

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“MEJORA DEL PROCESO DE ENVASADO DE LA LÍNEA DE  
YOGURT CEREAL MIX EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE ATE”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**RENZO ANDRES TAKAMOTO TANABE**

**LIMA - PERÚ**

**2022**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual de la UNALM)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**MEJORA DEL PROCESO DE ENVASADO DE LA LÍNEA DE  
YOGURT CEREAL MIX EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE ATE**

Presentado por:

**RENZO ANDRES TAKAMOTO TANABE**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

---

Luis Fernando Vargas Delgado, PhD.

**PRESIDENTE**

---

Dr. Eduardo R. Morales Soriano

**MIEMBRO**

---

Julio M. Vidaurre Ruiz, PhD.

**MIEMBRO**

---

Dr. Edwin O. Baldeón Chamorro

**ASESOR**

Lima – Perú

2022

## **DEDICATORIA**

A mi familia y esposa, por su apoyo incondicional y motivación constante para poder lograr el cumplimiento de mis metas.

Al equipo de mejora de la planta industrial de ate, por su dedicación, profesionalismo y compromiso con la mejora continua de los procesos productivos.

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

## ABSTRACT

<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1.	Definición de Proceso .....	4
2.1.1.	Tipos de procesos .....	4
2.2.	Gestión de Procesos, Pensamiento Esbelto ( <i>lean thinking</i> ) y mejora continua .....	4
2.2.1.	Gestión por procesos.....	4
2.2.2.	Pensamiento esbelto ( <i>lean thinking</i> ) .....	5
2.2.3.	Mejora continua de los procesos.....	5
2.3.	Metodología Ciclo de Deming (PHVA) .....	6
2.4.	Herramientas de la Calidad.....	7
2.4.1.	Gráficas de barras .....	8
2.4.2.	Diagrama causa-efecto.....	8
2.4.3.	Diagrama de Pareto.....	8
2.4.4.	Hoja de Verificación.....	8
2.4.5.	Histograma.....	9
2.4.6.	Cartas de control .....	9
2.4.7.	Capacidad del proceso .....	10
2.5.	Indicadores Clave de Producción .....	12
2.5.1.	Concepto de pérdida .....	12
2.5.1.	Efectividad Global de Equipos (OEE).....	12
2.6.	Herramientas de Mejora Continua.....	15
2.6.1.	Diagrama SIPOC .....	15
2.6.2.	Mantenimiento productivo total ( <i>TPM</i> ).....	16
<b>III</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>17</b>
3.1.	Lugar de ejecución.....	17

3.2.	Materia prima.....	17
3.3.	Materiales y Equipos .....	17
3.3.1.	Documentación .....	17
3.3.2.	Materiales y Equipos .....	18
3.3.3.	Herramientas de calidad .....	18
3.4.	Metodología de la investigación .....	18
3.4.1.	Planear .....	19
3.4.2.	Hacer.....	31
3.4.3.	Verificar.....	31
3.4.4.	Actuar .....	32
3.5.	Análisis Estadístico.....	32
3.5.1.	Prueba de Normalidad de datos Anderson Darling .....	32
3.5.2.	Prueba para comparar varianzas de dos poblaciones.....	33
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1.	Planear .....	34
4.1.1.	Paso 1: Identificación, definición y selección del problema .....	34
4.1.2.	Paso 2: Compresión y descripción del problema.....	34
4.1.3.	Paso 3: Analizar las causas raíz .....	39
4.1.4.	Paso 4: Establecer la meta y el plan de mejora.....	48
4.1.5.	Paso 5: Elaborar el cronograma para el desarrollo y despliegue de la mejora ....	49
4.2.	Hacer.....	52
4.2.1.	Paso 6: Implementar el plan de mejora.....	52
4.3.	Verificar.....	58
4.3.1.	Paso 7: Verificación de los resultados .....	58
4.4.	Actuar .....	64
4.4.1.	Paso 8: Estandarizar las soluciones .....	64
4.4.2.	Paso 9: Documentar .....	65

4.5.	Aplicación de las competencias profesionales .....	66
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>71</b>
<b>VII</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>73</b>
<b>VIII</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de procesos centrados.....	11
Tabla 2: Las seis grandes pérdidas en los equipos. ....	13
Tabla 3: Clasificación de Efectividad Global de Equipos (OEE) .....	15
Tabla 4: Etapas y pasos secuenciados del desarrollo del trabajo de académico.....	19
Tabla 5: Tiempos de producción de yogurt vaso x100 g.....	23
Tabla 6: Problemas y oportunidades de mejora del proceso de envasado de yogurt mix x100 g .....	25
Tabla 7: Equipo de Mejora de la Planta Lácteos .....	26
Tabla 8: Criterios de Frecuencia e Impacto para el análisis de criticidad de las causas raíces.....	30
Tabla 9: Límites de especificación inferior (LEI) y superior (LES) de pesos brutos de yogurt mix vaso x100 g .....	36
Tabla 10: Problemas principales a resolver.....	39
Tabla 11: Análisis de criticidad de las causas raíces involucradas en el Diagrama de causa-raíz del problema 1.....	43
Tabla 12: Análisis de criticidad de las causas raíces involucradas en el Diagrama de causa-raíz del problema 2.....	47
Tabla 13: Causas raíces y alternativas de solución para el problema 1.....	48
Tabla 14: Causas raíces y alternativas de solución para el problema 2.....	49
Tabla 15: Cronograma de actividades de la mejora de proceso de envasado.....	51
Tabla 16: Contenido del programa de capacitación a implementar. ....	56
Tabla 17: Resultados obtenidos.....	58
Tabla 18: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral.....	67
Tabla 19: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados a la mejora del proceso de envasado de la línea de yogurt cereal mix.....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estrategias de mejora continua de los procesos .....	6
Figura 2: Ciclo de PHVA: Planear, Hacer, Verificar, Actuar .....	7
Figura 3: Características del TPM .....	17
Figura 4: Diagrama SIPOC del proceso. ....	20
Figura 5: Diagrama de Flujo del pro-ceso de envasado de yogurt .....	1
Figura 6: Distribución de tiempos en la planta para la aplicación del OEE .....	29
Figura 7: Producción Mensual ejecutada vs Programada (esperada) en la línea de yogurt mix (kg) y Porcentaje de cumplimiento del programa de producción (%) .....	34
Figura 8: Porcentaje de merma en la línea de yogurt mix x100 g (%) .....	35
Figura 9: Prueba de Normalidad de Datos (Antes de la mejora).....	36
Figura 10: Informe Capability Six Pack para el proceso de pesos brutos de yogurt mix x100 g antes de la mejora. ....	38
Figura 11: Distribución de tiempo en la línea de yogurt cereal mix. ....	40
Figura 12: Cálculo de efectividad global de equipos (OEE) antes de la mejora. ....	41
Figura 13: Diagrama de causa-raíz de problema 1: Se tiene un 4.18 por ciento de perdida de disponibilidad de máquina por ruptura de vasos x100 g en faja de salida de producto. ....	42
Figura 14: Diagrama de causa-raíz de problema 2: Se tiene un porcentaje de merma superior al 3 por ciento en al proceso de envasado de yogurt mix x100 g.....	44
Figura 15: Diagrama de Gantt de implementación de la mejora del proceso de envasado. ....	50
Figura 16: Sistema de expulsión de aire del vaso antes del dosificado de yogurt.....	52
Figura 17: Sistema de pistón neumático en contraposición al movimiento del brazo de expulsión de vasos hacia faja transportadora de salida. ....	54
Figura 18: Esquema de componentes del sistema de diafragma para mejora del dosificado de yogurt en vaso. ....	57
Figura 19: Sistema de diafragma para mejora del dosificado de yogurt en vaso. ....	57
Figura 20: Cálculo de efectividad global de equipos (OEE) después de la mejora – noviembre 2016. ....	59
Figura 21: Informe Capability Six Pack del proceso para pesos brutos de yogurt mix x100g después de la mejora.....	60

Figura 22: Comparación de gráficas de probabilidad de pesos brutos 1(antes) vs pesos brutos 2 (después).....	61
Figura 23: Comparación análisis de capacidad de pesos brutos 1(antes) versus pesos brutos 2 (después).....	61
Figura 24: Gráficos de cajas de comparación de las desviaciones estándar de muestras de pesos brutos 1(antes) versus pesos brutos 2 (después).....	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: ETAPAS Y PASOS DEL CICLO PDCA .....	75
ANEXO 2: MAPA DE PROCESOS DE LA EMPRESA EN ESTUDIO .....	76
ANEXO 3: REGISTRO DE ENVASADO -BISIGNANO (FT-LACT-YOG-03) .....	77
ANEXO 4: REGISTRO DE PESOS DE PRODUCTO ENVASADO .....	78
ANEXO 5: INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	79
ANEXO 6: <i>CHECKLIST</i> DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO .....	80
ANEXO 7: <i>CHECKLIST</i> DE ARRANQUE DE LÍNEA .....	81
ANEXO 8: MAPA DE MEJORA KAIZEN .....	82

## **RESUMEN**

El trabajo de suficiencia profesional se desarrolla partiendo del estado basal de una empresa de manufactura de productos lácteos. El estudio se centra específicamente en la mejora del proceso de envasado de yogurt cereal mix en la presentación de vaso de 100 gramos, para lo cual se aplicaron metodologías de mejora continua basadas en el ciclo de *Deming* y *Lean Manufacturing*; así como herramientas administrativas y técnicas estadísticas de calidad para la priorización, selección, análisis de los procesos, la puesta en marcha de los planes de mejora, la verificación de los resultados obtenidos y la estandarización final del proceso, que asegurará la sostenibilidad de la mejora implementada a lo largo del tiempo. La mejora del proceso de envasado buscó fundamentalmente asegurar el cumplimiento del programa de producción alineado al programa de ventas, al incrementar el indicador de efectividad global de equipos (OEE). Esto se consiguió reduciendo las paradas no programadas en la línea de envasado, asociadas a las fallas de máquina; y reduciendo el porcentaje de merma de producto por sobrellenado de yogurt. Como complemento de este objetivo, se buscó capacitar al personal maquinista en controles del proceso, implementar modificaciones a la línea de envasado, implementar listas de verificación de arranque de línea e implementar el mantenimiento autónomo de la línea de envasado. Al finalizar la implementación del proceso de mejora de la línea de envasado de yogurt, se obtuvo como resultado un incremento de producción promedio de 17000 kg mensuales de producto terminado, y una reducción de merma de 3370 kg mensuales por sobrellenado de vasos de 100 g, obteniendo como resultado final la mejora del porcentaje de cumplimiento del programa anual de producción del año 2016 y ahorros anuales que ponderaron los S/69000, con un periodo de retorno de inversión de 30 días.

Palabras clave: envasado, mejora continua, ciclo de Deming, OEE, mantenimiento autónomo, causa raíz.

## **ABSTRACT**

The professional support work is developed starting from the basal state of a dairy product manufacturing company. The study focuses specifically on the improvement of the yogurt cereal mix packaging process in the 100-grams cup presentation, for which continuous improvement methodologies based on the Deming cycle and lean manufacturing were applied; as well as administrative tools and quality statistical techniques for the prioritization, selection, analysis of the processes, the implementation of the improvement plans, the verification of the results obtained and the final standardization of the process, which will ensure the sustainability of the improvement implemented over time. The improvement of the packaging process fundamentally sought to ensure compliance with the production program aligned with the sales program, by increasing the overall equipment effectiveness indicator (OEE). This was achieved by reducing unscheduled stops on the packaging line, associated with machine failures; and reducing the percentage of product loss due to overfilling of yogurt. As a complement to this objective, it was sought to train machinist personnel in process controls, implement modifications to the packaging line, implement line start-up checklists and implement autonomous maintenance of the packaging line. At the end of the implementation of the improvement process of the yogurt packaging line, the result was an average production increase of 17,000 kg per month of finished product, and a reduction in waste of 3,370 kg per month due to overfilling of 100-gram cups. As a final result, there was an improvement in the percentage of compliance with the annual production program for 2016 and annual savings that weighted 69,000 soles with a return-on-investment period of 30 days.

**Keywords:** packaging, continuous improvement, Deming cycle, OEE, autonomous maintenance, root cause.

## I INTRODUCCIÓN

Debido a la alta demanda de la línea de yogurt cereal mix, alineada con una efectiva campaña de marketing en el 2016, existió una fuerte presión de la dirección en mejorar la eficiencia en la parte productiva. Ello, con el fin de satisfacer la demanda de los consumidores, asegurar el cumplimiento del programa mensual de ventas, optimizar la capacidad de la línea productiva, evitar rupturas de *stock* por falta de producto terminado, disminuir tiempos de paradas no programadas de máquina, disminuir el porcentaje de merma de producto terminado y disminuir el sobrecosto por horas extra del personal operario. Según D'Alessio (2012), mantener el mercado abastecido con un producto de costo competitivo y haciendo uso óptimo de los principales recursos productivos de la organización, indiscutiblemente, conllevará a grandes beneficios económicos para la organización.

En este escenario, el trabajo de suficiencia profesional se enfocó en la mejora de proceso de la línea de elaboración de yogurt, específicamente en el envasado de yogurt y cereal mix en el formato de 100 g, el cual realizaba producciones de 12 toneladas diarias con rendimientos promedio del 97 por ciento y 97.5 por ciento por lote de yogurt envasado y lote de sobrecopas de cereales, respectivamente; así como un indicador de proceso “*overall equipment effectiveness*” (OEE) de 69 por ciento (Poblano y Mendoza, 2016).

La información y los datos obtenidos, corresponden al periodo de octubre-2015 a febrero - 2016; en donde se trabajó en conjunto con el equipo de mantenimiento, calidad y producción para poder encontrar la mejora del escenario planteado. El trabajo analizó los resultados de las operaciones productivas de yogurt cereal mix de este lapso, con la finalidad de establecer una propuesta para mejorar el proceso de envasado de yogurt cereal mix y de esta manera elevar la eficiencia de la línea de producción. Para este fin se identificó y estudió el estado basal de la línea, y posteriormente se evaluaron e implementaron las opciones de mejora propuestas.

Por lo tanto, el trabajo de suficiencia profesional tuvo como principal objetivo mejorar el proceso de envasado de yogurt cereal mix para elevar la efectividad global de la línea de producción y poder cumplir con el programa proyectado de ventas de la compañía. Asimismo, los objetivos específicos fueron: capacitar al personal maquinista en controles de proceso, implementar modificaciones a la línea de envasado, implementar listas de verificación de arranque de línea e implementar el mantenimiento autónomo de la línea de envasado.

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Definición de Proceso

La norma ISO 9000:2015 define proceso como un “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto”. Es decir, un proceso es la interacción de actividades ordenadas de una forma establecida para la transformación de uno o varios elementos de entrada en uno o varios resultados previstos, conjuntamente con la utilización de determinados recursos. Estos elementos pueden ser suministrados por uno o varios proveedores y ser entregados a varios clientes, según el requerimiento (ISO TC 176, 2015).

Los procesos deben ser definibles, deben ser documentados para identificar los insumos y recursos que se requieren para generar el producto o servicio esperado. Deben ser repetibles, la frecuencia de reiteración depende de su mayor o menor demanda por parte de los beneficiarios del proceso. Por último, deben ser predecibles, de modo que luego de alcanzar un nivel de estabilidad y se siguen la serie de actividades, se alcanzarán los resultados esperados (Galiano *et al.*, 2004).

#### 2.1.1. Tipos de procesos

##### a. Procesos estratégicos

Son los procesos de gestión, control y definición de los objetivos, políticas, normas y estrategias de la organización. Son procesos vinculados al ámbito de la dirección y principalmente a largo plazo. Algunos ejemplos son los procesos de planificación y revisión de la dirección, marketing y gestión de la calidad; los cuales dan las directrices y límites a los procesos de la organización.

## **b. Procesos operativos**

Son los procesos claves de toda organización, donde se realizan las actividades ligadas directamente a la generación del producto o servicio que se entregará al cliente. Son procesos que aportan gran valor y normalmente ocupan el bloque central en el mapeo de procesos.

## **c. Procesos de soporte**

Son los procesos de apoyo o soporte a los procesos operativos, los cuales dotan de los recursos necesarios y mediciones realizadas, para el correcto desempeño de los procesos claves.

## **2.2. Gestión de Procesos, Pensamiento Esbelto (*lean thinking*) y mejora continua**

### **2.2.1. Gestión por procesos**

La gestión por procesos (*Business Process Management*) es una forma de administrar las actividades empresariales, mediante la cual estas se agrupan por procesos en base a las necesidades del cliente. Los procesos se gestionan de forma estructurada y sistémica, de tal forma que la mejora de cada proceso ayuda a elevar los niveles de satisfacción de los clientes.

De este modo, las distintas unidades de la organización participan como proveedores y clientes de los distintos procesos y se supera la imagen departamental que ofrecen los organigramas (Galiano *et al.*, 2004).

Los procesos generan valor y desperdicio; sin embargo, una gestión efectiva permitirá controlar, reducir y en algunos casos eliminar todo tipo de desperdicio de recursos: materiales, máquinas, mano de obra, entre otros (Bonilla *et al.*, 2012).

### **2.2.2. Pensamiento esbelto (*lean thinking*)**

*Lean thinking* es una filosofía de trabajo basada en las personas, que define la mejora y optimización de un sistema de procesos. *Lean Manufacturing* es el enfoque de este pensamiento en el área de manufactura y sistemas de producción. Esta filosofía está dirigida a identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios” en los procesos para poder obtener una mayor eficiencia en los mismos. Los desperdicios son aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, por encima del valor estándar establecido para alcanzar el objetivo deseado (Hernandez & Vizán, 2013).

Las organizaciones fijan objetivos o metas para todos sus procesos; la diferencia entre el estado basal o real y el estado ideal de un proceso se constituye en un “problema” o “oportunidad de mejora” (Bonilla *et al.*, 2012).

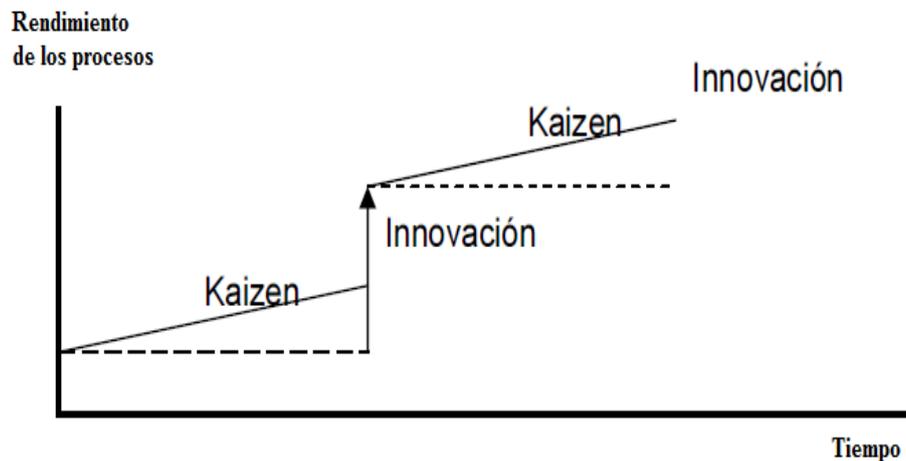
### **2.2.3. Mejora continua de los procesos**

La mejora continua de los procesos es una estrategia de gestión empresarial que desarrolla mecanismos sistemáticos para mejorar el desempeño de los procesos, y como resultado, eleva el nivel de satisfacción de los clientes internos o externos y de otras partes interesadas (*stakeholders*) (Bonilla *et al.*, 2012).

Fundamentándose en la mejora continua, se pueden distinguir dos estrategias para generar un cambio en las organizaciones. La primera de ellas es *Kaizen*, en donde se consiguen incrementos de *performance* logrados con la participación de todo el personal, con orientación al proceso y con motivación por el reto de superación constante. Para su puesta en marcha e implementación se emplea el ciclo de Deming PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) y las herramientas básicas de la calidad (Galiano *et al.*, 2004).

La segunda estrategia se apoya en la innovación o cambio radical, también llamado *Kairyō*. La innovación implica una mejora drástica en el *status quo* y en el desempeño de las organizaciones y requiere una inversión más elevada en nuevas tecnologías y equipos (Bonilla *et al.*, 2012).

La Figura 1 esquematiza las estrategias de la mejora continua de los procesos.

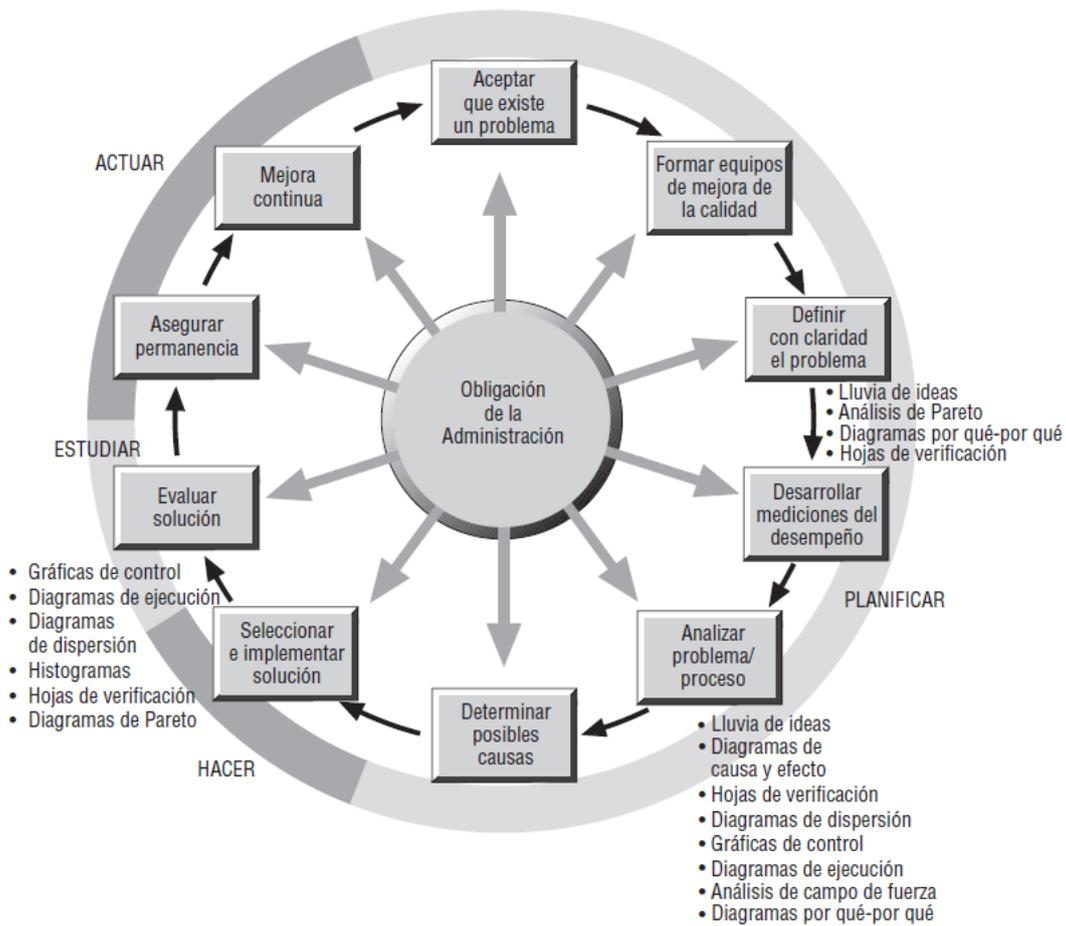


**Figura 1:** Estrategias de mejora continua de los procesos

FUENTE: Bonilla *et al.* (2012)

### 2.3. Metodología Ciclo de Deming (PHVA)

La utilización continua del PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), brinda una solución que permite mantener la competitividad de productos y servicios, mejorar la calidad, reducir los costos, mejorar la productividad, reducir los precios, aumentar la participación de mercado, supervivencia de la empresa, proveer nuevos puestos de trabajo y aumentar la rentabilidad de la empresa (Suárez & Ramis, 2008). En la Figura 2 se muestra el ciclo de Deming.



**Figura 2:** Ciclo de PHVA: Planear, Hacer, Verificar, Actuar

FUENTE: Summers (2006)

La metodología del Ciclo de Deming PHVA está conformada por cuatro etapas: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. El detalle de las etapas y los pasos del ciclo de Deming se observa en el Anexo 1.

## 2.4. Herramientas de la Calidad

Las herramientas de la calidad pueden ser las gráficas, diagramas de causa-efecto, diagramas de Pareto, Hojas de verificación, histogramas, y cartas de control (Summers, 2006).

### **2.4.1. Gráficas de barras**

Este tipo de gráfica utiliza barras paralelas de ancho idéntico para comparar el comportamiento de un determinado hecho de forma cuantitativa. El eje horizontal representa los valores de la variable a analizar, mientras que el eje vertical representa la frecuencia de cada clase a una escala conveniente que depende de cada puntuación (Bonilla *et al.*, 2012).

### **2.4.2. Diagrama causa-efecto**

El diagrama causa- efecto es una descripción de las causas de un determinado problema, que se representa en la forma de una espina de pescado y tiene como función facilitar el análisis y discusión de los miembros del equipo de mejora, desde la solución hasta la causa de los problemas. Las principales causas de los problemas en las empresas se agrupan generalmente en seis aspectos: Medio Ambiente, Medición, Maquinaria, Mano de Obra, Materiales y Métodos de trabajo. Este diagrama usa la información recopilada mediante una previa sesión de “lluvia de ideas” (Bonilla *et al.*, 2012).

### **2.4.3. Diagrama de Pareto**

Se utiliza para determinar y clasificar el impacto o el efecto que tienen determinados elementos sobre un aspecto. Fue introducido por el economista Wilfredo Pareto para explicar el principio de los “pocos vitales” y los “muchos triviales”, que enuncia que el 80 por ciento de los problemas están producidos por un 20 por ciento de las causas. Por lo tanto, en una mejora de proceso, es preferible que el equipo dirija sus esfuerzos en localizar y eliminar las pocas causas que producen la mayor parte de los problemas (Summers, 2006).

### **2.4.4. Hoja de Verificación**

Es una herramienta para registrar datos y en esencia se trata de una lista de categorías. Se emplea cada vez que un equipo inicia un esfuerzo de resolución de problemas. Se puede utilizar durante las fases de definición, medición y análisis para poder mejorar el proceso.

#### **2.4.5. Histograma**

Es un resumen gráfico de distribución de frecuencia de datos. Cuando se toman mediciones de un proceso, está se puede representar mediante un histograma. Los histogramas reflejan la variación dentro de un conjunto de datos tomados de un proceso. Dentro del histograma, los datos se agrupan en clases y cada intervalo muestra el número total de observaciones hechas en cada clase. Es una herramienta básica para medir la capacidad de un proceso (Summers, 2006).

#### **2.4.6. Cartas de control**

Una gráfica de control tiene una línea central que muestra el promedio de los datos producidos en función del tiempo. Tiene límites superiores e inferiores que se basan en cálculo estadísticos y se utiliza para determinar el centrado y la variación de los procesos y para localizar patrones o tendencia poco comunes dentro de los datos (Summers, 2006).

Se utilizan para el control de los procesos, a partir de controlar una característica de calidad, que puede ser una variable o un atributo. Son una herramienta para mejorar la productividad, detectar defectos y proporcionan información para el análisis de un proceso y para la mejora de su rendimiento (Véliz, 2011).

Una carta de control consta de tres líneas paralelas, separadas en igual distancia:

- La línea central (LC), representa la media del proceso en estado de control.
- La línea superior de control (LSC), por encima de la línea central.
- La línea inferior de control (LIC), por debajo de la línea central.

### 2.4.7. Capacidad del proceso

Las cartas del control pueden encontrar las causas asignables de la variabilidad del proceso, sin embargo, no permiten conocer si el proceso satisface las exigencias y requerimientos del cliente. Un análisis de capacidad del proceso compara la variabilidad de un proceso estable o bajo control con las especificaciones de los requerimientos del consumidor (Véliz, 2011).

Un proceso es **capaz** si produce unidades cuya característica de calidad se encuentra dentro del intervalo de tolerancia o especificación. Es decir, cuando esté centrado y la longitud del intervalo de especificación es mayor que la longitud del intervalo de control, [LSC, LIC] (Véliz, 2011). Cuando se reduce la variabilidad de un proceso, se incrementa la viabilidad de predecir su desempeño a futuro (Summers, 2006).

El índice de capacidad de un proceso es el porcentaje de productos que satisfacen las especificaciones. Un mayor porcentaje equivale a una mayor capacidad del proceso. Otro índice de capacidad es el  $C_p$ , que es la proporción de tolerancia [LES, LEI] y  $6\sigma$ :

$$C_p = \frac{LES-LEI}{6\sigma} \quad (1)$$

Donde,

$C_p$  = índice de capacidad.

LES – LEI = límite de especificación superior – límite de especificación inferior, o tolerancia.

$\sigma$  = desviación estándar=medida de dispersión de datos del proceso igual a la raíz cuadrada de datos con respecto de su media.

De acuerdo a Véliz (2011), se consideran cinco categorías para los procesos centrados, los cuales se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Clasificación de procesos centrados

Valores de $C_p$	Categoría del proceso	
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Calidad excelente.
$1.33 \leq C_p < 2$	1	Calidad adecuada.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado. Requiere de control estadístico.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado. Debe ser modificado.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado. Requiere de modificaciones.

FUENTE: Véliz (2011)

Asimismo, el centrado del proceso se define con el índice de funcionamiento **Cpk**, el cual refleja cómo se desempeña el proceso en términos de un valor nominal, central u objetivo. El Cpk se calcula con la siguiente fórmula (Summers, 2006):

$$Cpk = \frac{Z(\min)}{3} \quad (2)$$

Donde Z(min) es el menor valor de Z(LES) o Z(LEI),

$$Z(LES) = \frac{LES - \mu}{\sigma} \quad \text{o} \quad Z(LEI) = \frac{\mu - LEI}{\sigma} \quad (3)$$

LES = Límite de especificación superior

LEI = Límite de especificación inferior

$\mu$  = media de los datos tomados del proceso

$\sigma$  = desviación estándar=medida de dispersión de datos del proceso igual a la raíz cuadrada de datos con respecto de su media.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N} \quad (4)$$

N = número de datos de la población.

## 2.5. Indicadores Clave de Producción

### 2.5.1. Concepto de pérdida

Según Seiichi Nakajima (1988), creador del mantenimiento productivo total o TPM (por sus siglas en inglés), los sistemas productivos mejoran su eficiencia y se optimizan mediante la eliminación de pérdidas. Desde un punto de vista de desempeño, una pérdida es la diferencia entre la condición ideal de un proceso y su estado actual. Desde un punto de vista del proceso, una pérdida es cualquier gasto o actividad que no agregue valor para el producto terminado para el cliente o consumidor (Cuatrecasas & Torrell, 2010).

La eficiencia de los procesos relacionados con equipos se maximiza por medio del esfuerzo realizado en el conjunto de la empresa para eliminar las seis grandes pérdidas citadas en la Tabla 2 (Cuatrecasas & Torrell, 2010).

### 2.5.1. Efectividad Global de Equipos (OEE)

El indicador de Efectividad global de equipos o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), tiene como objetivo medir la efectividad productiva de los equipos y reducir sus pérdidas lo más próximo a cero. Dicho indicador es un método de medición de la eficacia productiva, con un resultado porcentual, que integra datos como la disponibilidad del equipo, el rendimiento de la producción y la tasa de calidad.

**Tabla 2:** Las seis grandes pérdidas en los equipos.

<b>Tipo</b>	<b>Pérdidas</b>	<b>Tipo y Características</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Tiempos muertos y de vacío.</b>	1. Averías	Tiempo de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas de los equipos	Eliminar
	2. Tiempos de preparación y ajustes de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
<b>Pérdidas de velocidad del proceso</b>	3. Funcionamiento a velocidad reducida	Diferencia entre la velocidad actual y la del diseño del equipo según su capacidad. Se puede contemplar además otras mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño.
	4. Tiempo en vacío y paradas cortas	Intervalos de tiempos en que el equipo está en espera poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios.	Eliminar
<b>Productos o procesos defectuosos</b>	5. Defectos de calidad y repetición de trabajos	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos.	Eliminar productos y procesos fuera tolerancias
	6. Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas.	Eliminar o minimizar según exigencias técnicas.

FUENTE: Cuatrecasas & Torrell (2010)

El OEE es el producto de estos tres índices y su obtención se observa en la siguiente fórmula (Hernandez & Vizán, 2013).

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad \quad (5)$$

El **Coefficiente de disponibilidad (D)**, es la fracción de tiempo que el equipo está operando realmente reflejando las pérdidas por averías y paradas de máquina, con respecto al tiempo en el que planificó su operación. Para su cálculo se parte del tiempo disponible,

que es el tiempo total de operación, menos el tiempo muerto, que donde se consideran las paradas programadas de máquina (reuniones, cambios de formato o limpiezas programadas). El tiempo operativo es el tiempo de carga, menos el tiempo en el que la máquina se encuentra parada debido a averías y fallas de máquina, pérdidas operaciones, ajustes y otras paradas no programadas.

$$\text{Disponibilidad (D)} = \text{TO/TPO} \quad (6)$$

donde,

TPO = Tiempo planificado de operación = Tiempo total de trabajo – tiempo de paradas planificadas

TO = Tiempo de operación neto = TPO – Paradas no programadas y/o averías.

El **Coefficiente de Rendimiento (R)** de la producción, es el total de producto fabricado durante el tiempo de planificado de producción. Existen dos tipos de paradas en donde el rendimiento se ve afectado: las pérdidas de la velocidad por paradas inesperadas y la reducción de velocidad.

$$\text{Rendimiento} = \text{Número total de unidades/PPP} \quad (7)$$

donde,

PPP= Cantidad de unidades que se podrían haber producido = Tiempo de operación ideal \* capacidad nominal del equipo

El **Coefficiente de Calidad (Q)**, es la fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad, reflejando la parte del tiempo que se empleó en la producción de unidades defectuosas, con errores o merma.

$$\text{Calidad (Q)} = \frac{\text{Número de unidades conformes}}{\text{Número de unidades totales producidas}} \quad (8)$$

Tanto la disponibilidad, el rendimiento y la calidad son valores entre 0 y 1, por lo tanto, el OEE también se encontrará dentro del mismo rango, y se expresa como porcentaje. El indicador OEE refleja un calificativo de competitividad para la maquinaria, lo cual permite clasificar una o más líneas de producción o toda la planta, con respecto a las

mejores de su clase. En general, el OEE se puede clasificar en 5 rangos. En la Tabla 3 se presenta la clasificación OEE (Díaz *et al.*, 2020).

El cálculo del OEE es el único indicador en donde se evalúan todos los parámetros fundamentales de la producción industrial y constituye en una de las claves para la medición de la mejora de procesos que involucran maquinaria y equipos (Hernández & Vizán, 2013).

**Tabla 3:** Clasificación de Efectividad Global de Equipos (OEE)

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65 %	Inaceptable.	Pérdidas económicas. Baja calidad.
65 % < OEE < 75 %	Regular.	Pérdidas económicas. Aceptable solo si está en proceso de mejoras.
75 % < OEE < 85 %	Aceptable.	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85 % < OEE < 95 %	Buena.	Buena competitividad.
OEE = 100 %	Excelente.	Competitividad excelente.

FUENTE: Poblano & Mendoza (2016)

## 2.6. Herramientas de Mejora Continua

Existe una amplia variedad de técnicas y herramientas de apoyo que facilitan la implementación de una mejora de proceso (Hernandez & Vizán, 2013).

### 2.6.1. Diagrama SIPOC

El diagrama de SIPOC es una herramienta complementaria del mapa de procesos que permite tener una visión general de los procesos de la compañía. Permite la identificación

de la interacción entre procesos; mediante la visualización de el resultado de un proceso (Rivera & Marin, 2015). Sus siglas provienen de las siguientes palabras en inglés:

**Suppliers: Proveedores:** Cualquier persona o departamento interno o externo que provea de un insumo o recurso.

**Inputs: Insumos:** Se refiere a todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera un insumo a las materias primas, los recursos, la información, la maquinaria, entre otros.

**Process: Proceso:** Se refiere a el conjunto de actividades o tareas, que llevan un orden secuencial y se desarrollan con el fin de obtener un producto.

**Customers: Clientes:** Cualquier persona o departamento interno o externo que necesita el producto obtenido tras la ejecución del proceso.

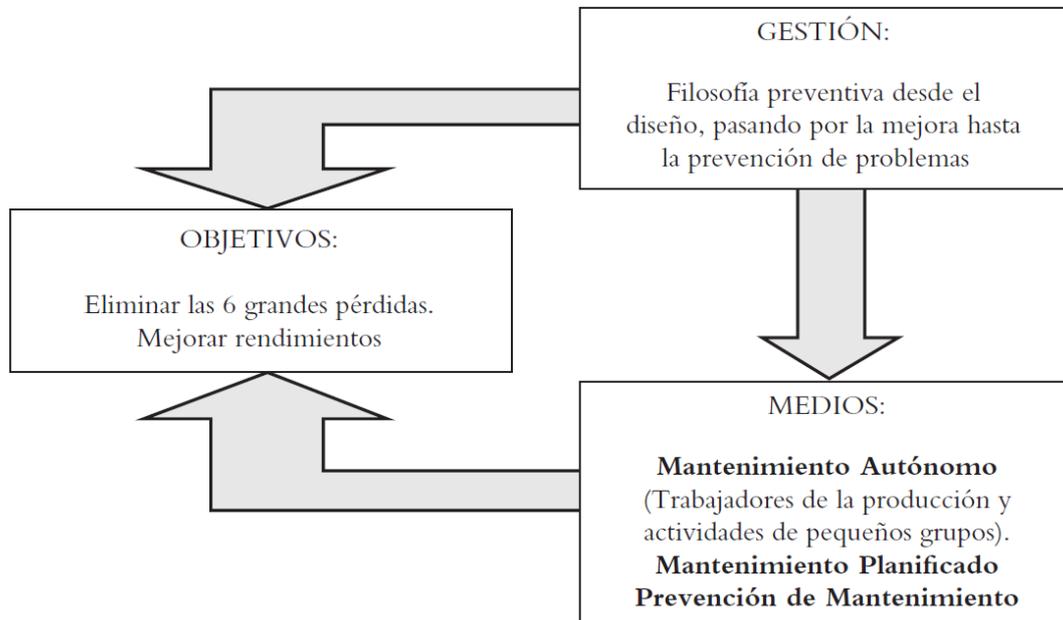
### **2.6.2. Mantenimiento productivo total (TPM)**

El TPM o mantenimiento productivo total supone un concepto de gestión de mantenimiento, que motiva a que este sea llevado por todos los empleados y todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos (Cuatrecasas & Torrell, 2010). El TPM incluye los siguientes cinco objetivos:

- Participación del personal, desde la alta dirección hasta los operadores de planta. Incluir e involucrar a cada uno para poder alcanzar los objetivos con éxito.
- Creación de una cultura corporativa que se oriente a obtener la máxima eficiencia en el sistema de producción y gestión de equipos.
- Implementación de un sistema de gestión de plantas productivas que facilite la gestión de las seis grandes pérdidas antes que se produzcan.
- Implementación de mantenimiento preventivo para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyándose en el soporte de un mantenimiento autónomo.

- Aplicación de los sistemas de gestión a todos los aspectos de la producción.

La Figura 3 esquematiza los objetivos, medios y gestión del TPM:



**Figura 3:** Características del TPM

FUENTE: Cuatrecasas & Torrell, (2010)

#### a. **Mantenimiento autónomo**

Una característica básica del TPM es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el Mantenimiento Autónomo, también conocido como mantenimiento de primer nivel, o automantenimiento en algunos ámbitos.

Algunas de las tareas básicas que podríamos considerar para la implantación del Mantenimiento Autónomo serán: limpieza, inspección, lubricación y aprietes. Estos requisitos sencillos tienen el objetivo de eliminar o reducir las seis grandes pérdidas y mejorar la productividad de todo proceso (Cuatrecasas & Torrell, 2010).

## **III METODOLOGÍA**

### **3.1. Lugar de ejecución**

El trabajo de suficiencia profesional se realizó durante los meses de febrero y noviembre del año 2016 en la planta de derivados lácteos ubicada en el distrito de Ate-Lima. La mejora del proceso en estudio se ejecutó dentro de la línea de envasado de yogurt Bisignano 2, específicamente en la presentación de 100 g con sobrecopa de cereal.

### **3.2. Materia prima**

Para la elaboración del trabajo se empleó el yogurt bebible que ingresa al tanque de envasado, para posteriormente ser envasado en vasos de polietileno con contenido neto de 100 g.

### **3.3. Materiales y Equipos**

#### **3.3.1. Documentación**

- Registros de envasado - Bisignano (FT-LACT-YOG-03).
- Ficha de registro de paradas de máquina del área de producción.
- Ficha de registro de pesos de producto envasado.
- Manual HACCP y diagramas de flujo de la empresa.
- Manual de Calidad de la empresa.

### **3.3.2. Materiales y Equipos**

- Laptop Acer® Aspire 5, con software Minitab19® y Microsoft Office 2019.
- Smartphone Motorola G4 con cámara integrada de fotos de 16MP.
- Disco extraíble Kingston® - 8GB.
- Impresora EPSON® Stylus.
- Envasadora Rotativa Bisignano®.

### **3.3.3. Herramientas de calidad**

- Diagrama de Flujo.
- Gráficas de Barra.
- Diagrama causa-efecto.
- Diagrama de Pareto.
- Hoja de verificación (checklist).
- Diagramas de dispersión.
- Histogramas.
- Capacidad de proceso.

### **3.4. Metodología de la investigación**

La metodología empleada para resolver la problemática expuesta en el presente plan de trabajo de mejora del proceso, se fundamentó en las etapas genéricas del proceso de mejora continua, que a su vez se basa en el Ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) creado por Shewart y dado a conocer por Deming a la alta dirección japonesa en la década de 1950 (Summers, 2006).

Basándose dicho ciclo de cuatro etapas, se propuso disgregar las actividades involucradas en el proceso, y presentarlas en orden secuencial y detallada en la Tabla 4:

**Tabla 4:** Etapas y pasos secuenciados del desarrollo del trabajo de académico.

<b>Etapas</b>	<b>Pasos</b>
Planear.	1. Identificación, definición y selección del problema. 2. Compresión y descripción del fenómeno. 3. Analizar las causas raíz. 4. Establecer la meta y el plan de mejora. 5. Elaborar el cronograma para el desarrollo y despliegue de la mejora.
Hacer.	6. Implementar el plan de mejora.
Verificar.	7. Verificación de los resultados.
Actuar.	8. Estandarizar las soluciones. 9. Documentación.

### **3.4.1. Planear**

#### **a. Paso 1: Identificación, definición y selección del problema**

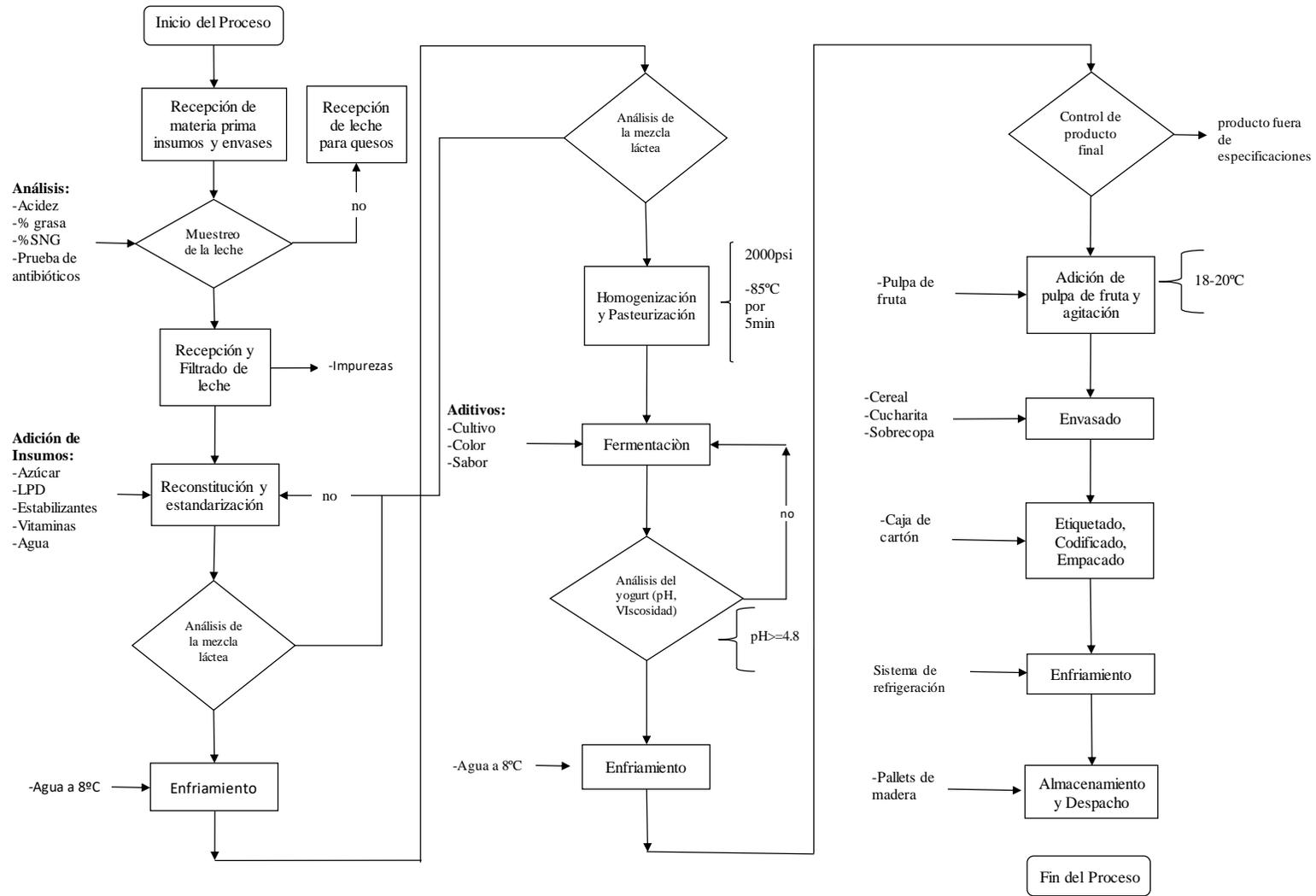
En este punto se buscó detallar el proceso de elaboración yogurt con el fin de evidenciar con mayor facilidad los problemas más frecuentes y las oportunidades de mejora que son de importancia para el cliente.

Para esto, se analizó la cadena de valor de la compañía para obtener un mayor detalle de las actividades involucradas en la elaboración de yogurt. Partiendo del mapa de procesos del Manual de Calidad (ver Anexo 2), se decidió emplear el diagrama *SIPOC* (ver Figura 4), ya que este diagrama permite apreciar al detalle las áreas involucradas en el proceso en estudio. (Rivera & Marin, 2015) En la Figura 4, se observa a grandes rasgos que el cliente interno principal es el centro de distribución y almacén de producto terminado.

S	I	P	O	C
Supplier(s)	Input(s)	Process	Output(s)	Customer(s)
-CENTROS DE ACOPIO LIMA AREQUIPA  -FRUTAROM SA -DAIRY AMERICA INC. -COLUN LTDA. -SOL DE ORO SAC  -CHR-HANSEN -FRUTAROM  -AGRO-VADO EIRL  -CCC FOODS (2 CERRITOS) -SAN MIGUEL INDUSTRIAS PET -PAMOLSA SAC -IDEARTES CO	LECHE  ESTABILIZANTES LECHE EN POLVO SUERO EN POLVO AZÚCAR  CULTIVO LÁCTICO ESENCIAS/COLORANTES  PULPA  CEREAL CUCHARAS VASOS Y SOBRECOPAS TAPAS DE ALUMINIO	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA, INSUMOS Y ENVASES  ↓ FILTRADO ↓ TERMIZADO ↓ ESTANDARIZACIÓN DE SÓLIDOS ↓ HOMOGENIZADO Y PASTEURIZADO ↓ FERMENTACIÓN ↓ ENFRIADO ↓ ADICIÓN DE PULPA DE FRUTA ↓ ENVASADO/ETIQUETADO/CODIFICADO ↓ EMPACADO ↓ ENFRIADO ↓ ALMACENAMIENTO A 9°C Y DESPACHO	CAJAS DE YOGURT VAINILLA C/CHOCOLATE x100g	CENTROS DE DISTRIBUCIÓN  ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO
	<b>PRODUCTO FINAL</b>	PARIHUELAS COMPLETAS DE 77 CAJAS x 22 UNIDADES DE YOGURT MIX x 100g		

**Figura 4:** Diagrama SIPOC del proceso.

Una vez que se estableció el área de trabajo en la que se centró el proyecto, se tomó el diagrama de flujo detallado del macroproceso de elaboración de yogurt cereal mix x100 gramos del plan HACCP y se analizó, con el objetivo de identificar con mayor facilidad la etapa con la mayor oportunidad de mejora (ver Figura 5).



**Figura 5:** Diagrama de Flujo del pro-ceso de envasado de yogurt

Dentro del macroproceso de elaboración de yogurt cereal mix x100 g, la primera etapa es la recepción de materia prima, insumos y envases. Posterior a ello, sigue la etapa de recepción de la leche fresca, proveniente de los distintos centros de acopio en Lima y Arequipa, la cual se enfría hasta 9°C a través y bombas e intercambiadores de calor, hacia los tanques de recepción de leche. Luego viene la etapa de reconstitución de leche, en donde se mezclan los insumos con el fin de formular la mezcla láctea y estandarizar el porcentaje de sólidos y grasa. La mezcla láctea estandarizada se enfría nuevamente a 10°C y se envía a tanques pulmón, para luego homogeneizarse a 2000 psi de presión. En línea con la homogenización, la mezcla se pasteuriza a 85°C por 5 min y se enfría a temperaturas entre 39°C y 44°C como máximo. Este rango de temperaturas es óptimo para el desarrollo del cultivo microbiológico necesario para la fermentación de la mezcla láctea. En la etapa de fermentación se adicionan, además de los cultivos, los aditivos y saborizantes. Luego de agregar el fermento, el tiempo de coagulación tiene aproximadamente 4 h de duración y su control se determina mediante el análisis de pH, el cual debe ser mayor igual a 4.8 al momento del corte. Una vez finalizada la fermentación, el yogurt se enfría hasta 20°C y es enviado a la línea de envasado para ser llenado en vasos de 100 g, los cuales se acoplan con sobrecopas de cereal, para finalmente ser codificados, encajados, paletizados y enviados al almacén de refrigerados, a la espera de su comercialización.

Para fines prácticos, se buscó determinar la etapa cuello de botella del proceso de elaboración de yogurt, puesto que su mejora afectaría el *ratio* de velocidad kg/h del proceso global. El *ratio* de velocidad kg/h se elaboró en base a las capacidades nominales de los subprocesos de elaboración de yogurt. La demanda de producto, en las mismas unidades kg/h, se tomó del programa de producción elaborado por el jefe de planeamiento, en coordinación con el área comercial (ver Tabla 5).

Los tiempos de producción del proceso y la etapa cuello de botella se muestran en la Tabla 5. La tabla en mención muestra que el cuello de botella se halló en la etapa de envasado, por tal motivo, este sería el sub-proceso a mejorar y en el que se enfocarían recursos del proyecto (Bonilla *et al.*, 2012).

**Tabla 5:** Tiempos de producción de yogurt vaso x100 g

Demanda	240,000 kg/mes
Tiempo disponible	26 Días
Tiempo requerido	20 Días
Formulación	30,000 kg/h
Pasteurización	20,000 kg/h
Fermentación	3,000 kg/h
Enfriamiento post fermentación	12,000 kg/h
Envasado ( <b> cuello de botella</b> )	576 kg/h

Se identificó y definió la oportunidad de mejora (problema) dentro del subproceso de envasado de yogurt. Se seleccionaron los problemas principales. Los problemas y oportunidades de mejora del proceso de envasado de yogurt mix x100 gramos se observan en la Tabla 6.

Se presentó el proyecto a la gerencia para su aprobación y se designó al equipo de trabajo involucrado. En la Tabla 7 se observa el equipo de mejora de la planta lácteos.

#### **a.1. Selección del problema principal**

La planta de derivados lácteos de Ate, debía elaborar en promedio 150 toneladas métricas (t) de yogurt al día, de las cuales 12 t debían corresponder a la presentación de yogurt cereal mix de 100 g, para poder asegurar el cumplimiento del programa de ventas. Si bien la línea de envasado de la presentación en mención, tenía programado envasar 12,000 kg de yogurt al día, solo se programaban 60,000 kg a la semana, es decir, 5 días efectivos de producción para poder cumplir con el plan de producción semanal. Esto se realizó para evitar incurrir en las horas extras de los días domingo para el personal de planta, los cuales

generaban fatiga a largo plazo y costaban el doble a la empresa. Aún con esta exigencia, la línea no lograba obtener el porcentaje de cumplimiento del programa de producción esperado del 95 por ciento. Esta diferencia entre lo programado versus lo ejecutado, ponía a la compañía en riesgo de sufrir quiebres de stock, que sin duda serían aprovechados por la fuerza de ventas de empresas de la competencia para disminuir nuestra participación en el mercado. Algunos de los problemas asociados a este incumplimiento fueron: el elevado tiempo de parada de máquina en el proceso de envasado y el indicador OEE de 65 por ciento. (nivel considerado inaceptable).

Por otro lado, se detectó un aumento de porcentajes de merma de yogurt, lo cual elevó los costos operativos del proceso y los principales indicadores de pérdida en equipos (Hernandez y Vizán, 2013). Se presumió que el aumento se debía principalmente al sobrellenado de producto en proceso dentro de los envases primarios (vaso) y al aumento del producto defectuoso, durante la operación continua de envasado en máquina.

Mientras las jefaturas y gerencias se enfocaban en proyectos de adquisición e instalación de nuevas líneas de producción para satisfacer la creciente demanda del producto en mención, se decidió liderar el proceso de mejora de desempeño de la línea en estudio, aplicando las herramientas de calidad y mejora continua.

Para asegurarnos que una oportunidad de mejora podía ser resuelta mediante la metodología establecida, se debió corroborar que el problema podría ser cuantificado a través de alguna variable (Bonilla *et al.*, 2012).

En base a los registros históricos y a la experiencia del equipo involucrado en el proceso, se seleccionaron los problemas a solucionar y las oportunidades de mejora a implementar.

En la Tabla 6, se plantearon los problemas y oportunidades de mejora.

**Tabla 6:** Problemas y oportunidades de mejora del proceso de envasado de yogurt mix x100 g

---

<b>Problemas y oportunidades de mejora</b>
Bajo porcentaje de cumplimiento de programa de producción, por debajo del 95%
Elevado tiempo de paradas no programadas (h)
Indicador OEE (%) por debajo del nivel aceptable
Bajo rendimientos por lote de yogurt, elevados porcentajes de merma.
Sobre llenado de vasos de yogurt

---

#### **a.2. Presentación del proyecto y aprobación**

Para que el proyecto de mejora propuesto se haya podido materializar, se requirió de una presentación del esquema del plan inicial hacia la gerencia de producción. El plan inicial incorporó los objetivos principales y específicos, la situación actual (*as-is*), la situación propuesta (*to-be*) y resultados esperados. Dado que el proyecto nació como iniciativa de los principales involucrados y que los objetivos del proyecto de mejora estuvieron alineados directamente con las metas del área de producción, la gerencia a cargo del área de producción estuvo de acuerdo en abordar la problemática. Posteriormente, con la aprobación de la gerencia de producción, se solicitaron los recursos necesarios a las jefaturas de producción, calidad y mantenimiento, con el fin de poder llevar a cabo la ejecución de la metodología (ver Tabla 4).

Una vez superada la etapa de aprobación, se buscó conformar un equipo de mejora multidisciplinario, lo suficientemente robusto para poder llevar a cabo la implementación del proyecto.

En la Tabla 7, se detalla el equipo conformado para la implementación del proyecto de mejora.

**Tabla 7:** Equipo de Mejora de la Planta Lácteos

<b>Equipo de Mejora</b>	<b>Nombre</b>	<b>Puesto de Trabajo</b>
<b>Líder</b>	Renzo Takamoto	Ingeniero de Planta
<b>Integrantes</b>	J. Y.	Ingeniero de Planta
	P. C.	Analista de Calidad
	R. P.	Supervisor de Producción
	O. M.	Supervisor de Mantenimiento

**b. Paso 2: Compresión y descripción del fenómeno**

Luego de seleccionar el subproceso de envasado de yogurt como la etapa con mayor oportunidad de mejora, se describieron los principales problemas, cuyas soluciones conllevarían a obtener un impacto positivo en los objetivos de la gerencia de producción. Esto se vería más tarde reflejado en un beneficio económico cuantificable. Para este fin se empleó data histórica del desempeño del proceso, la cual se recolectó de los registros de producción de los últimos 5 meses previos a la mejora del proceso (octubre -2015 a febrero -2016) y se transcribió a hojas de cálculo en Excel. En ellas se analizaron los siguientes indicadores esquematizados en gráficos de apoyo.

**b.1. Gráficas de la producción programada versus la producción esperada y ejecutada de la línea de yogurt cereal mix x 100 gramos**

Se buscó esquematizar la comparación de la producción programada esperada versus la producción ejecutada de la línea de yogurt mix. Para esto se elaboraron gráficas en donde se detalló el porcentaje del cumplimiento del programa de producción. Las gráficas se elaboraron a partir de los datos de los registros de producción y de los acuerdos del programa estimado de ventas.

$$\text{Cumplimiento del programa de producción (\%)} = \frac{\text{Producción ejecutada (kg)}}{\text{Producción programada (kg)}} \times 100$$

## **b.2. Gráficas de porcentajes de mermas del proceso de envasado de yogurt**

Estas gráficas fueron elaboradas a partir de los registros de producción y vales de consumo de materiales, en donde:

$$\text{Porcentaje de merma (\%)} = \frac{\text{Merma de producción (kg)}}{\text{Producción ejecutada (kg)}} \times 100$$

## **b.3. Análisis de normalidad, capacidad de proceso y gráficas de control de proceso**

Estas gráficas fueron elaboradas a partir de registros de datos de pesos brutos de producción de yogurt x100 g (ver punto 2.4.7) haciendo uso del software MINITAB®.

Para tal análisis, se realizó un muestreo de pesos brutos de vasos de yogurt (vaso 7 g + pesos de yogurt 100 g) de la producción de maquinistas líderes de 3 turnos al día de 8 h cada uno. Para dicho muestreo se tomaron 3 repeticiones de 1 unidad cada hora durante 4 días en 3 semanas, para lo cual se obtuvieron 288 datos. El encargado del muestreo y pesado de muestra fue el practicante de turno de la institución SENATI.

## **b.4. Gráfica de distribución de tiempos de parada en la línea de envasado de yogurt mix**

Se elaboró esta gráfica a partir de los registros de parada de máquina de los últimos cinco meses previos al inicio del proyecto: octubre 2015 a febrero 2016.

## **b.5. Gráficas de OEE**

Se elaboró esta gráfica elaborada a partir de los registros de parada de máquina. Para hallar el OEE promedio mensual, se obtuvieron datos referentes al promedio de horas que se pierden en las distintas partes del proceso operativo de envasado de yogurt x100 g, para lo cual se consideró lo siguiente:

**Tiempo disponible**, se toma como base 30 días al mes de 24 horas cada uno.

**Tiempo de parada planificada**, son las horas perdidas debido al planeamiento y control de producción: para un mes de 30 días se consideran 4 domingos no laborables y 26 días de labores, en los que se incluye un tiempo de 1.5 horas de limpieza en cada uno. No se consideraron las horas perdidas por mantenimiento planificado, puesto que este se realizó durante los días domingo.

**Tiempo de funcionamiento**, se obtiene al restar las horas del tiempo disponible menos el tiempo de parada planificada.

**Tiempo de preparación de equipos**, se consideraron en promedio 1.5 horas al día, los cuales equivalen a 30 minutos para cada uno de los tres turnos, debido a los arranques de equipo, ajustes y relevos de turno.

**Tiempo planificado de operación**, es el tiempo que se obtiene de restar las horas de tiempo de funcionamiento menos el tiempo de preparación del equipo.

**Tiempo de parada no planificada de equipos**, es el tiempo en horas perdidas debido a fallas y averías de la máquina envasadora. Incluye a las fallas mecánicas, mallas eléctricas, fallas electrónicas y fallas en los servicios industriales.

**Tiempo de operación neto**, es el tiempo que se obtiene de restar las horas del tiempo planificado de operación menos el tiempo de parada no planificada de equipos.

**Tiempo de pérdida de velocidad**, son las horas perdidas debido a fallas de operación: micro paradas, marchas en vacío, velocidad reducida, fallas en suministros de materias primas e insumos o malas operaciones.

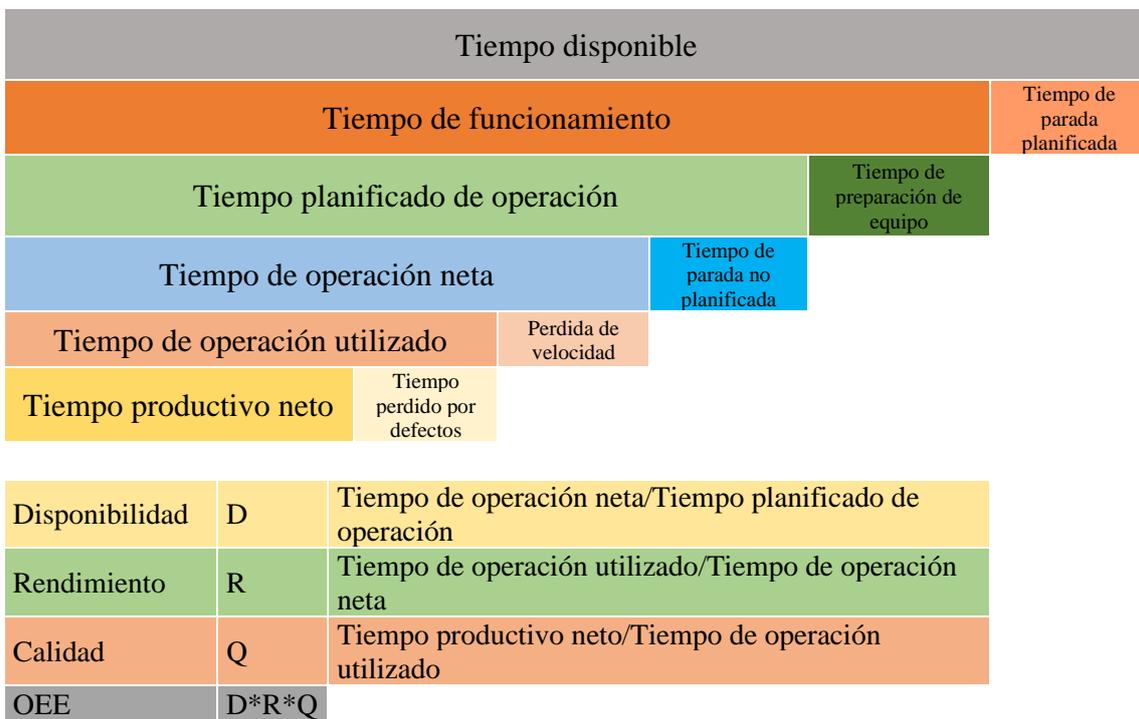
**Tiempo de operación utilizado**, se obtiene de restar las horas del tiempo de operación neto menos el tiempo perdido por operación.

**Tiempo perdido por defectos**, son las horas perdidas debido a fallas por defecto: mermas, rechazos de calidad, producto fuera de especificaciones.

**Tiempo productivo neto**, se obtiene de restar el tiempo de operación utilizado menos el tiempo perdido por defectos. Es también llamado el “tiempo libre de defectos”.

Para el análisis del OEE, se consideró la data de horas promedio de los últimos cinco meses previos al inicio del proyecto: octubre 2015 a febrero 2016. Dicha data se tomó de los registros de paradas de máquina y producción.

En la Figura 6 se muestra la distribución de los tiempos en la planta.



**Figura 6:** Distribución de tiempos en la planta para la aplicación del OEE

**c. Paso 3: Analizar las causas raíz**

Se utilizó la herramienta del diagrama de Pareto para valorar los principales problemas y sus causas raíces.

Se empleó el análisis del indicador de efectividad global de equipos (OEE).

Se realizó el diagrama de Ishikawa de causa raíz para determinar los principales factores que afectan el proceso y se analizó y se clasificó su criticidad.

Una vez identificadas las causas principales, se realizó el análisis de criticidad de las causas, a fin de determinar las causas raíz que tuvieron un mayor efecto en el problema. La criticidad se determinó en función de dos cualidades básicas de las causas raíces: frecuencia e impacto. La frecuencia (F) se refiere a la cantidad de veces que la causa raíz se involucra con el problema, e impacto (I) se refiere a la magnitud económica o técnica en la que dicha causa ejerce un efecto sobre el problema. Para la ponderación de cada causa, se empleó nuevamente la experiencia del equipo y la data histórica de los registros de producción. Los criterios de la Frecuencia (F) y el Impacto (I), para el análisis de las causas raíces se presenta en la Tabla 8.

**Tabla 8:** Criterios de Frecuencia e Impacto para el análisis de criticidad de las causas raíces

<b>Criterios de Frecuencia (F)</b>		<b>Criterios de Impacto (I)</b>	
Muy frecuente	5	Muy alto impacto	12
Frecuente	3	Alto impacto	9
Poco Frecuente	1	Impacto medio	3
		Bajo impacto	1

Se realizó una matriz de valoración para determinar las oportunidades principales y más prometedoras. (ver Tabla 11 y 12)

**d. Paso 4: Establecer la meta y el plan de mejora**

Una vez comprendido el proceso se establecieron las metas: Se detalló el proceso para obtener la propuesta y selección de alternativas de mejora mediante una tormenta de ideas.

Se propuso el plan de mejora enfocado en remediar las causas más importantes de las oportunidades de mejora del proceso, y se designó y preparó al personal encargado para su despliegue.

**e. Paso 5: Elaborar el cronograma para el desarrollo y despliegue de la mejora**

Se elaboró un programa de implementación del proyecto de mejora del proceso de envasado de yogurt x100 g utilizando un diagrama de Gantt. Para esto, se disgregaron las actividades necesarias para llevar a cabo cada uno de los nueve pasos de la metodología y se asignaron tiempos y fechas estimadas para el despliegue de cada uno. Posteriormente se determinaron los recursos necesarios para cada actividad y se designó a los responsables de su ejecución. Asimismo, las alternativas de solución propuestas en el paso anterior se programaron dentro del cronograma, con el fin de realizar un seguimiento adecuado a la implementación del proyecto de mejora.

**3.4.2. Hacer**

**f. Paso 6: Implementar el plan de mejora**

En esta etapa se implementó el plan de mejora elaborado en el paso anterior, y se recopilaron los datos apropiado para evaluar los resultados obtenidos.

**3.4.3. Verificar**

**g. Paso 7: Verificación de los resultados**

Se midieron y analizaron los datos obtenidos luego de implantar los cambios. Se determinó si el desempeño del proceso mejoró y si se cumplieron los objetivos propuestos.

La cuantificación de la mejora se realizó mediante la determinación de los siguientes indicadores de desempeño:

- Porcentaje de cumplimiento del programa de producción. (%)
- Reducción de paradas no programadas por falla de equipo (h) e incremento de eficiencia global de máquina (OEE).
- Promedio y variabilidad del peso brutos de vasos de yogurt.
- Rendimiento por cada lote de yogurt. (%)
- En adición, se realizó un análisis comparativo de la capacidad del proceso antes y después de la mejora. Finalmente se realizó la prueba de hipótesis e intervalos de confianza para las varianzas antes y después de la mejora del proceso.

### **3.4.4. Actuar**

#### **h. Paso 8: Estandarizar las soluciones**

Se incorporó formalmente la mejora al proceso. Se detallaron los beneficios cuantitativos y cualitativos obtenidos.

Se capacitó al personal para estar atentos a las nuevas oportunidades de mejora y se establecieron los próximos pasos

#### **i. Paso 9: Documentación**

Se estandarizó la mejora a través de capacitaciones incorporadas a un plan con frecuencia anual. Se generaron procedimientos, instructivos operacionales y registros *checklist* para el monitoreo y seguimiento. Se documentó la mejora mediante mapas de mejora *kaizen*.

### **3.5. Análisis Estadístico**

#### **3.5.1. Prueba de Normalidad de datos Anderson Darling**

Esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica (ECDF) de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Si la diferencia observada es adecuadamente grande, se rechazará la hipótesis nula de normalidad de la población. Para un conjunto de datos y distribución en particular, mientras mejor se ajuste la distribución a los datos, menor será este estadístico.

Las hipótesis para la prueba de Anderson-Darling son:

- H0: Los datos siguen la distribución especificada
- H1: Los datos no siguen la distribución especificada

Si el valor p es menor que un nivel de significancia elegido (nivel de significancia=0.05), entonces se rechazará la hipótesis nula de que los datos provienen de esa distribución (Mendenhall *et al.*, 2006).

### 3.5.2. Prueba para comparar varianzas de dos poblaciones.

Para poder comparar la variabilidad de los datos de pesos brutos tomados antes y después de la mejora del proceso de envasado y determinar si estas difieren, se utilizó la prueba de hipótesis de varianza.

El método empleado fue el método de Bonett y Leneve (Mendenhall *et al.*, 2006).

Para la prueba de dos varianzas las hipótesis fueron las siguientes

Hipótesis nula:

$$H_0: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$$

Hipótesis alternativa:

$$H_1: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$$

Donde,

$\sigma_1$ : desviación estándar de Pesos Bruto 1

$\sigma_2$ : desviación estándar de Pesos Bruto 2

Relación:  $\sigma_1/\sigma_2$

Los métodos de Bonett y Levene son válidos para cualquier distribución continua.

Para la prueba de dos varianzas se usó el nivel de significancia de 5 por ciento.  $\alpha = 0.05$

Para determinar si la diferencia entre las desviaciones estándar o las varianzas de las poblaciones es estadísticamente significativa, compare el valor p con el nivel de significancia.

- Si el valor  $p \leq \alpha$ : La relación de las desviaciones estándar o las varianzas es estadísticamente significativa (Rechaza  $H_0$ )
- Si el valor  $p > \alpha$ : La relación de las desviaciones estándar o las varianzas no es estadísticamente significativa (No puede rechazar  $H_0$ ).

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

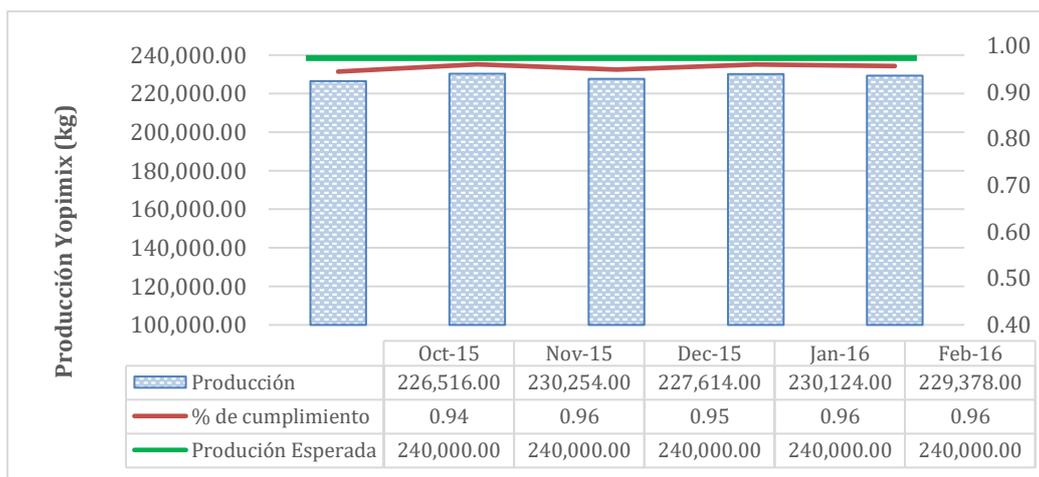
### 4.1. Planear

#### 4.1.1. Paso 1: Identificación, definición y selección del problema

El paso 1 de la etapa "planear" se describió en el punto 3.4.1 de la sección metodología.

#### 4.1.2. Paso 2: Compresión y descripción del problema

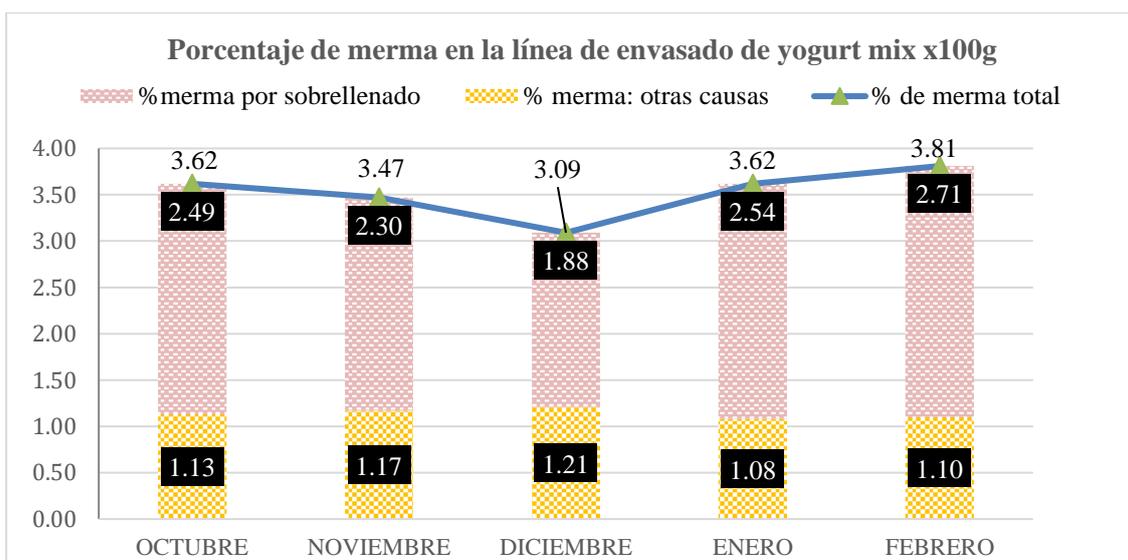
Para comprender el impacto asociado a los problemas seleccionados, se requiere comprender de manera clara los factores relacionados, para de esta manera prever los recursos necesarios para su solución (Bonilla *et al.*, 2012). A continuación, se detallan los volúmenes de la línea de envasado de yogurt mix en kg (ejecutados vs esperados) y los porcentajes de cumplimiento de los últimos 5 meses antes de iniciado el plan de mejora (ver Figura 7).



**Figura 7:** Producción Mensual ejecutada vs Programada (esperada) en la línea de yogurt mix (kg) y Porcentaje de cumplimiento del programa de producción (%)

Como se observa en la Figura 7, los niveles de producción esperados dentro del programa de producción de cada mes son de 240000 kg, los cuales fueron suficientes para cumplir con el objetivo de 95 por ciento de cumplimiento. Para hallar el valor de producción esperada programada de estos meses, se multiplicó el valor de 12000 kg/día multiplicado por 20 días efectivos al mes. Por lo tanto, considerando la cantidad de días calendario dentro de un mes, la obtención de este valor objetivo se habría planteado en base a solo 5 días disponibles a la semana. Por tal motivo, existió una evidente y potencial oportunidad de mejora en este indicador de cumplimiento. Para generar las gráficas de la Figura 4 se tomó la data de los registros de producto envasado de la máquina Bisignano (ver Anexo 3).

Asimismo, en la Figura 8, se detallan los porcentajes de merma de la línea de envasado de yogurt mix x100 g de los últimos 5 meses previos al inicio del plan de mejora, en donde se detallaron: el porcentaje de merma debido a sobrellenado, el porcentaje de merma debido a otros factores y el porcentaje de merma total. En el gráfico se observa una tendencia casi estable de los porcentajes de merma por sobrellenado, lo que también representó una oportunidad atractiva de ahorro. Se ha determinado que el incremento en rendimientos por lote de yogurt en uno (01) por ciento supone un ahorro de merma de 40435 kg de yogurt al año. A un costo de 1.85 soles por kilogramo, este incremento se traduce en más de S/ 74800 de ahorro anual.



**Figura 8:** Porcentaje de merma en la línea de yogurt mix x100 g (%)

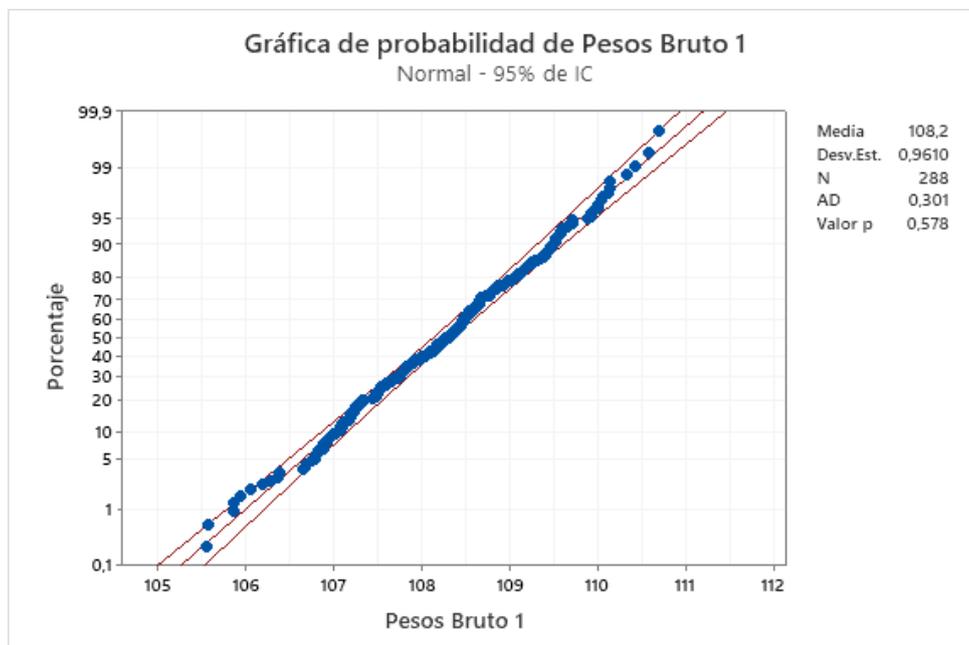
Alineado al porcentaje de merma, se recaudaron datos apropiados de pesos brutos para un posterior análisis del proceso. La data tomada se recolectó en la ficha de pesos de producto envasado (ver Anexo 4), de acuerdo con la metodología descrita en el punto 3.4.1.2.3.

Los límites de especificación superior e inferior se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9:** Límites de especificación inferior (LEI) y superior (LES) de pesos brutos de yogurt mix vaso x100 g

Producto	LEI	Peso Bruto (g)	LES
Yogur Mix x100 g	104	107	110

Para tener seguridad de la toma de muestras apropiada se realizó la prueba de normalidad de los datos obtenidos mediante el software MINITAB®. En la Figura 9, se observa la gráfica de la prueba normalidad Anderson Darling de los datos obtenidos.



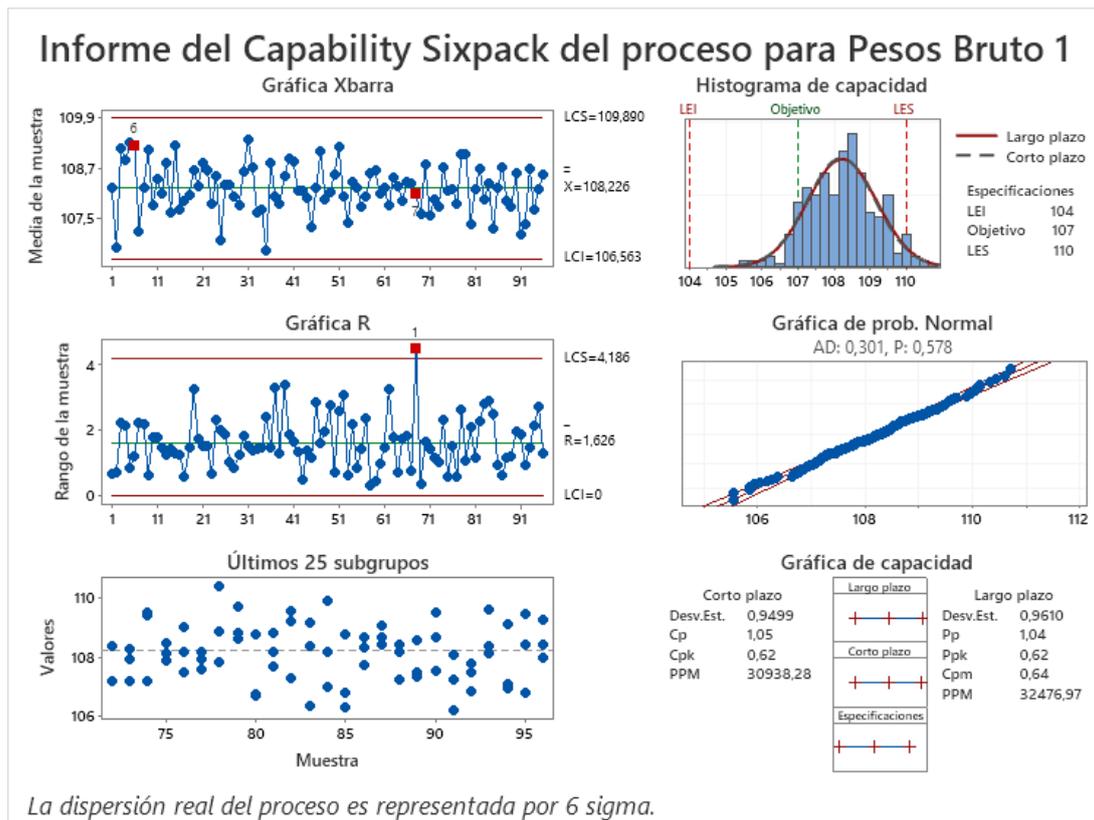
**Figura 9:** Prueba de Normalidad de Datos (Antes de la mejora)

Como se observa en la prueba de normalidad de la Figura 9, se consideró que los datos siguen una distribución normal, puesto que se encuentran dentro de la línea tendencia de la gráfica y su *p-value* es mayor a 0.05. También se observó que en un total de 288 datos analizados se obtuvo una media de 108.2 g de pesos brutos de vaso de yogurt (101.2 g de peso neto sin considerar el vaso vacío) y una desviación estándar de 0.910. Operar la máquina en estas condiciones evidencia un exceso de pesos de yogurt en vasos durante su funcionamiento y conlleva a bajos rendimientos y a una menor productividad.

Posteriormente, se procedió a medir la capacidad del proceso, para asegurarnos que existió posibilidad de mejora. Para esto se realizó una corrida de los datos en el software y se le solicitó el informe de *sixpack*: Gráfico Xbarra, Gráfica R, gráficos de los últimos 25 grupos, histograma de capacidad, gráficos de normalidad y gráficos de capacidad (ver Figura 10).

De acuerdo al informe de capacidad *sixpack*, los datos se consideran fiables para ser tomados como referencia para las mejoras. Se observa que la gráfica se encuentra ligeramente sesgada a la derecha en el histograma de capacidad, por lo que, de poder centrar la curva, estaríamos mejorando el proceso de envasado. Se evidencia que la media de pesos de la recolectados se encuentra por encima del peso bruto objetivo de 107 g.

Finalmente, se observa en la gráfica de capacidad que el valor Cp (índice de capacidad) es igual a 1.05, muy cercano a ser considerado un proceso no capaz, es decir, un valor parcialmente adecuado que debe ser modificado y mejorado. (ver Tabla 1) (Véliz, 2011). Asimismo, el valor Cpk (índice de funcionamiento), es menor a 1.00, lo que indica que el proceso se encuentra descentrado, evidenciándose un proceso no capaz, con valores de pesos brutos por encima del límite de especificación superior (LES) del cliente, establecido en 110 g.



**Figura 10:** Informe *Capability Six Pack* para el proceso de pesos brutos de yogurt mix x100 g antes de la mejora.

Una vez comprendido y descrito el problema se logró consolidar el análisis en dos problemas principales (ver Tabla 10):

**Problema 1:** Incrementar el porcentaje de cumplimiento del programa de producción por encima del 95 por ciento. La mejora en este indicador, disminuirá las horas de parada no programada, aumentará el porcentaje del indicador OEE y reducirá el costo de horas extras del personal operativo de la línea.

**Problema 2:** Disminuir el porcentaje de merma en la línea de envasado de yogurt mix por debajo del 3 por ciento. La mejora de este indicador permitirá reducir la merma de yogurt por sobre llenado de los vasos.

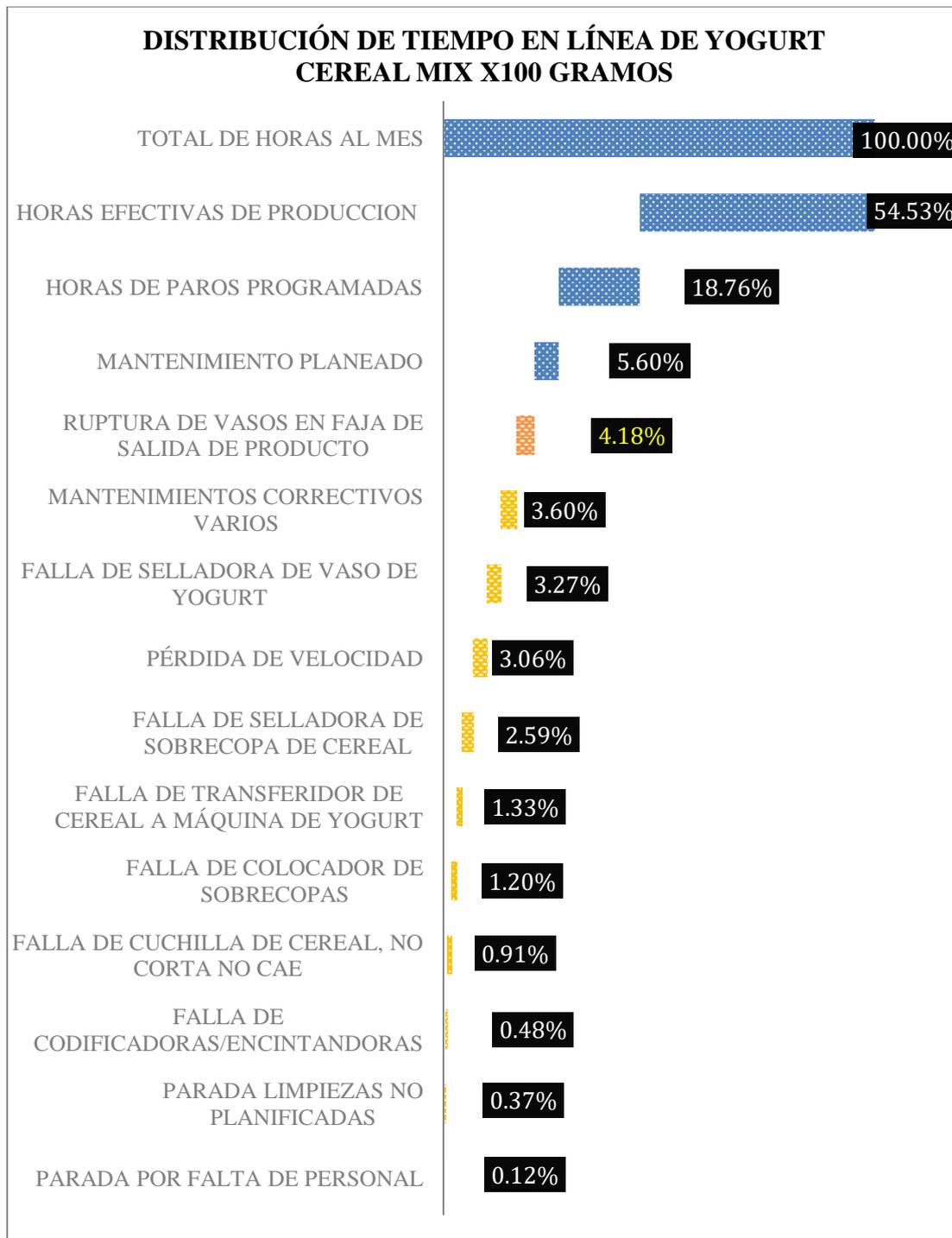
**Tabla 10:** Problemas principales a resolver.

<b>Problema 1:</b> Porcentaje de cumplimiento de programa de producción debajo del 95%	<b>Problema 2:</b> Porcentaje de merma de producción por encima del 3%.
-130h de paradas no programadas	-Sobre llenado de vasos de Yogurt (pesos mayores a 108 gramos)
-OEE (%) del 69.9%	-Rendimientos por lote de yogurt del 97%

#### **4.1.3. Paso 3: Analizar las causas raíz**

Para el análisis de las causas raíz del incumplimiento del programa de producción con un mínimo de 95 por ciento (*problema 1*), se aplicó el análisis de porcentual de la distribución de horas promedio de producción a lo largo de los últimos 5 meses previos al planteamiento del proyecto.

En la Figura 11, se observan las distribuciones de horas mensuales promedio efectivas y horas de parada de máquina programadas y no programadas, expresados como porcentajes (%) de los últimos 5 meses previos al proyecto de mejora, considerando un mes de 720 horas. Las paradas programadas se grafican en color azul, mientras que las paradas no



**Figura 11:** Distribución de tiempo en la línea de yogurt cereal mix.

programadas se presentan en color naranja. Para fines prácticos el equipo se enfocó en la reducción de las paradas no programadas (color naranja).

Se visualiza que el proceso de envasado tiene un porcentaje de horas de parada no programada de máquina de 21.11 por ciento, lo cual equivale a 159.19 horas de paro aproximadamente.

Asimismo, se presenta un porcentaje de horas efectivas producidas cercano a 54 por ciento. Esto nos da un resultado de Eficiencia Global de Equipo (OEE) de 69.9 por ciento, lo que indica que, para los estándares del indicador, existen oportunidades de mejora económica, basándonos en una reducción de tiempos de paradas no programadas de máquina (Poblano & Mendoza, 2016). El cálculo del OEE previo antes de la mejora se muestra en la Figura 12.

Tiempo disponible (horas)				720.000
Tiempo de funcionamiento (horas)		584.900	Tiempo de parada planificada	135.100
Tiempo planificado de operación (horas)		544.600	Tiempo de preparación de equipo	40.300
Tiempo de operación neta (horas)		414.640	Tiempo de parada no planificada	129.960
Tiempo de operación utilizado (horas)		392.610	Perdida de velocidad	22.030
Tiempo productivo neto (horas)		380.840	Tiempo perdido por defectos	11.770

Disponibilidad	D	0.761
Rendimiento	R	0.947
Calidad	Q	0.970
OEE	D*R*Q	0.699

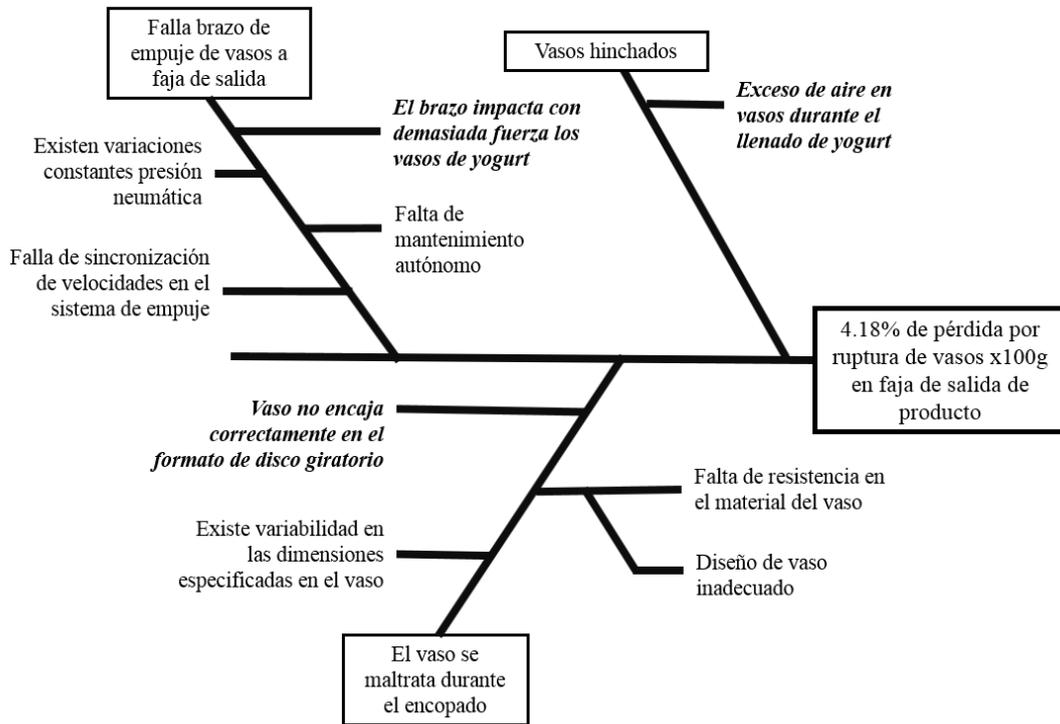
  

<b>OEE</b>	<b>69.9%</b>
------------	--------------

**Figura 12:** Cálculo de efectividad global de equipos (OEE) antes de la mejora.

De acuerdo con lo analizado en la Figura 11, la causa principal de las paradas no programadas de máquina de la línea de envasado de yogurt x100 g es la “Pérdida de 4.18 por ciento de disponibilidad de máquina por ruptura de vasos en faja de salida de producto” (*problema 1*). El equipo realizó una tormenta de ideas para identificar las causas asociadas. En esta etapa de análisis, fue sumamente importante la colaboración y

experiencia de los involucrados, para lo cual se empleó el diagrama de Ishikawa mostrado en la Figura 13.



**Figura 13:** Diagrama de causa-raíz de problema 1: Se tiene un 4.18 por ciento de pérdida de disponibilidad de máquina por ruptura de vasos x100 g en faja de salida de producto.

El detalle del análisis de criticidad y los criterios de frecuencia e impacto empleados se muestran en la Tabla 11.

Las principales causas raíces obtenidas para el problema 1 fueron:

- El brazo de empuje impacta con demasiada fuerza a los vasos de yogurt.
- Existe exceso de aire en los vasos durante el llenado de yogurt.
- El vaso no encaja correctamente en el formato de disco giratorio.

De la misma forma, se realizó el análisis de causa-efecto para evaluar el porcentaje de merma de 3 por ciento del proceso de envasado de yogurt mix x100g (**problema 2**). Para análisis del problema “se tiene un porcentaje de merma superior 3 por ciento”, se empleó el diagrama de Ishikawa mostrado en la Figura 14.

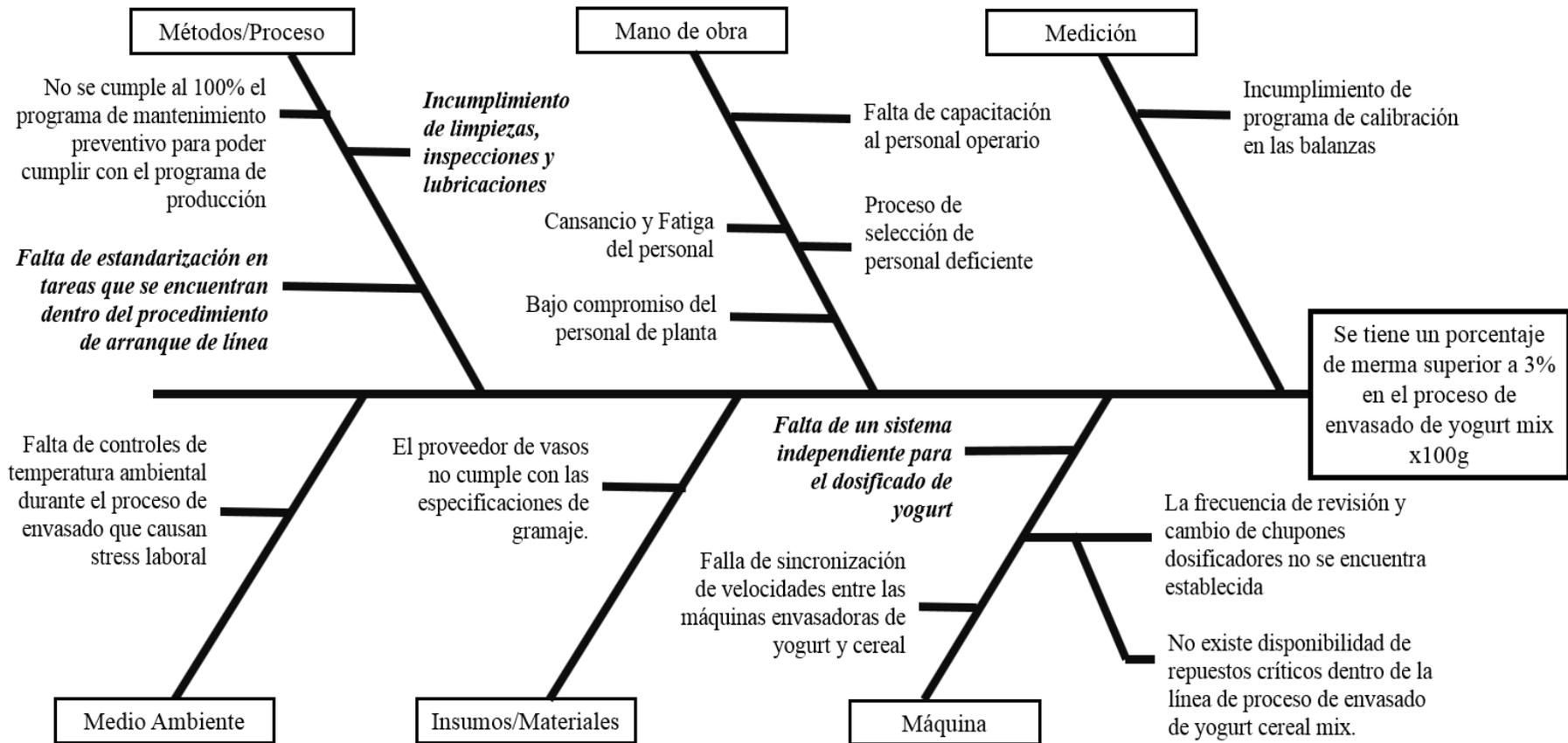
**Tabla 11:** Análisis de criticidad de las causas raíces involucradas en el Diagrama de causa-raíz del problema 1.

<b>Causa</b>	<b>Frecuencia (F)</b>	<b>Impacto (I)</b>	<b>Efecto (F*I)</b>
<b>El brazo impacta con demasiada fuerza los vasos de yogurt</b>	5	12	<b>60</b>
Existen variaciones constantes presión neumática	1	9	9
Falta de mantenimiento autónomo	3	9	27
Falla de sincronización de velocidades en el sistema de empuje	1	9	9
<b>Vaso no encaja correctamente en el formato de disco giratorio</b>	5	12	<b>60</b>
Existe variabilidad en las dimensiones especificadas en el vaso	1	9	9
Diseño de vaso inadecuado	1	9	9
Falta de resistencia en el material del vaso	1	9	9
<b>Exceso de aire en vasos durante el llenado de yogurt</b>	5	12	<b>60</b>

El detalle del análisis de criticidad y los criterios de frecuencia e impacto empleados se muestran en la Tabla 12.

Las principales causas raíces obtenidas para el problema 2 fueron:

- Falta de mantenimiento autónomo
- Falta de estandarización de las tareas que se encuentran dentro del procedimiento de arranque de línea,
- Frecuencia de revisión y cambio de chupones dosificadores no se encuentra establecida.



**Figura 14:** Diagrama de causa-raíz de problema 2: Se tiene un porcentaje de merma superior al 3 por ciento en el proceso de envasado de yogurt mix x100 g.

**Tabla 12:** Análisis de criticidad de las causas raíces involucradas en el Diagrama de causa-raíz del problema 2.

Causa	Frecuencia (F)	Impacto (I)	Efecto (F*I)
Incumplimiento al 100% el programa de mantenimiento preventivo	1	9	9
<b>Falta de mantenimiento autónomo</b>	5	12	<b>60</b>
<b>Falta de estandarización en tareas que se encuentran dentro del procedimiento de arranque de línea</b>	5	9	<b>45</b>
Cansancio y Fatiga del personal	1	9	9
Bajo compromiso del personal de planta	1	12	12
<b>Falta de capacitación al personal operario</b>	5	12	<b>60</b>
Proceso de selección de personal deficiente	3	3	9
Incumplimiento programa de calibración en las balanzas	1	9	9
Falta de controles de temperatura ambiental durante el proceso de envasado	1	3	3
El proveedor de vasos no cumple con las especificaciones de gramaje.	1	12	12
Falta de mantenimiento al sistema de transporte de sobrecopas de cereal	3	9	27
Falla de sincronización de velocidades entre las máquinas envasadoras de yogurt y cereal	5	3	15
<b>La frecuencia de revisión y cambio de chupones dosificadores no se encuentra establecida</b>	5	12	<b>60</b>
No existe disponibilidad de repuestos críticos dentro de la línea de envasado.	5	3	15

#### 4.1.4. Paso 4: Establecer la meta y el plan de mejora

Considerando las causas raíces planteadas para los problemas 1 y 2, se establecieron las alternativas de solución correspondientes. Dichas alternativas de solución se evaluaron desde los ángulos técnicos, económicos, de tiempo y complejidad. Las propuestas de solución se muestran en las Tabla 13 y Tabla 14.

**Tabla 13:** Causas raíces y alternativas de solución para el problema 1.

**Problema 1:** 4.18 por ciento de Perdida de OEE por ruptura de vasos en faja de salida de producto de envasadora.

<b>Causas raíces principales</b>	<b>Propuestas de solución principales</b>	<b>Clasificación</b>
Exceso de aire en vasos durante el llenado de yogurt	Implementación de un actuador neumático para expulsar aire de los vasos	Máquina
Encopado deficiente, ocasionalmente el vaso no encaja correctamente en el formato de disco giratorio	Implementación de un pistón neumático para soportar la caída del vaso en el formato de disco giratorio	Máquina
El brazo que empuja producto hacia faja de salida, impacta con demasiada fuerza a los vasos de yogurt	Implementación de un pistón neumático en contraposición al movimiento del brazo, para regular su impacto.	Máquina

**Tabla 14:** Causas raíces y alternativas de solución para el problema 2.

**Problema 2:** Se tiene un porcentaje de merma superior a 3 por ciento en el proceso de envasado de yogurt mix x100 g.

<b>Causas raíces principales</b>	<b>Propuestas de solución principales</b>	<b>Clasificación</b>
Incumplimiento de limpiezas, inspecciones y lubricaciones	Elaborar los instructivos y <i>checklist</i> para el mantenimiento autónomo de la envasadora de yogurt mix	Método
Falta de estandarización en tareas que se encuentran dentro del procedimiento de arranque de línea	Elaborar el <i>checklist</i> de arranque de línea del proceso de envasado de yogurt mix	Método
Falta de capacitación al personal operario	Elaborar el programa de capacitación permanente a los operadores de producción	Método
Falta de un sistema independiente para el dosificado de yogurt	Implementar la instalación de un diafragma para mejorar el dosificado.	Máquina

#### **4.1.5. Paso 5: Elaborar el cronograma para el desarrollo y despliegue de la mejora**

En la Figura 15 y la Tabla 15, se presenta el diagrama de Gantt de la mejora del proceso de envasado de yogurt cereal mix 100 g y el cronograma de actividades paso a paso que se elaboró para su implementación. En la Figura 15 se observa que el periodo de implementación proyectado fue de diez meses con fecha de inicio 01 de febrero del 2016 y fecha de finalización 30 de noviembre del 2016. En la Tabla 15 se especificó la duración de cada paso y los responsables de su implementación.

# MEJORA BISIGNANO - PLANTA LÁCTEOS

Líder de Proyecto: Renzo Takamoto

Fecha de Inicio: 01/02/2016 (lunes)

Alcance: Área de Envasado de Yogurt - Bisignano

Duración: 304 Días - (10 meses)

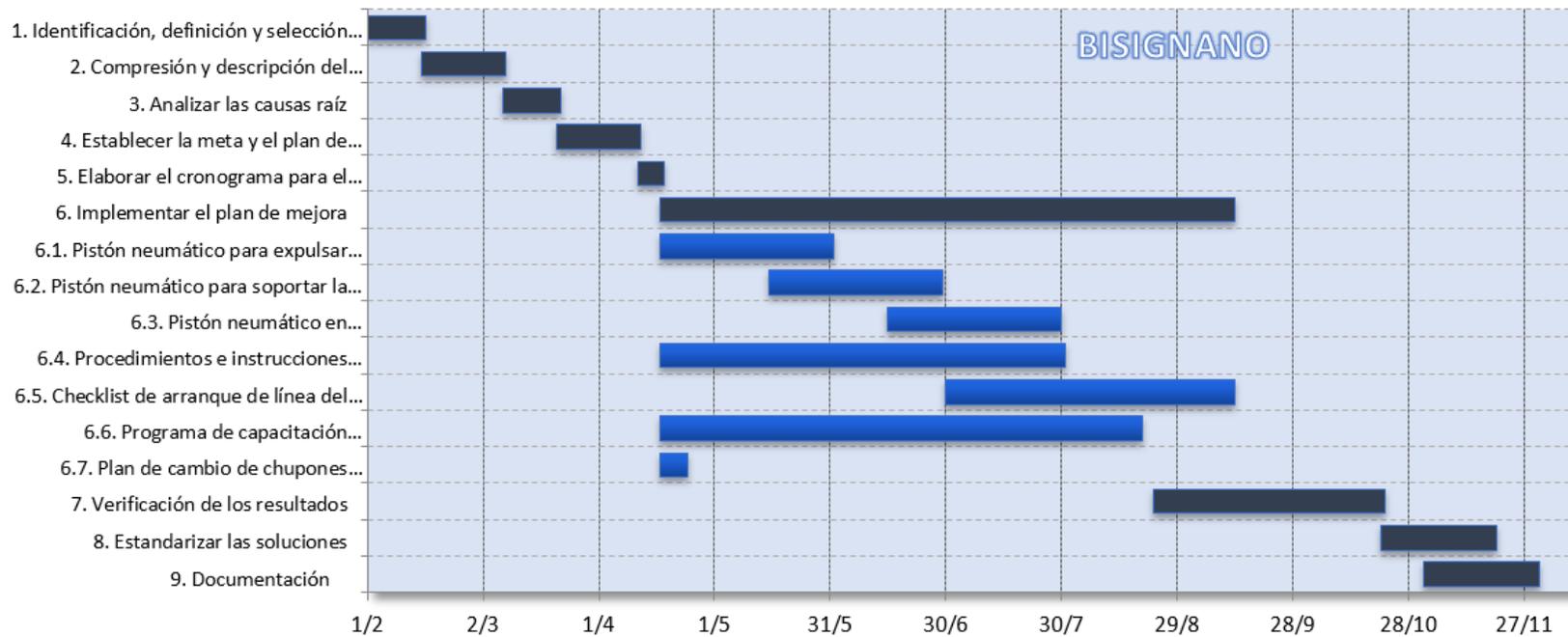


Figura 15: Diagrama de Gantt de implementación de la mejora del proceso de envasado.

**Tabla 15:** Cronograma de actividades de la mejora de proceso de envasado.

<b>Actividades</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Duración (días)</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Responsable</b>
1. Identificación, definición y selección del problema.	01/02/2016	15	15/02/2016	Equipo.
2. Compresión y descripción del fenómeno.	15/02/2016	22	07/03/2016	Equipo.
3. Analizar las causas raíz.	07/03/2016	15	21/03/2016	Equipo.
4. Establecer la meta y el plan de mejora.	21/03/2016	22	11/04/2016	Equipo.
5. Elaborar el cronograma para el desarrollo y despliegue de la mejora.	11/04/2016	7	17/04/2016	Renzo T.
6. Implementar el plan de mejora.	17/04/2016	149	12/09/2016	Renzo T.
6.1. Pistón neumático para expulsar aire de los vasos.	17/04/2016	45	31/05/2016	O. M.
6.2. Pistón neumático para soportar la caída del vaso en el formato de disco giratorio.	15/05/2016	45	28/06/2016	O. M.
6.3. Pistón neumático en contraposición al movimiento del brazo para regular su impacto.	15/06/2016	45	29/07/2016	O. M.
6.4. Procedimientos e instrucciones para el mantenimiento autónomo.	17/04/2016	105	30/07/2016	Renzo T.
6.5. <i>Checklist</i> de arranque de línea del proceso de envasado de yogurt mix.	30/06/2016	75	12/09/2016	Renzo T.
6.6. Programa de capacitación permanente a los operadores de producción.	17/04/2016	125	19/08/2016	J. Y.
6.7. Plan de cambio de chupones dosificadores.	17/04/2016	7	23/04/2016	R. P.
7. Verificación de los resultados.	23/08/2016	60	21/10/2016	Renzo T.
8. Estandarizar las soluciones.	21/10/2016	30	19/11/2016	Equipo.
9. Documentación.	01/11/2016	30	30/11/2016	P. C.

## 4.2. Hacer

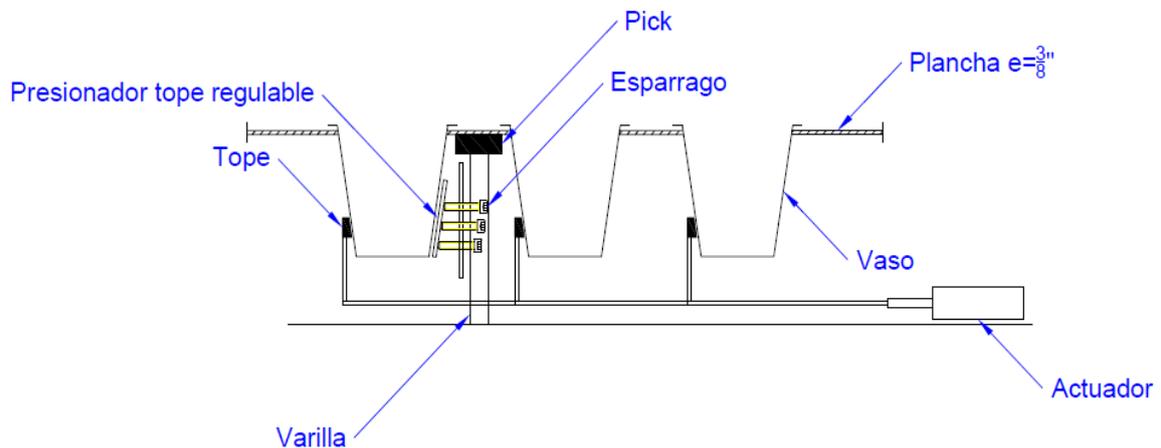
### 4.2.1. Paso 6: Implementar el plan de mejora

En este paso se implementaron las soluciones propuestas, descritas en las Tablas 13 y 14.

**Problema 1:** ruptura de vasos en faja de salida de producto de envasadora:

La primera de las tres causas raíces detectadas fue el exceso de aire en el vaso durante el dosificado de yogurt, lo cual incrementaba el “*head-space*” en el vaso sellado, hinchando el envase y haciéndolo más sensible a rupturas. La propuesta de solución planteada fue la implementación de un actuador neumático para expulsar y disminuir el aire presente en el vaso, previo al ingreso del yogurt.

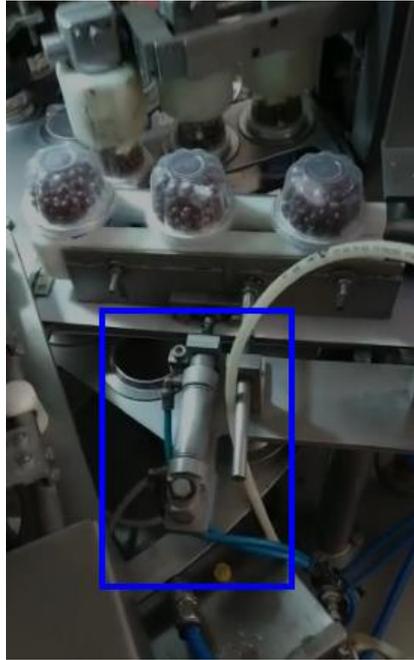
El esquema del sistema de expulsión de aire del vaso de yogurt usando un actuador neumático se muestra en la Figura 16.



**Figura 16:** Sistema de expulsión de aire del vaso antes del dosificado de yogurt.

La segunda causa raíz detectada para el problema 1 fue el encopado deficiente. Este inconveniente generaba en ocasiones que el vaso no encaje correctamente dentro del formato de disco giratorio, lo cual conllevaba a que el vaso no se selle herméticamente en una etapa posterior. Como el vaso con producto no estaba totalmente hermético, este se aplastaba y se rompía al ser expulsado hacia la faja de salida, generando derrame del contenido, el cual se expandía por la superficie de la máquina. Este evento inesperado generaba además una pérdida de eficiencia de equipos, derivada de micro paradas de máquina por limpieza del yogurt derramado y pérdida de rendimiento de yogurt y vasos, representada como porcentaje de merma de producción. La propuesta de solución planteada fue la implementación de un pistón neumático para soportar la caída de los vasos en el formato de disco giratorio. Este pistón neumático iba unido a tres ventosas, una debajo de cada cavidad de encaje del vaso. La función de cada ventosa vinculada al pistón fue amortiguar la caída del vaso y asegurar el correcto encaje del mismo al momento de su ingreso a la cavidad circular del formato del disco giratorio. De esta forma se brindó un soporte adicional a la caída del vaso, centrándolo y mejorando su posterior sellado.

La tercera causa raíz detectada para el problema 1 fue el fuerte impacto que reciben los vasos por el brazo que los expulsa hacia la faja de transporte de salida de la máquina. Esto generaba la ruptura de los vasos con mayor volumen de aire contenido y la misma consecuencia de micro paradas por limpieza del producto derramado. Para solucionar este inconveniente se implementó un pistón neumático en contraposición al desplazamiento del segundo pistón que empuja los vasos, el cual accionaba un formato de teflón adaptado con las dimensiones de las curvaturas de los tres vasos de producto terminado, que se envasaban en cada golpe de máquina. Esta mejora redujo considerablemente el impacto de los vasos contra las guías de la faja transporte, reduciendo también su incidencia de ruptura. La imagen del sistema de pistón neumático instalado para amortiguar el impacto del brazo empujador de vasos se muestra en la Figura 17.



**Figura 17:** Sistema de pistón neumático en contraposición al movimiento del brazo de expulsión de vasos hacia faja transportadora de salida.

**Al solucionar las tres causas raíz del problema raíz 1:** “ruptura de vasos en faja de salida de producto de envasadora” (ver Tabla 13), básicamente se eliminó el 4.18 por ciento de horas mensuales promedio, reduciendo 30 horas de parada no programada con clasificación falla de máquina, lo cual dio como resultado un incremento en el indicador de performance de máquina *OEE*.

**Problema 2:** Se tiene un porcentaje de merma superior a 3 por ciento en el proceso de envasado de yogurt mix de 100 g.

La primera causa raíz detectada para el problema 2 fue la falta de mantenimiento autónomo por parte de los maquinistas de la envasadora de yogurt mix de 100 g. Para esto se elaboraron los instructivos y *checklist* del mantenimiento autónomo de la línea de envasado de yogurt mix 100 g. Esta tarea se realizó en coordinación con los técnicos de mayor experiencia y con la validación final del supervisor del área de mantenimiento, el cual fue parte importante del equipo de mejora.

El instructivo de mantenimiento autónomo y *checklist* de mantenimiento autónomo se muestra en el anexo 5 y anexo 6 respectivamente. En la ejecución del mantenimiento autónomo se estableció como encargado al maquinista líder del turno y al técnico de mantenimiento como soporte. La frecuencia establecida para la ejecución del mantenimiento autónomo fue quincenal. En estos documentos se incluye la verificación de la integridad de los “empaques de tuberías”. En caso que no se encuentren en un estado óptimo, los componentes deberían ser reemplazados para asegurar y mantener el dosificado óptimo de yogurt dentro de los vasos y evitar la merma por sobrellenado.

La segunda causa raíz detectada para el problema 2 fue la falta de un procedimiento operativo estandarizado para el arranque de la línea de envasado. De igual forma se elaboró el *checklist* de arranque de línea con el soporte del área de mantenimiento. El responsable de su ejecución fue el maquinista líder de turno y la frecuencia establecida fue diaria. El *checklist* de arranque de línea se muestra en el anexo 7. En él se incluye la verificación diaria de la integridad de los “chupones dosificadores” de yogurt dentro de la envasadora. Dado que existe un desgaste propio de este componente durante la operación cotidiana de envasado, su verificación asociada con un cambio del repuesto por desgaste, fueron de vital importancia para reducir la merma derivada del sobrellenado de yogurt en los vasos.

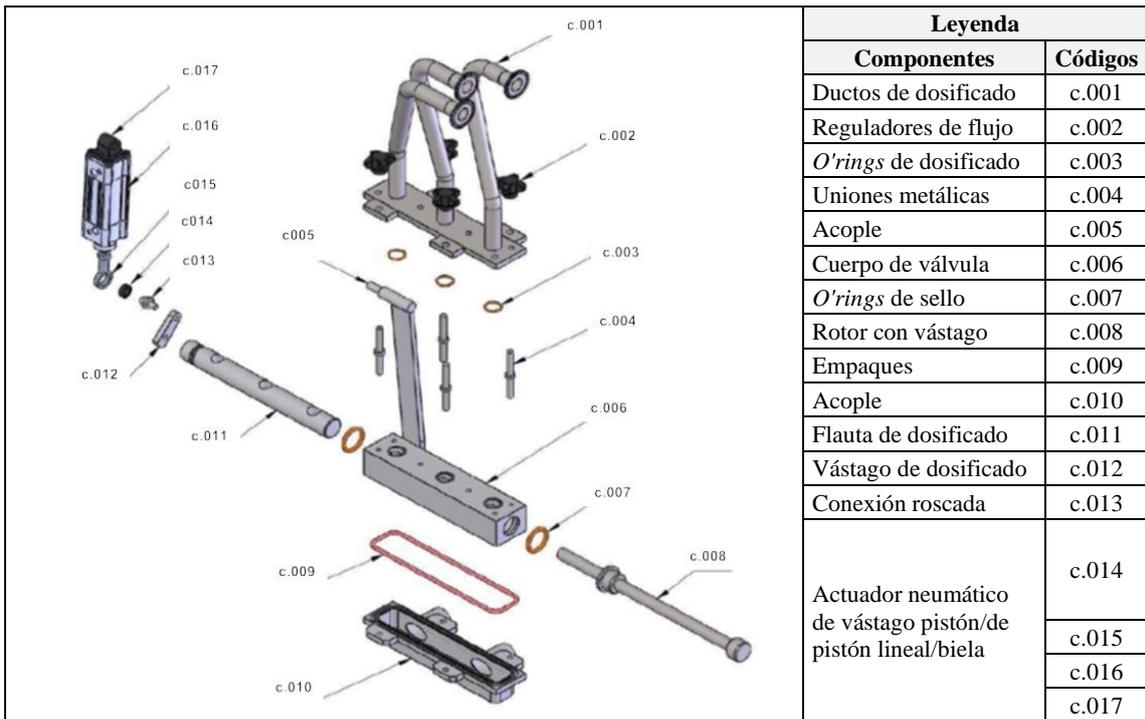
La tercera causa raíz a trabajar fue la falta de capacitación del personal maquinista y operario de producción. Durante el levantamiento de la información, el equipo pudo evidenciar que los maquinistas de cada turno tenían distintas formas de operar su máquina y solucionar los inconvenientes más frecuentes. Esto se explica dado que cada uno de los maquinistas fue entrenado por otro maquinista de mayor antigüedad, solo en la operación básica, mas no en temas de mantenimiento y regulación de equipos. Para solucionar esta causa raíz se contrató un curso teórico práctico de 68 horas (60% teoría y 40% práctica), dictado por un experto en mejora continua. La capacitación se dictó a un total de 28 personas, incluidos los 5 integrantes del equipo de mejora de la planta lácteos, 6 maquinistas, 15 operarios de producción y 2 supervisores de producción adicionales. El contenido de la capacitación y los temas que se incluyeron se muestran en la Tabla 16. Los temas de la tabla 16, se incluyeron en el plan de capacitación anual. Dentro del

contenido se incluyó la capacitación del instructivo de mantenimiento autónomo elaborado, y sus registros de mantenimiento autónomo quincenal y arranque de línea.

**Tabla 16:** Contenido del programa de capacitación a implementar.

<b>Contenido</b>	<b>Temas</b>
Introducción a la filosofía <i>Lean Manufacturing</i>	Antecedentes históricos
Indicadores De Producción	Proceso de Implementación
	Prevención de pérdidas
	Balance de masa
	Talleres Teórico/Práctico de Operación y Mantenimiento autónomo de envasadora
Pilar de Mantenimiento Autónomo	Bisignano.
	Análisis de Causa Raíz
Herramientas de Mejora Continua	<i>Kaizen</i> - LUP's
	Programa de Reconocimiento

Finalmente, la cuarta causa raíz fue la presencia de un sistema de dosificado de yogurt, cuya operación dependía directamente del motor principal de la envasadora. Cuando la máquina envasadora presentaba una parada por cualquier motivo relacionado a un mal dosificado, se producía una contrafuerza en las camisas del cilindro del motor principal, generando una falla en el variador del motor. Para solucionar este inconveniente, se instaló un diafragma con pistón neumático independiente, que por medio de la pantalla HMI, permitió controlar los tiempos de entrada y salida del pistón. Esta mejora dio como resultado la reducción de las paradas por mal dosificado, al igual que un dosificado más uniforme y un menor goteo de producto. (sobrellenado de yogurt en vasos). El bosquejo del dispositivo en mención se muestra en la Figura 18 y Figura 19.



**Figura 18:** Esquema de componentes del sistema de diafragma para mejora del dosificado de yogurt en vaso.



**Figura 19:** Sistema de diafragma para mejora del dosificado de yogurt en vaso.

**Al solucionar las cuatro causas raíz del problema 2:** Se tiene un porcentaje de merma superior a 3 por ciento en el proceso de envasado de yogurt mix x100 g, se redujo el promedio de pesos brutos de vasos de yogurt, lo cual dio como resultado una reducción

del porcentaje de merma por sobrellenado y un incremento del rendimiento porcentual de cada lote formulado de yogurt mix.

### 4.3. Verificar

#### 4.3.1. Paso 7: Verificación de los resultados

Este capítulo muestra evidenciar los resultados obtenidos después de la mejora del proceso de envasado de yogurt cereal mix x100 g. Luego de la implementación se realizó nuevamente el levantamiento de la información de la misma forma realizada en el paso 2 de la metodología.

En Tabla 17 se observan los indicadores de medición esperados, antes y después de la implementación de la mejora de proceso. Luego de las mejoras se obtuvo un incremento del porcentaje de cumplimiento del programa de producción por encima de 95 por ciento. Los tiempos en horas de paradas no planificadas se redujeron de 130 horas en promedio a 97 horas, lo cual dio como resultado directo un incremento de OEE de 69.9 por ciento a 76.4 por ciento. De acuerdo a la tabla 3 de clasificación de OEE, un incremento de 69.9 a 76.4 por ciento mejora el calificativo performance de la línea de “regular” a “aceptable” (Poblano & Mendoza, 2016).

**Tabla 17:** Resultados obtenidos.

<b>Indicadores</b>	<b>Antes</b>	<b>Esperado</b>	<b>Después</b>
Porcentaje de cumplimiento del programa de producción (%)	< 95	> 95	> 95
Paradas no planificadas (h)	130	80	97
OEE (%)	69.9%	79.0%	76.4%
Promedio de pesos brutos de vasos de yogurt (g)	108.2	107	107.6
Rendimientos por lote de yogurt (%)	0.97	0.99	0.98

El cálculo del OEE después de la mejora efectuada en noviembre del 2016 se observa en la Figura 20.

Tiempo disponible (horas)				720.000
Tiempo de funcionamiento (horas)			584.928	Tiempo de parada planificada
Tiempo de parada planificada		135.072		
Tiempo planificado de operación (horas)		544.608	Tiempo de preparación de equipo	40.320
Tiempo de operación neto (horas)		446.904	Tiempo de parada no planificada	97.704
Tiempo de operación utilizado (horas)		424.872	Perdida de velocidad	22.032
Tiempo productivo neto (horas)		416.172	Tiempo perdido por defectos	8.700

Disponibilidad	D	0.821	<b>OEE</b>	<b>76.4%</b>
Rendimiento	R	0.951		
Calidad	Q	0.980		
OEE	D*R*Q	0.764		

**Figura 20:** Cálculo de efectividad global de equipos (OEE) después de la mejora – noviembre 2016.

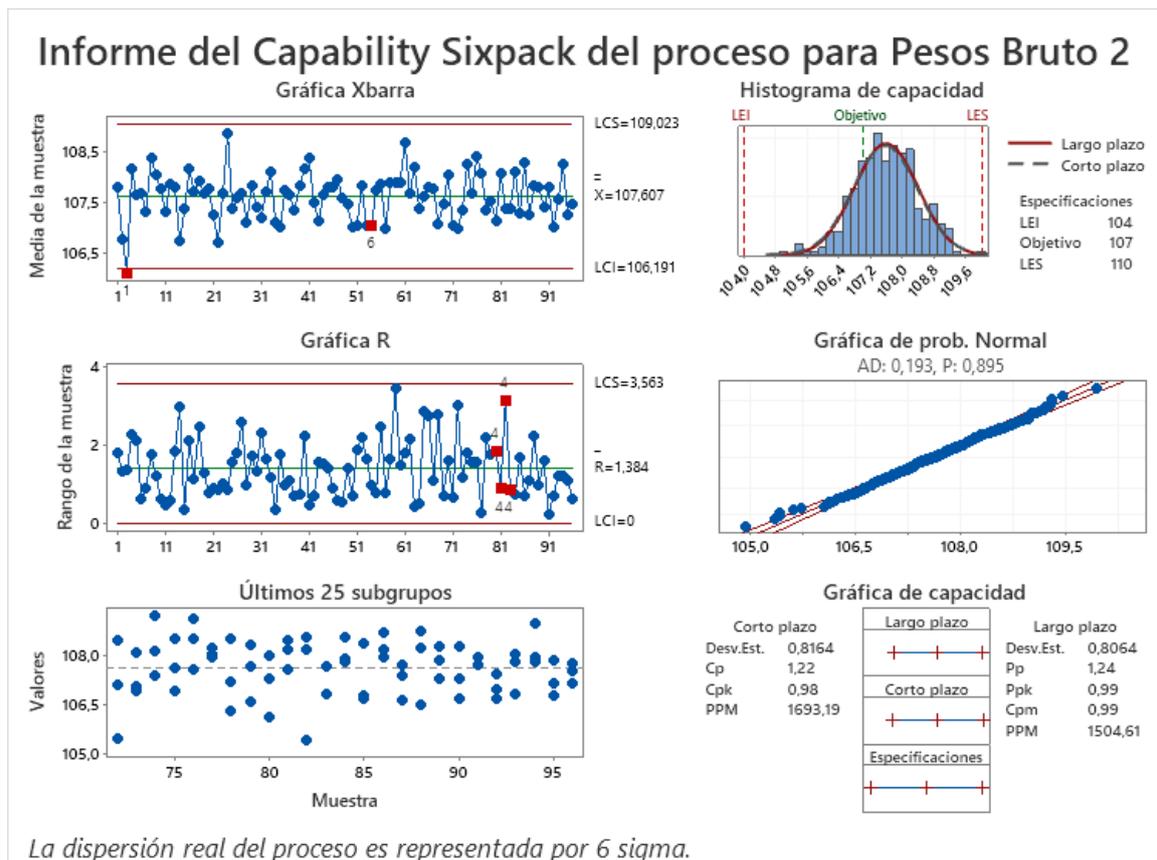
Una ganancia de disponibilidad de 30 horas máquina al mes con un valor nominal de producción de 576 kg por hora en la envasadora, representó un incremento promedio de 17280 kg por mes. Con este valor se superó claramente la meta de la planta de 95 por ciento del cumplimiento del programa de producción planteado de 240000 kg al mes. Este nuevo valor fue entregado a la gerencia de producción para reconsiderar las nuevas posibilidades de venta y recalcular los nuevos objetivos a plantear.

Por otro lado, se pudo apreciar una reducción en el promedio de pesos brutos de un vaso de yogurt en 0.6 g. Luego de recopilar los datos después de la mejora e ingresarlos en el programa estadístico Minitab®, se obtuvieron los resultados presentados en las figuras 21, 22 y 23.

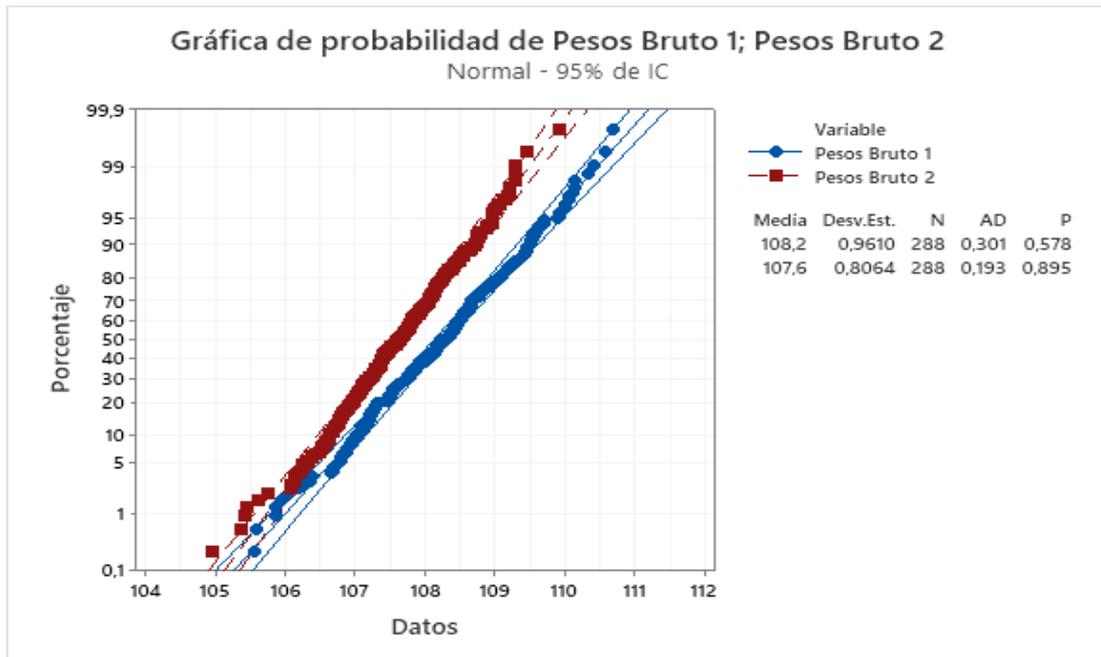
Al igual que en el paso 2, el primer requisito fue realizar la prueba de normalidad (ver figura 22). En esta prueba se observó que la desviación estándar fue más cercana a la media respecto a los datos tomados antes de la mejora. Asimismo, la desviación estándar se redujo de 0.96 a 0.80.

En la figura 23, se observó que el Cp se incrementó de 1.053 a 1.225, lo que indica que el proceso estuvo más cerca de tener una calidad adecuada (ver tabla 1); sin embargo, el Cpk obtenido fue de 0.977 (menor a 1), lo cual indica que el proceso aún no se encuentra centrado y continúa generando producto fuera de las especificaciones (Summers, 2006), por encima del límite es especificación superior (LES) de 110 g. (ver Tabla 9)

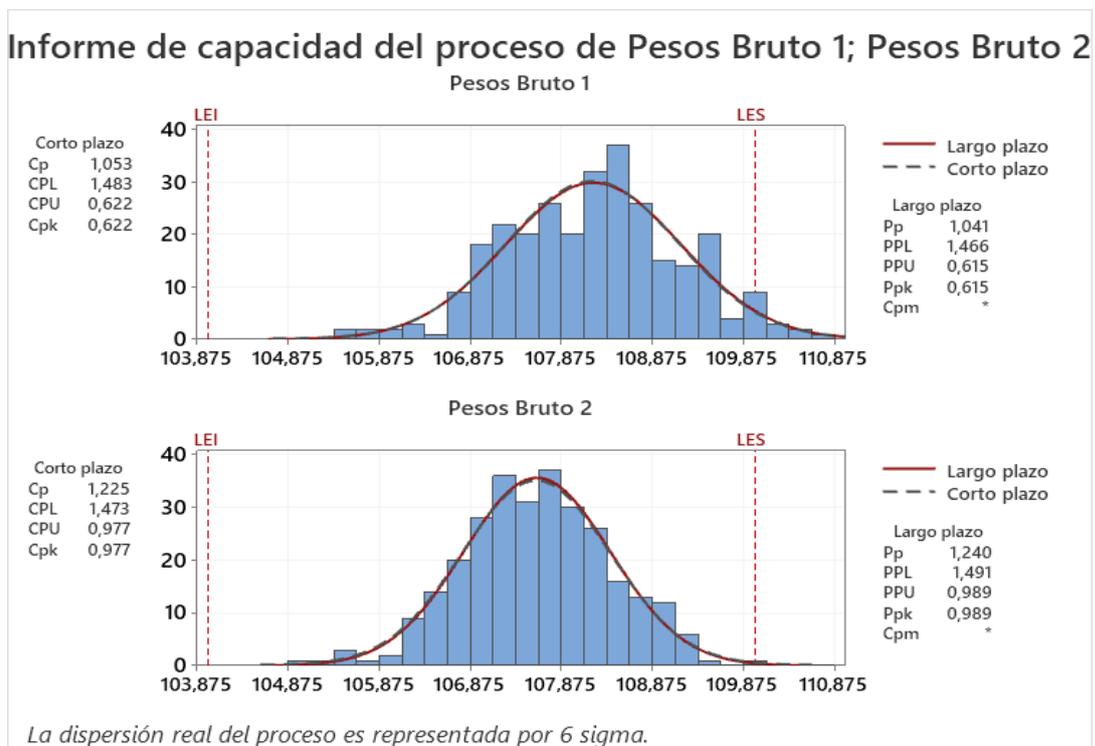
En relación la reducción de porcentaje de merma de calidad, se pudo incrementar el rendimiento por lote de yogurt en 1 por ciento, lo cual también se vio reflejado en el porcentaje de OEE obtenido.



**Figura 21:** Informe *Capability Six Pack* del proceso para pesos brutos de yogurt mix x100g después de la mejora.



**Figura 22:** Comparación de gráficas de probabilidad de pesos brutos 1(antes) vs pesos brutos 2 (después).



**Figura 23:** Comparación análisis de capacidad de pesos brutos 1(antes) versus pesos brutos 2 (después).

Finalmente se realizó una prueba de comparación de desviaciones estándar entre los datos obtenidos antes y después de la mejora, para poder corroborar los resultados de la mejora con el sustento estadístico correspondiente. (punto 3.5.2.)

**Método:**

$\sigma_1$ : desviación estándar de Pesos Bruto 1

$\sigma_2$ : desviación estándar de Pesos Bruto 2

Relación:  $\sigma_1/\sigma_2$

**Prueba**

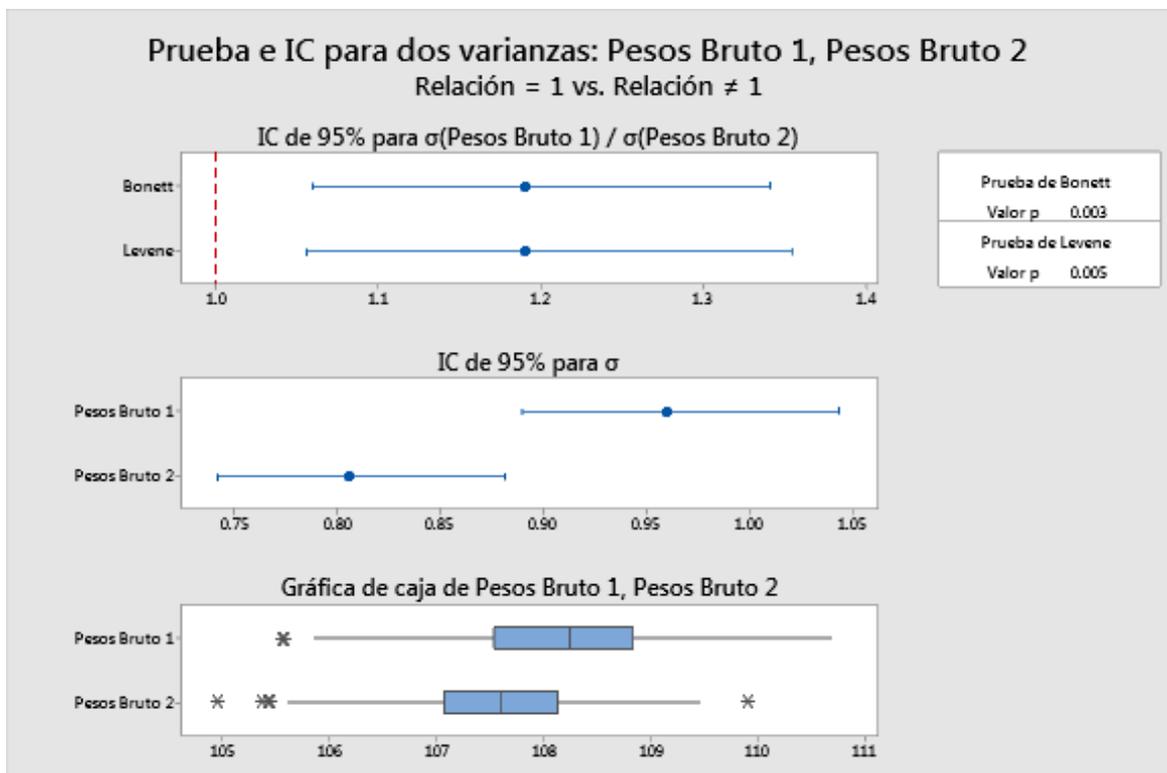
Hipótesis nula  $H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$

Hipótesis alterna  $H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Método	Estadística		Valor p
	de prueba	GL1 GL2	
Bonett	8,55	1	0,003
Levene	7,98	1 574	0,005

Se observó que el  $p$ -value es menor a 0.05 en los métodos de Bonett y Levene, con lo cual se rechazó la hipótesis nula, es decir, las desviaciones estándar de las muestras de pesos brutos antes y después de la mejora no fueron iguales. Asimismo, para poder visualizar y comparar mejor los datos de desviaciones estándar se utilizaron las gráficas de cajas mostradas en la figura 24. En la segunda gráfica de la figura 24 se observa claramente la diferencia de desviaciones estándar ( $\sigma_1=0.96$ ;  $\sigma_2=0.80$ ), lo cual indica que antes de la mejora, los datos de pesos brutos se encontraban mas dispersos con respecto a la media; mientras que, luego de las mejoras implementadas, dichos datos se encontraron más cercanos a la nueva media, por lo que se pudo evidenciar la reducción de su variabilidad.



**Figura 24:** Gráficos de cajas de comparación de las desviaciones estándar de muestras de pesos brutos 1(antes) versus pesos brutos 2 (después).

#### 4.4. Actuar

##### 4.4.1. Paso 8: Estandarizar las soluciones

###### a. Beneficios Cuantitativos

Se determinó que un incremento en el OEE de 69.9 a 76.4 por ciento, derivado de la mejora de la disponibilidad de la línea, por aumento de horas efectivas de producción y reducción de paradas no programadas por avería de máquina (de 130 horas a 97 horas mensuales) en la línea de envasado de yogurt, representó un aumento potencial de producción de 17280 kg de yogurt al mes (30 h mensuales\*576 kg/h). Considerando que, en el año 2016, la empresa presentó demanda insatisfecha, este valor en kilos se multiplicó por una utilidad neta de 0.45 soles por kg de yogurt, lo cual dio como resultado un total de S/ 7776 de incremento de utilidad al mes. El mismo valor anualizado representó un **incremento potencial de S/ 93312 al año**, derivado del incremento de efectividad global de la línea de envasado de yogurt de 100 g.

Por otro lado, considerando un mes de 26 días efectivos, se determinó que el incremento en rendimientos por lote de yogurt en tan solo uno (01) por ciento supuso un ahorro de merma de 3369.6 kg al mes y 40435 kg de yogurt al año. Por lo tanto, teniendo un costo de S/ 1.85 por kg de yogurt, se obtuvieron S/ 74805 de ahorro de yogurt al año. A dicho ahorro anual se le restó la inversión de S/ 5800 correspondiente a la mano de obra tercerizada y repuestos adquiridos exclusivamente para la mejora en el sistema de dosificado de yogurt. Con ello, se obtuvo un **ahorro neto anual de S/ 69005**, cuyo periodo de recuperación se efectuó en aproximadamente 31 días, de acuerdo a la siguiente fórmula: (Bonilla *et al.*, 2012).

*Periodo de Recuperación de Inversión*

$$= \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro por } \downarrow \text{ merma}} \times 365 \text{ días} = \frac{\text{S/. } 5,800}{\text{S/. } 69,005} \times 365 \text{ días} = 30.68 \text{ días}$$

La mano de obra empleada para las capacitaciones, instructivos y *checklist* no se consideró dentro de los costos de inversión debido a que el proyecto de mejora fue elaborado dentro de las horas laborales del personal involucrado.

#### **b. Beneficios Cualitativos**

Se determinó que el porcentaje de horas extra se redujo a cero por ciento, es decir, el personal de planta puede descansar un (01) día a la semana el día Domingo, ya que por el momento no sería necesario que labore en horas extras para asegurar el cumplimiento del programa de producción semanal. Esto se traduce en una disminución de la fatiga y stress laboral en el personal en general, lo cual conlleva a su vez a un aumento de satisfacción en las encuestas de clima laboral y a una disminución en el riesgo psicosocial de contraer accidentes laborales.

#### **4.4.2. Paso 9: Documentar**

En este último paso se normalizaron los procedimientos elaborados en los planes de acción de los problemas 1 y 2 y se establecieron los instructivos, y registros *checklist* correspondientes. El instructivo de mantenimiento autónomo, el registro *checklist* de mantenimiento autónomo quincenal y el registro *checklist* de arranque de línea se presentan en los anexos 5, 6 y 7, respectivamente.

Como se mencionó en el paso 6, el contenido de los temas de la tabla 19 fue incluido dentro del plan de capacitación anual con el fin de asegurar la continuidad y sostenibilidad de la mejora de proceso. La evidencia de capacitación fue anotada en un registro con nombre y firma de cada participante.

Se elaboró un formato de mapa de mejora *kaizen* para difundir la elaboración de las mejoras implementadas hacia el resto de la empresa (anexo 8). Este formato reconoce la iniciativa y actitud positiva del personal en relación al cumplimiento de procedimientos y al factor innovación en los mismos. Asimismo, motiva a los trabajadores a seguir identificando e implementando nuevas oportunidades de mejora. Se coordinó con el sub área de comunicaciones del área de recursos humanos, para que el formato *kaizen* con la

mejora implementada, sea difundido en todos los paneles informativos de la empresa, y enviado por correo electrónico a todos los colaboradores que cuenten con él.

#### **4.5. Aplicación de las competencias profesionales**

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional se encuentra enmarcado dentro de las actividades realizadas por el Bachiller en Ciencias – Industrias Alimentarias en la empresa de industrias lácteas La Fete S.A., quien ha desempeñado el cargo de Ingeniero de Planta Lácteos. La carrera universitaria de Ingeniería en Industrias Alimentarias permite el correcto desenvolvimiento dentro de la planta de elaboración de lácteos. Los conocimientos y competencias adquiridas permiten asumir progresivamente el liderazgo y la responsabilidad de los procesos productivos y de las operaciones involucradas.

En los procesos productivos de elaboración de alimentos lácteos de la empresa bajo estudio, se procesan cantidades industriales de leche fresca para la obtención de diversas variedades de productos terminados. Entre estas líneas de productos se encuentran los quesos frescos, quesos madurados, mantequillas, dulces de leche y yogurts. En la producción de la planta de lácteos de La Fete S.A., la mayor participación en volumen corresponde a las líneas de yogurt. Pese a que la producción de yogurt continúa incrementándose debido a la mejora continua de los procesos, aún existe demanda insatisfecha en el mercado.

En el marco del escenario antes descrito, la labor del ingeniero de planta consiste en asegurar el cumplimiento del programa de producción bajo estándares internacionales de seguridad, medio ambiente, calidad e inocuidad. Ello es cumplido mediante un correcto planeamiento de las actividades diarias y el monitoreo de las mismas. Adicionalmente, el ingeniero de planta a cargo del turno debe velar por los costos operativos asociados a la productividad de la mano de obra, mantener un adecuado desempeño, controlar las eficiencias de la maquinaria y asegurar el rendimiento estándar de las materias primas dentro de su turno de producción. Por otro lado, el ingeniero de planta con el apoyo del supervisor de turno, debe monitorear diariamente el cumplimiento de los parámetros de procesos de elaboración de lácteos y verificar los stocks de productos terminados; ello, con el fin de reducir al mínimo el desabastecimiento de los canales de distribución. Las

funciones descritas se desempeñaron de forma apropiada con la aplicación de los conocimientos adquiridos en los cursos mostrados en la Tabla 18.

**Tabla 18:** Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral

<b>Cursos</b>	<b>Conocimientos adquiridos puestos en práctica</b>
<b>Ingeniería de la Producción.</b>	Fundamentos de operaciones productivas. Gestión de inventarios, programas, control y costos de la producción.
<b>Control de Calidad de Alimentos.</b>	Sistemas de aseguramiento de la calidad. Controles de proceso y producto. BPM y HACCP. Costos de calidad. Legislación vigente.
<b>Tecnología de leche.</b>	Características y composición de la leche. Controles de calidad, alteraciones y defectos comunes. Operaciones unitarias y tratamientos aplicados a la leche.
<b>Industrias lácteas.</b>	Principios fundamentales de quesería, leches fermentadas, cremas y mantequillas. Balances de masa.
<b>Maquinaria para la industria Alimentaria.</b>	Maquinaria empleada en la industria láctea y componentes de máquinas.

En el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se puso en práctica la metodología de mejora de procesos basada en el ciclo de Deming PHVA (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar), cuyos principios básicos y fundamentos se revisaron en el curso de Gestión de Calidad. Esto se complementó aplicando conocimientos de herramientas de calidad, fundamentos de ingeniería de producción, controles de proceso, métodos estadísticos. Los conocimientos relevantes para su desarrollo se muestran en la Tabla 19.

**Tabla 19:** Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados a la mejora del proceso de envasado de la línea de yogurt cereal mix.

<b>Cursos</b>	<b>Conocimientos adquiridos puestos en práctica</b>
<b>Gestión de Calidad.</b>	Aplicación de métodos de mejora continua. Ciclo de Deming. Mapeo de procesos.
<b>Control de Calidad de Alimentos.</b>	Controles de procesos de la industria Alimentaria. Herramientas de la Calidad.
<b>Ingeniera de la Producción en la Industria Alimentaria.</b>	Control de la producción. Programas de producción industrial. Ratios de productividad de maquinaria y mano de obra. Rendimientos de materia prima y embalajes. Ejecución de proyectos de mejora.
<b>Métodos Estadísticos para la Investigación I.</b>	Control estadístico de procesos. Análisis de capacidad de proceso.

Finalmente, es importante destacar que, a lo largo de sus estudios, el bachiller de la carrera de ingeniería de industrias alimentarias adquiere y desarrolla **competencias** tales como: gestión del tiempo, pensamiento crítico para la toma de decisiones, creatividad para la solución de problemas. Complementariamente desarrolla **habilidades blandas** tales como: la comunicación asertiva, inteligencia emocional, trabajo en equipo, trabajo bajo presión y automotivación. Dichas competencias y habilidades resultan fundamentales para poner en práctica los conocimientos adquiridos y aplicarlos a la realidad concreta de la empresa materia de estudio.

## V CONCLUSIONES

1. Se cumplió con el objetivo principal, dado que se mejoró el proceso de envasado de yogurt cereal mix en la presentación de vaso de 100 gramos y se presentó un incremento de los indicadores clave del proceso.
2. Se incrementó la efectividad global del proceso de producción de yogurt cereal mix. De acuerdo a la clasificación de excelencia operacional del OEE, este se incrementó de 69.9 por ciento con calificativo “regular”, a 76.4 por ciento con calificativo “aceptable”. Esto se logró incrementando la disponibilidad de la línea, al reducir el tiempo de falla de máquina por ruptura de vasos de producto terminado en 30 horas mensuales; e incrementando los rendimientos por lote de yogurt, mejorando la tasa de calidad en 1 por ciento. La variación de pesos de vasos de yogurt se redujo y se mejoró el control del proceso. La media de pesos brutos de vasos de yogurt cereal mix se redujo en 0.6 gramos.
3. Se logró capacitar al personal maquinista y operario en los controles de proceso de envasado y las capacitaciones se incluyeron dentro del programa de capacitación anual de la empresa. Las capacitaciones ayudaron a la sensibilización del personal operativo y la implementación de los nuevos procesos de trabajo.
4. Se lograron implementar con éxito las modificaciones propuestas en los componentes de la línea de envasado. Estas fueron cruciales para mejorar los indicadores de desempeño del proceso.
5. Se implementó la lista de verificación de arranque de línea en la línea de envasado de yogurt cereal mix. Esta lista fue actualizada y mejorada con cada modificación futura del proceso.

6. Se implementó el mantenimiento autónomo en la línea de envasado de yogurt cereal mix. Esto ayudó a reducir las paradas no programadas por falla de máquina, reducir los mantenimientos correctivos y optimizar el tiempo de vida útil de los componentes de la línea de envasado.
  
7. La mejora del proceso de envasado de yogurt cereal mix conllevó a un ahorro neto anual de S/69005, con un periodo de recuperación de inversión de 31 días.

## **VI RECOMENDACIONES**

- Replicar esta metodología de trabajo en las demás líneas de envasado de la planta manufactura de yogurt, centrándonos en que el personal operativo pueda adquirir más conocimientos técnicos, que darán como resultado un menor número de problemas y defectos en los procesos relacionados con las máquinas.
- Continuar fomentando la formación de equipos de mejora de procesos multidisciplinarios y apoyarlos con los recursos necesarios para poder implementar sus ideas de mejora, analizando previamente su viabilidad. Este compromiso y motivación se logra estableciendo programas de reconocimiento de personal, liderados por las gerencias de las áreas involucradas.
- Establecer mecanismos para fomentar la creatividad y desarrollo de las ideas, mediante la elaboración e implementación de Kaizen y lecciones de un punto (LUP's).
- Asegurar el cumplimiento del programa anual de capacitación, en donde se incluya la presente metodología de trabajo, la cual se debe fortalecer a futuro con propuestas de mayor alcance como el mantenimiento productivo total (TPM) y el lean six sigma.
- Monitorear constantemente la veracidad de los datos registrados en los formatos de producción y analizar diariamente los resultados obtenidos. Establecer reuniones semanales y mensuales con planes de acción efectivos para mejorar continuamente dichos resultados. Supervisar periódicamente el cumplimiento de dichos planes de acción.

- A futuro, automatizar el proceso de recolección de datos mediante la implementación de balanzas electrónicas conectadas a la computadora. De igual forma es necesaria la implementación de computadoras en las líneas de envasado para la notificación de la producción al final del turno, de modo que se registren los datos del proceso directamente al sistema de planificación de recursos (ERP) y se automatice la generación de los reportes de indicadores clave de proceso.

## VII BIBLIOGRAFÍA

- Bonilla, E., Diaz Garay, B., Kleeberg Hidalgo, F., & Noriega Aranibar, M. T. (2012). *Mejora continua de los procesos. Herramientas y técnicas* (1st ed.). Fondo Editorial. Universidad de Lima.
- Cuatrecasas, L., & Torrell, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management* (Profit Edi). Profit Editorial I.
- D'Alessio Ipinza, F. (2012). *Administración de la operaciones productivas. Un enfoque en procesos para la gerencia* (Segunda re). Pearson Educación de Perú S.A.
- Diáz, C., Catari, D., Murga, C. de J., Diázl, G., & Quezada, V. (2020). Cost adjusted overall equipment effectiveness (OEE) [Efectividad general de equipos (OEE) ajustado por costos]. *Interciencia*, 45(3), 158–163. Recuperado de: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85082801872&partnerID=40&md5=359d278e0c4cd338b13b62d5fbcf0a45>
- Galiano Ibarra, J. A., Yáñez Sánchez, G., & Fernández Agüero, E. (2004). Análisis y mejora de procesos en organizaciones públicas. In *Chemistry*. Recuperado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract>
- Hernandez Matias, J. C., & Vizan Idoipe, A. (2013). Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. In F. EOI (Ed.), *AIMCAL Fall Technical Conference 2005 and 19th International Vacuum Web Coating Conference 2005*. Recuperado de: <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion> enlace
- ISO TC 176. (2015). ISO 9000:2015 Sistemas de Gestion de la calidad. —Fundamentos y vocabulario. *Secretaria Central de ISO, 2015*, 58. Recuperado de: [http://www.justicialarioja.gob.ar/planificacion/pagina/Norma ISO 9000\\_2015 Vocabulario Fundamentos.pdf](http://www.justicialarioja.gob.ar/planificacion/pagina/Norma ISO 9000_2015 Vocabulario Fundamentos.pdf)
- Mendenhall, W., Beaver, R., & Beaver, B. (2006). *Introducción a la probabilidad y la*

- estadística*, 13ra ed. Recuperado de:  
<http://books.google.com/books?id=qxdz9wGa5ZAC&pgis=1>
- Poblano-ojinaga, A., & Mendoza-montero, E. (2016). Revista de Docencia e Investigación Educativa Implementación del OEE como herramienta de mejora continua aplicada a una línea de producción Revista de Docencia e Investigación Educativa. In *Artículo Revista de Docencia e Investigación Educativa Diciembre* (Vol. 2, Issue 6). Recuperado de: [www.ecorfan.org/spain](http://www.ecorfan.org/spain)
- Rivera Muñoz, M. I., & Marin Fajardo, M. A. (2015). *Modelo de Gestión Por Procesos en Base de la Norma ISO 9001:2008 Aplicado a la Fábrica de Edredones Trazos-Cuenca*. Recuperado de:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8989/1/UPS-CT005277.pdf>
- Suárez, M., & Ramis, J. (2008). Aplicación y Evolución de la Mejora Continua de Procesos en la Administración Pública. *GCG: Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, 2(1), 6.  
<https://doi.org/10.3232/GCG.2008.V2.N1.06>
- Summers, D. C. S. (2006). *Administración de la Calidad*. Pearson Educación.
- Véliz Capuñay, C. (2011). Estadística para la administración y los negocios. In *Primera Edición*. Pearson Educación. México.
- Vinasco, L. (2018). *Metodología para la Solución de Problemas*. Artículo del Centro de Ingeniería de la Calidad. Recuperado de  
<https://cicalidad.com/articulos/Soluci%C2%BEen%20de%20Problemas%20-%20PHVA.pdf>.

## VIII ANEXOS

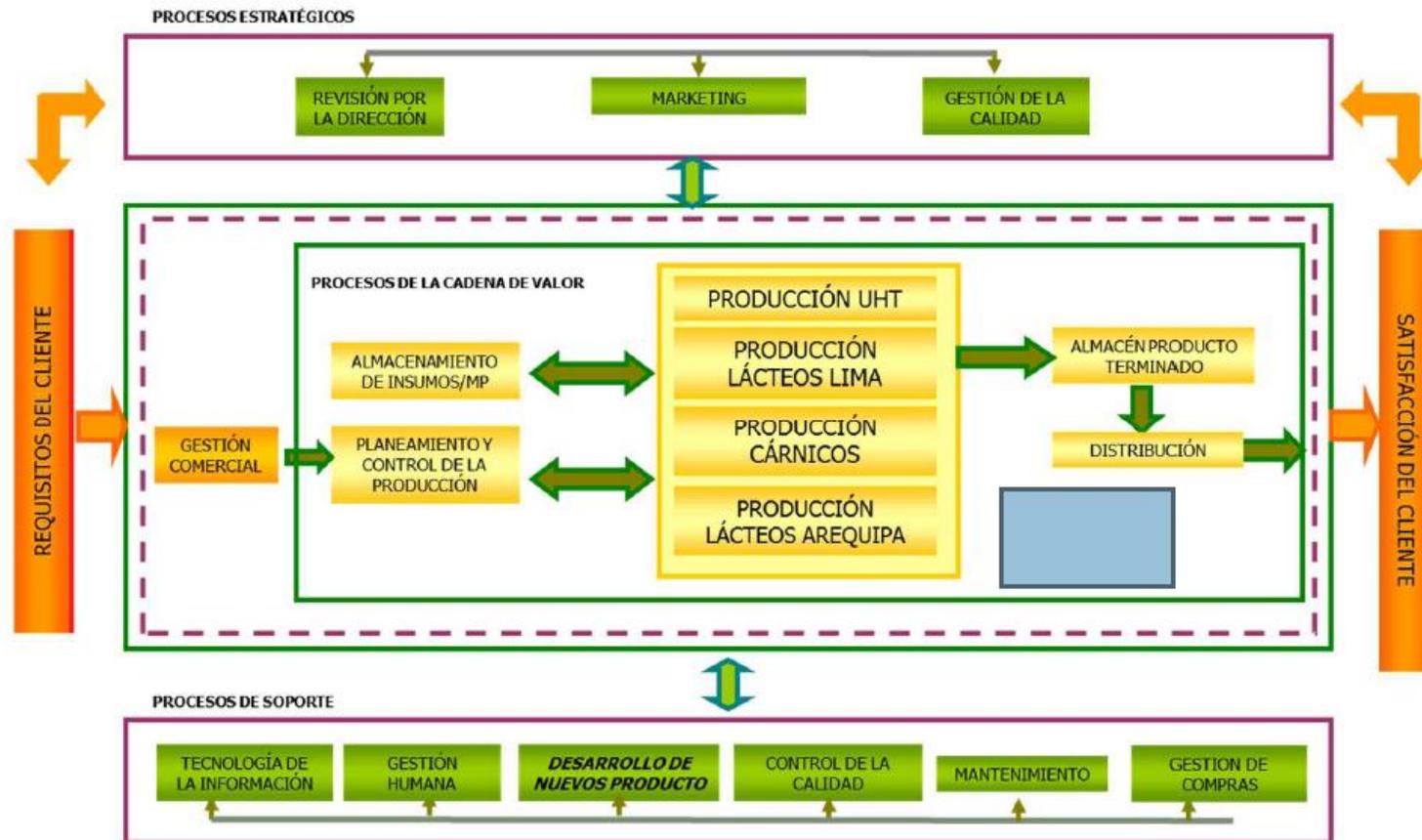
### ANEXO 1: ETAPAS Y PASOS DEL CICLO PDCA

Etapa	Pasos	Descripción
Planear	1. Identificación del problema	1. Seleccionar y caracterizar el problema Elegir un problema realmente importante, delimitarlo y escribirlo, se utilizan herramientas como diagramas de Pareto, indicadores de capacidad de proceso, gráficos de control y porcentaje de cumplimiento de especificaciones. Se deben estudiar los antecedentes e importancia y cuantificar su magnitud actual, definir una meta a alcanzar con el plan de mejora.
	2. Descripción del fenómeno	2. Conocer paso a paso el proceso donde está el problema a abordar: Se utilizan herramientas como diagramas de flujo del proceso incluyendo puntos críticos de control, variables a controlar, cuellos de botella y oportunidades de mejora.
	3. Análisis de causas	3. Buscar todas las posibles causas del problema detectado: Conocer profundamente las manifestaciones del problema, se utilizan herramientas como tormenta de ideas, diagrama de Ishikawa, 5S porque se debe contar con la participación activa de los involucrados.
		4. Plan de Acción
Hacer	5. Ejecución	Instaurar las medidas de remedio:  Seguir el plan de acción y empezar a pequeña escala para lograr la meta deseada.
Verificar	6. Verificación	Revisar los resultados obtenidos: Comparar el problema antes vs después de aplicar la medida. Se utilizan las medidas como pruebas de comparación de medias, varianzas antes vs después del plan de acción, diagramas de Pareto, diagramas de caja, indicadores de capacidad de proceso, porcentaje y gráficos de control. antes vs después del plan de acción.
Actuar	7. Estandarización	Prevenir la recurrencia: Evaluar todo lo realizado con el plan de acción, si las acciones dieron resultado, deben generalizarse y estandarizar su aplicación.
	8. Documentación	Documentación: Establecer medidas para evitar la recurrencia del problema, dejando documentados los procedimientos correctos paso a paso. Tomar la decisión de seguir mejorando este problema o se aborda otro.

FUENTE: Ingeniería de la Calidad Colombia (Vinasco, 2018) –

[www.cicalidad.com](http://www.cicalidad.com)

## ANEXO 2: MAPA DE PROCESOS DE LA EMPRESA EN ESTUDIO



FUENTE: Manual de Calidad de la Empresa en estudio

### ANEXO 3: REGISTRO DE ENVASADO -BISIGNANO (FT-LACT-YOG-03)

REGISTRO DE ENVASADO - BISIGNANO					
Responsable del registro: _____			Fecha: ___/___/___		
Producto Sabor Cereal	(Vaso Mix) (Yopi Mix)	(Laive Mix) (Yopi Mix)	(Laive Mix) (Yopi Mix)	(Laive Mix) (Yopi Mix)	(Laive Mix) (Yopi Mix)
	ORDEN PT 130000_				
Lote   Cantidad					
Inicio de Lote	(*) TQ Env.   Verific. Filtro				
	(*) Fecha de Producción	- -	- -	- -	- -
	(*) Fecha de Vencimiento	- -	- -	- -	- -
	(*) PH   Brix   Viscosidad				
	(*) Hz de Envasadora (Real)				
Fin Lote	(*) Hora Inicio				
	(*) Hora Fin				
	(*) Lote de Cereal				
	(*) Cantidad de Cereal consumido (kg)				
	(*) Vasos   Lote				
	(*) Cucharitas   Lote				
	(*) Copas   Lote				
Piezas Buenas	(*) Láminas   Lote				
	PT (1) Producción de turno anterior				
	C (2) Producción Total de lote - PT				
Piezas Malas	C (2) - (1) ó Producción de turno actual				
	1 Tapa aluminio descentrada				
	2 Mal Fechado				
	3 Mal encopado				
	4 Bajo Peso Yogurt				
	5 Bajo peso Cereal				
	6 Vaso aplastado				
	7 Sello debil				
	8 PRUEBA PRESIÓN				
9 MUESTRAS CALIDAD					
verificación	NITROGENO OPERATIVO	SI ( ) NO ( )	SI ( ) NO ( )	SI ( ) NO ( )	SI ( ) NO ( )
	OZONO OPERATIVO	SI ( ) NO ( )	SI ( ) NO ( )	SI ( ) NO ( )	SI ( ) NO ( )
D =	Piezas Buenas(C) y Malas				
TC =	Minutos / Unidad	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094
E =	Tiempo de producción esperado D * TC				
<b>Resumen de turno</b>					
<p>TIEMPO <b>T</b> → <math>\frac{\text{Tiempo productivo Total ( A )}}{\text{Tiempo Total de Uso ( A + B )}} = \frac{\text{[ ]}}{\text{[ ]}} = \text{[ ]}</math></p> <p>VELOCIDAD <b>V</b> → <math>\frac{\text{Tiempo de producción esperado ( E )}}{\text{Tiempo productivo Total ( A )}} = \frac{\text{[ ]}}{\text{[ ]}} = \text{[ ]}</math></p> <p>CAUDAL <b>C</b> → <math>\frac{\text{Total Piezas Buenas ( C )}}{\text{Total Piezas Buenas y Malas ( D )}} = \frac{\text{[ ]}}{\text{[ ]}} = \text{[ ]}</math></p> <p style="text-align: right;">TVC → [ ]</p>					
Observaciones: _____ Anotar aquí hora de cambio de maquinista en caso de incidente o permiso					
(*) Solo llenar: Inicio de lote (Si se inició el lote en este turno) o Fin de lote (si se terminó el lote en este turno)					
FT-LACT-YOG-03-02 REV. 01/09.01.2018			_____ VB* Responsable de producción		

#### ANEXO 4: REGISTRO DE PESOS DE PRODUCTO ENVASADO

Turno	Maquinista	Lote	FP	Pesos Bruto
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	107.7
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.6
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.3
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.4
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.6
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.9
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	107.6
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.8
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.9
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	107.9
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.0
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.5
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	107.5
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	107.7
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.8
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.7
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.2
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	107.6
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	107.9
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.7
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.7
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.3
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	107.7
Dia	Jorge	lote 1	01/05/2026	108.1
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	107.9
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.3
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.3
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.2
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.0
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.2
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.1
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	107.9
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	107.8
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	107.8
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.0
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.0
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.4
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.0
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.3
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.2
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.2
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.2
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.2
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.2
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.0
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.3
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.4
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.2
Noche	Miguel	lote 2	01/05/2026	108.4

## ANEXO 5: INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

CONTROL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
		LACTEOS	BISIGNIANO N°2
PARTES	MANTENIMIENTO	PASOS	PROCEDIMIENTO
<b>ENVASADORA DE CEREAL</b>			
<b>MAQUINA EN GENERAL</b>	Lubricación (Puntos de lubricación)	1	Adicionar grasa o lubricante sanitario (Según sea el caso) a todos los puntos de lubricación. (27 puntos)
<b>DOSIFICADORA DE PRODUCTO</b>	Limpieza	1	Abrir completamente la tapa de la tolva
		2	Con una pistola de aire se retira todo los residuos de producto
		3	Con un paño humedo y alcohol limpiar toda la superficie de la tolva
<b>FORMATOS</b>	Verificación y Limpieza	1	Verificar el buen estado de los tres formatos, en caso de no encontrar observación alguna, se procede a limpiarlos. En el caso de encontrar alguna no conformidad informar al supervisor de turno
<b>SISTEMA DE CUCHILLAS</b>	Verificación y limpieza	1	Se desmontan los tres cabezales de chuchillas
		2	Estos son llevados al almacén donde son desarmados para limpiarlos y lubricarlos utilizando lubricante sanitario sanitaria (Oleo parafina)
<b>SELLADORA</b>	Limpieza	1	Se limpian los tres pistones de las selladoras, utilizando una escobilla de bronce. Luego se les da una ultima pasada con un trapo húmedo y alcohol
<b>SOPORTE DE SOBRECOPA (INFERIOR Y CENTRAL)</b>	Limpieza	1	Limpiar todos los residuos con aire comprimido
		2	Limpiar los soportes con una escobilla, agua y detergente (Sobre todo en los espacios donde se ubican las uñas, en el caso de que estos espacios esten bien sucios desmontar uña por uña y limpiarlas)
		3	Lubricar con Aflojatodo
<b>ASPIRADORAS</b>	Limpieza	1	Se procede a limpiar los tachos y a eliminar la suciedad acumulada
		2	Con una pistola de aire y un trapo con alcohol se limpian los dos cabezales
	Verificación y Limpieza del filtro	1	Limpieza del filtro de las dos aspiradoras
		2	En caso de encontrarse gastadas y en mal estado se procederan a cambiar
		3	En coordinación con el técnico de mantenimiento retirar del almacén los filtros de repuesto necesarios y colocarlo en la aspiradora
		3	Se enjuaga con abundante agua
<b>FAJA TRANSPORTADORA DE COPAS</b>	Limpieza profunda	1	Se procede a desmontar la faja
		2	Con una escobilla y detergente se limpia toda la faja
		3	Se enjuaga con abundante agua
<b>CHUPONES DE DOSIFICACIÓN DE COPAS</b>	Limpieza	1	Limpiarlos con un trapo humedo y alcohol
<b>SENSORES</b>	Limpieza	1	Con un paño y alcohol se limpian directamente todos los sensores presentes en la línea
<b>ENVASADORA DE YOGURT</b>			
<b>MAQUINA EN GENERAL</b>	Lubricación (Puntos de lubricación)	1	Adicionar grasa o lubricante sanitario (Según sea el caso) a todos los puntos de lubricación
<b>CHUPONES SUCCIONADORES</b>	Verificación y limpieza	1	Verificar el correcto estado de los 3 succionadores de vaso y los 3 de tapa metálica, en caso de no encontrar observación alguna se procede a limpiarlos. En el caso de encontrar alguna no conformidad informar al supervisor de turno
<b>EMPAQUES DE TUBERIAS</b>	Verificación	1	Verificar el correcto estado de estos, en el caso de encontrar alguna no conformidad informar al supervisor de turno
<b>SELLADORA QUE UNE COPA Y VASO</b>	Limpieza	1	Se desmontan los tres selladores circulares y utilizando una escobilla de bronce se procede a limpiarlos.
<b>SELLADORA DE TAPA METALICA</b>	Limpieza	1	Se desmontan los tres selladores y utilizando una escobilla de bronce se procede a limpiarlos.
<b>CARRILES TRANSPORTADORES DE SOBRECOPA</b>	Limpieza	1	Con una escobilla, agua y detergente limpiar los tres carriles en toda su extensión, procurando retirar el producto acumulado en las rendijas
<b>SENSORES</b>	Limpieza	1	Con un paño y alcohol se limpian directamente todos los sensores presentes en la línea
<b>ABASTECEDORES DE COPAS CON PRODUCTO HACIA VASO</b>	limpieza	1	Con un paño y alcohol se limpian directamente los tres abastecedores blancos



**ANEXO 7: CHECKLIST DE ARRANQUE DE LÍNEA**

<b>MANTENIMIENTO AUTONOMO</b>										<b>LÁCTEOS</b>	
<b>CHECK LIST DE INICIO DE PRODUCCION</b>											
<b>(DURANTE EL CIP)</b>											
		<b>SEMANA</b>									
		<b>LÍNEA</b>		BISIGNANO 2							
Responsable		.....									
Fecha		.....									
<b>N°</b>	<b>MAQUINA</b>	<b>REVISIONES AL INICIO DE PRODUCCIÓN</b>							<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>ENVASADORA DE CEREAL</b>		<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>			
1	Sistema de corte de cucharitas	Limpieza de sensores									
		Limpieza de rodillos									
		Limpieza de cuchillas									
		Limpieza de tobogan de copas y cuchara. Lubricación									
		Verificación de estado de los cables									
2	Selladora	Limpieza de sello con cepillo de bronce.									
		Verificar estado de la vena del sellador.									
		Verificación de ajustado de selladores (ajustar con llave allen n°8 si hiciera falta)									
		Verificar altura adecuada del sellador (distancia entre el sellador y el plato 0,5mm=2 laminas de sellado)									
		Verificación de plato inferior (verificar correcto empalme, que no esté inclinado). Calibrar si fuera necesario									
Importante: No desmontar el cabezal del sellador											
<b>ENVASADORA DE YOGURT</b>		<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>			
3	Chupones succionadores	Verificación y Limpieza									
	Resortes	Verificación y Limpieza									
	Estado de máquina de Ozono	Verificación y Limpieza									
	Presellado	Verificación y Limpieza									
	Chupones dosificadores	Verificación y Limpieza									
<b>REVISIÓN TOTAL DE PIEZAS AL INICIO DE CADA LOTE</b>											
<b>LOTES DE YOGURT</b>		<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>	<b>S</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
Lote y #											
Lote y #											
Lote y #											
Lote y #											
<b>OBSERVACIONES ADICIONALES</b>											
.....											
.....											
.....											
.....											

ANEXO 8: MAPA DE MEJORA KAIZEN

# MEJOR KAIZEN

<b>JULIO 2016</b>		<b>KAIZEN N° 1436</b>		<b>Implementación de recirculación de agua de efluentes</b>	
<b>EQUIPO DE MEJORA</b>		<b>ORIGINADOR (ES):</b> JORGE FLORES	<b>FECHA:</b> 30/06/2016	<b>LÍNEA / MÁQUINA:</b> MANTENIMIENTO	
<p>Nuestro Generador e Implementador Kaizen Nro. 1436</p>  <p><b>JORGE FLORES</b></p>		<p><b>PÉRDIDA:</b> Gastos en transporte de los tanques llenos de espuma.</p>			
		<b>ANTES DE LA MEJORA</b>		<b>DESPUÉS DE LA MEJORA</b>	
					
		<p><b>DESCRIPCIÓN DEL KAIZEN:</b> En el área de mantenimiento no se contaba con un sistema de recirculación que separe la espuma del agua para ser tratada antes de ser desechada.</p> <p><b>PÉRDIDAS:</b> Gastos en transporte de los tanques llenos de espuma.</p>		<p><b>DESCRIPCIÓN DEL KAIZEN:</b> Implementacion de recirculación de agua de afluentes para evitar que este pase defrente al tanque de espuma, haciendo que este se llene rápido y pese más, colocando válvulas de mayor diámetro.</p> <p><b>BENEFICIOS:</b> Ahorro de mano de obra. Ahorro de costos de transporte.</p>	
		<p><b>REAPLICACIÓN:</b> <input checked="" type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO</p> <p><b>VALIDADO POR:</b></p>			