

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



REDUCCIÓN DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS CON LA MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO APLICANDO LEAN MANUFACTURING EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE LÁCTEOS

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Artículo Científico

Leonardo Augusto Chavez Ojeda

Código 20190469

Camila Adriana Oliva Lopez

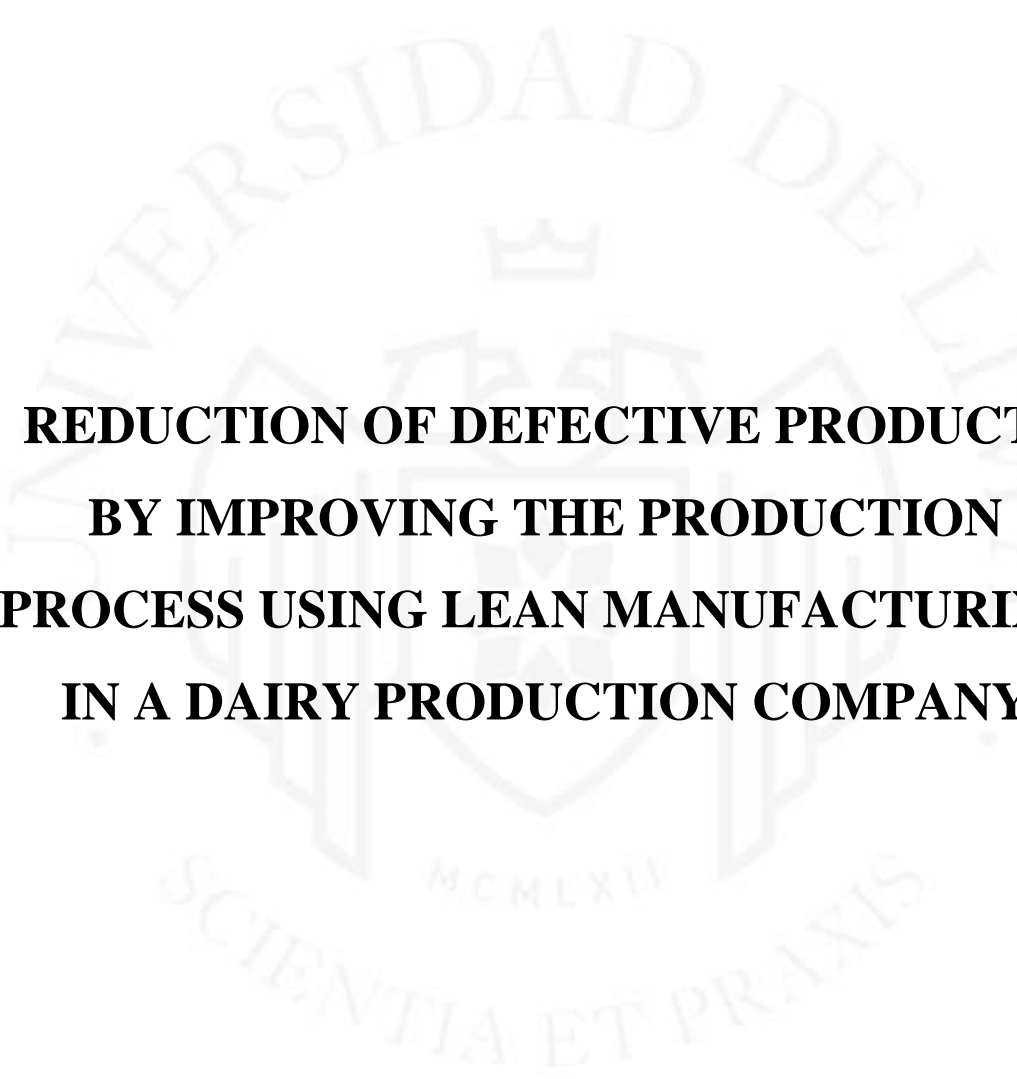
Código 20191426

Asesor

Elmer Luis Tupia de la Cruz

Lima – Perú

Junio de 2025



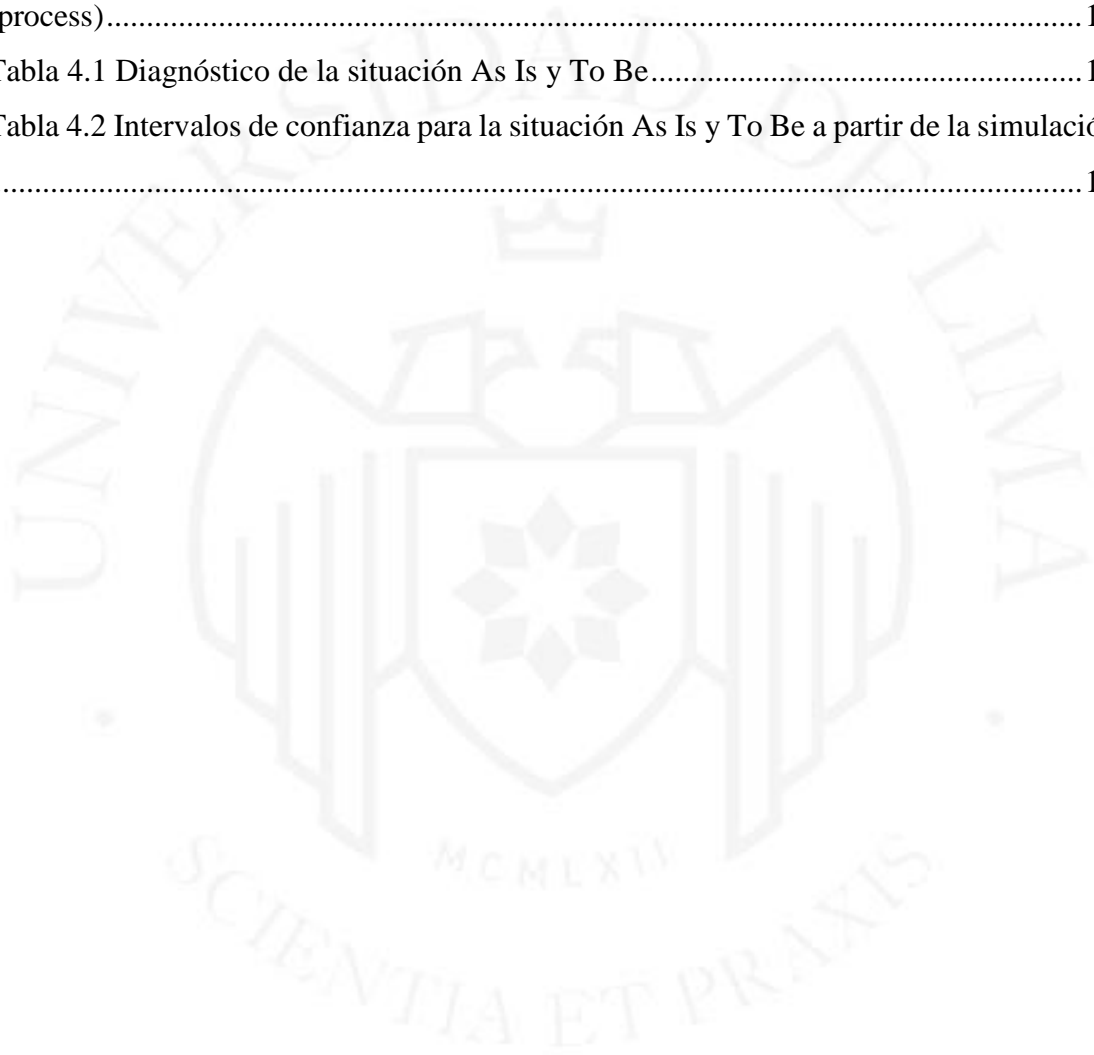
**REDUCTION OF DEFECTIVE PRODUCTS
BY IMPROVING THE PRODUCTION
PROCESS USING LEAN MANUFACTURING
IN A DAIRY PRODUCTION COMPANY**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	6
3. RESULTADOS	7
3.1. Selección del proceso por mejorar	7
3.2. Determinación de causas raíz	9
3.3. Determinación de oportunidades de mejora	9
3.4. Diseño del modelo de mejora	12
4. DISCUSION	19
4.1. Logro de objetivos e hipótesis de investigación.....	19
4.2. Riesgos y amenazas para la implementación del proyecto de mejora.....	20
5. CONCLUSIONES	21
6. REFERENCIAS	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Productos defectuosos y tiempo de limpieza registrados durante el segundo semestre de 2024.....	9
Tabla 3.2 Duración y secuencia detallada de actividades actuales.....	10
Tabla 3.3 Tiempo utilizado en el modelo de simulación correspondiente a cada actividad (process).....	18
Tabla 4.1 Diagnóstico de la situación As Is y To Be.....	19
Tabla 4.2 Intervalos de confianza para la situación As Is y To Be a partir de la simulación	19



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 DOP de la operación de envasado de leche con avena.....	8
Figura 3.2 Diagrama de árbol para identificación de las causas raíz.....	9
Figura 3.3 Desglose de la implementación del Mantenimiento Autónomo	14
Figura 3.4 Implementación del control de mejora.....	16
Figura 3.5 Modelo de simulación del sistema del proceso utilizando el software Arena	18



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Poka Yoke informativo sobre el proceso y condiciones de la limpieza estandarizada.....	26
Anexo 2: Formato de registro para el mantenimiento del tanque almacenador de leche	27
Anexo 3: Formato de registro para el mantenimiento de la máquina llenadora	28
Anexo 4: Formato de registro para el mantenimiento de la máquina empaquetadora....	29
Anexo 5: Formato de registro para el mantenimiento de la máquina envasadora	30
Anexo 6: Registro de anomalías en equipos y maquinarias	31



Reducción de productos defectuosos con la mejora del proceso productivo aplicando Lean Manufacturing en una empresa productora de lácteos

Autor(es)

Chávez Ojeda, Leonardo Augusto

20190469@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Oliva López, Camila Adriana

20191426@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen: En respuesta a la creciente demanda en la industria láctea peruana este estudio se centra en implementar Lean Manufacturing a fin de reducir las elevadas no conformidades encontradas durante la operación de envasado de leche con avena UHT. Para estructurar y guiar el proceso de mejora se empleó como herramientas la estandarización del proceso de limpieza y el mantenimiento autónomo en las maquinarias críticas identificadas. Con esta implementación, se logró reducir la cantidad de productos defectuosos (de 8% a 1.75%). La mejora ha sido validada a través de un modelo de simulación, se logró optimizar el tiempo de limpieza, con un valor menor a 4.5 horas, lo que permitió aumentar la eficiencia operativa de las maquinarias al 93%. Se demuestra la transformación del proceso asegurando la eficiencia y excelencia operativa.

Palabras Clave: Lean Manufacturing, DMAIC, proceso productivo, sector alimentario, lácteos.

Abstract: In response to the growing demand in the Peruvian dairy industry, this study focuses on implementing Lean Manufacturing in order to reduce the high nonconformities found during the UHT oat milk packaging operation. In order to structure and guide the improvement process, the standardization of the cleaning process and the autonomous maintenance of the critical machinery identified were used as tools. With this implementation, the number of defective products was reduced (from 8% to 1.75%). The improvement has been validated through a simulation model; the cleaning time was optimized, with a value of less than 4.5 hours, which allowed increasing the operational efficiency of the machinery to 93%. The transformation of the process is demonstrated, ensuring efficiency and operational excellence.

Keywords: Lean Manufacturing, DMAIC, production process, food sector, dairy.



1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en las empresas pertenecientes al sector alimentario la merma durante el proceso de producción es significativa (Tsarouhas, P.,2021). La productividad de la empresa se ve afectada al presentar estas deficiencias, por este motivo, se busca una iniciativa líder para maximizar la eficiencia de producción y mantener el control sobre cada paso del proceso (Laureani et al., 2018 citado por Shokri et al., 2022).

Esta investigación se centra en la línea de producción de bebidas funcionales, específicamente leche con avena. En los últimos años la tendencia a ingerir productos alternativos a la leche ha aumentado por razones de salud, el surgimiento de nuevos estilos de vida y la preocupación por el medio ambiente (Rómulo, A., 2022). Los inconvenientes en la fabricación de este producto se relacionan estrictamente al veloz aumento de la demanda y la variabilidad de los procesos. La mala organización y respuesta inadecuada a estos problemas causan demoras entre procesos y cuellos de botella, así como también fallas significativas durante el envasado, ya sea respecto al peso del producto o un mal control de calidad en los empaques (Sociedad Nacional de Industrias, 2022).

Llevar a cabo la operación del envasado de leche UHT requiere cumplir con una serie de normas y estándares de ingeniería que garantizan la eficiencia del proceso y la satisfacción de las exigencias regulatorias. Estas normas y estándares son fundamentales para asegurar la calidad del envasado y la protección del producto a lo largo de su ciclo de vida, desde la producción hasta el consumo. Para el tratamiento térmico de la leche UHT, es necesario utilizar equipos diseñados específicamente. En la empresa se cuenta con equipos especializados que permiten realizar desde la pasteurización de la leche hasta el envasado aséptico. Dentro del proceso se incluyen intercambiadores de calor tubulares, sistemas de calentamiento y homogenizadores que permiten realizar un adecuado tratamiento térmico del producto, permitiendo calentar la leche a ultra alta temperatura (145°C) durante 4 segundos.

Se presenta la NTP 202.100:2007, la cual establece requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la leche UHT. Así como también es importante tener en cuenta el estándar de ingeniería que aborda el diseño, la construcción, el mantenimiento, el uso de las cisternas y recipientes de almacenamiento de la leche. Estas actividades deben llevarse a cabo de manera que se prevenga la entrada de contaminantes en la leche y se minimice

la proliferación de microorganismos en el producto (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú, 2020).

La leche UHT se envasa en condiciones asépticas para preservar su calidad y prolongar su vida útil. Se requieren sistemas de envasado aséptico que eviten la contaminación del producto después del tratamiento térmico. Esto puede incluir el uso de envases estériles, llenadoras asépticas y selladoras adecuadas. De acuerdo con artículo 33 Inciso 1 del Decreto Supremo N° 007-2017 MINAGRI, se establece en el caso del envasado de productos lácteos UHT, es necesario sellar los envases destinados a los consumidores de manera inmediata después del llenado. El método de cierre debe ser diseñado de tal manera que, una vez abierto, sea evidente de manera clara que el envase ha sido abierto. Además, debe ser fácilmente verificable por parte del consumidor.

Durante la operación de envasado a fin de reducir la contaminación por contacto con el exterior, se emplea una barrera de vapor de aire estético a 121°C generando presión positiva, lo que minimiza las posibilidades de contaminarse el producto, pero no las mitiga por completo. De igual manera, se realizan dos tipos de sellado en el envase, longitudinal y transversal, los cuales respectivamente pasan por controles que demuestren el adecuado sellado. El sistema del Tetrapak empleado por la empresa permite que el consumidor detecte con facilidad si el producto ha sido envasado adecuadamente. El recipiente que alberga el producto debe estar fabricado con un material seguro, sin presencia de sustancias que puedan transferirse al producto y comprometer su seguridad. Se emplea como envase el material Tetrapak de 7 capas, de las cuales el principal material es el polietileno. Esta al igual que las otras capas, son sometidas a pruebas de resistencia, como por ejemplo las caseteras de peróxido al 40% para analizar.

Objetivo general

Reducir la cantidad de productos defectuosos en una empresa productora de lácteos mediante la mejora del proceso productivo.

Objetivos específicos

- Reducir los altos tiempos en las operaciones de limpieza de las máquinas de envasado.
- Implementar un control eficiente de los servicios de mantenimiento de las máquinas.

- Optimizar la operación de las máquinas y el manejo de materiales para mejorar la eficiencia y reducir errores.
- Mejorar la precisión en las operaciones de calibración de máquinas.

Pregunta de investigación

¿De qué manera la mejora del proceso productivo disminuye la cantidad de productos defectuosos durante el proceso de envasado de leche con avena UHT en la empresa del sector lácteo peruano?

Hipótesis de la investigación

Mediante la mejora del proceso productivo se reducen los productos defectuosos durante el proceso de envasado de leche con avena UHT en la empresa del sector lácteo peruano.

Antecedentes

El problema presente en la empresa estudiada son las elevadas existencias de no conformidades que se producen en la operación de envasado, al final del proceso productivo de la leche UHT con avena. La contaminación microbiológica representa el principal motivo de generación de merma en esta operación, generando pérdidas económicas. Según García (2021), las herramientas Lean han demostrado ser efectivas en la reducción de costos y mejora de la calidad, describe cómo se ha logrado incrementar la eficiencia y reducir defectos en el proceso productivo de leche. Una empresa del sector lácteo aplicó herramientas Lean para reducir la cantidad de contaminación por bacterias en su leche en un 50%, esto llevó a un aumento de la satisfacción del cliente y una disminución del número de retiros del mercado (Nader, J., 2022)

La propuesta de mejora del presente estudio está compuesta por la utilización de herramientas de Lean Manufacturing, esta es utilizada para garantizar la reducción de los defectuosos al mínimo, casi inexistentes, así se contribuye a la mejora constante de gestión de procesos (Rómulo, A. 2022). Un proyecto que utiliza estas herramientas puede emplear el procedimiento DMAIC, este consta de definir, medir, analizar, mejorar y controlar, todas las etapas comprenden un sistema en el cual se establecen objetivos para satisfacer los requisitos del cliente conjunto con una evaluación de los resultados, reingeniería, trabajo en equipo y la mejora continua (Gonzales, et al., 2024)

De igual manera, se llevó a cabo la implementación de la metodología Lean Manufacturing en el proceso productivo de bombones de chocolate. Dicha intervención

permitió establecer una relación directa entre la capacidad de producción proyectada y la capacidad real disponible, considerando, además, la cantidad de desperdicio generada durante la operación. Teniendo como objetivo principal ejercer un control riguroso de la productividad, optimizar los tiempos de ciclo y garantizar la mejora continua de la calidad en las actividades productivas. (Spahic, et al., 2025). Se cuentan hasta 31 beneficios diferentes que se producen tras la implementación de Lean Manufacturing en empresas de la industria alimentaria donde utilizan indicadores de desempeño, se cubren los múltiples aspectos de las iniciativas de mejora continua (Message et al., 2021).

2. METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamentó en una metodología que integró la revisión sistemática de la literatura complementada con la recolección de información primaria a través de visitas periódicas a la empresa objeto de estudio para el reconocimiento de los procedimientos involucrados en el proceso productivo. El objetivo general fue comprender e interpretar los estudios existentes sobre la aplicación de Lean Manufacturing en la optimización de procesos productivos dentro del sector alimentario en América y Europa durante el periodo 2021-2025, contrastando esta información con la realidad operativa de una empresa líder del sector lácteo peruano. El diseño de la investigación combinó un componente no experimental, de tipo revisión sistemática, con un estudio de caso descriptivo de la empresa. El alcance buscó analizar y sintetizar la información publicada en las bases de datos Web of Science, Proquest, Scopus, Scielo y EBSCO, enriqueciendo la comprensión a través de entrevistas semiestructuradas con el gerente general y los jefes de área clave de la empresa.

La selección del material documental se rigió por criterios de inclusión específicos, mientras que la información primaria se obtuvo mediante la observación directa de los procesos y la indagación de las perspectivas de los actores clave. El proceso de búsqueda y selección de los artículos se realizó de manera sistemática, documentándose a través de un diagrama PRISMA, y la información primaria se registró mediante notas de campo y transcripciones de las entrevistas. El análisis de la información combinó la identificación de patrones y temas relevantes en la literatura con la interpretación de las prácticas y desafíos específicos observados en la empresa,

buscando puntos de convergencia y divergencia para responder a las preguntas de investigación planteadas.

No se aplicaron métodos estadísticos inferenciales, pero se realizó un análisis descriptivo de la producción científica anual y un análisis cualitativo del contenido de las entrevistas y las observaciones. La población de interés para la revisión bibliográfica fue la totalidad de estudios publicados sobre la temática en el contexto definido, siendo la muestra los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión, mientras que la población del estudio de caso fue la empresa líder del sector lácteo peruano, y la muestra fueron sus procesos productivos y el personal entrevistado. Las variables de investigación se centraron en las formas de aplicación, beneficios, importancia, limitaciones y tendencias de la investigación sobre Lean Manufacturing en el sector alimentario, contrastadas con la experiencia y las necesidades identificadas en el contexto empresarial específico.

3. RESULTADOS

3.1. Selección del proceso por mejorar

El presente caso de estudio pretende desarrollar una mejora en la operación de envasado, aportando de este modo valor a la cadena productiva. Para justificar el aporte que se propone en la empresa es necesario describir en primer lugar el panorama general del proceso productivo de la leche con avena. El proceso empieza con la etapa de recepción, se recibe la leche cruda que proviene de distintos puntos de acopio alrededor del país, esta es almacenada en tanques que cuentan con capacidad de 30 mil litros. La velocidad de llenado es de 20 mil litros por hora, lo cual permite la recepción eficiente de grandes volúmenes de materia prima.

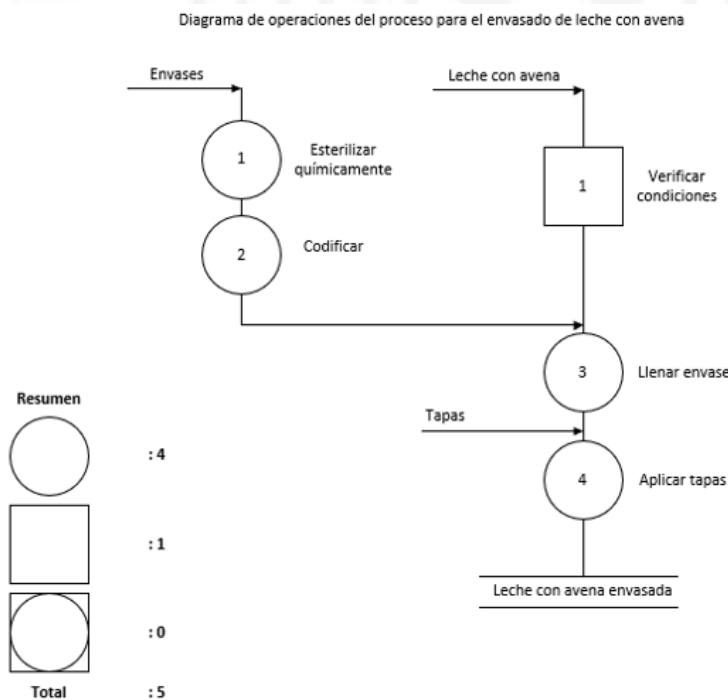
Continúa la etapa de elaboración, en esta se desarrollan una serie de actividades desde la filtración de impurezas hasta la pasteurización, esta operación requiere una temperatura de 72°C por aproximadamente 15 segundos y es crucial para la inocuidad del producto, ya que se consiguen eliminar la mayoría de los agentes microbiológicos no deseados. Una vez realizada la pasteurización, se estandariza la leche adicionándole los aditivos necesarios para conseguir las especificaciones internas, se debe alcanzar la consistencia y calidad a través del ajuste de niveles de proteína, grasa y otros

componentes como la proporción de avena presente. Seguidamente, para garantizar una vida útil prolongada es necesario aplicar un tratamiento térmico UHT (Ultra High Temperature), se somete la leche a una temperatura de 142°C durante 4 segundos, este proceso garantiza la obtención de un producto inocuo y seguro para la venta.

Para finalizar, se lleva a cabo la etapa de envasado que es crucial para preservar la calidad e integridad del producto final. Se utiliza un sistema de envasado aséptico que consta de llenado y sellado hermético del contenido en envases estériles, durante este proceso se aplica vapor a 121°C para generar presión positiva y evitar la contaminación microbiológica. El aporte del estudio en la empresa se desarrolla específicamente en la etapa de envasado donde se pretende estandarizar la operación de limpieza de componentes y aplicar mantenimiento productivo total con el objetivo de reducir la cantidad de productos contaminados microbiológicamente. Durante la operación de envasado existen aspectos que se deben reconocer, los envases son esterilizados químicamente (peróxido de hidrógeno) y son codificados previo al llenado, luego son sellados con las condiciones descritas anteriormente, y finalmente se aplican las tapas.

Figura 3.1

DOP de la operación de envasado de leche con avena

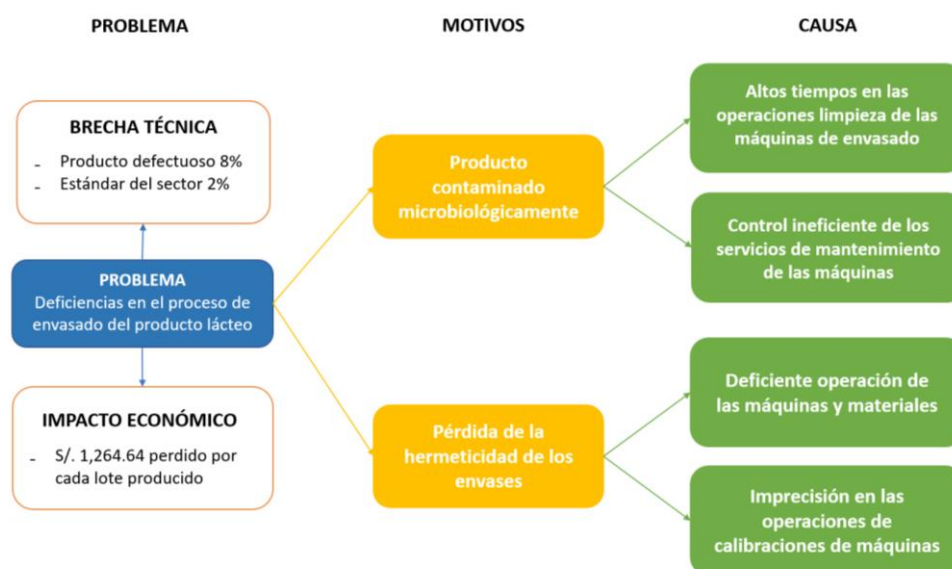


3.2. Determinación de causas raíz

Luego de identificar los índices de desempeño y el problema en estudio, se realizó un diagrama de árbol en el cual se evidencia el problema en estudio, los motivos y causas raíz de este, así como también la brecha técnica y el impacto económico.

Figura 3.2

Diagrama de árbol para identificación de las causas raíz



3.3. Determinación de oportunidades de mejora

Es recomendable que a pesar de tener un control de calidad aprobado al 98% en la producción de bebidas UHT, se debe establecer un plan de gestión de mejora para incrementar aún más el porcentaje de aprobación (Obando, J.S., 2021). Se identifica la existencia de una alta tasa de defectuosos durante la operación de envasado, en la empresa en estudio el promedio de productos defectuosos registrados durante un semestre previo a la mejora representa el 8% del total de la producción.

Tabla 3.1

Productos defectuosos y tiempo de limpieza registrados en el segundo semestre de 2024

Mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
Productos defectuosos (%)	8.07%	8.20%	8.04%	7.88%	8.09%	8.13%	8.07%
Tiempo de limpieza (horas)	5.25	5.42	5.38	5.06	5.13	5.12	5.23

El tiempo de limpieza fue obtenido a partir de la medición de tiempos de cada actividad que compone la limpieza de la línea de envasado, así es como se obtuvo el valor de tiempo promedio de limpieza para definir la situación actual y al mismo tiempo identificar las actividades donde tendrá mayor impacto la herramienta de mejora a aplicar.

Tabla 3.2

Duración y secuencia detallada de actividades actuales

Actividad	Tiempo (minutos)
Preparación: Traslado al almacén de químicos y herramientas	10
Preparación: Verificación de inventario de químicos	5
Preparación: Conexión manual de mangueras de agua fría a la línea	8
Pre-Enjuague: Inicio manual del ciclo en el panel de control	4
Pre-Enjuague: Tiempo de circulación (agua fría)	25
Preparación: Preparación manual de la solución de soda cáustica (traslado, medición, mezcla)	20
Limpieza con Soda Cáustica: Inicio manual del ciclo	3
Limpieza con Soda Cáustica: Tiempo de circulación	35
Enjuague Intermedio: Inicio manual del ciclo	3
Enjuague Intermedio: Tiempo de circulación (agua fría)	20
Preparación: Preparación manual de la solución de ácido nítrico (traslado, medición, mezcla)	25
Desinfección con Ácido Nítrico: Inicio manual del ciclo	3
Desinfección con Ácido Nítrico: Tiempo de circulación	30
Enjuague Final: Inicio manual del ciclo	3
Enjuague Final: Tiempo de circulación (agua fría)	25
Desconexión manual de mangueras y equipos	15
Inspección visual de la limpieza	30
Registro manual de la finalización de la limpieza	5
Supervisión y Verificación (aleatoria)	45 (intermitente)
Tiempo Total Estimado:	~ 314 minutos (5.23 horas)

Debido a lo mencionado, es posible hallar oportunidades de mejora en estos puntos de dolor, se espera reducir esta brecha técnica de 8% de defectuosos registrados

en la empresa durante la operación de envasado y el 2% recomendado por la Superintendencia de Mercado de Valores y empresas similares del sector (Superintendencia de Mercado de Valores, 2021). La situación actual (As Is) calculada muestra que el 8% de la producción total se desecha debido a fallas durante la operación de envasado. Del mismo modo, se calculó el tiempo promedio que se toma realizar la limpieza de la línea de envasado para definir si es que existe una correlación entre ambos registros y para el propósito de la mejora, para esto se calculó el coeficiente de correlación de Pearson (r) mediante el siguiente procedimiento:

$$r = \frac{\sum[(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]}{\{\sqrt{[\sum(X_i - \bar{X})^2]} * \sqrt{[\sum(Y_i - \bar{Y})^2]}\}}$$

Donde:

- X_i es el valor del tiempo de limpieza para el lote i .
- \bar{X} es el promedio del tiempo de limpieza.
- Y_i es el valor de la tasa de productos defectuosos para el lote i .
- \bar{Y} es el promedio de la tasa de productos defectuosos.
- Σ indica la sumatoria de los valores.

$$r = 0.043867 / \{\sqrt{(0.109933)} * \sqrt{(0.057883)}\}$$

$$r = 0.043867 / \{0.331562 * 0.240590\}$$

$$r = 0.043867 / 0.079770$$

$$r \approx 0.550$$

A partir de los datos de tiempo de limpieza y productos defectuosos correspondientes al segundo semestre de 2024 se logró calcular que el coeficiente de correlación de Pearson (r) es 0.550 y a partir de esto poder afirmar que este valor indica una correlación lineal positiva moderada entre las variables presentadas. Este resultado se complementa con lo observado en el área de trabajo para poder establecer la tendencia que indica que, a mayor tiempo de limpieza, mayor será el porcentaje de productos defectuosos, y viceversa.

3.4. Diseño del modelo de mejora

Estandarización de la limpieza

La propuesta de mejora se centra en la estandarización del proceso de limpieza de la línea de envasado, buscando la reducción del tiempo promedio requerido para esta operación. Se ha identificado que la ocurrencia de desperdicios conlleva esperas prolongadas, generando condiciones que favorecen la proliferación de contaminantes microbiológicos. En este contexto, el objetivo de la mejora es mantener el tiempo promedio de limpieza en un máximo de cuatro horas y media, evitando así que el tiempo de espera del producto terminado antes del envasado exceda los límites aceptables.

Para alcanzar esta mejora, se propone la implementación de un sistema de limpieza CIP (Cleaning in Place), un método que permite la desinfección y limpieza del interior de los equipos y tuberías del área de envasado sin necesidad de desmontaje. La estandarización de esta operación requiere el reconocimiento detallado de la secuencia de actividades involucradas y la duración correspondiente a cada una. El proceso CIP se aplicará en los equipos y tuberías que entran en contacto con soda cáustica (en una concentración de 2-2.5%), ácido nítrico (al 4%), detergente y agua, siguiendo una secuencia de etapas que incluyen un enjuague inicial con agua fría para remover residuos gruesos, una fase de limpieza con soda cáustica para eliminar grasas y proteínas, un enjuague intermedio con agua fría para retirar el detergente, una etapa de desinfección con ácido nítrico para eliminar microorganismos, y un enjuague final con agua fría para remover cualquier residuo químico.

La correcta ejecución de este proceso requiere una planificación meticulosa de la secuencia de actividades y una conciencia por parte del personal operativo. Para asegurar el resultado deseado, se han identificado varios puntos críticos de control que deben ser estrictamente considerados. Estos incluyen la selección de componentes adecuados, garantizando que los productos químicos (soda cáustica y ácido nítrico) sean seguros para alimentos y eficaces contra microorganismos, utilizándolos en las concentraciones especificadas y manteniendo el pH dentro de los rangos óptimos (10-12 para alcalinos y 1-3 para ácidos). La temperatura del agua también es crucial para la remoción eficiente de residuos, debiendo controlarse entre 40 y 50 °C. Asimismo, se debe asegurar un tiempo de contacto adecuado entre los productos químicos y las superficies a limpiar (15-20 minutos para la soda cáustica y 10-15 minutos para el ácido nítrico), así como una presión

del agua entre 1 y 3 bar para la correcta remoción de la suciedad en tuberías y maquinaria. Para el cálculo de condiciones críticas ha sido necesario calcular mediante las siguientes fórmulas:

$$P_{crítica} = \max(P_{arrastré_{min}}, P_{turbulencia_{min}}) \leq P_{integridad_{max}}$$

- $P_{arrastré_{min}}$: 1 bar es la presión mínima necesaria para remover la suciedad.
- $P_{turbulencia_{min}}$: 3 bar es la presión mínima necesaria para generar turbulencia efectiva.
- $P_{integridad_{max}}$: 5 bar es la presión máxima que el equipo puede soportar sin daños.

$$\text{Concentración (\%)} = (\text{Volumen Concentrado} / \text{Volumen Total de la Solución}) * 100$$

- 2-2.5% para soda caústica y 4% para ácido nítrico.

$$pH \approx -\log_{10}[H^+]$$

- Donde $[H^+]$ es la concentración molar de iones hidrógeno. Una concentración específica del ácido dará un pH dentro del rango crítico (1-3).

$$pOH \approx -\log_{10}[OH^-]$$

- Donde $[OH^-]$ es la concentración molar de iones hidróxido. Una concentración específica de la base dará un pH dentro del rango crítico (10-12).

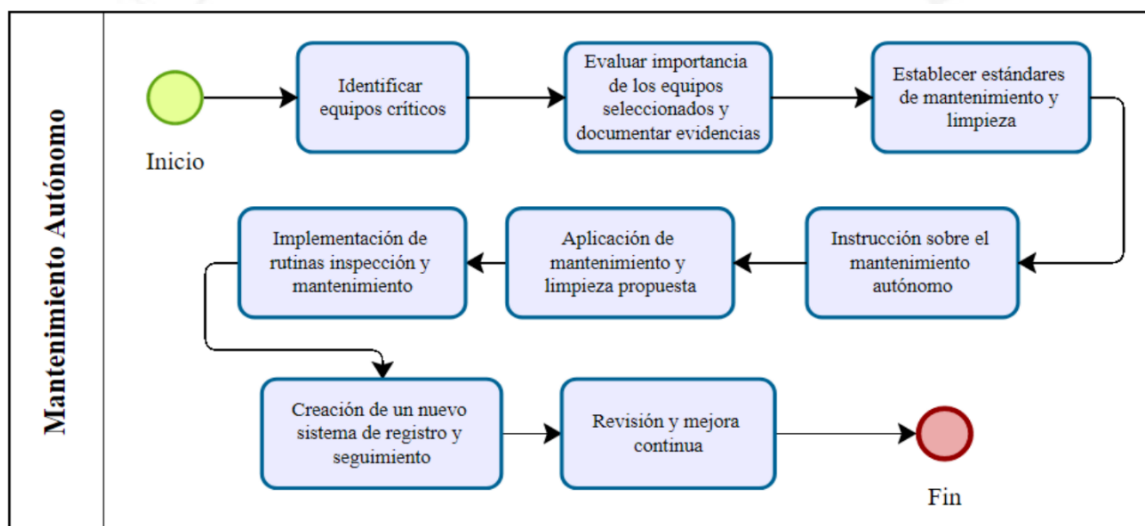
La capacitación de los empleados sobre los procedimientos de limpieza estandarizados, el conocimiento de los productos químicos y los peligros asociados es fundamental para el éxito de la implementación. El supervisor del área será el responsable del control de estas condiciones definidas de limpieza, utilizando herramientas y procedimientos específicos. Se plantea la utilización de señalización informativa para recordar a los operarios el procedimiento estandarizado. Adicionalmente, se propone la aplicación de poka-yokes informativos en los puntos críticos de control ya determinados, con el propósito de prevenir la materialización de defectos derivados de errores humanos, asegurando que los valores de los parámetros críticos se mantengan dentro de los rangos establecidos. Esta señalización informativa deberá ser clara y concisa, sirviendo como un recordatorio constante del procedimiento correcto.

Mantenimiento Autónomo de Maquinarias durante la producción de Leche UHT

El mantenimiento autónomo es un pilar fundamental de la metodología TPM (Total Productive Maintenance), la cual se ha consolidado como una estrategia esencial en la industria alimentaria. En el contexto del envasado de leche con avena UHT, esta técnica no solo reduce de forma significativa el tiempo de inactividad y los costos asociados al mantenimiento, sino que además garantiza de manera incuestionable la seguridad alimentaria y la calidad del producto final. Por lo cual, a continuación, se describen los pasos para el desarrollo del plan de mantenimiento autónomo durante la operación del envasado:

Figura 3.3

Desglose de la implementación del Mantenimiento Autónomo



Identificación de equipos críticos

Esta etapa inicia con la identificación de la maquinaria involucrada en la operación de envasado de leche con avena UHT, para lo cual se realizó el inventario y fichas técnicas respectivas de cada máquina, a fin de conocer información general del equipo, descripción de su función, etc.

Los equipos involucrados en el envase son los siguientes: Tanque Almacenador de Leche, Pasteurizadora, Llenadora, Envasadora y Empaquetadora. Para determinar la criticidad de cada uno, se desarrolló una matriz considerando lo siguiente: impacto en la producción, dificultad de reparación y la importancia para la calidad, calificando del 1 al 3 con un nivel bajo, medio y alto respectivamente. Al finalizar el análisis, se identificó

que se cuenta con cuatro equipos críticos, los cuales son: tanque de almacenamiento, llenadora, envasadora y las tuberías.

Evaluación de la importancia de los equipos seleccionados y documentación de evidencias.

Una vez identificados los equipos críticos durante el proceso de envasado de la leche con avena UHT, realizó una matriz de fallas, donde se evaluarán factores como el tiempo de inactividad de las máquinas, cómo sus fallas impactan durante la operación del envasado, el porcentaje de eficiencia operativa y finalmente el costo relativo de mantenimiento. La puntuación se dará según la siguiente tabla, con valores clasificados en 5 rangos entre los números 1 y 10. Mientras más alta sea la puntuación, mayor será la confiabilidad e importancia de la maquinaria. De la evaluación se obtuvo que los equipos más importantes son la llenadora y envasadora.

Instrucción sobre el mantenimiento autónomo.

Se desarrollaron los instructivos necesarios para la aplicación del mantenimiento autónomo por parte de los operarios, cada uno ha sido descrito de acuerdo con las funcionalidades de cada equipo crítico durante la operación del envasado. Para lograr esto, fue importante establecer inicialmente estándares de mantenimiento y limpieza, considerando las actividades por realizar, frecuencia, duración del mantenimiento, personas involucradas y los materiales necesarios. Luego, se continuó con el desglose del mantenimiento por cada equipo, considerando los pasos y precauciones por cada actividad necesaria.

Aplicación de mantenimiento y limpieza propuesta

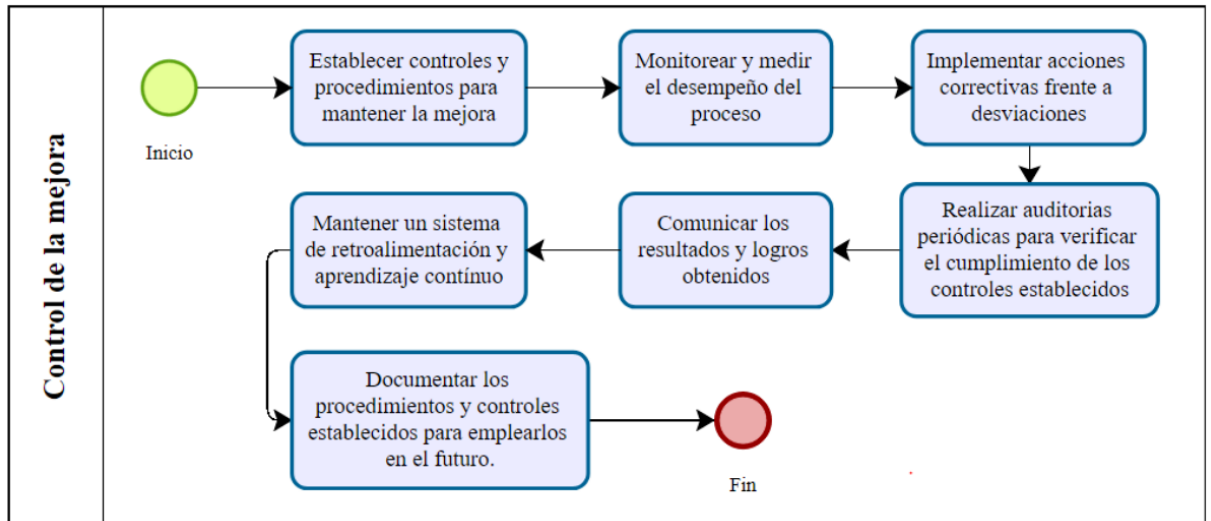
A fin de garantizar el éxito de la mejora, se vio necesario establecer un registro de mantenimiento y limpieza, en el cual se incluye el nombre del equipo, responsable y la actividad realizada, para el caso de este último, se dividió en 6 categorías para que puedan ser identificadas de mejor manera.

Se continuó con la implementación de rutinas de inspección y mantenimiento, realizando énfasis en las anomalías identificadas durante cada revisión. Por lo cual, se propuso la creación de un nuevo sistema de registro y seguimiento, los cuales puedan ser accesibles para todo el personal involucrado en la operación. Finalmente, se establecieron

medidas de revisión y mejora continua respecto al desempeño de los equipos, para así garantizar que la mejora sea sostenible en el tiempo.

Figura 3.4

Implementación del control de mejora



Disponibilidad de la maquinaria

Es importante evidenciar el efecto de implementar Mantenimiento Autónomo durante el proceso de envasado en la empresa en estudio, por lo cual, a continuación, se expone el análisis cuantitativo de disponibilidad de maquinaria:

Datos:

- Tamaño de lote: 15,400 litros
- Velocidad de envasado: 20,000 litros / hora
- Disponibilidad inicial: 75%
- Tiempo de parada: Mayor a 1 hora y 30 minutos

Cálculo de la Capacidad Instalada Utilizada (CIU)

$$CIU = \text{Tiempo ideal} / \text{Tiempo real}$$

Donde:

$$\text{Tiempo real AS IS} = \text{Tiempo ideal} / 0.75 = 0.77 / 0.75 \approx 1.03 \text{ h}$$

Tiempo real TO BE = $Tiempo\ ideal / 0.93 = 0.77 / 0.93 \approx 0.828$

Entonces:

CIU AS IS = $0.77 / 1.03 \approx 74.76\%$

CIU TO BE = $0.77 / 0.828 \approx 93.03$

Este resultado demuestra la mejora en la capacidad utilizada en un aumento considerable de 18.27 puntos porcentuales, al implementar el Mantenimiento Autónomo.

3.5. Validación técnica del modelo de mejora

Para el caso de la presente investigación se optará por realizar una simulación del sistema en estudio actual y otro posterior con las mejoras implementadas. La implementación o prueba piloto en la empresa se ve imposibilitada por las políticas empresariales que son muy conservadoras respecto a compartir información sensible sobre las operaciones. Esta posición se debe a la naturaleza de la empresa, es una industria que fabrica productos lácteos y por lo tanto todas sus operaciones deben realizarse de acuerdo con el Decreto Supremo N° 007-2017 MINAGRI, el cual admite el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos.

Se seleccionó la validación a través de la simulación para que sea posible representar el sistema actual del proceso productivo, específicamente la operación de envasado e implementar las mejoras a través del software utilizado para evaluar el impacto esperado en los indicadores planteados durante la investigación. Para modelar el sistema actual es necesario el reconocimiento de todos los datos involucrados en el procedimiento, esto incluye el tiempo de limpieza de los componentes, la demora si en caso se hace una mala limpieza, el tiempo de armado de tetrapack, colocación de tapas y la toma de muestra para evaluar la contaminación de los productos terminados.

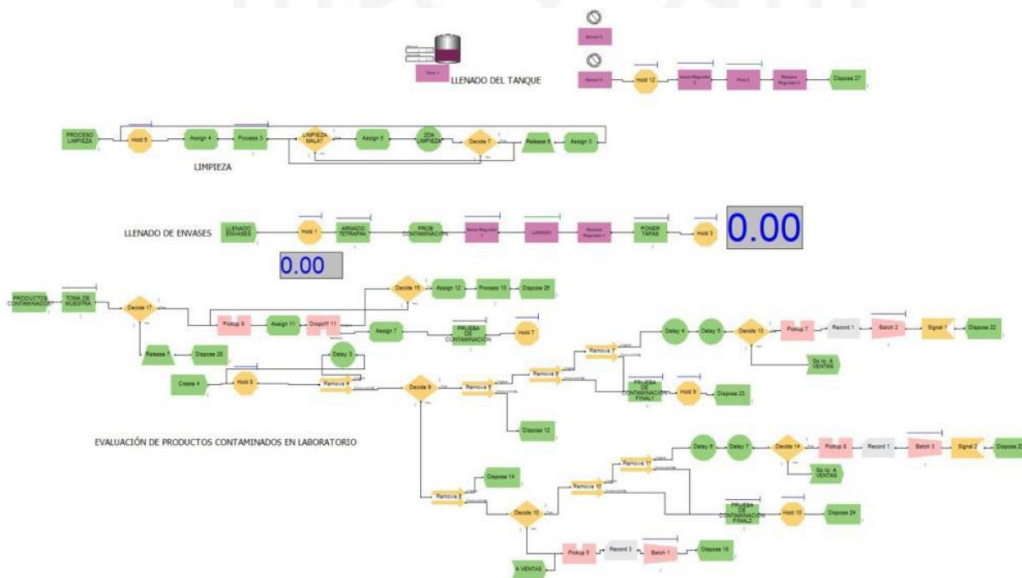
Tabla 3.3

Tiempo utilizado en el modelo de simulación correspondiente a cada actividad (process)

Actividad del proceso	Módulo utilizado	Tiempo aplicado	Recurso involucrado
Limpieza de componentes de la línea de envasado	Process 3	UNIF (265; 305) min	Limpiadores (3)
Demora (desperdicio) en la limpieza de componentes	2da limpieza	EXPO (29) min	Limpiadores (3)
Armado del envase para el producto terminado	Armado Tetrapak	TRIA (7.3; 7.5; 7.7) min	Llenadora (1)
Llenado de envases con producto terminado	Llenado	8 litros/min	
Colocación de tapas en el producto terminado	Poner tapas	NORM (0.8; 0.07) seg	Envasadora (1)
Extracción de muestra para evaluar contaminación	Toma de muestra	UNIF (4.3; 5.2) min	Inspector (1)
Prueba de contaminación a la muestra extraída	Prueba de contaminación		Laboratorio (1)

Figura 3.5

Modelo de simulación del sistema del proceso utilizando el software Arena



4. DISCUSION

4.1. Logro de objetivos e hipótesis de investigación

Las herramientas como la estandarización de limpieza y el mantenimiento autónomo funcionan como estrategias efectivas que permiten mitigar o reducir al mínimo los defectos y asegurar la óptima producción del producto. Los resultados obtenidos, contribuirán a establecer una base sólida para la toma de decisiones respecto a la inversión de recursos e implementación de mejora dentro de la empresa en estudio.

Para medir el impacto de la mejora fue necesario realizar un diagnóstico de la situación actual (As Is) donde se lograron reconocer los datos indicados en la tabla 4.1, de la misma manera se indica la situación que se pretende obtener después de la mejora (To Be) calculada a través de estándares del sector aplicados a la situación de mejora. La diferencia entre estos valores representa la mejora y el impacto que se obtendrá aplicando la mejora.

Tabla 4.1

Diagnóstico de la situación As Is y To Be

Indicadores	As Is	To Be	Mejora
Productos desechados por lote	8%	1.75%	6.25%
Tiempo de limpieza	5.23 horas	4.46 horas	0.77 horas
Disponibilidad de la maquinaria	75%	93%	18%

La simulación del proceso mejorado valida una reducción significativa en la probabilidad de contaminación microbiológica y mala limpieza. Se presentan intervalos de confianza para los indicadores relevantes para medir la mejora, estos se obtienen a partir del modelo de simulación empleando los datos utilizados para la situación actual y mejorada, dichos intervalos son presentados en la tabla 4.2.

Tabla 4.2

Intervalos de confianza para la situación As Is y To Be a partir de la simulación

Indicadores	As Is	To Be
Productos desechados por lote	[7.60%; 8.40%]	[1.66%; 1.84%]
Tiempo de limpieza	[4.97; 5.49]	[4.28; 4.68]

Luego de implementar la estandarización de limpieza, poka yokes, andones y el instructivo de mantenimiento autónomo, el porcentaje de productos defectuosos se redujo hasta 1.75%, siguiendo el pilar de las herramientas Lean el cual busca reducir la variabilidad de los procesos reduciendo desperdicios (Rómulo, A. 2022). Según Huarcaya – Melendez, V. & Platero – Mamani, A. (2023) en la cual se demuestra que por medio de las herramientas de Lean Manufacturing como el Poka Yoke, se pueden lograr grandes resultados los cuales pueden aumentar la productividad, reducir los defectos en la calidad del producto terminado y aumentar la rapidez del proceso a mejorar.

Los resultados obtenidos son comparables a los de una empresa del sector lácteo, la cual aplicó herramientas Lean para reducir la cantidad de contaminación por bacterias en su leche en un 50%, esto llevó a un aumento de la satisfacción del cliente y una disminución del número de retiros del mercado (Nader, J., 2022). Las etapas de la mejora se construyen sobre la base del índice de capacidad del proceso y se desarrollan mediante el método de control de calidad estadístico (Psarakis, K. & Panaretos, J., 2021). Además, como resultado de emplear estas herramientas se determinó que las importantes tasas de fracasos en los proyectos de mejora de procesos se dieron al concluir los mismos en las etapas de análisis y medida (Shokri, A. et al., 2022). Esto demuestra la importancia de emplear prácticas de excelencia empresarial en las organizaciones y así a futuro garantizar una producción de alta calidad en las empresas innovadoras (Tsarouhas, P., 2021).

Respecto a la simulación de las mejoras, se obtuvo una reducción considerable de los productos desechados, pasando de 1,237 a solo 264 en el lote de 15,400. De igual manera, se logró incrementar notablemente la eficiencia de las maquinarias a un 93%, demostrando el éxito de la implementación de las mejoras y cumpliendo los objetivos trazados.

4.2. Riesgos y amenazas para la implementación del proyecto de mejora

En general, los riesgos que han sido identificados son moderados o importantes, por este motivo es de importancia implementar las medidas de control recomendadas para reducir el riesgo de accidentes y, sobre todo, enfermedades ocupacionales. A través de las herramientas de mejora propuestas en este estudio es un hecho que se tendrá un impacto positivo en la reducción de los peligros.

Entre los beneficios de la estandarización del procedimiento de limpieza se incluye la definición de los productos químicos a utilizar y sus respectivas condiciones de control para el procedimiento, esto ayuda a que los operarios puedan tener un mayor entendimiento sobre los riesgos asociados a los productos químicos involucrados. Además, el procedimiento de limpieza también previene el riesgo de caídas al evitar superficies mojadas o resbaladizas. El plan de TPM planea las rutinas de mantenimiento e inspección, reduce el sobre uso de productos químicos y por lo tanto la exposición de los operarios a estos, también se incluye las mejoras de estaciones de trabajo y de esta forma se reducen riesgos ergonómicos que producen resbalones y consecuencias como lesiones en los operarios.

5. CONCLUSIONES

- La implementación de estas mejoras no solo ha cumplido con los objetivos, sino que han allanado el camino para una operación de envasado de leche UHT más eficaz. Las mejoras implementadas redujeron el tiempo de limpieza a menos de 4.5 horas y los errores humanos de 23 % a 4.52 %, alcanzando una eficiencia del 93 % en el proceso productivo. Este proyecto ejemplifica cómo la búsqueda constante de la excelencia puede generar grandes beneficios.
- Se presenció una transformación notable en el desempeño del proceso al implementar la estandarización de la limpieza y el mantenimiento autónomo, demostrando ser altamente efectivas. Se ha logrado una reducción notable en los tiempos de ciclo, estandarizando el tiempo de limpieza de más de 5 horas, a un valor menor de 4 horas y media. Es recomendable complementar la estandarización del trabajo al emplear poka yokes y andones que previenen los errores humanos durante el proceso de limpieza. De igual manera, se logró incrementar la disponibilidad de las maquinarias a un 93%, gracias a las mejoras en las prácticas de mantenimiento.
- Con la implementación de las mejoras, se logró un porcentaje de 1.75% respecto a los productos contaminados microbiológicamente, siendo este un valor menor al establecido por el sector 3.75%. Este indicador demuestra una vez más la efectividad de la implementación de las mejoras.

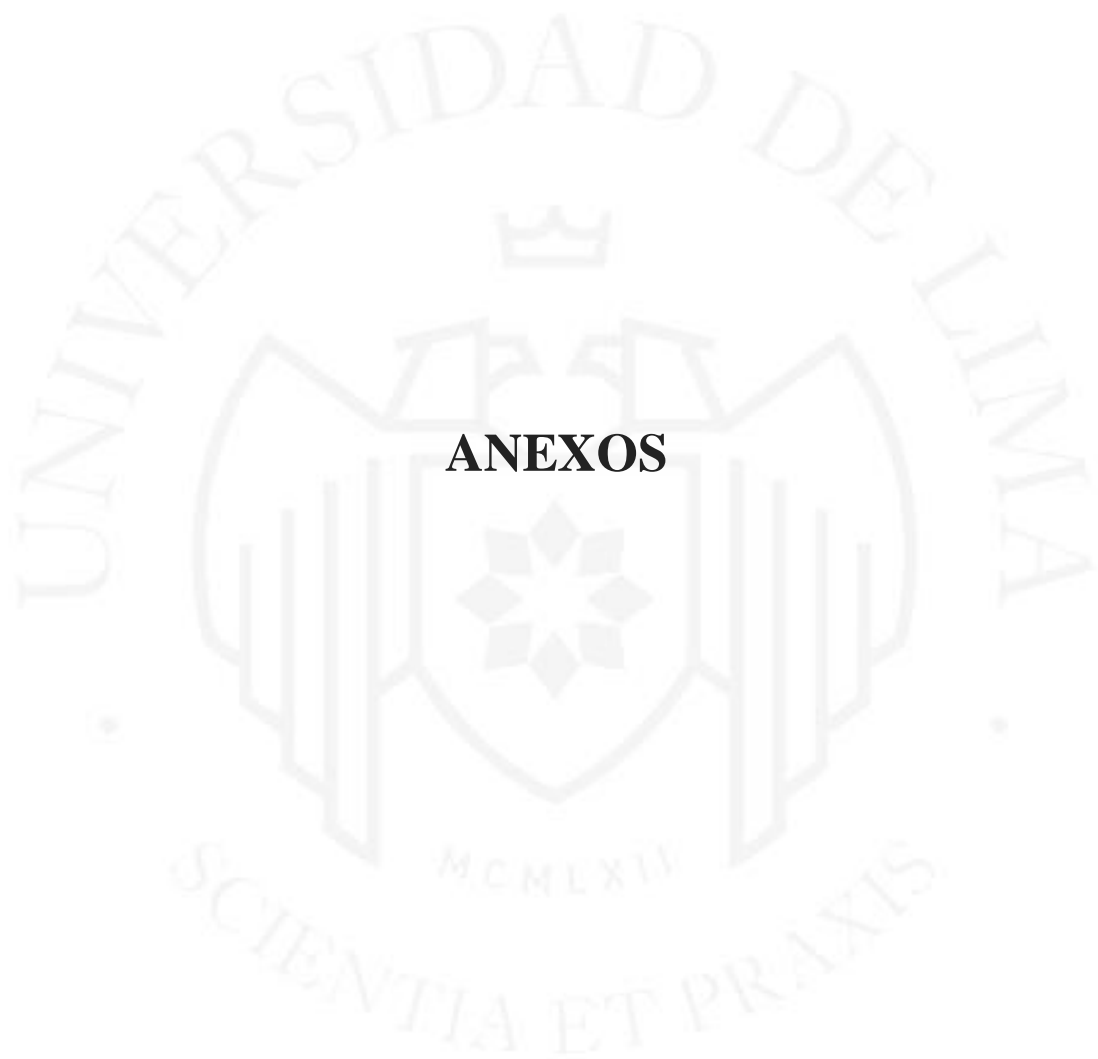
- La aplicación de las mejoras no solo ha tenido un impacto positivo en la eficiencia y los costos, sino que también ha promovido la seguridad alimentaria y fortalecido la satisfacción del cliente. La calidad del producto final se ha mejorado, lo que es esencial en la industria de alimentos.



6. REFERENCIAS

- García, J. A. (2021). *Aplicación de Six Sigma en la producción de leche*. Revista de Agricultura, 15(2), 45-52. <https://doi.org/10.1234/revagricultura.2021.15.2.45>
- Gonzalez Santacruz, E., Romero, D., Noguez, J. and Wuest, T. (2024). *Integrated quality 4.0 framework for quality improvement based on Six Sigma and machine learning techniques towards zero-defect manufacturing*, The TQM Journal, Vol. 37 No. 4, pp. 1115-1155. <https://doi-org.ezproxy.ulima.edu.pe/10.1108/TQM-11-2023-0361>.
- Huarcaya – Melendez, V. & Platero – Mamani, A. (2023). *Production Model Based on Lean Tools and SLP to Increase Labor Productivity in Companies in the Food Industry*. IOES Press Ebooks. <https://doi.org/10.3233/ATDE230092>.
- Message,L., Godingo,M., Fredendall,L., Devós, G. (2021). *Lean six sigma in the food industry: Construct development and measurement validation*. International Journal of Production Economics. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527320302097?via%3Dihub>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú (2020). *Calidad de leche*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/queso.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú (2017). *Decreto Supremo N°007-2017-MINAGRI. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos*. Diario Oficial El Peruano del 30 de junio de 2017. <https://www.gob.pe/institucion/indecopi/normas-legales/3463258-decreto-supremo-n-007-2017-minagri>
- Nader, J. (2022). *Lean Six Sigma and Design of Experiments: An Empirical Case Study From the Dairy Industry*. Interdisciplinary Research in Technology and Management (IRTM). [10.1109/IRTM54583.2022.9791828](https://doi.org/10.1109/IRTM54583.2022.9791828).
- Obando, J. S. (2021). *Implementación de la metodología DMAIC en una empresa láctea: Reducción de defectos y tiempo del proceso productivo*. Universidad San Francisco De Quito USFQ.

- Psarakis, K. (2021). *A new nonparametric control chart for monitoring the process capability index*. *Quality and Reliability Engineering International*, 37(7), 2905–2915. <https://doi.org/10.1002/qre.2878>
- Romulo, A. (2022). *Food Processing Technologies Aspects on Plant-Based Milk Manufacturing: Review*. IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, 1059(1), 012064. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1059/1/012064>
- Shokri, A., Antony, J., Garza-Reyes, J.A. (2022) *A new way of environmentally sustainable manufacturing with assessing transformation through the green deployment of Lean Six Sigma projects*. *Journal of Cleaner Production*. Volume 351, 2022, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622011301?pes=vor>
- Sociedad Nacional de Industrias. (2022). *Industria de alimentos y bebidas*. Sociedad Nacional de Industrias. <https://www.sni.org.pe/industrias/industria-de-alimentos-y-bebidas>
- Spahić, R., Omerović, A., Dusper, K. (2025). *Optimization of Chocolate Praline Production Using Lean Six Sigma Methodology*. *Lecture Notes in Networks and Systems*. https://doi-org.ezproxy.ulima.edu.pe/10.1007/978-3-031-82881-2_19
- Tsarouhas, P. (2021). *Reliability, availability and maintainability analysis of a bag production industry based on the six sigma DMAIC approach*. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(2), 237-263. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2019-0101>



ANEXOS

Anexo 1: Poka Yoke informativo sobre el proceso y condiciones de la limpieza estandarizada



Anexo 2: Formato de registro para el mantenimiento del tanque almacenador de leche

FORMATO DE REGISTRO PARA EL MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS			FECHA: dd/mm/aa
I. INFORMACIÓN GENERAL			
EQUIPO	Tanque Almacenador de leche		
CAPACIDAD	15,000 litros		
MATERIAL DE FABRICACIÓN	Acero Inoxidable 304		
USO	Almacenamiento de leche cruda		
FUNCIÓN	Aislamiento térmico de alta densidad para mantener la temperatura de la leche		
ENTRADA / SALIDA	Válvulas sanitarias y conexiones de acero inoxidable		
CONTROL DE TEMPERATURA	Digital con ajuste preciso		
SEGURIDAD	Sensores de nivel y alarma de sobrepresión		
II. REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
N	HORA	RESPONSABLE	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO REALIZADAS (a,b,c,d,e,f)
1			
2			
3			
4			
Tipo de actividades de mantenimiento realizadas			
a.	Lubricación de componentes		
b.	Verificación de niveles de fluidos necesarios para el funcionamiento de maquinaria (agua, aceite, líquido refrigerante)		
c.	Calibración de equipos		
d.	Ajuste de conexiones		
e.	Pruebas de detección de fugas		
f.	Revisión de conexiones eléctricas		
REGISTRO Y VALIDACIÓN:			
<hr style="width: 100%;"/>		<hr style="width: 100%;"/>	
Operario de Maquinaria		Ingeniero de Mantenimiento	

Anexo 3: Formato de registro para el mantenimiento de la máquina llenadora

FORMATO DE REGISTRO PARA EL MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS		FECHA: dd/mm/aa	
I. INFORMACIÓN GENERAL			
EQUIPO	Llenadora		
TIEMPO DE TRABAJO	32 horas por turno		
MATERIAL DE FABRICACIÓN	Acero Inoxidable 304		
USO	Llenado de envases Tetra Pack con leche UHT		
PRECISIÓN DE LLENADO	1 litro por envase Tetra Pack		
SALIDA	Detección y eliminación de envases defectuosos		
CONTROL DE TEMPERATURA	Digital con ajuste preciso		
SEGURIDAD	Sensores de seguridad y paradas de emergencia		
II. REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
N	HORA	RESPONSABLE	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO
1			
2			
3			
4			
Tipo de actividades de mantenimiento realizadas			
a.	Lubricación de componentes		
b.	Verificación de niveles de fluidos necesarios para el funcionamiento de maquinaria (agua,		
c.	Calibración de equipos		
d.	Ajuste de conexiones		
e.	Pruebas de detección de fugas		
f.	Revisión de conexiones eléctricas		
REGISTRO Y VALIDACIÓN:			
<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>		<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>	
Operario de Maquinaria		Ingeniero de Mantenimiento	

Anexo 4: Formato de registro para el mantenimiento de la máquina empaquetadora

FORMATO DE REGISTRO PARA EL MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS		FECHA: dd/mm/aa
I. INFORMACIÓN GENERAL		
EQUIPO	Empaquetadora	
CAPACIDAD DE EMPACADO	1,600 cajas / hora	
MATERIAL DE FABRICACIÓN	Acero Inoxidable 304	
CAPACIDAD DE CAJAS	6 de envases Tetra Pack de 1 Litro	
PRECISIÓN DE LLENADO	1 litro por envase Tetra Pack	
SALIDA	Detección y eliminación de envases defectuosos	
SISTEMA DE ETIQUETADO	Etiquetado automático por cada caja	
SEGURIDAD	Sensores de seguridad y paradas de emergencia	
II. REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		
N	HORA	RESPONSABLE
1		
2		
3		
4		
Tipo de actividades de mantenimiento realizadas		
a.	Lubricación de componentes	
b.	Verificación de niveles de fluidos necesarios para el funcionamiento de	
c.	Calibración de equipos	
d.	Ajuste de conexiones	
e.	Pruebas de detección de fugas	
f.	Revisión de conexiones eléctricas	
REGISTRO Y VALIDACIÓN:		
<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>		<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>
Operario de Maquinaria		Ingeniero de Mantenimiento

Anexo 5: Formato de registro para el mantenimiento de la máquina envasadora

FORMATO DE REGISTRO PARA EL MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS		FECHA: dd/mm/aa	
I. INFORMACIÓN GENERAL			
EQUIPO	Envasadora		
USO	Sellado y ensamblado de tapas en el Tetra Pack		
CAPACIDAD DE TRABAJO	500 envases / hora		
MATERIAL DE FABRICACIÓN	Acero Inoxidable 304		
CAPACIDAD DE ENVASADO	Tetra Pack 1 Litro		
TIPO DE SELLADO	Hermético Transversal		
CONTROL	Digital de sellado y llenado		
SEGURIDAD	Sensores de seguridad y paradas de emergencia		
II. REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
N	HORA	RESPONSABLE	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO REALIZADAS
1			
2			
3			
4			
Tipo de actividades de mantenimiento realizadas			
a.	Lubricación de componentes		
b.	Verificación de niveles de fluidos necesarios para el funcionamiento de maquinaria (agua, aceite,		
c.	Calibración de equipos		
d.	Ajuste de conexiones		
e.	Pruebas de detección de fugas		
f.	Revisión de conexiones eléctricas		
REGISTRO Y VALIDACIÓN:			
_____ Operario de Maquinaria		_____ Ingeniero de Mantenimiento	



Anexo 6: Registro de anomalías en equipos y maquinarias

FORMATO DE REGISTRO DE ANOMALÍAS EN MAQUINARIA Y EQUIPOS							FECHA: dd/mm/aa	
I. REGISTRO DE ANOMALÍAS								
N°	Equipo	Tipo de anomalía						Descripción de la anomalía
		a	b	c	d	e	f	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Tipo de anomalía								
<p>a. Defectos menores como desgastes o corrosión.</p> <p>b. Relacionadas a las condiciones básicas del equipo.</p> <p>c. Respecto a la calidad.</p> <p>d. Seguridad del equipo.</p> <p>e. Defectos graves como fisuras o fugas.</p> <p>f. Cambio de partes o repuestos</p>								
REGISTRO Y VALIDACIÓN:								
_____				_____				
Operario de Maquinaria				Ingeniero de Mantenimiento				




6% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography

Top Sources

- 6%  Internet sources
- 2%  Publications
- 1%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.