresa Toyota

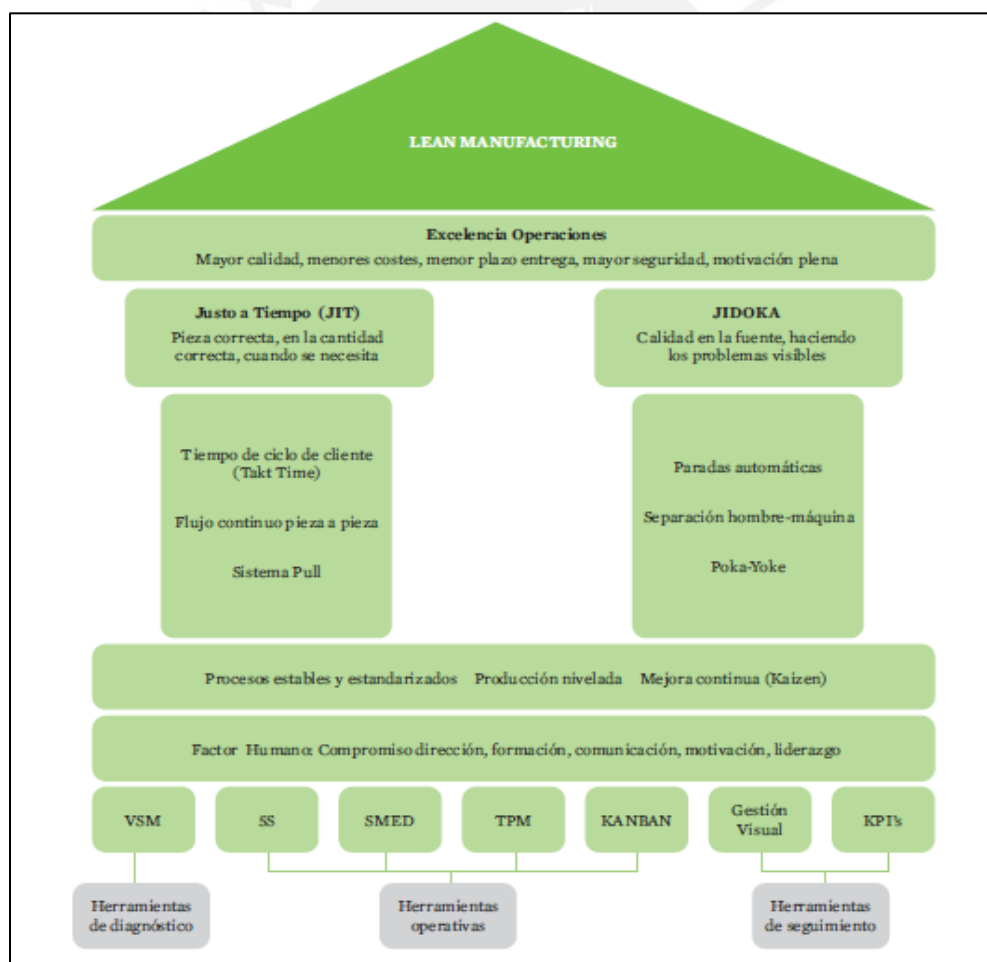


Figura K1. Casa del Sistema de producción Toyota.

Tomado de Hernández y Vizán (2013): *Lean Manufacturing* conceptos, técnicas e implantación.

Anexo L: Ejemplo aplicativo de la herramienta de Mapa de flujo de valor

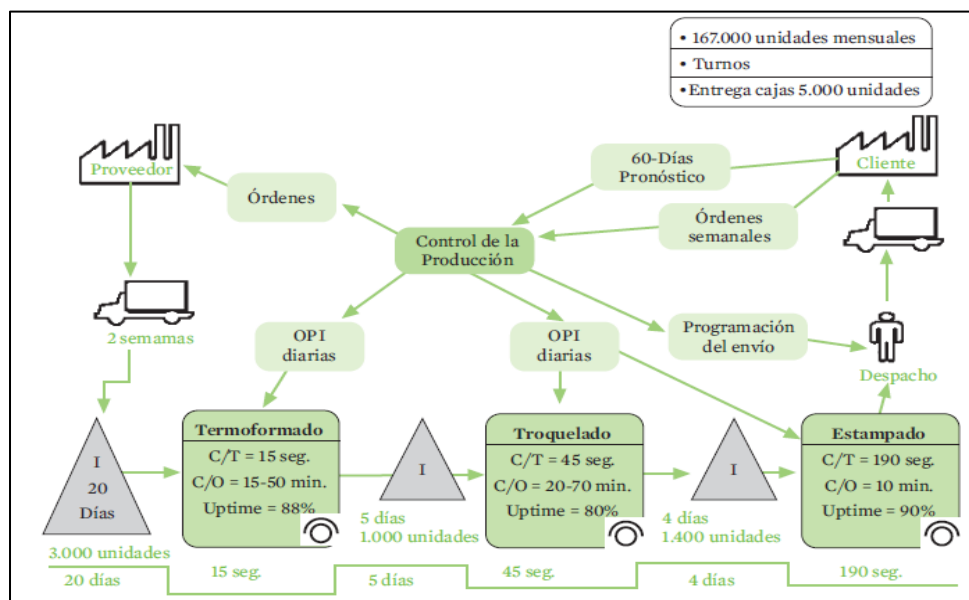


Figura L1. Modelo de Mapa de flujo de valor en una empresa.
Tomado de Hernández y Vizán (2013): *Lean Manufacturing* conceptos, técnicas e implantación.

Anexo M: Esquema de todos los pasos de la herramienta 5S

SEIRI Separar y eliminar	SEITON Arreglar e identificar	SEIDO Proceso diario de limpieza	SEIKETSU Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	SHITSUKI Construir el hábito
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s

Figura M1. Resumen de la herramienta 5S.
Tomado de Hernández y Vizán (2013): *Lean Manufacturing* conceptos, técnicas e implantación.

Anexo N: Presentación de la herramienta Poka Yoke

Método de inspección		Función de ajuste		Funciones reguladoras		Nombre de la compañía:
Inspección evaluativa		Mecanismo de contacto		Método de control		Propuesto por:
Inspección informativa						
Inspección en la fuente		Mecanismo sin contacto		Método de advertencia		
Título:						
Antes de la mejora						
Después de la mejora						
Efecto:				Costo:		

Figura N1. Formato de sugerencias de Poka Yoke.

Tomado de Kogyo y Hirano (1991): Poka-Yoke: mejorando la calidad del producto evitando los defectos.

Anexo O: Esquema de los pasos para el desarrollo de TPM

Fase	Paso	Detalle
Preparación	1. La alta dirección anuncia la introducción del TPM	Conferencia sobre TPM en la compañía; artículos en periódicos de la compañía
	2. Programas De educación y campañas para introducir TPM	Directores: seminarios/reuniones según niveles General: Presentación filminas
	3. Crear organizaciones para promover TPM	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM; establecer oficina central y asignar staff
	4. Establecer políticas básicas TPM y metas	Analizar las condiciones existentes; establecer metas, predecir resultados
	5. Formular plan maestro para desarrollo TPM	Preparar planes detallados, implantación para las cinco actividades fundamentales
Implantación preliminar	6. Organizar un acto de iniciación TPM	Invitar clientes, afiliadas y compañías Cooperadoras
Implementación TPM	7. Mejorar la efectividad de cada pieza del equipo	Seleccionar equipo modelo; formar equipo de proyecto
	8. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	Promover los siete pasos; fabricar útiles de diagnóstico y establecer procedimiento de certificación de los trabajadores
	9. Desarrollar un programa de mantenimiento para el departamento de mantenimiento	Incluye mantenimiento periódico y predictivo y gestión de repuestos, herramientas, dibujos y programas
	10. Dirigir entrenamiento para mejorar operación y capacidades de mantenimiento	Entrenar a los líderes; los líderes comunican información con los miembros del grupo
	11. Desarrollar programa gestión equipos fases iniciales	Diseño MP (prevención del mantenimiento); control encargos; análisis LCC
Estabilización	12. Implantación perfecta del TPM y elevación niveles TPM	Evaluación para el premio PM; fijar objetivos más elevador

Figura O1. Resumen de los doce pasos de Mantenimiento Productivo Total.

Tomado de Nakajima (1984): Introducción al TPM : mantenimiento productivo total.

Anexo P: Clasificación de elementos de una empresa de producción alimentaria



Figura P1. Diagrama de flujo para la etapa de clasificación.

Tomado de Pérez (2017): Implantación de *Lean Manufacturing* en procesos de producción alimentaria.

Anexo Q: Clasificación de material innecesario de una empresa de producción alimentaria

MATERIAL	TIPO	UTILIDAD	ACCIÓN
Precintos de cajas	Objetos de más	Útiles para otro área de la fabrica	Transferir
Documentación	Objetos obsoletos	Sin utilidad	Descartarlo
Etiquetas	Objetos obsoletos	Sin utilidad	Descartarlo
Precintadoras	Objetos dañados	Con utilidad	Repararlos y organizarlos
Cajas de guantes	Objetos de más	Útiles para otro área de la fabrica	Transferir
Piezas de máquinas	Objetos de más	Sin utilidad	Descartarlos

Figura Q1. Materiales innecesarios del armario de la sala LPC y su clasificación.

Tomado de Pérez (2017): Implantación de *Lean Manufacturing* en procesos de producción alimentaria.

Anexo R: Clasificación según frecuencia de uso de una empresa de producción alimentaria

FRECUENCIA	ORDENAMIENTO
Poco utilizado	Almacenar en un hueco alejado del puesto de trabajo.
Utilizado con frecuencia	Zona accesible dentro del armario
Utilizado con mucha frecuencia	Zona muy accesible, al alcance de la mano, abrir la puerta del armario y verlo a simple vista.

Figura R1. Clasificación según frecuencia de uso.

Tomado de Pérez (2017): Implantación de *Lean Manufacturing* en procesos de producción alimentaria.

Anexo S: Estandarización de una empresa de producción alimentaria

REGLA	QUIÉN	CUÁNDO
Limpiar mesas de trabajo, superficies y máquinas	Dpto. Limpieza	El día de uso
Limpiar suelos y utensilios	Dpto. Limpieza	El día de uso
Recogida del puesto durante el turno de trabajo	GAP y logística	Durante el turno de trabajo
Recogida final del puesto de trabajo	GAP y logística	Durante turno de trabajo

Figura S1. Reglas de estandarización para la continuidad de las 5S.

Tomado de Pérez (2017): Implantación de *Lean Manufacturing* en procesos de producción alimentaria.