

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE JABONES LÍQUIDOS A TRAVÉS DE LA MANUFACTURA ESBELTA

Trabajo de investigación para optar el grado académico de bachiller en Ingeniería
Industrial

Nicolas Patricio de la Guarda Cardenas

Código 20160447

Asesor

Luis Bedoya Jimenez

Lima – Perú

Febrero de 2021

**IMPROVEMENT OF THE LIQUID SOAP
PRODUCTION PROCESS THROUGH LEAN
MANUFACTURING**



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES	11
2.1. Planteamiento del problema	11
2.2. Hipótesis.....	12
2.3. Objetivo general y específicos	12
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	14
3.1. Manufactura esbelta y la mejora de los procesos productivos	14
3.2. Técnicas de la manufactura esbelta.....	15
3.3. Investigaciones relacionadas	18
3.4. Estado del arte de los procesos productivos de jabones.....	20
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	25
4.1. Metodología de investigación aplicar	25
4.2. Herramientas o instrumentos a utilizar	26
4.3. Definición de variables	26
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y RESULTADOS	28
5.1. Descripción de situación actual del proceso productivo, indicadores.....	28
5.2. Identificación de desperdicios lean a través de VSM. Costo anual	36
5.3. Causas raíz de principal(es) desperdicio(s) y breve descripción.	37
5.4. Propuesta de solución.....	40
5.5. Evaluación: técnica, económica, social, ambiental	46
5.6. Resultados y validación de la hipótesis.....	47
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
CONCLUSIONES	51
REFERENCIAS	52
BIBLIOGRAFÍA	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1 Cálculo del costo de la glicerina desechada	40
Tabla 5.2 Cálculo del costo anual de glicerina desechada.....	40
Tabla 5.3 Cronograma de implementación.....	45
Tabla 6.1 Comparación de indicadores.....	49



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1 Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de jabón líquido - Parte 1	32
Figura 5.2 Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de jabón líquido - Parte 2	33
Figura 5.3 Value Stream Mapping.....	36
Figura 5.4 Diagrama de causa - raíz	37
Figura 5.5 Mantenimiento Total Productivo (TPM).....	41
Figura 5.6 Diagrama de Deming.....	43



RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación se basa en identificar el problema esencial dentro del proceso de producción de jabones líquidos y brindar una propuesta de solución utilizando la manufactura esbelta para reducir o eliminar los efectos del problema. Se podrá apreciar una introducción sobre la reinención o mejoras que aplicaron distintas empresas para optimizar y mejorar procesos dentro de su rubro de negocio, resaltando la empresa que creó la estrategia de manufactura esbelta, esta empresa es Toyota. Luego, se identificará y sustentará el problema principal de la producción de jabones líquidos, el cual trata sobre la generación de mermas y productos defectuosos en el proceso de producción. Asimismo, se debe plantear una hipótesis y los objetivos a alcanzar para que la investigación este alineada y enfocada en base a estos.

Se apreciará información sobre la manufactura esbelta, sus técnicas y distintas investigaciones sobre la producción de jabones para brindar una base y referencias para la propuesta de solución a seleccionar. Asimismo, se explicará paso a paso las operaciones dentro del proceso de producción de los jabones líquidos y se ejemplificará en un Diagrama de Operaciones del Proceso, con esto se realizará un Mapeo de la Cadena de Valor para identificar desperdicios dentro del proceso actual, y un Diagrama de Ishikawa para identificar las causas raíces del problema principal.

Finalmente, se propondrá la solución de mejora utilizando TPM, Kaizen y 5's para eliminar las tres causas raíces más esenciales para eliminar el problema principal. Asimismo, se realizará un presupuesto y cronograma para la implementación de la propuesta de mejora; y se compararán las variables o índices de desempeño actuales con las estimadas según la propuesta de mejora para brindar los aspectos de mejora y ahorro alcanzados dentro del proceso.

Palabras clave: manufactura esbelta, merma, glicerina, saponificación, técnicas Lean.

ABSTRACT

The following research work is based on identifying the essential problem within the production process of liquid soaps and providing a proposed solution using lean manufacturing to reduce or eliminate the effects of the problem. An introduction about the reinvention or improvements applied by different companies to optimize and improve processes within their business line will be shown, highlighting the company that created the lean manufacturing strategy, this company is Toyota. Then, the main problem of the production of liquid soaps will be identified and supported, which deals with the generation of wastes and defective products in the production process. Likewise, a hypothesis and the objectives to be achieved must be established so that the research is aligned and focused based on these.

Information on lean manufacturing, its techniques and different research on the production of soaps will be appreciated to provide a basis and references for the proposed solution to be selected. Likewise, the operations within the production process of liquid soaps will be explained step by step and will be exemplified in a Process Operations Diagram. With this, a Value Chain Mapping will be done to identify waste within the current process, and an Ishikawa Diagram to identify the root causes of the main problem.

Finally, an improvement solution will be proposed using TPM, Kaizen and 5's to eliminate the three most essential root causes to eliminate the main problem. Also, a budget and schedule for the implementation of the improvement proposal will be made; and the current performance variables or indexes will be compared with those estimated according to the improvement proposal to provide the aspects of improvement and savings achieved within the process.

Key words: lean manufacturing, waste, glycerin, saponification, Lean techniques.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Ahorro, mayor calidad, menos accidentes, menos tiempos de procesamiento, practicidad en la operación, etc. Estos y más pueden ser las posibles razones por las que toda empresa busca reinventarse y mejorar. Este es un proceso natural que toda organización busca conforme van pasando los años en búsqueda de mantenerse vigente en el mercado en el que se encuentre. En ocasiones, estos cambios ocurren también debido a las condiciones en las que se desarrollan sus actividades, ya sea a nivel micro (cambios organizacionales, competidores, entre otros) o macro (con la ciudad, país, región o incluso el mundo en general).

Un ejemplo basado en lo descrito previamente es la compañía de dulces Hershey's, quienes después de la Gran Depresión debieron mejorar su sistema de producción y reinventaron sus estrategias de marketing para sobrevivir a la crisis; o bien el caso de Henry Ford quien implementó el sistema de producción en línea permitiéndole masificar su producción. En muchos casos, estas empresas después de implementar estos cambios prueban ser mucho más eficientes y competitivas que el resto, por lo cual sobresalen y sus conceptos terminan siendo reconocidos a nivel global. Es así como Toyota logró crecer y volverse la gran y confiable empresa que se conoce hoy en día, implementando un gran cambio en su ideología y, por consiguiente, en su accionar. Este pensamiento se basó en una cultura de cero defectos, en la que cualquier desperdicio era eliminado para así quedarse sólo con aquello que el cliente realmente valora.

Con el auge de Toyota en el mercado, distintas empresas comenzaron a aplicar las mismas técnicas, a estudiarlas y a mejorarlas, complementándose con distintas técnicas o perspectivas según el rubro en el que se intentaba aplicar. Es así como se dio paso a un nuevo concepto: La manufactura esbelta. Este será el tema central del presente trabajo monográfico, en el cual se aplicarán distintas técnicas de mejora siguiendo los principios de esta ideología para reducir los desperdicios y costos en un proceso de producción en particular con el fin de relacionar los conceptos con la práctica. Esto con la finalidad de aprovechar una oportunidad de mejora a un problema existente y así optimizarlo, considerando las causas del problema, posibles propuestas de solución al mismo y una

posterior evaluación en términos técnicos, sociales, económicos y ambientales para determinar la viabilidad de estas.



CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

2.1. Planteamiento del problema

El caso a evaluar es el proceso de producción de jabones de manera industrial. Para ello, se considerarán las etapas planteadas en trabajos de investigación previos, información brindada por un tercero perteneciente a una compañía del sector y complementado por los conocimientos aprendidos en la carrera. Es así que se ha identificado como problema a analizar la falta de eficiencia y el exceso de defectos en los sistemas de producción de jabones líquidos, ya que al ser un producto de fabricación masiva, el potencial que se tiene para ahorrar costos y, por el contrario, las grandes posibilidades de aumentar los mismos al no contar con un proceso eficiente y eficaz crea una chance única para aplicar las herramientas de la manufactura esbelta. Un ejemplo de esto es que en una parte del proceso se generan subproductos como la glicerina, la cual puede ser aprovechada de distintas formas según lo que el cliente valore y dependiendo de los costos mismos de la operación.

En el proceso evaluado, por cada caja de 12 unidades de jabón líquido de aproximadamente 150 gramos (1800 gramos en total) se generan 109,65 gramos de mermas las cuales generan tanto una pérdida de producto de ser desechadas, así como un desperdicio de tiempo al tener que ser reprocesadas o tratadas para reducir su impacto ambiental. Así como se pierde material por merma, también se pierde como producto defectuoso. Según la información obtenida del trabajo de información desarrollado por Castillo y Torres (2016) se desecha un aproximado del 5% de producto por ser defectuoso lo cual genera gastos extras. A su vez se retiran 261,88 gramos de glicerina la cual podría ser tanto comercializada como subproducto o en todo caso, mantenerse dentro de la composición final del jabón. Esta decisión dependerá de lo que el cliente valore más, ya que según lo comentado por Carlos Patiño, jefe de producción en Alicorp, el proceso requerido para separar la glicerina puede elevar el costo en ocasiones, por lo que si el cliente no valora realmente este paso adicional, tendría más sentido no realizarlo.

Para evaluar este problema se han identificado diferentes variables, entre las que destacan la calidad de las máquinas utilizadas, el desempeño y experiencia de los operarios, la estrategia de producción utilizada y los costos de operación en los distintos procesos. Estas

variables independientes determinarán el desempeño de las variables dependientes elegidas a evaluar, es decir, la cantidad de mermas generadas en el proceso de producción y cantidad de glicerina generada (o la posibilidad de evitarlo) como subproducto. Finalmente, se tendrán en cuenta factores internos como la disposición de la planta o las condiciones de operación (energía disponible y requerida, limpieza, cantidad de trabajadores, condiciones de seguridad, etc.) y factores externos como las condiciones del mercado, el comportamiento del consumidor y sus tendencias de compra, la fuerza y alcance de los competidores o la situación socioeconómica actual - muy relevante en casos como el que se vive en el presente año.

2.2. Hipótesis

Se ha planteado como hipótesis para mejorar la situación previamente explicada que la aplicación de las técnicas lean en el sistema de producción de los jabones líquidos permitirá reducir la cantidad de mermas generadas en el proceso de producción en un rango de entre 35% y 45%, así como identificar que procesos agregan valor para el cliente para eliminar todo lo innecesario y así reducir los costos anuales en un 20-25%.

2.3. Objetivo general y específicos

Objetivo general:

- Aplicar las técnicas de manufactura esbelta para implementar una mejora en el proceso de producción de jabón líquido y reducir los desperdicios generados permitiendo así una reducción de costos.

Objetivos específicos:

- Definir el problema principal a evaluar, cuantificando su impacto en el desempeño del proceso y proponiendo una hipótesis para mejorar la situación identificada.
- Establecer el marco teórico y definir las distintas técnicas de manufactura esbelta y cómo estas pueden ser aplicadas en los procesos dentro de la producción de los jabones líquidos usando como referencia investigaciones relacionadas.
- Determinar la metodología de investigación y herramientas a utilizar, así como también definir las variables relevantes para la investigación.

- Describir la situación actual del proceso de producción de jabones líquidos, identificando los desperdicios Lean, el costo anual que generan y las causas raíz principales para determinar su impacto en los principales indicadores de desempeño.
- Proponer una mejora que se base en la aplicación de técnicas Lean, detallando la propuesta y estableciendo un cronograma y presupuesto para su desarrollo.
- Evaluar la propuesta bajo una perspectiva técnica, económica, social y ambiental para determinar su viabilidad.



CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. Manufactura esbelta y la mejora de los procesos productivos

La manufactura esbelta es una estrategia conformada por distintos principios, métodos, herramientas y/o técnicas que permite adoptar un proceso constante y sincronizado mediante la eliminación de distintas operaciones y/o procedimientos que no añaden valor a los procesos, productos y/o servicios y consumen los recursos de la empresa. Este método permite establecer un pensamiento de mejora continua, lo que significa que siempre busca mejorar distintos aspectos del proceso para obtener la productividad perfecta. Pero, ¿Cómo nació este pensamiento?

Esta filosofía nació a finales del siglo XIX en Japón de la mano de la familia Toyoda, a partir de la aspiración de un hijo en facilitar el trabajo de su madre. El nombre de este hijo fue Sakichi Toyoda, quien estudió la máquina textil con la que trabajaba su madre y visualizó una forma de evitar la causa de los errores de esta y con ello evitar las producciones de mala calidad. Esta mejora con enfoque humano, llamada “Jidoka”, permitió la automatización y productividad del proceso de tejido. Asimismo, creó e implementó la técnica de los 5 Porqués. Al pasar los años, Kiichiro Toyoda (hijo de Sakichi) creó la metodología y técnica “Just In Time (JIT)” al enfocarse en la compañía fundada por su padre, llamada “Toyota Industries”. Esta metodología permitió reducir desperdicios al producir lo necesario, en el momento y cantidad necesaria. Luego, Eiji Toyoda (sobrino de Kiichiro) implementó mejoras a la metodología JIT y creó la técnica “Single Minute Exchange of Die (SMED)”. Asimismo, creó dos técnicas más de la mano con Taiichi Ohno, estas son: Kanban y Kaizen. A través de la implementación de cada una de estas metodologías y/o técnicas y de muchas más, se fundó el sistema de producción de Toyota (la base de la filosofía de la manufactura esbelta).

Actualmente, todas las empresas siguen esta filosofía y aplican cada una de sus metodologías debido a las mejoras en la productividad y efectividad de las operaciones y procesos. Según la Universidad ESAN (2015): “...Lean Manufacturing propone un modelo de pensamiento enfocado principalmente en el cliente...” (párr. 4). Por lo que, para mantener

ese enfoque se basa en los siguientes principios: la optimización del sistema de producción y cadena de valor, el respeto y empoderamiento para todos los colaboradores, búsqueda de la perfección mediante la mejora continua y eliminación de los desperdicios del proceso de producción desde las actividades relacionadas con los proveedores hasta las relacionadas con los clientes. La filosofía y/o estrategia de manufactura esbelta revolucionó la industria años atrás, la sigue revolucionando actualmente y la seguirá revolucionando en el futuro debido a su esencia de buscar siempre mejorar de forma continua.

3.2. Técnicas de la manufactura esbelta

La manufactura esbelta está conformada por diversas técnicas creadas a lo largo de los años. Las siguientes técnicas apoyan a las empresas a mejorar su cadena de valor y sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios que no proporcionan un valor agregado y la mejora continua para tener una productividad y efectividad en los distintos procesos; estas son:

- 7 desperdicios más uno:

Esta técnica se basa en la identificación y eliminación de muda (japonés para desperdicio) que no añade valor y consume recursos. ¿Por qué siete desperdicios más uno? Esto se debe a que Taiichi Ohno primero identificó siete tipos de desperdicios: transporte, movimiento innecesario, sobreproducción, inventario en exceso, defectos, sobreprocesamiento y tiempo de espera. Pero, hay una muda más que se relaciona al potencial humano (competencias, habilidades, conocimientos y actitud) que se agregó tiempo después.

- 5`s:

El objetivo de la técnica de las 5`s es tener un puesto de trabajo limpio y organizado para obtener una mejor productividad mediante la reducción de tiempos sobre posibles pérdidas de objetos y/o documentos y fallas de máquinas y/o herramientas. Esta técnica se llama 5`s debido a que cada uno de los principios empiezan con la letra “S” en el lenguaje japonés. Estos son:

1. Seiri - Clasificación
2. Seiton - Organización
3. Seiso - Limpieza

4. Seiketsu - Estandarización

5. Shitsuke - Autodisciplina

- Single Minute Exchange Die (SMED):

Esta técnica se basa en no demorarse más de 10 minutos en el cambio de serie o lote de producción. Es decir, mide la cantidad de tiempo desde la finalización de la producción del último producto del lote anterior hasta la finalización de la producción del primer producto del siguiente lote. Lo que busca esta técnica es reducir el tramo de tiempo descrito previamente mediante la organización, preparación y aplicación de materiales y herramientas a tiempo.

- Kaizen:

Es la técnica que contiene la esencia de mejora continua. ¿Qué significa Kai y Zen? Kai significa “cambio” y Zen significa “bueno”, lo que al juntarlos significa “cambio bueno”, o mejor dicho “mejora continua”. Esta técnica se basa en parte en el ciclo PHVA de Deming (otra técnica de Lean Manufacturing), el cual está conformado por cuatro principios: planear, hacer, verificar y actuar. Al utilizar el ciclo mencionado previamente, trabajar en equipo y al mantenerse motivado y proactivo se estará aplicando Kaizen (mejora continua) debido a que en esta técnica se relacionan aspectos de negocios, personales y sociales. Kaizen es una técnica para resolver problemas o dificultades en un plazo corto de tiempo.

- Kanban:

Esta técnica permite controlar una productividad efectiva mediante la utilización de tarjetas (o medios visuales) que determina la función a realizar, el tiempo en el que se debe realizar la operación o actividad y la cantidad de bienes y/o servicios que se deben realizar. Moreira Nuñez y Sornoza (2015), en su magister en sistemas de información gerencial, señalan los distintos beneficios de la técnica Kanban en los procesos, operaciones y/o actividades del negocio:

...la metodología KANBAN permitirá hacer evaluaciones en cualquier punto de una tarea, requerimiento o proyecto de tal forma de tener avances a tiempo lo que permitirá incrementar la calidad, satisfacción al usuario y la productividad del departamento, asimismo ayudará a no sobrecargar de tareas a los miembros del equipo. (p. 2)

- Just In Time (JIT):

Esta técnica es comúnmente usada para tener una mejora empresarial en procesos de producción con el fin de tener una eliminación continua de desperdicios. Las principales características de Just in time son las siguientes: tener una fabricación celular (se busca simplificar el flujo de material para poder distribuir las máquinas en forma de U), contar con trabajadores polivalentes, tener una producción pull y enfoque en eliminar los desperdicios. Las principales ventajas del uso de JIT es la disminución del nivel de inventarios, aumento de la probabilidad y aumento de flexibilidad a los sistemas de producción.

- Fábrica visual (ANDON):

El Andon lean Manufacturing principalmente cuenta con una alarma luminosa que se encarga directamente de enfocar y activarse cuando existen distintos problemas de calidad y control en el proceso de producción para que se pueda intervenir directamente donde existe el problema. La implementación del sistema Andon se puede dar en muchos tipos de procesos de producción. Existen dos tipos de control de Andon: Básico, donde solo se encuentra compuesto por una pequeña cantidad de luces y una alerta de sonido donde, dependiendo de cada color, significa algo como: Blanco: Producción en estado normal, Rojo: Incidencia de Calidad, Ámbar: Rotura de stock en algún componente, Azul: Problema de mantenimiento. Finalmente, el Andon con tablero de control, que es similar al básico, pero con la particularidad de estar controlando permanentemente la producción e indicando los principales indicadores como el OEE (Eficacia Global de los Equipos productivos). Este tipo de Andon se debe instalar en plantas de producción medianas o grandes por su complejidad en la instalación y su mayor costo.

- Flujo continuo (Flujo de una sola pieza):

El flujo continuo se enfoca en tener una producción sin restricciones (desde la materia prima hasta el producto terminado), optimizando los tiempos de producción en piezas simples. Este tipo de flujo ayuda a las organizaciones a mejorar el trabajo en equipo, tener una comprensión completa en todo el proceso y dar responsabilidad y control a los trabajadores de involucrarse más directamente en la producción de un producto de calidad. Sin embargo, los flujos continuos tienen las principales desventajas: no se pueden percibir los defectos en la producción de los productos hasta que se termina el proceso, existen defectos encontrados por la manipulación o movimiento de materiales, existen grandes cuellos de botella en estos

procesos por depender de la habilidad de cada uno de los trabajadores y existe un gran inventario en materiales.

- Value Stream Map (VSM):

El value stream map es una técnica utilizada comúnmente en los procesos de producción masivos, que permite visualizar todo el proceso de una manera más simplificada, ya que se utilizan distintos tipos de simbologías. Este proceso es de los más utilizados por tener una mejor visualización del proceso en tiempo real. Para implementar este proceso se cuenta con 6 pasos: identificar la familia de productos a dibujar, Dibujar el estado actual del proceso identificando los inventarios entre operaciones, flujo de material e información, analizar la visión como debería ser en el estado futuro, dibujar el VSM futuro y plasmar el plan de acción para implementar soluciones al proceso.

- Mantenimiento productivo total (TPM):

El mantenimiento productivo total es una filosofía utilizada en la gestión de mantenimiento que tiene como objetivo principal eliminar las seis grandes pérdidas. El TPM se enfoca en 8 pilares: mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad, prevención del mantenimiento actividades de departamentos administrativos y de apoyo, formación y adiestramiento gestión de seguridad y entorno.

3.3. Investigaciones relacionadas

Se han tomado como referencias 4 tesis relacionadas para poder ampliar la investigación sobre el tema de la elaboración de jabones:

En el trabajo de investigación “Empresa productora y comercializadora de jabones artesanales naturales Écat S.R.L” se muestra la elaboración de jabón artesanal teniendo un proceso de elaboración de 24 pasos desde la recepción de la materia prima, los principales procesos para la elaboración, su embalaje y hasta su distribución. (Quillahuaman, Soncco & Vigil, 2018)

Este trabajo de investigación es importante para nuestra investigación por la cantidad de similitudes en el proceso de elaboración, la similitud más significativa para nuestro proceso es la saponificación, ya que en esta se da la reacción del jabón. Sin embargo, el producto final es un jabón sólido y nuestro producto es jabón líquido.

En el trabajo de investigación “Fabricación y comercialización de jabones artesanales con pepa de aceituna” se muestra el proceso y los materiales para elaborar un jabón artesanal teniendo como materia prima un residuo (pepa de aceituna), en el proceso de producción se explica que hay una molida de la pepa de aceituna en una máquina molidora, se troza la glicerina y se calienta para hacer llegar a un punto líquido, se añaden ingredientes aromáticos, se vierte la mezcla en moldes, pasa por un control de calidad, se deja secar y enfriar para finalmente desmoldar y empacar el producto terminado. (Carbonell, Cuba & Villena, 2019)

Este trabajo se relaciona con nuestra investigación por que el uso de la glicerina para la elaboración de los jabones, el añadimiento de productos complementarios como aceite de coco, aceite de oliva y esencias aromáticas. Además, da a conocer los beneficios de usar un residuo con características químicas para formar un producto de consumo masivo (esto beneficia directamente el costo de fabricación ya que el costo de materia prima del producto es casi nulo).

En el trabajo de investigación “Diseño de un sistema productivo artesanal de jabón aromatizado con esencia de naranja a base de aceite de cocina usado en el restaurante Salomé II del centro poblado de Jibito, Sullana” la manera de elaborar un jabón sólido a partir de aceite de cocina y soda caustica para que pueda actuar y efectuar el proceso de saponificación, agregando esencias necesarias para el color y forma del jabón y aplicando la técnica de curación de tal para seguridad en su uso. (Távora, Córdova, Pardo, Soto & Navarro, 2018)

Este trabajo es importante para nuestra investigación porque da a conocer un poco más sobre el proceso principal para la elaboración de jabones, la saponificación. Menciona la importancia de tener en una presión y temperatura adecuada los insumos que están reaccionando. También, mencionan la importancia de tener una buena medición del PH del aceite de cocina para evitar reprocesos. Este trabajo complementa nuestra investigación ya que muestra una manera de tener una materia prima principal como el aceite de cocina con solo la recolección de este en restaurantes que lo pueden tener como desecho.

En el trabajo de investigación “Elaboración de jabón líquido para uso industrial a partir de glicerina, como subproducto de la obtención de biodiesel” se explica cómo es el proceso químico de elaboración de jabón líquido para un uso industrial a partir de la

glicerina. Al ser una tesis química, hay una mucho mayor énfasis en tener un buen control de todas las reacciones y cuáles son los insumos y máquinas óptimas para poder producir el jabón de manera industrial. (Montiel, 2017)

Este trabajo de investigación es importante para nuestra investigación por su clara y profunda explicación de los procesos químicos para la formación de jabón líquido (Saponificación directa de las grasas neutras, neutralización de los ácidos grasos libres y saponificación del metiléster con un alcalí).

3.4. Estado del arte de los procesos productivos de jabones

El estado del arte que aquí se realiza es de cada uno de los procesos de producción del producto, el jabón líquido, presentado en forma de loción. Se diferencia del jabón de tocador principalmente por su estado de agregación (líquido), correspondiente a un estado en el cual las moléculas están unidas, pero no lo suficiente como para mantener una estructura fija.

Así mismo, de acuerdo a lo que señala la Revista Digital Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México (2014), este “... se obtiene frecuentemente de la saponificación de aceites o grasas con un alto contenido de ácido oleico y una mezcla proporcional de hidróxido de sodio y de potasio. El resultado es un producto de color oscuro y olor fuerte.” (p. 9).

Recepción de Materias Primas

Este es el primer paso en la cadena de producción, en donde se reciben las materias primas y se las almacena para la posterior elaboración. En este punto deben documentarse los orígenes de las mismas y los proveedores, junto con la cantidad detallada del lote y los costes.

Una técnica aplicable en este proceso es la de las 5S's, la cual apuesta por la estandarización y que crea el hábito de trabajo y verificación en los empleados. Según las experiencias vividas por Tecnocar (2018), esta específica que es:

“... una forma de comunicación que favorecerá que sepamos de un vistazo la situación y el estado de algo. Así, crearemos un sistema de señales con un significado claro, el cual será estudiado por todos los empleados, de forma

que cualquiera, incluso los de otra línea estarán informados de todo sin necesidad de consultar”. (párr. 20)

Asimismo, en el proceso se aplican técnicas relacionadas al “Single Minute Exchange Die” o mejor conocido como SMED. Esto se debe a que al tener una variedad distinta de productos que se utilizan como insumos, la recepción de estos debe ser capaz de cambiar rápidamente entre productos para así reducir los tiempos y poder ser capaz de pasar de un lote de producción al siguiente de manera eficaz sin retrasar la producción diaria y cumplir con la demanda ya establecida. Esto se debe también a que los productos como las grasas y demás compuestos orgánicos se piden de manera constante para asegurar que se mantengan en las mejores condiciones y así tener un producto final de calidad, por ello los ingresos pueden darse más de una vez en el día.

Verificación de la Calidad de los insumos

Luego de la recepción se realiza un control de calidad mayormente en base al muestreo y una vez conforme se continúa con el proceso de producción.

Para obtener un producto de alta calidad, es fundamental hacer el análisis y verificación de la calidad de cada uno de sus insumos, para así obtener los mejores resultados. Estos análisis darán los resultados para saber si los insumos son adecuados para el proceso de saponificación, es decir, puedan mezclarse efectivamente.

Ante esta situación, se debe efectuar un control de errores, con el fin de detectar rápidamente deficiencias para reducir los insumos que tengan defectos, todo esto en coordinación con los proveedores. Según lo expuesto por Tecnocar (2018), se tiene que:

“... en todas las ubicaciones y referencias se implementará un sistema de control de errores de forma permanente, de forma que podamos tener visibles los posibles errores existentes a primera vista (cantidades erróneas, localizaciones erróneas, roturas de stock, etc.). Así, podremos implementar rápidamente acciones correctoras y por otra parte evitarlas en el futuro”. (párr. 23)

Para esta actividad se implementó el uso de las 5S, debido a que el control de calidad requiere un ambiente sumamente impoluto, sin objetos innecesarios y con los instrumentos

en orden; así como también buscar que el personal tienda a seguir mejorando y realicen sus labores en el tiempo estipulado. Asimismo, se aplica la metodología de Kanban para tener un control visual tanto de los procesos a realizar como de los resultados que se deben obtener y cómo interpretarlos. Esta herramienta se utiliza al colocar las tarjetas de control visual en paneles dentro del área de control de calidad indicando los procesos que se necesitan realizar dependiendo del tipo de materia prima a evaluar. En estas tarjetas se colocan también los procesos o tareas a seguir según cada materia prima o insumo, los pasos o desarrollo de la misma y los resultados o pruebas que se deben esperar para determinar las conclusiones de los análisis, pero también las medidas de control que se deben tener en consideración para asegurar que los controles de calidad arrojen resultados válidos y coherentes con lo que se desea evaluar.

Saponificación

El proceso de saponificación es el más determinante en la producción de cualquier tipo de jabón, este se da mediante una división de las diferentes grasas que ingresan al reactor y obtiene ácidos grasos y glicerina. En el reactor se mezclan estas grasas con algún elemento alcalino, el que genera una mayor conversión es el hidróxido de potasio o la soda cáustica. Finalmente, al terminar la reacción se tienen ácidos grasos listos para continuar el proceso de producción de jabón y glicerina (esta le da propiedades suavizantes al jabón).

Seguidamente se mide los niveles de pH, densidad y viscosidad con sus respectivos instrumentos y los niveles deben oscilar entre 5 y 6,5 en el caso del pH; 1 y 1,05 g/cc en la densidad; y entre 7000 y 9500 cps en la densidad. Esto en el caso del jabón líquido. Esto último estaría contenido en una segunda revisión de la calidad.

Utilizando la técnica de las 5S's, en el área de producción se identifican los productos con etiquetas giradas hacia los pasillos de acceso para favorecer la identificación de cada ubicación de forma rápida y eficaz, ésto para evitar demoras y así aumentar la productividad estandarizando el proceso; también se tiene en cuenta aspectos tales como la ergonomía y seguridad al operar las máquinas, e intentar mejorarlos en la medida de lo que sea posible aplicando. El proceso de saponificación se lleva a cabo en un proceso completamente limpio y despejado en el que los operarios son capacitados constantemente para mantener un proceso de alta calidad. Asimismo, se organizan los elementos y materias primas a utilizar

para mantener un orden dentro del área de trabajo, estos pueden organizarse en estantes con etiquetas para que puedan ser reconocidas fácilmente por el operario.

Empaque

El envasado es en su mayoría en recipientes cerrados transparentes con válvulas dispensadoras en polipropileno. Esto debe ser llevado a cabo con cuidado ya que la mezcla está terminada, por lo que si el envasado no se realiza correctamente se podría arruinar la producción y crear pérdidas para la empresa. Por ello, en un proceso que toma en consideración las técnicas Lean, más específicamente la metodología de Poka Yoke, el envasado se realiza con un dosificador que tiene un sensor visual que mide la cantidad de líquido en el recipiente para asegurarse que siempre tenga las medidas exactas. De esta manera se reducen los defectos a un 0%, a excepción de fallas mecánicas que se presentan repentinamente.

Luego sigue el etiquetado, proceso en el que se coloca el rotulado en el envase. Este ha sido estandarizado y se tiene una máquina que lee un código de barras (el cual indica el tipo de producto del lote, es decir, el jabón líquido tipo X) y procede a pegar la etiqueta, reduciendo así el error humano. Después de este paso el producto está listo para ser almacenado en cajas.

Almacenado

El producto terminado debe cumplir con las especificaciones de calidad, bajo los parámetros establecidos, pero para mantener estas propiedades debe tenerse un cuidado especial con su almacenamiento. Por ello, en el almacén se deben poner en práctica las técnicas Lean, en este caso el de las 5S's.

Respecto a la organización del espacio físico, se mantiene un orden en las zonas de almacenaje de acuerdo a la rotación de los productos. Aquellos que tengan una mayor rotación se sitúan más cerca de la zona de salida y los que tengan menor rotación se ubican en las zonas más alejadas. Esto reducirá los movimientos innecesarios, traslados que no agregan valor y se eliminarán tiempos muertos, todos desperdicios identificados en la metodología de la manufactura esbelta. Cada producto cuenta con una etiqueta correspondiente para una identificación visual rápida y correcta, así como también se coloca señalización para indicar dónde debe ir cada herramienta o instrumento, desde donde colocar

el uniforme hasta donde cuadrar los montacargas y demás maquinaria de movilidad. Con esto se mantiene un orden constante en el almacén, lo que a su vez se traduce como menores tiempos de operación y mayores índices de productividad y seguridad de los operarios.

Finalmente, cabe mencionar que se complementará este proceso con la ayuda de la tecnología y aplicando una ideología de cero defectos. Para esto se implementarían códigos de barras en los pallets para una actualización constante y en tiempo real del inventario, un sistema de interacción por voz que indique a los operarios cuáles son los productos que debe retirar en el momento adecuado para cierto pedido y, dependiendo del tamaño de la planta, un sistema de transporte automatizado mediante fajas transportadoras y elementos robóticos que coloquen los productos dentro de la unidad de transporte que los llevará posteriormente hasta el punto de entrega.

También, se procura que cada producto tenga una ubicación fija. Según Tecnocar (2018), "... la ubicación de un producto estará establecida, será fija y no tendrá duplicados, es decir, el mismo producto sólo estará en un lugar de nuestro almacén, y siempre será el mismo." (párr. 17). Esto conlleva a la generación de hábitos en relación al trabajo.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Metodología de investigación aplicar

A partir del “ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE JABÓN LÍQUIDO A BASE DE JABONCILLO DE CAMPO (*Cucumis dipsaceus*)”, desarrollaremos una metodología de investigación científica. Este método consiste de seis pasos.

El primer paso es realizar una observación. En este caso, nosotros detectamos que en el proceso de producción tiene falencias, debido a que tiene muchos desperdicios, en temas de tiempos y materia desechada. Entonces, este levantamiento de información nos lleva al segundo paso, el cual consiste en el planteamiento de una pregunta: ¿Por qué tiene tantas mermas en ciertas operaciones? ¿Por qué hay tantos productos en proceso en espera a lo largo de la línea de producción?

A continuación, se procede a realizar el tercer paso de proponer una hipótesis. Nuestra hipótesis podría ser definida como hay un desbalance de línea entre los distintos procesos que conforman toda la producción. Esto ocasiona la espera en demasía de material en proceso. Asimismo, la cantidad importante de merma.

Luego, teniendo en cuenta nuestra hipótesis se continúa con la verificación y experimentación de nuestra hipótesis con el objetivo de comprobarla. En esta fase, se determinará si nuestra teoría podría ser o no viable para una posible implementación en el futuro en caso de que sean positivos los resultados.

Por último, tenemos los últimos dos pasos: la demostración y conclusiones. En la penúltima etapa, se demostrará el origen de nuestra teoría. En base a la demostración, se concluirá si es que hipótesis fue válida o no.

4.2. Herramientas o instrumentos a utilizar

En primer lugar, utilizaremos herramientas de manufactura esbelta para poder eliminar desperdicios o “mudas” del proceso, disminuyendo costos y aumentando la eficiencia del proceso. Algunos ejemplos fueron mencionados anteriormente en el punto 3.

Además, utilizaremos las recomendaciones de un experto en el tema, para que nos pueda guiar y asesorar en la mejora del proceso. Escogimos a un jefe de producción de una línea de jabones de una empresa reconocida peruana, ya que conoce del proceso, porque no hay mejor conocedor del proceso del que lo realiza o lo supervisa.

Por otro lado, en capítulos posteriores se usará la determinación las causas de un problema mayor mediante un análisis de diagrama de causa - efecto (Ishikawa). Con ello se buscará atacar un problema con distintos tipos de causas de problemas. Con ellos, se tratará de contrarrestar los efectos del problema tratado.

Asimismo, se usará el diagrama de flujo de la empresa que estamos investigando para poder analizar y determinar las causas de los problemas. Esta herramienta te da un mapeo general de la línea de producción, siendo más amigable y fácil de entender para el usuario. En caso sea necesario, se propondrá mejoras en el diagrama de flujo. Por ejemplo, podríamos implementar un reproceso dentro del flujo o eliminar una etapa que consideramos innecesaria (no agrega valor).

Otra herramienta parecida, pero no igual sería el VSM (Value Stream Mapping). Esta es una manera visual de poder plasmar la cadena de valor en un dibujo amigable y entendible para cualquier persona. En esta técnica no se limita solo a la línea de producción, sino que cierra el círculo entre los clientes, proveedores y la empresa manufacturera.

4.3. Definición de variables

- Glicerina reprocessada: en la etapa de “purga”, se pierde cierta cantidad de glicerina y lejía. Por lo tanto, nosotros pretendemos que no se merme esa cantidad de materia, ya que puede ir dentro del producto terminado.
- Costo ahorrado: para una misma cantidad de productos terminados, implementando el reproceso de mermas (glicerina), se tendrá que usar menos materia prima. Esto, implica un ahorro, no solo de materia prima, sino de costo de hora-hombre, de tiempo, etc.

- Impacto ambiental reducido: al poder reprocesar la glicerina, se podrá mitigar el impacto ambiental de la empresa hacia el ecosistema. Así, se podrá tener una línea de producción más amigable con el ambiente.
- Capacidad de producción: Cantidad de producción de la línea entre una unidad de tiempo. Podría determinarse la cantidad de producto terminado por hora, turno, día, semana, mes o año. Esta variable podría variar positivamente cuando se hagan las implementaciones respectivas.
- Cantidad de inventario entre operaciones: Se podría definir la cantidad de inventario entre cada proceso a lo largo de la línea. En otras palabras, productos en proceso en espera de poder seguir su curso en el proceso productivo. Cuando se hagan las mejoras, se podrá ver menores cantidades de productos varados entre procesos, los cuales significan dinero estancado.
- Rotación de inventario de productos terminados: Mientras mejoremos nuestra cadena productiva, tendremos mejor disponibilidad de abastecer a nuestros clientes de manera más rápida. Así, rotará más el inventario, teniendo menor cantidad de productos en inventario, disminuyendo políticas de inventario, ahorrando en almacenamiento. Esta variable podría medirse en días de giro.
- Lead time: El tiempo que pasa entre la entrega de la orden de compra y la entrega del pedido hacia el cliente puede disminuir si es que se produce una mejora en la parte manufacturera. De esta manera, añadimos valor a nuestro producto y proceso, cumpliendo las expectativas del cliente.

CAPÍTULO V: DESARROLLO Y RESULTADOS

5.1. Descripción de situación actual del proceso productivo, indicadores

a. Recepción y almacenamiento actual de la materia prima

La materia prima e insumos necesarios para la producción de jabón líquido son recepcionados en el almacén, el almacén se abastece diariamente para su rápido proceso de fabricación. La materia prima principal es el jaboncillo de campo (en pepas), el resto de insumos son: aceite de oliva, aceite de coco, borato de sodio, alcohol etílico, agua destilada e hidróxido de potasio.

b. Almacenamiento temporal

El almacenamiento temporal se refiere al área física donde se encuentran todos los insumos necesarios mencionados en el tema anterior, todos estos materiales son almacenados de acuerdo a su condición física en tanques de almacenamientos cerrados, para la materia prima se utiliza el tanque de almacenamiento general, estos poseen ventilador, termómetro, boca sanitaria, calibrador llano, líquido y bola de limpieza. La presión atmosférica es de 0.1 mpa -1 mpa. El segundo tanque de almacenamiento es el de GLP, su función es mantener y alimentar directamente los insumos para el proceso de fabricación (mediante tubos conectores con las máquinas necesarias), se encuentra diseñado para una presión de 17.56 kgf/cm². Además, se debe tener en consideración las señalizaciones y capacitación al personal necesario para poder prevenir accidentes.

c. Control de calidad de las materias primas

Este control es sumamente importante debido a que son el primer paso para que el producto final tenga una buena calidad. El primer control de calidad es el pesado de las materias primas mediante el uso de una balanza de plataforma. A este le siguen una serie de controles basados en índices de saponificación, yodo, y acidez.

El control de calidad basado en el índice de saponificación se basa en la cantidad de miligramos de potasa caústica (NaOH) contenida en un gramo de grasa, determinando si la materia prima ha pasado por un tratamiento químico. En cuanto al control de calidad basado

en el índice de yodo, este indica el nivel de impurezas de las grasas mediante el porcentaje de ácidos grasos. Este nivel de impurezas se obtiene identificando en las grasas la cantidad de ácidos grasos insaturados. Asimismo, este índice permite identificar los aceites en estado no secante, secante y semisecante (para evaluar el grado de endurecimiento o estado físico del aceite). Por último, el control de calidad basado en el índice de acidez se basa en determinar la cantidad de ácidos grasos libres mediante la identificación de la cantidad de miligramos de potasa caústica que se necesitan para la neutralización de ácidos inorgánicos u orgánicos libres contenidos en una grasa con peso de un gramo.

d. Neutralizado y deodorizado

En la etapa de neutralización, principalmente se encarga de eliminar los ácidos grasos libres encontrados en los aceites al momento de su tratamiento, estos pueden generar malos olores y sabores. Para poder neutralizar los distintos tipos de aceite, ingresa ácido bórico y vapor de agua a 60 °C. Estos procesos se realizan en una máquina marmita que cuenta con una chaqueta de calentamiento/enfriamiento según sea requerido.

e. Dosificación en materias primas

Después de las diferentes neutralizaciones y desodorizaciones para cada uno de los aceites, estos se tienen que dosificar en base a las cantidades necesarias para su proceso de producción, estas son bombeadas hacia la paila de hervido, donde se mezclan todas en el reactor antes del ingreso para la saponificación. Además, en este paso ingresa también al reactor alcohol etílico.

f. Saponificación

En esta parte del proceso se da la saponificación, esta se encuentra en un reactor para saponificación donde las grasas tratadas anteriormente, se reaccionan con el hidróxido de potasio para poder formar jabón y glicerina. El reactor de saponificación utilizado es un reactor “dobles-sigma”, que genera un buen grado de mezcla mediante láminas de contragiro. Además, cuenta con una chaqueta para poder llegar a los 80°C necesarios. Esta actividad es combinada también con un control de calidad para revisar si la consistencia o apariencia del producto están de acuerdo con los parámetros establecidos.

g. Blanqueado

Con el fin de poder eliminar distintas sustancias que dan un color más amarillento o oscuro a los aceites tratados, se utilizan blanqueadores como el carbón activado, estos tienen contacto con los aceites mediante agitadores. Después de esta decoloración, los insumos ingresan a un tanque al vacío para poder eliminar el restante de compuestos que generan un mal olor, esto se da mediante un calentamiento a 300°C y el ingreso de vapor de agua para arrastrar los líquidos más volátiles que generan estos malos olores.

h. Reposo y enfriado

Se debe determinar un plazo de tiempo de reposo, después de agregar y agitar la salmuera, para que la masa dentro de la caldera se enfríe. Esto resulta en que la masa con una cantidad de lejía en exceso se libera, permitiendo que la masa dentro de la caldera se separe en dos partes: pasta neutra de jabón (parte superior de la caldera) y sal y glicerol (parte inferior de la caldera).

i. Purgado

Con la separación de la masa en la caldera, se puede realizar el purgado de la sal y glicerol mediante el instrumento de purga, la cual retira del proceso de producción a los componentes previamente mencionados. El jabón en estado sólido (pasta neutra) continúa en el proceso de producción.

j. Mezclado

Después del purgado, habiendo eliminado del proceso la lejía y glicerina. El jabón ingresa a un tanque de mezcla donde es rociado con aceite esencial y sustancias olorosas para darle las características físicas y aromáticas deseadas en el producto terminado. La cantidad de esencias para su olor es proporcional al 1% de la cantidad de jabón que ingresa a la mezcladora.

La máquina mezcladora tiene la función de homogeneizar la mezcla pastosa con los aditivos mediante su doble brazo mezclador extracción de fondo. El gusano de extracción da una mejor descarga del producto teniendo en medición las próximas máquinas a utilizar en el proceso. Este gusano está compuesto por una placa perforada/montaje de cuchillas giratorias.

k. Control de calidad del jabón líquido

Para el control de calidad del producto terminado, se revisa que no se encuentren grasas saponificadas ni un exceso de soda cáustica. Por lo tanto, se tiene al tanto que el alcalí cáustico que se encuentra libre no supere al 0,05% y la cantidad de grasa no saponificada no debe exceder al 0,1%. Para este proceso se utiliza la balanza de plataforma y se eliminan los defectuosos.

l. Dosificado de jabón líquido

El producto libre de defectuosos para a una máquina envasadora donde se verterá mediante dosificadores (para controlar los 200 ml de jabón líquido) en envases para después pasar al proceso de etiquetado y encajado para su distribución.

m. Encajado

Por último, entran al proceso de producción cajas de cartón. A través de la encajadora se empaquetan doce jabones líquidos a base de jaboncillo de campo (productos terminados) en cada una de las cajas.

n. Almacenamiento de productos terminados

Teniendo las cajas listas para su distribución, se llevan a través de montacargas hacia el área de almacenamiento de productos terminados, estos son distribuidos hacia los minoristas semanalmente.

A continuación, se mostrará el diagrama de operaciones del proceso explicado previamente:

Figura 5.1

Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de jabón líquido – Parte 1

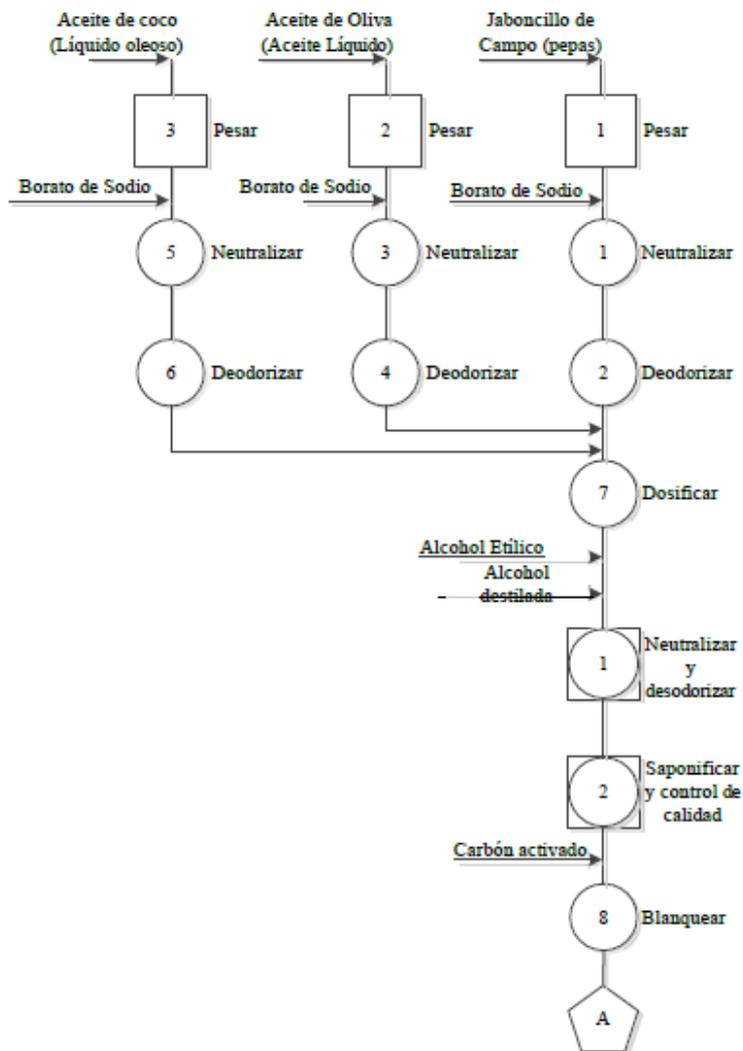
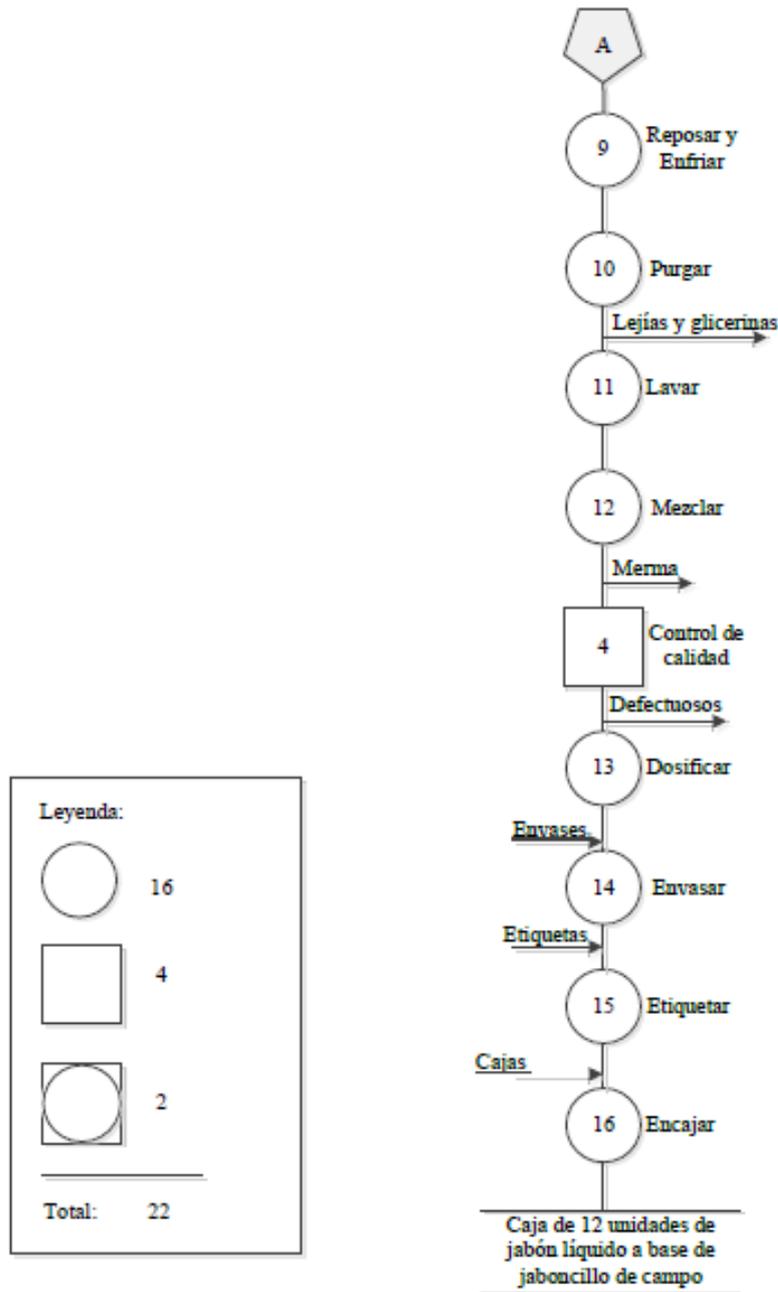


Figura 5.2

Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de jabón líquido – Parte 2



Indicadores de desempeño:

Se han considerado ciertos indicadores que permitirán realizar un análisis de la situación actual y compararla con la situación después de aplicarse la mejora a proponer y determinar

el impacto que pueda generarse. Los indicadores han sido y serán calculados con la información anual, siendo el periodo de evaluación entonces de un año. Esto se debe a que de esta manera se puede medir si la empresa generaría un mejor rendimiento en términos de costo-beneficio al aplicar las mejoras, lo cual tendría un impacto positivo directo en los estados financieros del año. Los datos considerados como inputs serán, por ejemplo, la producción anual, la cantidad de merma o productos defectuosos producidos en un año, la energía consumida anualmente o los desechos generados en un año de operación. Los indicadores elegidos son los siguientes:

- Porcentaje de merma en relación con el producto terminado (kg de merma / kg de producto terminado x 100)

Este indicador permitirá evaluar la cantidad relativa de merma generada en el proceso. La razón de utilizar una medida de la merma en relación a la cantidad de producto obtenida - y no solo la cantidad total de merma - es para intentar reducir los desperdicios sin afectar la producción total final de jabón, ya que si esta se viera reducida también entonces la propuesta de mejora no tendría un impacto tan positivo. Actualmente el indicador tiene un valor de $109,65/1800 \times 100 \rightarrow 6,09167\%$.

- Consumo de energía por caja de jabones (Kw-h consumidos/producción total)

Definido como la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de producto terminado, este indicador nos permitirá evaluar el consumo de energía requerido por el sistema de producción actual y compararlo con el propuesto después de aplicar las mejoras. Es así como se buscará reducir la cantidad de energía utilizada sin afectar la cantidad de producto obtenido y así mantener la productividad actual. La justificación de evaluar este indicador es debido a que los costos por energía incurren en los costos totales finales, entonces aplicando técnicas lean se buscará retirar todo lo que no agregue valor para el consumidor final, incluyendo también los consumos de energía en estas actividades innecesarias. En el proceso evaluado el indicador se obtiene al dividir 56 034 kw-h consumidos entre las 182 222 cajas producidas en un año, resultando un valor de 0,3075.

- Porcentaje de productos defectuosos (kg producto defectuoso / kg producto total x 100)

Este indicador se ha establecido en un valor de 5%. Este porcentaje de defectuosos se basa en la cantidad de producto total que no cuenta con las especificaciones de calidad definidas por el productor (componentes de la mezcla, limpieza, ph, entre otros). Estos productos

generan pérdidas tanto de material como de tiempo y dinero para la empresa, por lo cual reducir este ratio es muy importante y de ser posible, buscar los 0 defectos.

- Kg de residuos desechados al año

Este indicador se basa en la cantidad de residuos retirados a lo largo del proceso, especialmente en el tratamiento a las materias primas. Es una medida absoluta ya que se considera reducir la cantidad de residuos generados por la actividad para así tener un impacto ambiental menor y que la empresa sea más amigable con el medio ambiente. Asimismo, se debe buscar que las materias primas cada vez tengan menos residuos al adquirirlas - manteniendo una colaboración con proveedores - para así reducir también etapas en el proceso y ahorrar en costos y tiempos. En el caso actual se generan 193,01 gramos de residuos por cada caja producida y siendo la cantidad anual estimada a producir de 182 222 cajas por año, se generarán aproximadamente 35,17 toneladas de residuos.

- Incremento de capacidad de producción sin retirar la glicerina

En el proceso de producción hay dos instantes en los que se retira la glicerina. En el segundo momento, se retira tanto lejía como glicerina por motivos de salubridad y seguridad para el consumidor, por lo que este proceso se mantendría. Sin embargo, en el primer momento, el cual corresponde a la actividad de saponificación, la glicerina que se retira - y que corresponde a más de 180 gramos - puede mantenerse dentro de la mezcla total. Esto debido a que, según lo conversado con el jefe de producción de la línea de jabones de Alicorp, Carlos Patiño, el cliente actualmente no le da mayor valor a un jabón líquido sin glicerina. Incluso el proceso de retirarla termina siendo más costoso para la empresa que si esta es vendida como un subproducto después de separarla de la mezcla principal.

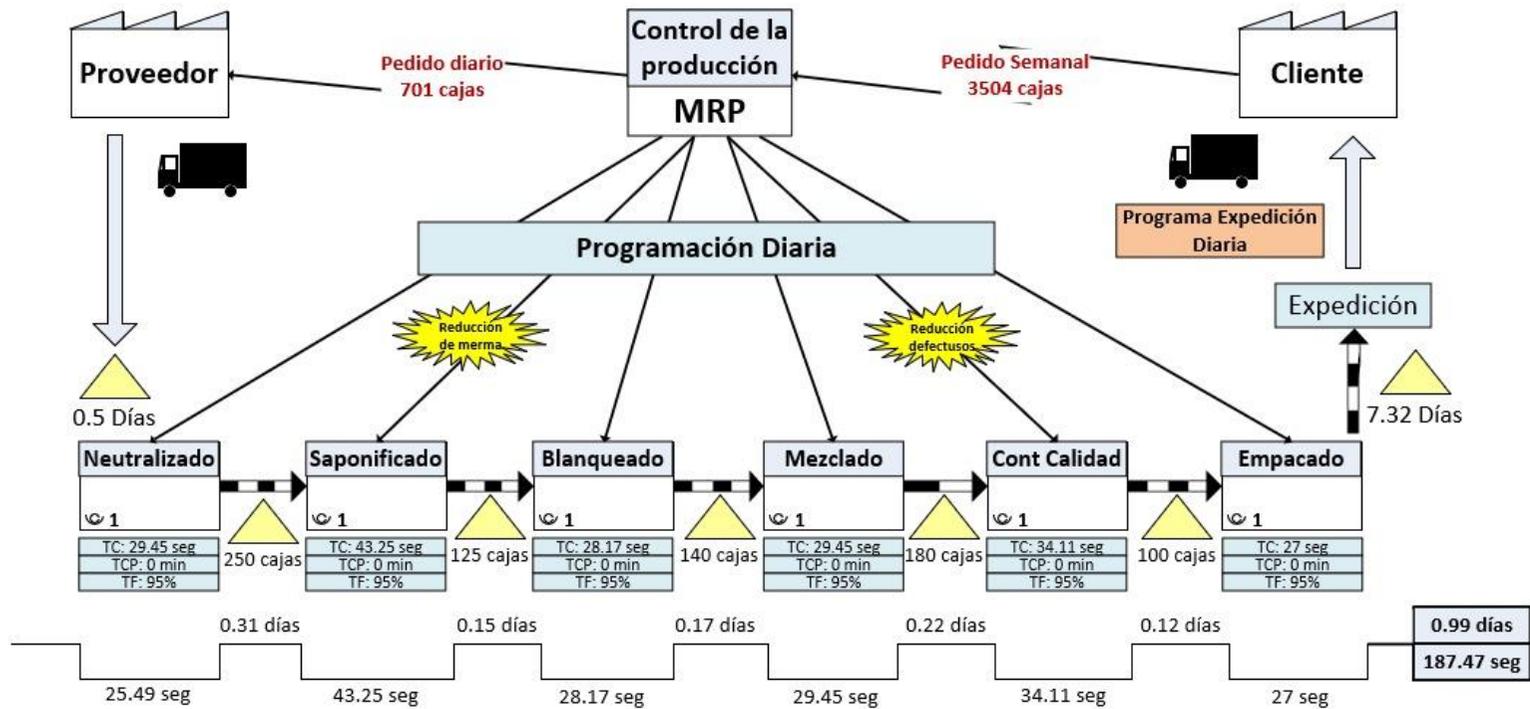
Por ello, se propone mantener la glicerina y al hacerlo se podría aumentar la producción total para la venta - proyectada en 182 222 cajas al año - por dos motivos: se podría utilizar el tiempo que demora retirar la glicerina para seguir produciendo más jabones y además la mezcla total sería de un volumen mayor por lo que podría rendir para más botellas. Esto generaría un ahorro en costos de producción unitario por lo cual se considera de gran relevancia.

5.2. Identificación de desperdicios lean a través de VSM. Costo anual

A continuación, se podrá apreciar el Mapeo de la Cadena de Valor.

Figura 5.3

Value Stream Mapping



5.3. Causas raíz de principal(es) desperdicio(s) y breve descripción.

A continuación, se podrá apreciar el Diagrama de Ishikawa - Causa y Efecto.

Figura 5.4

Diagrama de causa - raíz



Como se puede evidenciar en el gráfico adjunto, hay diferentes causas que llevan a generar desperdicios en forma de merma o defectuosos dentro del proceso de producción de los jabones líquidos. Entre estos se puede hacer una diferencia entre aquellas causas que son responsabilidad directa de la empresa y las que no. Por ejemplo, los problemas relacionados a los métodos, mano de obra y medición están ligados de manera directa a la gestión y estrategia de la organización en sí, por lo que la solución depende en el accionar inmediato de los colaboradores si es que hay alguna deficiencia en estas ramas. Por otro lado, el comportamiento del medio ambiente en muchas ocasiones puede ser difícil de pronosticar, por lo que las acciones a tomar por la empresa fabricante del jabón líquido deberán ser más preventivas que reactivas y así protegerse. En adición, hay actividades que podrían considerarse con responsabilidad compartida como lo son la maquinaria y los materiales. Esto debido a que si bien es cierto es responsabilidad de la empresa asegurarse de que los están adquiriendo por parte de un proveedor confiable y de calidad, también es cierto que no pueden realmente controlar las condiciones en las que son producidos, tratados y transportados estos productos hasta que llegan a las instalaciones de la empresa, por lo que su desempeño depende también de terceros.

Dicho esto, una de las principales causas del problema está relacionada a la alta rotación del personal que genera que los operarios no estén altamente capacitados para llevar a cabo los procesos que se les asigna y por consiguiente, su desenvolvimiento no es el óptimo. Esto es causado a su vez por un mal ambiente laboral en última instancia y eso tendría que ver con los valores mismos de la empresa. Por otro lado, no se están manteniendo los controles mediante la documentación necesaria para estandarizar los procesos y asegurar el cumplimiento de protocolos mediante las políticas en cada etapa, siendo esta otra razón por la que se generan mermas y defectuosos. Finalmente, una última causa que resalta del análisis mostrado es que los procesos no están siendo correctamente analizados, ya que no se identifican de manera adecuada los porcentajes de mermas o en qué procesos se generan realmente ni se mantiene un control de los indicadores. Esto genera que el estado real del proceso no sea identificado y se considere que no hay problemas mayores a pesar de que la situación no es así, por lo que no se aplica un pensamiento de mejora continua o de identificación de oportunidades de mejora.

Una razón que explicaría el por qué están ocurriendo estas situaciones que han sido identificadas como causas raíz para el problema principal es la falta de conocimiento. Esto puede darse de diversas maneras. Los operarios no saben de la existencia de ciertos manuales

o herramientas que permitan documentar correctamente los resultados e incidencias. También está relacionado a la falta de conocimientos de ciertos conceptos relacionados a cómo operar y reparar la máquina en caso de que no opere al rendimiento ideal o incluso, sobre cómo elaborar y leer los indicadores claves de desempeño. Esta falta de información lleva a confusiones, omisiones o errores, los que a su vez pueden desembocar en conflictos internos y bajo desempeño. Asimismo, una poca colaboración entre operarios y entre áreas relacionadas crea una posibilidad para que el ambiente de trabajo no sea el ideal, desembocando en ausentismos y malas relaciones. Esto, sumado a la falta de información y bajos desempeños crean los problemas que se están analizando en este trabajo de investigación.

Estas causas raíz serán fuente para elaborar las propuestas de mejora que se presentarán posteriormente al ser las principales razones - conocidas también como causas raíz - por las que se originan los problemas en el sistema productivo. Por ello, se aplicarán técnicas de manufactura esbelta para revertir esta situación y generar un cambio que tenga un impacto positivo y se reduzcan los desperdicios originados en manera de merma o de productos defectuosos. Esto será logrado mediante una mejor colaboración, afianzamiento de conceptos y una constante revisión para asegurar una mejora continua.

Finalmente, se puede calcular un costo de desperdicios de glicerina que se desecha de la operación de saponificación por cada caja de 12 unidades producidas. Se calcula la cantidad total de materiales entrantes, sacando los costos de cada insumo. Luego, se suma los costos de los insumos. En base a ello, se tiene el dato de la glicerina desechada. Teniendo estos tres datos, se puede calcular el costo de glicerina desperdiciada. En la siguiente tabla se puede apreciar el cálculo respectivo:

Tabla 5.1*Cálculo del costo de la glicerina desechada*

Saponificado (caja)					
Insumos	Alcohol etílico	Aceites y jaboncillo	Agua destilada	Total	Glicerina desechada
Cantidad (kg)	0.39	0.90	1.08	2.37	0.19
Costo (S/.)	1.18	36.90	3.23	41.30	3.24

Teniendo el costo unitario que se desperdicia por caja, se multiplica por la demanda anual y se obtiene un costo anual que se pierde al retirar glicerina como subproducto del proceso.

Tabla 5.2*Cálculo del costo anual de glicerina desechada*

Costo de glicerina por caja(S/.)	Costo anual (S/.)
3.24	591,186.04

5.4. Propuesta de solución

Detalles técnicos de la propuesta

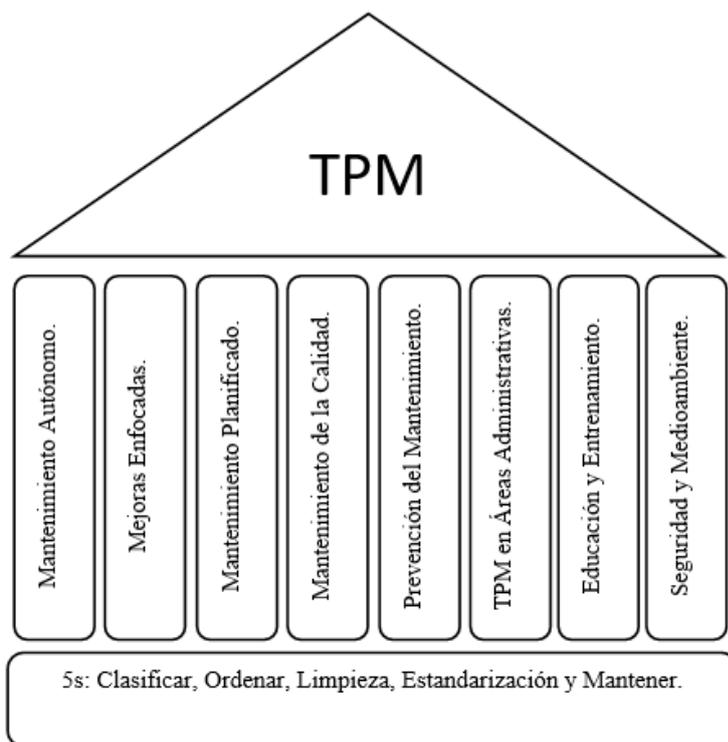
Se brindará una propuesta de solución al problema principal mediante la disminución o eliminación de sus tres principales causas raíz identificadas en el Diagrama de Ishikawa (figura 5.4), aplicando técnicas de Lean Manufacturing. Cabe resaltar que se buscará implementar paralelamente estas propuestas de manera conjunta, es decir, estas tres opciones conformarán una solución consolidada que buscará eliminar las tres causas raíz identificadas previamente.

La primera causa raíz identificada dentro de las tres más influyentes en la generación de mermas y productos defectuosos en el proceso de producción de jabones líquidos es la falta de presupuesto destinado al mantenimiento preventivo de las máquinas, específicamente de la mezcladora. Por esa razón, se propone destinar parte del presupuesto al mantenimiento de las máquinas y aplicar el mantenimiento total productivo (TPM) para reducir costos a mediano y

largo plazo en cuanto a la cultura de mantenimiento de las máquinas y que la mezcladora (máquina objetivo a solucionar) trabaje de manera eficiente sin generar alta cantidad de mermas, aumentando tanto su rendimiento, disponibilidad y calidad del producto obtenido. A continuación, se detallará cada pilar del TPM en cuanto a la solución de la causa: funcionamiento ineficiente de la mezcladora. Cabe resaltar que el área encargada de implementar esta solución será la de producción.

Figura 5.5

Mantenimiento Total Productivo (TPM)



Nota. Extraído del PPT - Mantenimiento Productivo Total (TPM) del curso de Lean Manufacturing

1) Mantenimiento Autónomo

- a) Darle a los operarios (área de producción) responsabilidades de mantenimiento básico en caso ocurra fallas en las máquinas (específicamente a la mezcladora).
- b) El operario encargado de las máquinas deberá analizar e identificar anomalías antes de la utilización de estas y ser capaz de corregirlas si es que no son averías graves.

2) Mejoras enfocadas

- a) Mejorar el funcionamiento de las máquinas (específicamente de la mezcladora) para reducir la cantidad de mermas del proceso de producción. Por ejemplo, mediante sustituciones preventivas.
- b) Destinar una cantidad de presupuesto al mantenimiento de las máquinas para aplicar el TPM de manera efectiva en la organización, reduciendo costos de mantenimiento (en comparación al costo generado por el mantenimiento correctivo o por mal mantenimiento).

3) Mantenimiento Planificado:

- a) Generación de rutinas de inspección y calibración en el día a día de los operarios con el fin de reducir en el mediano y largo plazo la cantidad de averías en el proceso de producción.

4) Mantenimiento de la Calidad

- a) Mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo trimestral de las máquinas con el fin de reducir las mermas del proceso y disminuir la cantidad de glicerina desechada.
- b) Reducción de tiempo de mantenimiento por la aplicación de mantenimientos autónomos y preventivos, generando menos mantenimientos correctivos (son más costosos y aumentan tiempos muertos).

5) Prevención del Mantenimiento

- a) Realizar mantenimiento preventivo trimestral de las máquinas, mediante su tercerización con organizaciones especializadas en el rubro.

6) TPM en Áreas Administrativas

- a) Obtener el respaldo y soporte de la alta dirección y de las áreas funcionales administrativas en la aplicación de TPM para el mantenimiento de las máquinas.

7) Educación y Entrenamiento

- a) Capacitar y entrenar a los operarios del área de producción en el mantenimiento de fallas básicas y/o simples en las máquinas para evitar la intervención de la empresa tercerizada encargada del mantenimiento. Asimismo, en cuanto al nuevo personal operativo, es necesario brindarles una inducción sobre los mantenimientos previamente indicados para

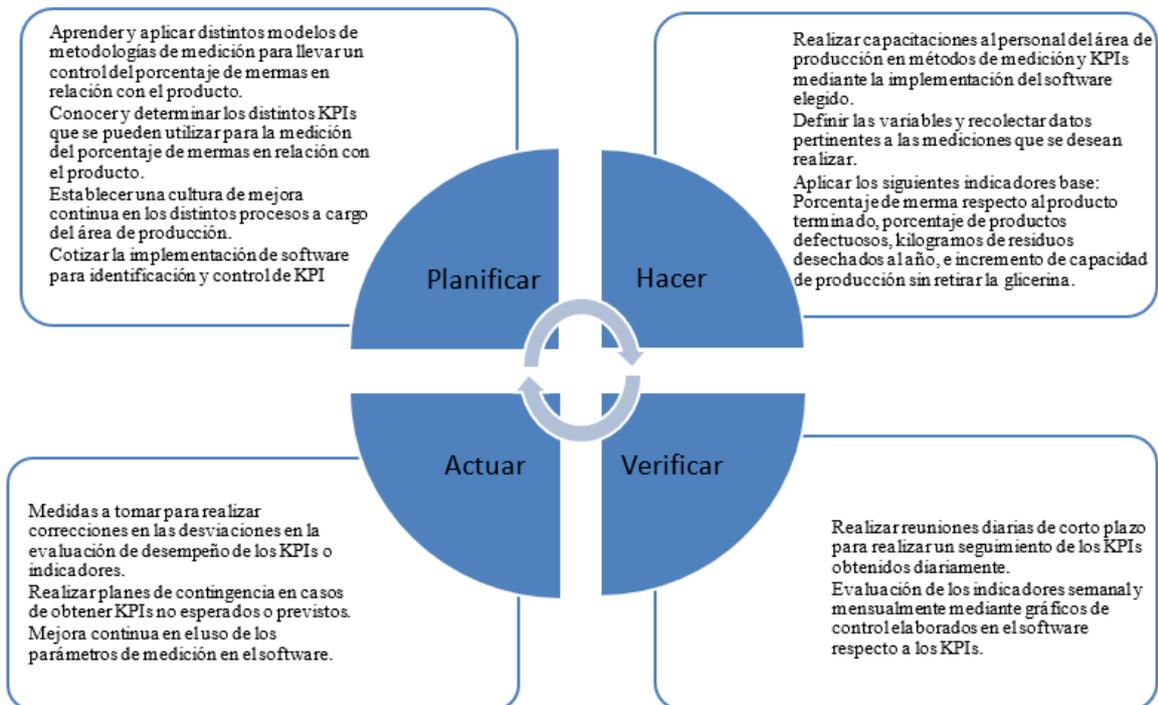
no disminuir el nivel de servicio y eficiencia de la empresa. Finalmente, se debe capacitar al personal sobre las metodologías e ideología del TPM a fin de que puedan realizar la transición y adapten sus funciones de manera más sencilla.

8) Seguridad y Medioambiente

- a) Generar y difundir una cultura de cuidado del medioambiente utilizando responsablemente los equipos y máquinas.
- b) Brindar al personal EPP's de buena calidad y capacitarlos en el uso y cuidado de estos, con el fin de disminuir el nivel de accidentabilidad laboral en la organización.

Figura 5.6

Diagrama de Deming



La tercera causa raíz identificada dentro de las tres más influyentes en la generación de mermas y productos defectuosos en el proceso de producción de jabones líquidos es la mala planificación de la gerencia de producción lo que lleva a una falta de cultura de documentación y esto, a la inexistencia de manuales de usuario para los procesos de mezclado y dosificado. Por esa razón, se propone mejorar la planificación de la gerencia de producción para documentar los procesos mediante distintos documentos (como manuales de usuario), aplicado

la técnica de 5's. Primero, se implementará una cultura de documentación para que se redacte cada proceso/función en cuanto al área de producción. Luego, para apoyar mejorar la planificación de la gerencia de producción, es necesario la organización, orden, limpieza, estandarización y respeto y aplicación de los manuales de usuario, normas, contratos, entre otros. A continuación, se detallarán cada punto que conforma la técnica mencionada previamente.

1. Seiri (clasificar): Con el fin de evitar el despilfarro, retirar del área de producción los documentos, manuales o procedimientos que no sean aplicados directamente en las máquinas para el proceso de producción de jabones. Además, dentro de los documentos útiles, se eliminará la información innecesaria que puede llevar a errores de interpretación o de actuación.
2. Seiton (organizar): Colocar los manuales de usuario en un compartimiento especial cerca de las mismas máquinas para que el operario a cargo pueda acceder a estos y seguirlos de la manera más eficiente posible. En cuanto a los procedimientos, flujogramas, entre otros, se colocarán en una base de datos en el repositorio de la gerencia de producción y de gestión de procesos y normas. La finalidad de esta base de datos es tener a la mano procedimientos, normas, flujogramas, entre otros, actuales/vigentes y versiones pasadas.
3. Seiso (limpieza): Cubrir los manuales de usuario colocados en las máquinas con micas para evitar manchas en los documentos que puedan generar eliminación de datos y con esto la mala interpretación o errores de aplicación. Asimismo, limpiar esta mica diariamente antes del uso de cada máquina u horario de trabajo.
4. Seiketsu (estandarizar): Normalizar todos los documentos para que haya constancia de lo que se debe hacer en cada proceso o utilización de máquinas, estandarizando el formato para cualquier otro manual de operación que se necesite. Señalizar la localización de estos documentos en las máquinas para generar una rápida y fácil identificación de estos. Además, dar accesibilidad a las demás áreas funcionales sobre estos tipos de documentos actuales para que haya una unión entre todas las áreas de la empresa.
5. Shitsuke (disciplinar): Incorporar los siguientes documentos como un hábito, respetando y siguiendo los documentos estandarizados para obtener un funcionamiento eficiente. Esto nos permitirá garantizar una mejora en la productividad, calidad y seguridad de los procesos, productos y servicios. Asimismo, esta permite auditar la documentación, su aplicación y el

cumplimiento de estas para mantener el hábito del personal de la empresa (específicamente el personal de producción en este caso).

Cronograma de implementación

A continuación, se mostrará el cronograma de implementación para las propuestas de solución mencionadas anteriormente.

Tabla 5.3

Cronograma de implementación

Propuestas de soluciones de mejora	Duración (Semanas)	Semanas																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Implementación de TPM																		
Evaluación y anuncio de alta dirección sobre introducción de TPM	1	■																
Lanzamiento de campaña educacional	1		■															
Crear organizaciones para la promoción de TPM	1			■														
Establecimiento de políticas y metas para TPM	3				■	■	■											
Formular plan maestro para el desarrollo del TPM	2					■	■											
Difusión del plan de TPM	1							■										
Mejora de efectividad de equipo	1								■									
Establecer programa de mantenimiento autónomo para operarios	1									■								
Establecer programa de mantenimiento para el área de mantenimiento	1										■							
Capacitaciones	2											■	■					
Desarrollo temprano de programa de gestión de equipos	1															■		
Implantación del TPM y contemplación de metas más elevadas	3																■	■
Implementación de Kaizen																		
Planificación de objetivos respecto a propuesta de mejora	1	■																
Realización de actividades para alcanzar los objetivos	4		■	■	■	■												
Verificación de las actividades y resultados	1						■											
Medidas de acción a tomar en base a los resultados	2							■	■									
Implementación de 5s																		
Generar y difundir cultura de documentación	2	■	■															
Redacción de procesos en el área de producción	2		■	■														
Seiri (clasificar)	1				■													
Seiton (organización)	2					■	■											
Seiso (limpieza)	1							■										
Seiketsu (estandarizar)	2								■	■								
Shitsuke (disciplinar)	2										■	■						

Presupuesto económico para implementar la propuesta

En todos los casos, las capacitaciones serán esenciales para que las propuestas sean aceptadas, comprendidas e integradas correctamente por los trabajadores. Por ello, se ha establecido que se realizarán inicialmente capacitaciones para dar a conocer los conceptos a tratar, pero que posteriormente también se darán para aplicar una metodología de mejora continua y asegurar el cumplimiento de los objetivos. Es así que se podría incurrir en un costo de 4 000 soles por evento para entre 20 y 30 personas (OSCE, 2020), siendo un gasto anual de hasta 16 000 soles al realizarse capacitaciones trimestrales durante el primer año de implementación de las mejoras.

Asimismo, con relación al costo de implementar la metodología de 5S se ha estimado un valor de 700 soles para la implementación y unos 150 soles de manera mensual para el

mantenimiento de las mejoras desarrolladas (Villaorduña, 2017). Este dinero estará dividido en materiales de limpieza, etiquetas y material para organizar, inmobiliario como estantes o cajones, material de señalización, entre otros. Esto aumentaría el costo anual de implementación de la mejora en 2 500 soles al año. Este costo ha sido estimado en base a un estudio similar hecho en la Universidad Agraria de La Molina en una empresa similar. Finalmente, se hará uso de un software que permita registrar de manera automática y diaria el desempeño de la línea de producción para poder tener un seguimiento en tiempo real y un registro histórico de los resultados de la mejora. Este software tendrá un costo de instalación de 2 400 dólares, es decir, aproximadamente 8 160 soles y la capacitación correspondiente sobre su uso estará incluida dentro del costo anterior. Es así que la implementación de las mejoras tendría un costo de 26 660, valor que se incrementará en un 20% para cubrir cualquier tipo de imprevistos, siendo el presupuesto total para implementar las propuestas de 31 992 soles al año, siendo redondeado hasta 32 mil soles.

5.5. Evaluación: técnica, económica, social, ambiental

Las mejoras por implementar deben tener en consideración los aspectos: técnicos, económicos, sociales y ambientales. Al comprobarse el cambio positivo en cada una de ellas, se podrá confirmar que hubo un crecimiento y que se aportó de forma efectiva para la sostenibilidad.

- **Contribución Técnica:** Desde el punto de vista técnico, se puede comprobar las ventajas obtenidas al implementar las mejoras en la empresa, esto es logrado luego de una investigación en diferentes trabajos y datos recolectados de otras empresas. Esta contribución va a facilitar lograr los objetivos en un periodo menor a través del uso de la manufactura esbelta. Se logrará optimizar el rendimiento de las maquinarias y alargar su ciclo de vida con un uso responsable.
- **Contribución Económica:** Por el lado económico, se puede comprobar que al haber un menor desecho de desperdicios, puesto que el objetivo de la aplicación de los métodos lean son los de reducir los mismos, se obtiene un beneficio económico; así como también con la reducción de tiempos de espera, distancias recorridas, actividades innecesarias, etc. Esto se verá reflejado en una disminución de los costos significativa. Además, al aumentar la capacidad de producción, las unidades tendrían un costo unitario menor, lo que generaría mayores ingresos para la empresa. Estos ingresos pueden darse por un mayor margen de

contribución unitario o por un aumento en las ventas si se llega a comercializar a un precio más competitivo.

- **Contribución Social:** En el aspecto social, se comprobará que al implementar las mejoras, a través de una serie de capacitaciones, el personal adquirirá nuevos conocimientos que serán de utilidad para aprender nuevas actividades y para hacer las ya conocidas con una mayor velocidad y menor dificultad; así mismo, con las técnicas lean se efectuará un acercamiento mayor del personal dentro de la empresa, lo que favorecerá la comunicación y con un uso adecuado de los equipos disminuirán los accidentes en la planta y mejorará la seguridad de los empleados.
- **Contribución ambiental:** Desde el punto de vista ambiental, al implementar la técnica “TPM”, cuyo objetivo es reducir significativamente las mermas, estas no saldrán al medio ambiente y así se mitigará el impacto al medio ambiente. Así mismo, al tener un mejor uso de las máquinas y reducir actividades innecesarias, se disminuirá la emisión de gases producidos por el uso del combustible que requieren los distintos equipos usados en la producción.

5.6. Resultados y validación de la hipótesis

Según el informe presentado, se puede obtener una serie de resultados con relación a las propuestas de mejora planteadas; es así que con la implementación de estas propuestas se podrá ahorrar una gran cantidad de materia prima y energía, lo que se verá reflejado en un aumento significativo de la productividad. Esto hará que la empresa se posicione como una de las mejores productoras de jabón líquido y logre una estabilidad a través de la mejora continua.

También se obtendrán los siguientes resultados:

- Reducción del porcentaje de merma por cada kilogramo de producto terminado al 3.5%.
- Aumenta la calidad del proceso y de los productos obtenidos, reduciendo el porcentaje de productos defectuosos respecto al total de productos a un 2%.
- Se reduce el consumo de energía (kw-h) en un 30% debido a las mejoras realizadas en la maquinaria y la capacitación brindada a los trabajadores para que utilicen la maquinaria responsablemente, por lo que el indicador en relación a los kw-h suministrados por cada caja de jabones sería actualmente 0.2153.

- Debido al mejor uso de recursos y materia prima, se reduce el índice de residuos anuales en un 20%.
- Se incrementa la producción en 5%, obteniendo una producción total de 191 333 cajas de jabones al año, debido a la supresión de la actividad innecesaria del retiro de glicerina y lejía del producto, lo que permite reducir tiempos y ahorrar material.
- Aumento en la rotación de inventarios, que permitirá que el ciclo de producción sea un 10% más rápido y se completen una mayor cantidad de pedidos.
- Reducir el impacto ambiental que conlleva evacuar sustancias al medio ambiente como el caso de la glicerina.
- Mejora de la adaptabilidad y compromiso con la nueva cultura Lean que se implementó.
- Mejora del uso y cuidado de las máquinas al tener conocimientos actualizados de mantenimiento por parte del personal que las manipula.
- Tener una menor cantidad de producto en los inventarios.
- Mejora en los ambientes de trabajo aplicando las herramientas Lean.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Es importante resaltar que se resolverán las tres causas raíz con una solución general. Esta contiene tres herramientas lean, las cuales se harán efectivas casi en paralelo. De tal manera, atacar tres problemas con soluciones que se integran entre sí. Por ejemplo, aplicando el pilar de educación y entrenamiento del TPM, se capacitará a los operadores acerca del mantenimiento autónomo. Este hecho, puede dar pie a la segunda herramienta lean, la cual detalla cómo se harán las capacitaciones. Además, se le brindará al colaborador, una idea más amplia de mejora continua de la empresa. Asimismo, teniendo como precedente estas herramientas, a la par se dará un programa de 5S. El último paso de esta herramienta es poder disciplinar a los trabajadores. Para lo cual, se podrá facilitar esta tarea con la debida aplicación del TPM y el ciclo de Deming.

Finalmente, se compararán los indicadores previos a la mejora, contra los indicadores mejorados, luego de la mejora con los elementos lean.

Tabla 6.1

Comparación de indicadores

Nombre de Indicador	Indicador Pasado	Indicador Actual
Porcentaje de Merma (Kg merma / Kg PT)	6.09%	3.05%
Consumo de Energía (Kw-h / Prod total)	0.31	0.22
Porcentaje de defectuosos (Kg Defec / Kg PT)	5%	2%
Kg de residuos (Ton / año)	35.17	28.14
Incremento de capacidad de producción (Cajas / año)	182,222	191,333

Se puede recalcar la disminución de los indicadores de merma y residuos, ya que podemos ver que disminuyen considerablemente. Así, se ahorran costos de materia prima e

insumos, mano de obra y servicios básicos (como se puede apreciar en el segundo indicador). Por otro lado, se genera un menor impacto ambiental, ya que se dispone menor cantidad de residuos sólidos.

Otro factor por considerar es el aumento del 5% en la capacidad de producción de la planta, al eliminar una operación del proceso. De tal manera, poder ofrecer al cliente una mejor cobertura de productos, con un mejor nivel de servicio.



CONCLUSIONES

- Se puede concluir que es fundamental identificar un problema principal para poder tener en claro hacia dónde va la investigación y la mejora del proceso. De esta manera, se proyectó una hipótesis, es decir, predecir los resultados de la indagación de la casuística. Para poder definir los alcances del estudio se planteó objetivos, delimitando el trabajo en una sola dirección.
- Fue importante investigar sobre las herramientas Lean y entender cómo funciona. Además, estos implementos se complementan una con otra. Por ello, fue crucial utilizar de manera adecuada las herramientas y en el orden establecido, obteniendo resultados satisfactorios. Asimismo, las investigaciones sirvieron para tener un enfoque analítico de cómo funciona la manufactura esbelta.
- Se decidió utilizar una metodología de investigación científica, ya que es el método mejor calificado para estos tipos de estudio, porque incluyen una serie de pasos aptos para este proyecto. Además, se mencionaron algunas herramientas que fueron útiles para los pasos descritos en la investigación científica.
- Por otro lado, se concluye que las situaciones iniciales de varias operaciones del proceso productivo de jabones líquidos tenían varias oportunidades de mejora. Por lo cual, se pudo enfocar las soluciones en esas problemáticas. Se usaron herramientas ingenieriles como el diagrama de operaciones, el VSM (herramienta Lean) o el esquema de pescado (Ishikawa). De tal modo, se pudo graficar de manera amigable el proceso de producción y la cadena de valor. Teniendo ello presente, se procedió a evaluar las causas raíz. A partir del reconocimiento de los problemas que se tenían, se planteó una propuesta de solución basada en una herramienta Lean (TPM) y 5S, junto con un cronograma y evaluaciones positivas de la mejora.
- Finalmente, se concluye que, con la mejora implementada, se podría reducir a 0 el costo de eliminar la glicerina, como se apreció al inicio del estudio. Este ahorro significativo podría ayudar a la empresa a ser más competitiva, bajando el precio de venta de su producto o podría seguir con el mismo precio, teniendo mejor margen neto.

REFERENCIAS

- Carbonell, C., Cuba, B., & Villena, G. (2019). Fabricación y comercialización de jabones artesanales con pepa de aceituna. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Carrasco, R. (2017). "PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S PARA LA MEJORA DEL AMBIENTE EN LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE LA EMPRESA FITZCARRALD". Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3344/carrasco-pazos-renato-leonardo%3B%20villaordu%C3%B1a-rios-piter-paul.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Equipo Editorial. (2016). Proceso de producción industrial de jabón. químicas. https://iquimicas.com/proceso-de-produccion-industrial-de-jabon/#Pasos_de_la_cadena_productiva_en_la_elaboracion_del_jabon
- González, G. (s.f.). Lifeder.com. Obtenido de <https://www.lifeder.com/metodo-inductivo/>
- Montiel, W. (2017). Elaboración de jabón líquido para uso industrial a partir de glicerina, como subproducto de la obtención de biodiesel. Managua: Universidad Autónoma de Nicaragua.
- Moreira Nuñez, S. V., & Sornoza Moreira, J. I. (2015). Implementación de la metodología Kanban para controlar la integridad de los aplicativos puestos en producción en áreas de TI y garantizar la consistencia de los datos, aplicado a compañías de telecomunicaciones (tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador). <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/39580>
- OSCE. (2007). COSTOS DE LOS EVENTOS EN LOS PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN. Obtenido de http://www.osce.gob.pe/htmls/capacitacion/costos_eventos.htm
- Quillahuaman, K., Soncco, E., & Vigil, L. (2018). Empresa productora y comercializadora de jabones artesanales naturales Écat S.R.L. Lima: Universidad Tecnológica del Perú.

- Regla, I., Vásquez, E., Cuervo, D. & Neri, A. (2014). La química del jabón y algunas explicaciones. *Revista Digital Universitaria*, 15(5), 1-15.
<https://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/art38.pdf>
- Távora, G., Córdova, E., Pardo, F., Soto, E., & Navarro, V. (2018). Diseño de un sistema productivo artesanal de jabón aromatizado con esencia de naranja a base de aceite de cocina usado en el restaurante Salomé II del centro poblado de Jibito, Sullana. Piura: Universidad de Piura.
- Tecnocar. (2018). Técnicas Lean aplicadas en la gestión de un almacén. Hyundai.
<https://carretilshyundai.com/blghyu/tecnicas-lean-aplicadas-a-la-gestion-de-un-almacen/>
- Universidad ESAN. (17 de agosto del 2015). ¿En qué consiste el Lean Manufacturing?.
<https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2015/08/consiste-lean-manufacturing/>

BIBLIOGRAFÍA

- División Consultoría de Evaluando ERP. (3 de febrero de 2020). ¿Qué es Lean Manufacturing o manufactura esbelta?. <https://www.evaluandoerp.com/que-es-lean-manufacturing-o-manufactura-esbelta/#:~:text=Los%20principales%20objetivos%20de%20la,mantener%20el%20margen%20de%20utilidad.>
- IOR Consulting. (5 de junio del 2019). Lean manufacturing: herramientas y técnicas útiles. <https://ior.es/noticias/articulos/lean-manufacturing-herramientas-tecnicas/>
- Progressa Lean. (22 de mayo del 2015). Origen y evolución del Lean Manufacturing. <https://www.progressalean.com/origen-y-evolucion-del-lean-manufacturing/>
- Ortiz Palacios, G. (2016). Diseño y desarrollo del producto y del proceso BIOSOAP: Jabón líquido corporal de baño (tesis para optar el título profesional de Ingeniería en Producción Industrial). Universidad de las Américas.
- Rodriguez, J. (25 de noviembre del 2019). Los 7 Desperdicios + 1 En la Manufactura. SPC Consulting Group. <https://spcgroup.com.mx/los-7-desperdicios-1-en-la-manufactura/>
- Salazar López, B. (29 de octubre del 2019). ¿Qué es el Lean Manufacturing?. Ingeniería Industrial Online. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/que-es-el-lean-manufacturing/>