



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA
REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

Karla Lisbeth Santizo Orellana

Asesorado por el Ing. Juan Carlos González Fuentes

Guatemala, abril de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA
REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

KARLA LISBETH SANTIZO ORELLANA

ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS GONZALEZ FUENTES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| VOCAL II | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Christian Moisés de la Cruz Leal |
| VOCAL V | Br. Kevin Armando Cruz Lorente |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|--|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| EXAMINADOR | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |
| EXAMINADOR | Ing. Oscar Estuardo de León Maldonado |
| EXAMINADORA | Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 15 de agosto de 2018.



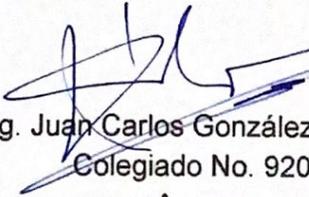
Karla Lisbeth Santizo Orellana

Guatemala, 04 de noviembre de 2019

Ingeniero Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por este medio atentamente le informo que como asesor de la estudiante **Karla Lisbeth Santizo Orellana con DPI 2957 83087 0101 y carnet 201404052**, procedí a revisar toda la información que presenta en el trabajo de graduación titulado: **"OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS"**. En tal virtud lo doy por aprobado solicitando darle el tramite respectivo.

Sin otro particular,


Ing. Juan Carlos González Fuentes
Colegiado No. 9207
Asesor

Juan Carlos González Fuentes
Ingeniero Industrial
Colegiado 9207



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.101.020

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por la estudiante universitaria **Karla Lisbeth Santizo Orellana**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Ingeniero Industrial - Ingeniero Mecánico
COLEGIADO 6512

Guatemala, octubre de 2020.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.022.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por la estudiante universitaria **Karla Lisbeth Santizo Orellana**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2021.

/mgp

DTG. 137.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por la estudiante universitaria: **Karla Lisbeth Santizo Orellana**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, abril de 2021

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Carlos Santizo y Verónica Orellana.

Mis hermanos

Isabel, Carlos y Renato Santizo Orellana.

Mis abuelas

Con cariño y admiración.

Mis amigos

Con mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|--|
| Dios | Por ser mi guía en este camino y quien me dio fuerzas para llegar a la meta. |
| Mis padres | Carlos Santizo y Verónica Orellana, por su apoyo incondicional y esfuerzo para que alcanzara este logro que también es de ustedes. Los amo inmensamente. |
| Mis hermanos | Isabel, Carlos y Renato Santizo, por estar siempre a mi lado, ser mis amigos y cómplices. |
| Mi familia | Por quererme y motivarme siempre. |
| Mis amigos | Por compartir conmigo estos momentos importantes y hacerme tan feliz durante la etapa universitaria. |
| Mi asesor | Ingeniero Juan Carlos González, por sus consejos, ética y paciencia en el proceso. |
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por permitirme llevar a cabo mi formación profesional. |
| FIUSAC | Por brindarme los conocimientos y las herramientas necesarias. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS | XI |
| GLOSARIO | XIII |
| RESUMEN..... | XIX |
| OBJETIVOS..... | XXI |
| INTRODUCCIÓN | XXIII |
| | |
| 1. ANTECEDENTES GENERALES | 1 |
| 1.1. Historia de la empresa..... | 1 |
| 1.2. Descripción general de la empresa | 3 |
| 1.2.1. Ubicación | 3 |
| 1.2.2. Misión | 4 |
| 1.2.3. Visión..... | 5 |
| 1.2.4. Política de inocuidad..... | 5 |
| 1.2.5. Generalidades de los productos | 7 |
| 1.3. Estructura organizacional | 8 |
| 1.3.1. Organigrama..... | 9 |
| 1.3.2. Descripción de funciones principales de puestos | 9 |
| 1.3.3. Departamentos de la empresa..... | 10 |
| 1.4. Desperdicio..... | 11 |
| 1.4.1. Descripción de los desperdicios | 12 |
| 1.4.2. Clasificación de los desperdicios | 13 |
| 1.4.3. Tratamiento de los desperdicios | 15 |
| 1.5. Metodología DMAIC | 17 |
| 1.5.1. Definir | 19 |

| | | | |
|--------|----------|---|----|
| | 1.5.1.1. | 5W1H | 20 |
| | 1.5.1.2. | Es & No Es | 21 |
| | 1.5.1.3. | Carta de constitución de un proyecto ... | 22 |
| 1.5.2. | | Medir | 23 |
| | 1.5.2.1. | Métodos de recolección de datos..... | 24 |
| 1.5.3. | | Analizar | 25 |
| | 1.5.3.1. | Lluvia de ideas | 26 |
| | 1.5.3.2. | 5 porqués | 27 |
| | 1.5.3.3. | Ir y ver | 28 |
| 1.5.4. | | Implementar | 28 |
| 1.5.5. | | Controlar..... | 30 |
| | 1.5.5.1. | Procedimiento operativo estándar..... | 32 |
| | 1.5.5.2. | Análisis FODA | 33 |
| 1.6. | | Productividad | 35 |
| 1.7. | | Diagramas..... | 36 |
| | 1.7.1. | Diagrama de flujo | 36 |
| | 1.7.2. | Diagrama de recorrido..... | 38 |
| | 1.7.3. | Diagrama de causa- efecto Ishikawa | 38 |
| | 1.7.4. | Diagrama de Pareto | 39 |
| 1.8. | | Gráfico de serie temporal..... | 40 |
| 2. | | SITUACIÓN ACTUAL | 43 |
| 2.1. | | Descripción del proceso de producción del consomé | 43 |
| | 2.1.1. | Diagrama de flujo de operaciones de la línea de producción..... | 43 |
| | 2.1.2. | Diagrama de recorrido de la línea de producción.... | 46 |
| | 2.1.3. | Maquinaria y herramientas utilizadas en la producción de consomé de pollo..... | 47 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.1.4. | Descripción de materia prima utilizada en la elaboración de consomé de pollo | 48 |
| 2.2. | Estructura organizacional | 49 |
| 2.2.1. | Organigrama de la línea de producción de consomé | 49 |
| 2.2.2. | Funciones del personal de la línea de producción de consomé | 50 |
| 2.3. | Desperdicios generados en el proceso de producción | 51 |
| 2.3.1. | Tipos de desperdicios en la producción de consomé | 53 |
| 2.3.2. | Gestión de desperdicios | 53 |
| 2.4. | Eficiencia del proceso..... | 54 |
| 2.4.1. | Medición de la productividad de la línea de consomé | 55 |
| 2.4.2. | Análisis de la capacidad del proceso..... | 56 |
| 2.5. | Limpieza de la máquina..... | 56 |
| 2.5.1. | Proceso de limpieza | 56 |
| 2.5.2. | Cantidad de desperdicios en el proceso de limpieza | 59 |
| 2.6. | Efectividad del proceso..... | 60 |
| 2.6.1. | Indicadores de efectividad | 60 |
| 3. | PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO Y LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.. | 61 |
| 3.1. | Etapas de definir | 61 |
| 3.1.1. | Delimitación del problema | 61 |
| 3.1.1.1. | 5W1H..... | 61 |
| 3.1.1.2. | Es & No Es | 62 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 3.1.1.3. | Contenido del proyecto de optimización de los procesos en la elaboración de consomé | 63 |
| 3.1.2. | Definir objetivos..... | 65 |
| 3.1.2.1. | Gráfico de serie temporal | 67 |
| 3.2. | Plan de tiempo para la optimización del proceso | 68 |
| 3.3. | Etapa de medir | 69 |
| 3.3.1. | Estratificación del proceso..... | 70 |
| 3.3.2. | Plan de recolección de datos de desperdicios en el proceso..... | 70 |
| 3.3.2.1. | Recolección de datos | 71 |
| 3.3.3. | Análisis de datos recolectados | 76 |
| 3.3.3.1. | Diagrama de Pareto | 77 |
| 3.3.3.2. | Gráfico de serie temporal | 78 |
| 3.3.4. | Declaración del problema enfocado | 83 |
| 3.4. | Etapa de analizar el proceso de la línea de producción del consomé de pollo | 83 |
| 3.4.1. | Mapa de analizar | 84 |
| 3.4.2. | Lluvia de ideas | 85 |
| 3.4.2.1. | Potenciales causas de los problemas .. | 87 |
| 3.4.3. | Agrupar las potenciales causas..... | 87 |
| 3.4.3.1. | Diagrama causa-efecto Ishikawa | 88 |
| 3.4.4. | Causa raíz del diagrama Ishikawa | 89 |
| 3.4.4.1. | Ir a ver | 89 |
| 3.4.4.2. | Verificación de causas raíz..... | 89 |
| 3.4.5. | Selección de potenciales causas | 104 |
| 3.4.5.1. | 5 porqués | 104 |
| 3.4.6. | Manejo y manipulación del producto propuesto | 107 |
| 3.4.7. | Mapeo del proceso | 107 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 3.4.8. | Estructura organizacional propuesta | 110 |
| 3.4.8.1. | Organigrama..... | 110 |
| 3.4.8.2. | Funciones y atribuciones | 111 |
| 4. | DESARROLLO DE LA PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS | 113 |
| 4.1. | Acciones para resolver causas raíz de la generación de desperdicios | 113 |
| 4.1.1. | Tormenta de ideas..... | 113 |
| 4.2. | Proceso de priorización | 114 |
| 4.2.1. | Priorización de acciones para la optimización del proceso..... | 115 |
| 4.2.2. | Matriz de impacto x esfuerzo | 116 |
| 4.3. | Plan de acción para la optimización del proceso | 117 |
| 4.4. | Implementar plan de acción..... | 120 |
| 4.4.1. | Actualización del estado | 120 |
| 4.5. | Efectividad de la solución (antes/después)..... | 121 |
| 4.5.1. | Gráfico de serie temporal | 121 |
| 4.6. | Reducción en el punto de generación | 122 |
| 4.7. | Verificación de efectividad de las medidas implementadas... | 123 |
| 4.8. | Personal involucrado | 123 |
| 4.8.1. | Programa de capacitación para el personal involucrado en la reducción de desperdicios | 125 |
| 4.8.2. | Revisión periódica del programa | 126 |
| 4.9. | Tratamiento de los desperdicios..... | 126 |
| 4.9.1. | Base legal..... | 128 |
| 4.9.2. | Efectos de la reducción de desperdicios | 133 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5. | SEGUIMIENTO O MEJORA | 135 |
| 5.1. | Control y seguimiento..... | 135 |
| 5.1.1. | Método de cuantificación de desperdicios..... | 136 |
| 5.1.2. | Utilización óptima de los materiales | 137 |
| 5.2. | Estandarizar cambios..... | 137 |
| 5.2.1. | POE..... | 138 |
| 5.3. | Entrenamiento (comunicar cambios)..... | 139 |
| 5.3.1. | Capacitación..... | 140 |
| 5.4. | Evaluación de beneficios..... | 140 |
| 5.4.1. | Productividad..... | 141 |
| 5.5. | Impacto ambiental..... | 143 |
| 5.6. | Estadísticas..... | 144 |
| 5.7. | Acciones preventivas | 144 |
| 5.7.1. | Modificaciones al control del proceso..... | 144 |
| 5.7.2. | Formato para control de desperdicios | 145 |
| 5.7.3. | Informe periódico de desperdicios..... | 146 |
| 5.8. | Análisis FODA..... | 147 |
| | CONCLUSIONES..... | 149 |
| | RECOMENDACIONES | 151 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 153 |
| | APÉNDICES..... | 157 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Ubicación geográfica..... | 4 |
| 2. | Organigrama | 9 |
| 3. | Organigrama de la estructura organizacional..... | 11 |
| 4. | Las 5 etapas en la realización de un proyecto 6 σ | 19 |
| 5. | Análisis FODA..... | 34 |
| 6. | Símbolos del diagrama de flujo | 37 |
| 7. | Diagrama causa- efecto | 39 |
| 8. | Diagrama de Pareto | 40 |
| 9. | Gráfica de serie temporal..... | 41 |
| 10. | Diagrama de flujo de operaciones..... | 44 |
| 11. | Diagrama de recorrido de la línea de producción..... | 46 |
| 12. | Organigrama de la línea de producción de consomé | 50 |
| 13. | Mezcla abastecida frente a mezcla utilizada | 66 |
| 14. | Gráfico de serie temporal del consomé de pollo | 68 |
| 15. | Plan de tiempo ilustrado..... | 69 |
| 16. | Extracción en limpieza, tolva dosificadora..... | 72 |
| 17. | Merma de mezcla..... | 76 |
| 18. | Diagrama de Pareto | 77 |
| 19. | Variación embudo No. 1 | 79 |
| 20. | Variación embudo No. 2..... | 80 |
| 21. | Variación embudo No. 3..... | 81 |
| 22. | Variación embudo No. 4..... | 82 |
| 23. | Desviación estándar de embudos | 83 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 24. | Mapa de analizar | 84 |
| 25. | Lluvia de ideas | 85 |
| 26. | Diagrama causa- efecto Ishikawa | 88 |
| 27. | Espacio de vueltas en tornillos dosificadores | 90 |
| 28. | Tamaño de conductores | 91 |
| 29. | Tamaño de tornillos dosificadores (gusanos) | 92 |
| 30. | Platillos utilizados en la producción de consomé | 93 |
| 31. | Granulometría al pasar por el tamiz y vibraciones | 94 |
| 32. | Tornillo y removedor | 95 |
| 33. | Higrómetro utilizado en las mediciones de humedad..... | 97 |
| 34. | Granulometría de lotes distintos | 98 |
| 35. | Promedio de dosificación por operador | 100 |
| 36. | Desviación estándar de dosificación por operador | 101 |
| 37. | Visor en la tolva | 103 |
| 38. | Mapeo del proceso | 108 |
| 39. | Diagrama de flujo propuesto..... | 109 |
| 40. | Organigrama propuesto | 110 |
| 41. | Matriz impacto x esfuerzo | 116 |
| 42. | Sobredosificación a través del tiempo | 122 |
| 43. | Variación de sobredosificación de mezcla | 142 |
| 44. | Matriz FODA | 147 |

TABLAS

| | | |
|------|---|----|
| I. | Clasificación de los desperdicios | 13 |
| II. | Tratamiento de residuos | 16 |
| III. | Estructura 5W1H..... | 20 |
| IV. | Matriz 5W1H | 21 |
| V. | ES & no es | 22 |

| | | |
|---------|--|-----|
| VI. | Proceso de limpieza (A) | 53 |
| VII. | Proceso de limpieza (A) | 57 |
| VIII. | Delimitación del problema según herramienta 5W1H | 62 |
| IX. | Herramienta Es & No Es | 62 |
| X. | Contenido del proyecto | 64 |
| XI. | Variación de mezcla | 65 |
| XII. | Datos objetivos..... | 67 |
| XIII. | Datos de gráfico de serie temporal | 67 |
| XIV. | Plan de tiempo | 68 |
| XV. | Plan de recolección de datos | 70 |
| XVI. | Producto teórico utilizado | 72 |
| XVII. | Peso de cada saco de consomé de pollo..... | 73 |
| XVIII. | Merma de mezcla..... | 76 |
| XIX. | Granulometría antes y después del tamiz | 94 |
| XX. | Distancia entre el tornillo y el removedor | 95 |
| XXI. | Porcentaje de humedad de lotes distintos..... | 97 |
| XXII. | Granulometría de lotes distintos..... | 98 |
| XXIII. | Promedio de dosificación por operador..... | 99 |
| XXIV. | Desviación estándar de dosificación por operador..... | 100 |
| XXV. | Mezcla dosificada por velocidad | 102 |
| XXVI. | Causas incidentes | 104 |
| XXVII. | 5 porqués | 105 |
| XXVIII. | Soluciones generadas para causas verificadas | 114 |
| XXIX. | Plan de mantenimiento preventivo máquina 32 | 117 |
| XXX. | Plan de implementación (5W2H)..... | 119 |
| XXXI. | Porcentaje de variación en la dosificación a través del tiempo | 120 |
| XXXII. | Porcentaje de reducción de sobredosificación en el punto de generación | 123 |
| XXXIII. | Reproceso de consomé de pollo | 127 |

| | | |
|----------|---|-----|
| XXXIV. | Reproceso de laminado | 128 |
| XXXV. | Atributos de evaluación de impacto ambiental..... | 129 |
| XXXVI. | Modelo de impacto ambiental | 130 |
| XXXVII. | Valorización impacto ambiental de desechos sólidos | 131 |
| XXXVIII. | Medidas de mitigación de impacto ambiental | 132 |
| XXXIX. | Plan de mejora continua | 135 |
| XL. | POE de parámetros de operación..... | 138 |
| XLI. | Programa de entrenamiento | 139 |
| XLII. | Ahorro con la implementación del proyecto | 141 |
| XLIII. | Porcentaje de variación en la dosificación | 142 |
| XLIV. | Formato de registro de cantidad de laminado generado..... | 145 |
| XLV. | Kg de mezcla generados como desperdicios | 146 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------------------|-----------------------------------|
| B1 | Alto a moderado impacto ambiental |
| BMP | Bodega de materia prima |
| BPT | Bodega de producto terminado |
| gpm | Golpes por minuto |
| g | Gramos |
| Hz | Hercio |
| Kg | Kilogramo |
| MP | Materia prima |
| MQ | Máquina |
| m | Metro |
| mm | Milímetros |
| N/A | No aplica |
| % | Porcentaje |
| Q | Quetzales |
| rpm | Revoluciones por minuto |
| σ | Sigma |
| t | Tiempo |

GLOSARIO

| | |
|------------------------------|---|
| Bolsas grandes | Envase flexible con forma de bolsa grande que se utiliza para almacenar, mantener y transportar productos a granel. |
| Causa raíz | Origen de problemas, deficiencias, accidentes en distintas situaciones. |
| Consomé | Carne deshidratada con otros aditivos para la elaboración de sopa. |
| Consumidor | Persona que adquiere o utiliza productos de consumo. |
| Contaminación | Acción de contaminar. |
| Costos de fabricación | Dinero utilizado para la transformación de materia prima en un producto final para los consumidores. |
| Cuantificar | Expresar con números una magnitud. |
| Desecho sólido | Residuo o desecho con forma y partículas unidas. |
| Desperdicio | Residuo que se genera a partir del uso de materiales, difícil de aprovechar. |

| | |
|--------------------------------|--|
| Eficiencia | Capacidad de disponer y cumplir con determinados objetivos o funciones. |
| Estacionalidad | Dependencia entre variables producidas por fluctuaciones o cambios coincidentes a lo largo del tiempo. |
| Estandarizar | Ajustar o tipificar algo a un estándar. |
| Estrategia | Trazar y proyectar la dirección de acciones para obtener determinados resultados. |
| Estratificación | Acción que persigue separar en capas, elementos de un sistema. |
| Expectativa | Esperanza de obtener o realizar algo. |
| FODA | Acrónimo que representa las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de una empresa, proyecto o cosa. |
| Gestión ambiental | Conjunto de disposiciones para el manejo de políticas y procedimientos que permitan el manejo integral del medio ambiente. |
| Gestión de desperdicios | Acciones, procedimientos y políticas orientadas al manejo de los desperdicios. |

| | |
|-------------------------------|--|
| Granulometría | Reflejo de la distribución de los tamaños de las partículas de un material sólido. |
| Humedad | Cantidad de vapor de agua, presente en la superficie o el interior de un cuerpo. |
| Imagen corporativa | Forma en la que una entidad se presenta a si misma a sus clientes, inversores, miembros de la corporación. |
| Impacto ambiental | Efectos causados por seres humanos, industrias, animales, al ecosistema, con la modificación del ambiente por medio del uso de recursos naturales. |
| Industria de alimentos | Sector económico encargado de la elaboración y distribución de sustancias procesadas para la ingesta humana. |
| Inocuidad | Es la garantía de que un alimento no causará algún daño durante su consumo. |
| Ir a ver | Término utilizado para la actividad de ir al área en la que ocurre un hecho y observar con atención. |
| Líder de producción | Encargado de los procesos productivos en una empresa. |
| Línea de producción | Conjunto de actividades y operaciones que se realizan en secuencia para obtener un producto final. |

| | |
|-----------------------------|--|
| Mapeo | Distribución secuencial de un conjunto de elementos. |
| Merma | Volumen o cantidad que se pierde en un proceso y puede reducirse. |
| Metodología DMAIC | Acrónimo (definir, medir, analizar, implementar y controlar) de la herramienta encargada de mejorar procesos mediante las actividades descritas. |
| Operario de respaldo | Operador que no se encuentra certificado en una línea de producción. |
| Optimización | El aprovechamiento de recursos para maximizar los beneficios o resultados. |
| Pilar | Elemento de soporte o base para algo. |
| Proceso | Conjunto de actividades sucesivas para la transformación de algo. |
| Proceso crítico | Actividades que inciden directamente en los resultados o añaden valor. |
| Productividad | Relación entre los resultados de un proceso o actividad, con los recursos utilizados. |
| Producto final | Resultado o beneficio que se obtiene de la transformación de objetos. |

| | |
|------------------------------|---|
| Rendimiento ambiental | Resultado medible relacionado con el control de los aspectos ambientales de una actividad. |
| Rentabilidad | Ganancias o beneficios generados por una actividad, en relación con los recursos y esfuerzo invertido. |
| Seis sigma | Herramienta que busca la mejora, mediante la reducción de variación en procesos y el control de estos. |
| Sistemas de control | Conjunto de elementos que ayudan a dirigir y regular un proceso o procedimiento para reducir los errores o variación. |
| Sostenibilidad | Cualidad de mantenerse durante un largo tiempo sin comprometer recursos del futuro. |
| Tamiz | Cedazo tupido. |
| Tramo plástico | Plástico elástico que se utiliza para envolver tarimas y otras cosas. |
| Transformar | Hacer que algo o alguien cambie. |
| Valor agregado | Particularidad sumada a un bien que añade valor. |
| Valor compartido | Relación directa entre los beneficios que genera una empresa y la responsabilidad que se crea con la sociedad. |

Variable Algo inestable, sujeto a cambios.

Variación cíclica Fluctuaciones ascendentes y descendentes
periódicas en el tiempo.

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño de un proyecto seis sigmas, con la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, implementar y controlar) cinco etapas que permiten la optimización del proceso de producción en la línea de consomé de pollo y la reducción de desperdicios generados.

Los primeros dos capítulos describen las generalidades de la empresa y su situación actual, los cuales permiten conocer su historia, los productos, las políticas que la rigen, la maquinaria utilizada, el proceso de producción del consomé de pollo, entre otros. El propósito es familiarizarse con la operación de la empresa y reconocer oportunidades de mejora.

El capítulo tres desarrolla todas las etapas de la metodología; la definición del problema y su delimitación, las mediciones y recolección de datos, el análisis de la información recabada para determinar las causas raíz que generan los problemas, propuesta e implementación de soluciones que mejoren el proceso y disminuyan la cantidad de desperdicios, adicionalmente la creación de estándares que permitan el control y seguimiento de las acciones ejecutadas.

En los capítulos cuatro y cinco, se muestran los resultados obtenidos del proyecto, la efectividad y beneficios que las medidas implementadas producen, para la optimización del proceso y reducción de desperdicio, así como formatos y procedimientos operativos estándar para el monitoreo de los controles creados.

OBJETIVOS

General

Optimizar el proceso de fabricación para la reducción de desperdicio de la línea de producción de consomé de pollo.

Específicos

1. Evaluar el procedimiento de la línea de producción de consomé de pollo para identificar las oportunidades de mejora que podrían efectuarse.
2. Cuantificar la cantidad de desperdicio generado en el proceso de la línea de producción para la definición y elaboración de la implementación ac de la situación actual del proceso.
3. Analizar la información recopilada para determinar cuáles son las causas raíz que generan los desperdicios en el proceso de fabricación en la línea de producción.
4. Desarrollar y proponer soluciones para la implementación de la mejora que se pueda contrarrestar y reducir las causas raíz de la generación de desperdicios en la línea de producción.
5. Elaborar un sistema de control estadístico de desperdicios en la línea de producción para establecer el volumen y el costo de estos desperdicios.

6. Estandarizar el proceso de producción para el control y monitoreo de la generación de desperdicios de la línea de producción.

INTRODUCCIÓN

La administración de una empresa competitiva incluye dentro de sus objetivos disminuir y reutilizar los desperdicios generados en sus procesos productivos, sin importar que esto implique transformar las operaciones, para suprimir todo aquello que no genera valor agregado a la organización y refleje los resultados en la disminución de precios de sus productos, siendo competitivos en el mercado.

La compañía donde se efectuó la investigación para elaborar este trabajo de graduación es 100 % guatemalteca, líder en la producción y comercialización de alimentos y bebidas de preparación instantánea de alta calidad. Cuenta con una estrategia cuyo fin primordial es la implementación de diferentes metodologías que contribuyen a la optimización de sus recursos para aumentar la productividad y, por ende, su rentabilidad, con un equipo de trabajo multidisciplinario totalmente comprometido, en busca de lograr un cero desperdicio y proveyendo a los clientes de un valor agregado a sus productos.

El presente trabajo de investigación identifica las oportunidades de mejora continua mediante la evaluación y análisis del proceso en la línea de producción de consomé empleando la metodología DMAIC, para el desarrollo de soluciones que reduzcan la cantidad de desperdicios generados de la mezcla de producto en el llenado y empaque. Asimismo, realizar un sistema eficiente y efectivo de control de la merma para establecer acciones sólidas que ataquen las causas raíz de su generación.

Se reserva el nombre de la empresa debido a políticas internas de confidencialidad, por lo tanto, para efectos del presente trabajo de investigación se utiliza el nombre ficticio de “Industria de alimentos”.

En el primer capítulo se proporciona información como los antecedentes generales de la industria de alimentos, su historia, ubicación, productos que se elaboran, la estructura organizacional y el concepto de las herramientas que se utilizaron para llevar a cabo la metodología dmaic. En el segundo capítulo se detalla el proceso de producción, la estructura organizacional de la línea, capacidad y datos más específicos para la identificación de mejoras.

El tercero incluye el desarrollo de la metodología y análisis de datos para proponer soluciones que optimicen el proceso de producción y aumente la productividad de la línea. Por último, el capítulo 4 y 5 muestra la estandarización y control del proceso mediante programas de capacitación, elaboración de formatos, verificación de la efectividad de las medidas de la propuesta, análisis FODA y otros puntos importantes para el proyecto.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Historia de la empresa

La industria inicia como un negocio familiar, donde la señora Elena García administraba una cafetería con el nombre de El Koala en el cual conoce a Daniel Hernández, quien se convierte en su esposo en 1949. La situación política y social de Guatemala obliga a la familia a mudarse a México, en dicho país decidieron emprender un comedor, el cual llamaron “La pajera”. Doña Elena aprendió a preparar gelatinas que no necesitaban refrigeración, las cuales se vendían muy bien, por lo que decidió regresar a Guatemala con dicho producto el cual tuvo mucho éxito.¹

Tiempo después don Daniel Hernández regresó a Guatemala y juntos empezaron a mezclar nuevos ingredientes y el negocio comenzó a prosperar en gran manera. Desde entonces salieron los primeros productos que marcaron el paladar de los guatemaltecos, como el refresco instantáneo en polvo Ru Ku que dio paso al refresco líquido Ruquito. En 1957 se fundó la fábrica, sin embargo, un par de años después fue consumida por un incendio y la industria se vio forzada a trasladarse a un nuevo espacio en cual por la creciente competencia decidieron cesar la producción de Ruquit y enfocarse a la producción de nuevos alimentos.

¹ TORRES, Javier. *Negocios y emprendimiento: los primeros 50 años de Malher*. <https://www.negociosyemprendimiento.org/2010/03/los-primeros-50-anos-de-malher-una-gran.html>.

Don Daniel Hernández frecuentemente permanecía hasta altas horas de la noche consultando libros de química y haciendo pruebas para mejorar las fórmulas y crear nuevos productos. Fue de esta manera en que en 1963 nació la sopa de fideos, un producto pionero en Guatemala y un año después se introdujo el consomé de pollo. Estos fueron productos que modificaron los hábitos y costumbres de muchos guatemaltecos, dándoles a las amas de casa la oportunidad de espolvorear el consomé sobre los alimentos, revolucionando muchas recetas de cocina.

Como consecuencia del rotundo éxito del consomé de pollo se inició la fabricación y distribución de cremas, un producto más sofisticado con sabores tradicionales como de pollo, tomate, cebolla y mariscos. En 1968 se sumó la línea de especias y sazónadores a una amplia gama de productos.

Lamentablemente el 1972 muere don Daniel Hernández, sus hijos quedaron al frente del negocio familiar, llenos de creatividad, visión y, valores logrando liderazgo dentro de la industria, la nueva generación llevó a alcanzar los mercados de Centroamérica, Estados Unidos y, México. Los productos se enraizaron a los hogares de los consumidores a nivel nacional y regional lo que permitió en 1983 la apertura de la nueva planta, haciendo posible la fabricación de 12 líneas de productos²

De esta manera la empresa continuó con la diversificación de productos que tienen como finalidad ahorrar tiempo en la cocina, tales como los preparados, que son, sin lugar a duda, un aporte para las nuevas generaciones que no han adquirido la experiencia de la cocina lenta y laboriosa de otras generaciones.

² Industria de alimentos, S.A. *Manual de calidad*. p. 6.

En la actualidad la industria se encuentra asociada a otra empresa de alimentos muy reconocida, lo cual permitió la comercialización de sus productos en varios países del mundo, permitiendo una mayor expansión y éxito. La empresa con el liderazgo en refrescos y sazonadores, la eficiencia y cobertura de un sistema de distribución único y flexibilidad de sus procesos productivos para satisfacer las necesidades de consumidores emergentes se une con el liderazgo y experiencia de transnacional en toda la región para juntos trascender de nuevo en el mercado y en la historia, compartiendo los valores de sus orígenes.

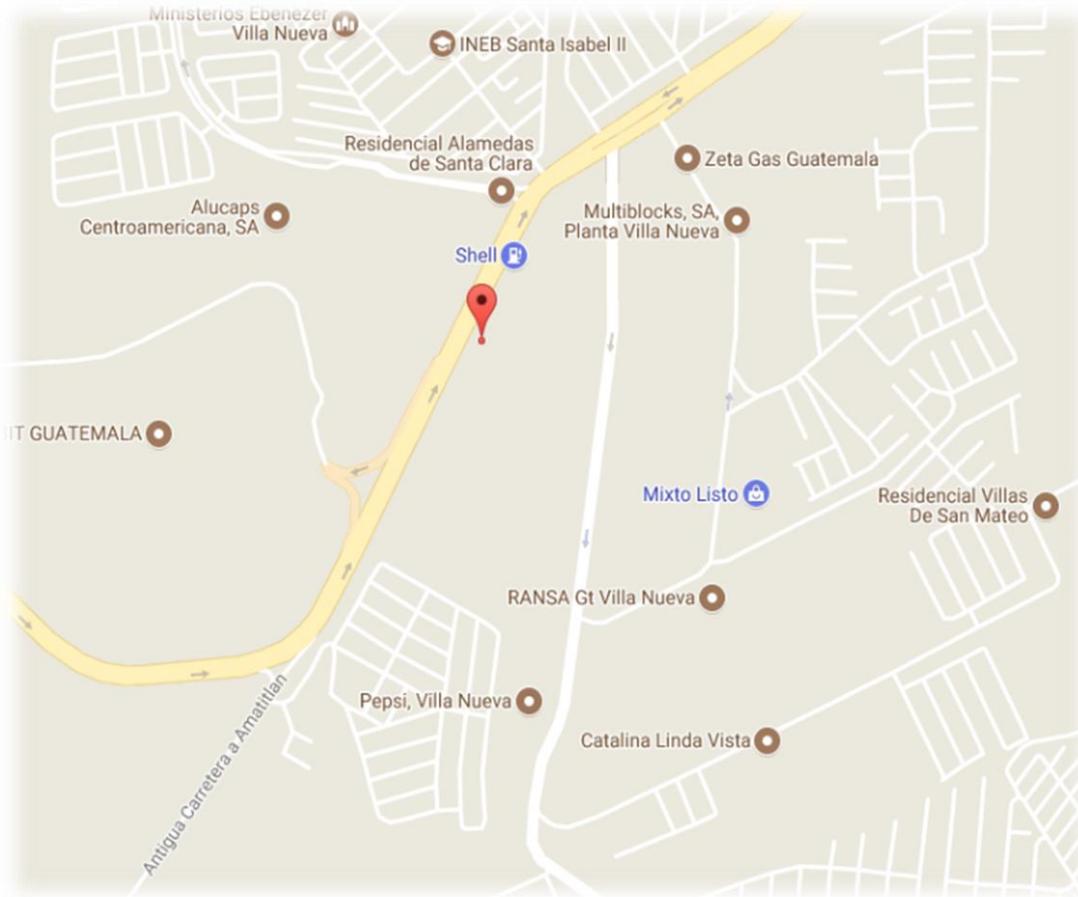
1.2. Descripción general de la empresa

Es una empresa dedicada a la producción y comercialización de alimentos y bebidas de alta calidad y preparación instantánea como lo son la diversidad de bebidas en polvo, sopas, los consomés y sazonadores que ayudan a dar sabor a las comidas. Es líder en el mercado guatemalteco y se encuentra trascendiendo en nuevos mercados gracias a la constante innovación, la calidad de sus productos y el servicio que ofrece. Sus políticas de calidad, seguridad y medio ambiente demuestran el compromiso con la sociedad y agregan valor a los productos que ofrecen.

1.2.1. Ubicación

La zona de estudio se ubica en la 48 calle 15-74 de la zona 12 del municipio de Guatemala. A continuación, en la figura 1 se muestra la ubicación en el mapa.

Figura 1. **Ubicación geográfica**



Fuente: elaboración propia, empleando Google maps.

1.2.2. Misión

Ser una empresa líder de alimentos y más reconocida y exitosa de la región y mercados adyacentes, con innovación, calidad óptima y flexibilidad, donde todos participemos, logrando que se consuman nuestras marcas.³

³ Industria de alimentos, S.A. *Manual de calidad*. p. 11.

1.2.3. Visión

Producir y comercializar alimentos y bebidas de alta calidad y fácil preparación para satisfacer a los consumidores.⁴

1.2.4. Política de inocuidad

La empresa se encarga de la industrialización y comercialización de productos alimenticios que brindan satisfacción y seguridad por medio de estrictos estándares de calidad e inocuidad, cumpliendo los requisitos legales y reglamentarios aplicables, las expectativas de los clientes y el compromiso de los colaboradores para que se mejore continuamente la eficacia del sistema de gestión para proporcionar productos que no dañen al consumidor.

La compañía se encuentra certificada internacionalmente con las siguientes normas internacionales:

- Medio ambiente ISO 14001: es la norma internacional de sistemas de gestión ambiental (SGA) en donde se procura cuidar de los recursos naturales, como: agua, luz y el control de los desechos sólidos con la identificación, priorización y gestión de riesgos ambientales.
- Seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001: es un sistema de gestión para el control de la salud laboral y los riesgos en materia de seguridad en el trabajo. La empresa está convencida de que el éxito puede alcanzarse a través de las personas, siendo los colaboradores el activo más importante para la compañía, pues son ellos quienes con su trabajo

⁴ Industria de alimentos, S.A. *Manual de calidad*. p. 11.

y dedicación contribuyen a alcanzar los objetivos trazados a nivel corporativo. Es por ello por lo que la seguridad es primordial en cualquier persona que interactúe con la compañía a lo largo de la cadena de valor.

- FSSC 22000: gestiona los riesgos de seguridad alimentaria en toda la cadena de suministros, demostrando de esta manera el compromiso con la seguridad, manipulación e inocuidad alimentaria basándose en buenas prácticas de vanguardia y estándares internacionales, asegurando que el producto no le haga daño al consumidor.
- HACCP: el análisis de peligros y puntos críticos de control es aplicado para garantizar internacionalmente la seguridad de los alimentos. El sistema preventivo, identifica, evalúa y controla los peligros que son importantes para la seguridad alimentaria y cubre todo el proceso.

Y además como parte de la responsabilidad social y compromiso de calidad y confianza con los clientes, existen reglamentos internos como:

Calidad NQMS: un sistema de gestión de calidad propio de la empresa con lo que se busca confianza del consumidor y satisfacción en todas sus marcas, productos y servicios; reducir el número de desechos y defectos; brindar seguridad alimentaria con el cumplimiento de todos los requerimientos regulatorios aplicables y el compromiso de todo el equipo con la calidad de los productos.⁵

⁵ Industria de alimentos, S.A. *Guía corporativa*. p. 23.

1.2.5. Generalidades de los productos

La empresa cuenta con una alta gama de productos, entre ellos se encuentran:

- Sopas y cremas: mezcla de polvo granulado, ligeramente graso con ingredientes deshidratados, que sirve como base para preparar sopa y caldos de elaboración rápida. Es un producto pionero en Guatemala y la empresa se encarga de producir diversos tipos de sopas o bases de sopas, como las siguientes: sopa sabor a pollo con fideos, base para preparar caldo de costilla criolla, base para hacer sopa de pollo con caracolitos, base para hacer sopa con sabor a cola de res, crema de mariscos, base para hacer cocido de res y base para hacer caldo de gallina de patio.
- Condimentos: mezcla deshidratada que tiene la textura de un polvo granulado fino, que se utiliza en las cocinas de los consumidores para sazonar pollo, carnes y condimentar arroces, sopas y todo tipo de guisos. La textura que poseen es granulado fino con partículas verdes de perejil. Uno de los principales componentes de todos los consomés que se producen en la empresa son harina, perejil y glutamato monosódico.
- Las presentaciones que actualmente se producen son sobres de 12 gramos, *doypack* de 227, 454 y 908 gramos y bolsa de 450 gramos. Condimentos con los que cuenta: consomé de pollo, consomé de camarón, consomé de res y tomate, consomé de pollo con hierbas y especias, y consomé de pollo campestre.

- Sazonadores y especias: cuenta con sazonadores utilizados en los hogares para condimentar un alimento y darle tanto sabor como aroma y color. Realza el sabor de verduras, ensaladas, carnes y otros alimentos. El glutamato monosódico es uno de los principales componentes de los sazonadores y partículas de los distintos vegetales deshidratados, según sea el sabor. La industria de alimentos produce varios tipos de sazonadores como los que se mencionan a continuación: sazón completa, ablandador sazonador, sazonador canela en polvo, sal de ajo, pimienta negra en polvo, chile cobanero y sal de cebolla.
- Bebidas: son bebidas instantáneas en polvo con sabor artificial a las distintas frutas y cítricos. El éxito de estos productos radica en la facilidad, rapidez y flexibilidad de preparación. Se presenta en forma de polvo granulado y el sabor es natural y de fácil disolución y reconstitución. Las presentaciones que se manejan son sobres de 25 gramos que rinden 1,5 litros, de 28 gramos que rinden 2 litros, cajas con 9 sobres de 28 gramos, y el té frío de 30 gramos.

Dentro de las variedades y sabores, la empresa tiene: tamarindo, horchata, Jamaica, naranja, fresa, piña y guanaba.

La empresa cuenta con un grupo de productos que cumplen la misma función con características distintas para un segmento de mercado con menos recursos, manejando un precio más bajo para el producto.

1.3. Estructura organizacional

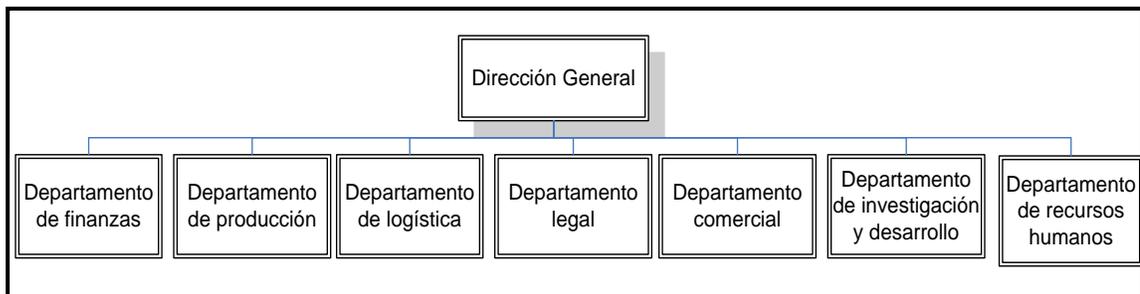
La estructura organizacional permite determinar y asegurar que se cuente con suficiente recurso humano para lograr los objetivos y metas trazadas en

una organización, definir las funciones que cada colaborador debe cumplir y como se interrelacionan entre sí para contar con el mayor rendimiento posible y la forma óptima de dividir el trabajo en tareas simples y agrupadas en unidades organizativas. La estructura es la herramienta que facilita la realización de actividades y la coordinación del funcionamiento.

1.3.1. Organigrama

A continuación, se presenta un organigrama suplementario de la empresa que muestra parte de la organización, los departamentos de finanzas, producción, logística, legal, comercial, recursos humanos e investigación y desarrollo, conducidos por la dirección general de la empresa.

Figura 2. Organigrama



Fuente: elaboración propia.

1.3.2. Descripción de funciones principales de puestos

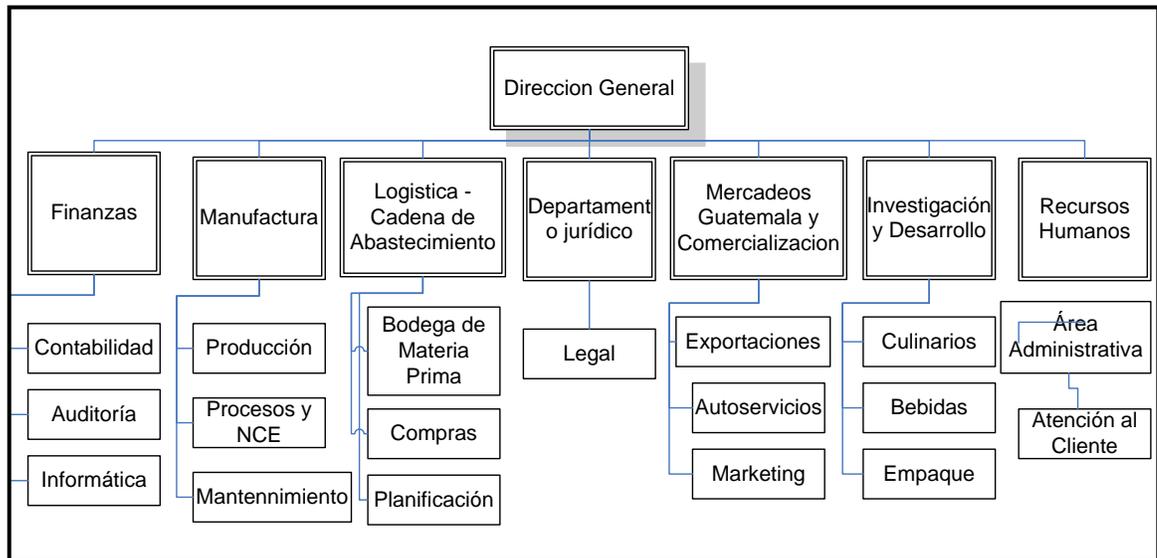
En cada departamento hay un director que tiene funciones distintas según los objetivos y actividades interpuestas a cada uno, para que la empresa sea rentable y genere los beneficios que se buscan.

- Director general: es la persona que tiene a su cargo la administración de resultados de las distintas áreas para la toma de decisiones importantes orientadas en el cumplimiento de los objetivos de toda la compañía.
- Director de manufactura: es el encargado de velar por la armonización de trabajo entre todas las áreas para cumplir con la demanda y las metas de producción.
- Gerente de área: administra un área en específico o departamento, encargándose de que las distintas personas que tienen a su cargo cumplan con sus funciones.
- Jefes o supervisores: son los delegados para velar por el funcionamiento y cumplimiento de determinados procesos o procedimientos.
- Operadores: responsables de desarrollar las tareas dentro de los procesos productivos que permiten crear los productos que la empresa comercializa.

1.3.3. Departamentos de la empresa

La empresa se encuentra organizada y estructurada con determinados departamentos como recursos humanos, finanzas, manufactura, y dentro de cada uno de estos, hay una división de áreas para la repartición de tareas especializados, permitiendo de esta manera fluidez en el proceso y una buena gestión que permita la elaboración de productos en grandes cantidades y satisfacer al cliente con todos los detalles demandados y con valor agregado.

Figura 3. Organigrama de la estructura organizacional



Fuente: elaboración propia.

1.4. Desperdicio

Se le llama desperdicio a todos aquellos recursos como materia prima e insumo que no son aprovechados, en las industrias existe desperdicio dentro de los procesos productivos debido a la ineficiencia en el aprovechamiento de estos, representando una pérdida de recursos además de costos en la gestión de manejo de desperdicios.

En materia de residuos, la compañía tiene como reto principal para el 2020 cero desperdicios que se dirijan al vertedero del área. Busca lograr

mediante la identificación de fuentes de desperdicios y fomentando el reciclaje, una reducción de los residuos en el centro de trabajo.⁶

Los recursos que posee el planeta son limitados, por lo que garantizar la protección y preservación del medio ambiente es un compromiso de la compañía mediante la gestión responsable y controlada de todos los residuos que se generan en la fábrica.

1.4.1. Descripción de los desperdicios

Dentro del área de producción de la empresa se generan muchos tipos de desperdicios como los siguientes:

- **Materia prima:** se considera desperdicio de materia prima la mezcla de consomé de pollo que no cumple con los estándares de producción.
- **Material de empaque:** laminado que se corta cuando se extrae la mezcla de los sobres que no cumplen con los estándares de producción.
- **Productos de limpieza:** *wypall* que se utiliza para limpiar.

Se generan desperdicios de materia prima en las líneas de producción durante el proceso de transformación de la materia o llenado y empaque del producto, también se genera desperdicio de material de empaque en las líneas de producción, uno de los principales factores que lo genera es el mal funcionamiento del equipo de empaque que produce imperfecciones en los

⁶ Industria de alimentos, S.A. *Guía corporativa*. p. 26.

productos haciendo necesario el reproceso y desecho del empaque primario defectuoso.⁷

1.4.2. Clasificación de los desperdicios

En la empresa cuentan con la clasificación de residuos para su reciclaje y cumplir con la política de 0 residuos al vertedero a través de nueve categorías distintas, entre las cuales están los residuos orgánicos del exterior, residuos orgánicos de producción, papel y cartón, plástico, bioinfecciosos, residuos manchados, aluminio y metales, laminado, entre otros. Los distintos residuos que van en cada uno son detallados en la tabla que se muestra a continuación.

Tabla I. **Clasificación de los desperdicios**

| | |
|---|---|
|  | RESIDUOS ORGÁNICOS |
| Residuos de comida que provienen del comedor y en áreas de cocina. | |
| Residuos de comida que proviene de áreas comunes, pérgola, frente a tienda, mesas de billar, detrás de cafetería, oficinas Manufactura. | |
| Residuos de jardinería. | |
|  | RESIDUOS ORGÁNICOS DE PRODUCCIÓN |
| Todos los residuos culinarios de consomé, sopas, especias, bebidas, fresco. | |
| Todos los restos de materia prima que son utilizados para fabricar el producto | |
| Grasa. | |
| Residuos de los filtros de aire. | |
|  | PAPEL Y CARTÓN |
| Papel, plano, revistas, catálogos, cuadernos, trifoliales, fólder, papel brillante fácil de romper, sobres sin pegamento. | |

⁷ Industria de alimentos, S.A. *Guía corporativa*. p. 26.

Continuación de la tabla I.

| | |
|---|----------------------------------|
|  | RESIDUOS MANCHADOS |
| Envoltorios de galletas, frituras, papalinas, semillas, pan, nachos, dulces, que sea plástico o laminado. | |
| Papel, cartón y plástico manchado con comida y/o grasa de comida. | |
| Platos desechables, recipientes de yogurt. | |
| Papel de baño. | |
|  | LAMINADO Y NO RECICLABLES |
| Empaques (laminado) de: Consomé, sopas, bebidas, fresco, especias. | |
| EPP: mascarillas, tapones de oído, cofia, guantes. | |
| Papel encerado: que contiene <i>stickers</i> de pesos y los conos para beber agua. | |
| Residuos reciclables sucios: cartón y papel. | |
| Todo residuo que no sepamos donde depositar. | |
|  | ALUMINIO Y METALES |
| Latas de gaseosas | |
| Latas de frijoles. | |
| Latas de atún y sardinas. | |
|  | VIDRIO |
| Residuos de vidrio quebrado. | |
| Envases utilizados en cafetería. | |
|  | RESIDUOS BIOINFECCIOSOS |
| Residuos de clínica médica. | |

Continuación de la tabla I.

| | |
|---|----------------------------|
|  | BIOLÓGICOS |
| Residuos de laboratorio, después de salir de la autoclave. | |
|  | RESIDUOS PELIGROSOS |
| Residuos químicos provenientes de la planta de tratamiento. | |
| Residuos químicos provenientes de los laboratorios de fábrica. | |
| Residuos bioinfecciosos de clínica médica, los cuales por ley deben de ser incinerados. | |
| En el caso de las baterías de clínica médica, los cuales por ley deben de ser incinerados. | |
| En el caso de baterías alcalinas, consideradas residuos peligrosos, deben de ser entregadas en bodega técnica para ser almacenadas. | |
| Solventes y tintas. | |
| Aceites y grasas provenientes de maquinarias o procesos de producción. | |

Fuente: elaboración propia.

1.4.3. Tratamiento de los desperdicios

La clasificación de residuos se realiza con el objetivo de destinarlos a un tratamiento según la categoría a la que pertenezcan, y en la empresa se tiene definida una frecuencia de extracción y un destino en algún proceso.

En la tabla II se realiza una descripción detallada de los tratamientos que se realizan a los desperdicios generados en la empresa.

Tabla II. Tratamiento de residuos

| TRATAMIENTO DE RESIDUOS | | | |
|-------------------------------|--|--------------------------|--------------|
| NOMBRE | DESCRIPCIÓN | FRECUENCIA DE EXTRACCIÓN | DESTINO |
| Papel y cartón | 1) Papel, plano, revistas, catálogos, cuadernos, trifoliales, folders, papel brillante fácil de romper, sobres sin pegamento. 2) Botes de cartón, cajas de cartón. | Diaria | Reciclaje |
| Aluminio y metales (chatarra) | 1) Latas de frijoles y gaseosas 2) Lata de atún y sardinas 3) Herramientas de metal obsoletas | Semanal | Reciclaje |
| Orgánico | 1) Residuos de comida (frutas, verduras, comida preparada) 2) Servilletas 3) Envolturas de tamal 4) Residuos de jardinería | 3 veces a la semana | Compostaje |
| Vidrio | 1) Residuos de vidrios quebrados. 2) Envases utilizados en cafetería. | Cuando se requiera | Reciclaje |
| Basura común | 1) Envoltura de galletas, frituras, papalinas, semillas, pan, nachos, dulces que sean plástico o laminado. | Semanal | Incineración |
| No reciclable | 1) Empaques (laminado) de: Consomé, sopas, fresco, especias. 2) EPP: mascarillas, tapones de oído, cofia, guantes. 3) Papel encerado: que contiene <i>stickers</i> de pesos y los conos para beber agua. | Semanal | Incineración |
| Plástico mixto | 1) Botellas de bebidas de material PET con todo y tapita. 2) Envase de alimentos, detergentes y otros productos químicos, canecas y cubetas de aceite, oleoresina de apio, ajo líquido, cebolla líquida y toda otra cubeta plástica de materia prima. 3) Sacos, bolsas plásticas y plástico. | Diario | Reciclaje |

Continuación de la tabla II.

| | | | |
|-------------------------|--|--------------------------|-----------------------------------|
| Merma | 1) Todos los residuos culinarios de consomé, sopas, especias, fresco. 2) Todos los restos de materia prima que son utilizados para fabricar el producto. 3) Residuos de los filtros de aire. | Quincena | Compostaje y alimento para ganado |
| Bolsas grandes | 1) Bolsas grandes que salen del área de abastecimiento de materia prima | Quincenal | Reusables |
| Madera | 1) Tarimas 2) Pedazos de madera | Diario | Reusable |
| Desechos biológicos | 1) Residuos de laboratorio, después de salir de la autoclave. | Diario | Incineración |
| Desechos bioinfecciosos | 1) Residuos de clínica médica. | Diario | Incineración |
| Desechos peligrosos | 1) Residuos químicos provenientes de la planta de tratamiento. 2) Residuos provenientes de los laboratorios de fábrica. 3) Residuos bioinfecciosos de clínica médica, los cuales por ley deben de ser incinerados. 4) En el caso de las baterías de clínica médica, los cuales por ley deben de ser incinerados. 5) En el caso de baterías alcalinas, consideradas residuos peligrosos, deben de ser entregadas en bodega técnica. | Cada vez que se requiera | Incineración |

Fuente: elaboración propia.

1.5. Metodología DMAIC

Conocido también como seis Sigma (6σ) es una estrategia de mejora continua que permite el desarrollo de procesos con un óptimo desempeño en la organización mediante la reducción de variación en el mismo y con ello proporcionar calidad eliminando las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos. Seis Sigma está enfocada en satisfacer las necesidades de los

clientes y estandarizar procesos que generen el mínimo de productos no conformes.⁸

Seis Sigma se apoya de un pensamiento y herramientas estadísticas que dan como resultado el aumento de la rentabilidad en la compañía, siempre de la mano del mejoramiento de la satisfacción del cliente.

Otro concepto de Seis Sigma es el siguiente:

Seis sigma es un sistema completo y flexible para lograr, mantener y maximizar el éxito del negocio, este es únicamente impulsado por una estrecha comprensión de las necesidades del cliente, el uso disciplinado de hechos, datos y análisis estadísticos, y la atención del diligente a la gestión, mejoramiento y reestructuración de los procesos de negocio.⁹

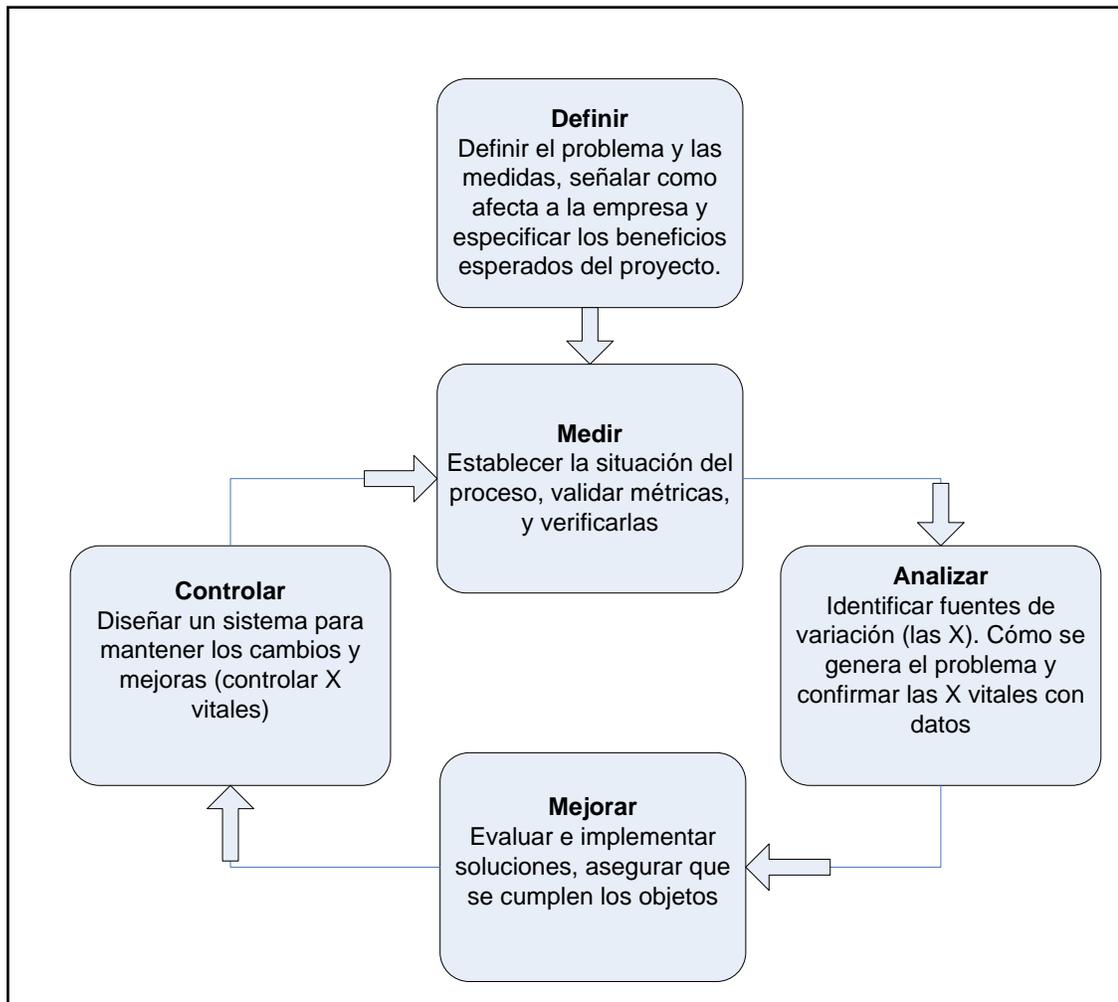
Seis sigma posee una metodología para el desarrollo de proyectos, llamada DMAIC (Definir, medir, analizar, implementar y controlar), herramienta útil para poder realizar mejoras significativas siendo este un modelo que sigue un formato estructurado y disciplinado.

En la figura 4 se muestra el ciclo y una breve descripción de cada etapa con las actividades principales que se realizan en cada una.

⁸ PANDE, Peter S, S.A. *Las claves prácticas de seis sigma*. p. 23.

⁹ *Ibíd.*

Figura 4. Las 5 etapas en la realización de un proyecto 6σ



Fuente: GUTIÉRREZ, Humberto. *Control estadístico de calidad y seis sigma*.
p. 354.

1.5.1. Definir

En esta etapa se debe enfocar el proyecto con la identificación del proceso o producto que necesita mejorar, se delimita donde se desarrollará el proyecto y se sientan las bases para el éxito. Es aquí donde se determina el problema y

los recursos con los que se cuentan, el equipo de trabajo con el cual será llevado a cabo el proyecto. Por ello al finalizar esta fase se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios, entre otros. “La herramienta llamada *Project Charter*, es fundamental en esta fase, es un breve documento que hace referencia al cuerpo que tendrá el proyecto y es utilizado para realizar la propuesta.”¹⁰

1.5.1.1. 5W1H

Es una herramienta de análisis que apoya la identificación de los factores y condiciones que provocan problemas en los procesos de trabajo. Proviene de la primera letra de las siguientes preguntas en inglés: Quién (*Who*), Qué (*What*), Cuándo (*When*), Por qué (*Why*) y Cómo (*How*).

En la tabla III se muestra una ampliación de la herramienta, mediante una descripción de los datos con lo que se realiza el análisis 5W1H.

Tabla III. Estructura 5W1H

| | | |
|----------------|--|--|
| Quién | La persona involucrada en el problema | Personas dentro de la empresa, clientes, proveedores, visitantes y otros externos que tienen una relación con la compañía. |
| Qué | Descripción del problema | Se especifican las características que tiene el problema, como por ejemplo los materiales. |
| Cuando | El tiempo, fecha en el que ocurre el inconveniente | Identifica el horario, época del año, en que ocurre el problema, en qué punto de un diagrama es que sucede. |
| Por qué | La razón por la que ocurre el inconveniente | ¿Por qué ocurre? ¿Por qué pasa lo que ocurre en pregunta 1? ¿Por qué sucede el problema de la pregunta 2? |
| Cómo | Como sucede | La forma, los sucesos y secuencia del problema. |

Fuente: elaboración propia.

¹⁰ PANTOJA, Cristhian. *Aplicación de Six Sigma para mejorar las características de calidad del proceso de soldadura en la empresa Cromoplast, S. A.* p. 90.

En la tabla IV podemos observar el modelo por seguir. En las filas tenemos cada una de las preguntas, quién, qué, cuándo, dónde y cómo ocurre el problema para la definición de este. A continuación, se muestra un ejemplo de esta matriz con un problema ficticio.

Tabla IV. **Matriz 5W1H**

| | |
|-------------|---|
| Quién | Los tanques |
| Qué | Contaminación cruzada |
| Cuando | Hay procesos en simultaneo con químicos durante formulación |
| Dónde | Sala de jarabes |
| Cómo ocurre | Error en el juego de válvulas |

Fuente: elaboración propia.

1.5.1.2. **Es & No Es**

Es un método de enfoque, mediante preguntas ¿Qué es? Y ¿Qué no es? Que permite determinar y especificar más el problema afinando cual es la definición de lo que se necesita mejorar. En conjunto con la herramienta de *5WH1's* se puede hacer una descripción más precisa llenando el siguiente cuadro.¹¹

En la tabla V se observa el modelo y descripción de la herramienta Es & no es, con los datos que deben ser colocados en cada espacio de la tabla para completar el modelo.

¹¹ Industria de Alimentos. *Procedimiento para la elaboración de proyecto DMAIC*. p.10.

Tabla V. **ES & no es**

| | Es | No es |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Qué/ Cuál | Qué es lo que es | Lo que no es |
| Dónde | Donde es | Donde no es |
| Cuando | Momento en el que sucede | Momento en el que no sucede |
| Quién | Quien es | Quien no es |

Fuente: elaboración propia.

1.5.1.3. Carta de constitución de un proyecto

Se le denomina carta de constitución es un documento que especifica los datos del proyecto por realizar como son los objetivos, el alcance, los recursos, cuáles son las restricciones que se deben cumplir, por lo que es un documento de suma importancia en las etapas iniciales de un proyecto.¹²

Carta de constitución es una herramienta ideal para evaluar la viabilidad de un proyecto según lo que se va a obtener con los recursos que se van a utilizar. De acuerdo con el tipo de proyecto, puede realizarse de la siguiente manera: primero se debe establecer un nombre que logre definir e identificar el proyecto y describa la esencia de este.

¹² Industria de Alimentos. *Procedimiento para la elaboración de proyecto DMAIC*. p.13.

Debe estar relacionado con el objetivo principal del proyecto, lo segundo es realizar una descripción breve lo más detallada posible para definir el problema que se desea resolver, la siguiente fase consiste en establecer cuál será el equipo que participara en el proyecto y cuáles son las respectivas responsabilidades de cada uno. Otro de los pasos es determinar los objetivos generales del proyecto y específicos del proyecto con las características de la regla *SMART* (específicos, medibles, alcanzables, retadores y con un tiempo definido). Antes de acabar la descripción del alcance y los recursos utilizados se deben identificar los hitos que se deben lograr para asegurar llegar al objetivo general del proyecto.

1.5.2. Medir

Medir es una clave importante para refinar el problema y buscar las causas raíz. Esta etapa es de recolección de información sobre el desempeño del sistema, donde se establece la situación actual del proceso y su línea base, por medio de esta fase se entiende y cuantifica la magnitud del problema y se desarrolla el flujo de trabajo. Es necesario identificar los parámetros o variables de entrada que afectan el desempeño del proceso. A partir de estas variables se define el sistema de medición y se validado para garantizar consistencia con los datos que se utilizan.

Estas variables serán comparadas con los resultados obtenidos al finalizar el proyecto para determinar la mejora y el éxito.¹³ La información más relevante que se obtiene en esta etapa es:

- La comparación entre el desempeño actual y el objetivo o meta.

¹³ LÓPEZ, Gustavo. *Metodología six sigma: calidad industrial*. p. 14.

- La capacidad del proceso como línea base.
- Evaluar y validar el sistema de medición del proceso.
- Realizar la medición para obtener datos que ayuden a la resolución del problema.

En esta etapa las herramientas más usadas son gráficos de control, gráficos de Pareto y matriz de priorización.

1.5.2.1. Métodos de recolección de datos

- Análisis de contenido cuantitativo: en este método, la información recolectada se clasifica en categorías o subcategorías sometidos a análisis estadísticos.
- Observación: este método consiste en registrar sistemáticamente comportamientos observables, es útil para analizar por ejemplo la aceptación de un producto en el mercado, o el comportamiento de una persona con características distintas.
- Pruebas estandarizadas e inventarios: estas pruebas miden variables específicas.
- Datos secundarios: se obtienen con la ayuda de registros o historiales que se tengan respecto a alguna variable o con la revisión de documentos.
- Instrumentos mecánicos o electrónicos: sistema de medición que depende de un aparato o maquina como, por ejemplo, una balanza que pueda

medir el peso de algún producto, empaque, mezcla, Y otros. Esto ayuda a verificar que el producto le llegue cliente con el gramaje declarado en el empaque.

1.5.3. Analizar

Los resultados y datos obtenidos en la fase de medición de la metodología son analizados y evaluados en esta para entender cómo es que se genera el problema y por qué, por eso es importante encontrar todas las variables de entrada para establecer las oportunidades de mejora. El objetivo es la identificación y selección de las causas raíz de la variación del proceso que no permiten obtener resultados estándar para poder resolverlos. Con los datos recolectados se puede observar cuales son las causas que más contribuyen a que la variación sea afectada.

El proceso de esta fase es repetitivo hasta que las causas puedan ser validadas e identificadas, la metodología hace uso de herramientas complejas para el asertividad con las soluciones, algunas de las que son utilizadas son las siguientes: la lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa diagrama de Pareto, la estratificación de los datos y variables, mapeo de procesos que pueden ser creados para poder identificar en que parte del proceso se encuentran las causas del problema, diagrama de flujo los cinco por qué, diagrama de dispersión.

Las preguntas por contestar en esta fase son: ¿Cuáles son las opciones que se tienen? ¿Qué opciones parecen tener mayor probabilidad de éxito?

¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso? ¿Cuál es la variable que muestra y mide el éxito del proyecto? ¿Cómo implemento los cambios?¹⁴

1.5.3.1. Lluvia de ideas

Es una técnica también conocida como tormenta de ideas que se genera a partir de ideas y opiniones de los diferentes integrantes de un equipo, con las posibles causas de un problema y defectos de un producto o proceso para su posterior solución. Esta herramienta genera entusiasmo entre los integrantes del grupo de personas permitiendo la participación libre, reflexión y dialogo entre todos los participantes.

Los pasos para llevar a cabo la una sesión de lluvia de ideas son: definir el tema o problema de manera específica, nombrar un moderador para la sesión de lluvia de ideas, la colaboración de todos los participantes con ideas de cada uno de los integrantes, atender todas las ideas y luego clasificar las que aportan mayor valor.

Reiniciar el proceso hasta agotar las ideas de los participantes, agrupar causas similares y graficarlas en un diagrama causa- efecto, iniciar una discusión abierta sobre ideas a favor e ideas en contra y la justificación. Segmentar las causas más importantes y reprogramar una reunión para la definición de planes de acción para las causas identificadas.¹⁵

¹⁴ OCAMPO, Jared; PAVÓN, Aldo. *Integrando la metodología DMAIC de Seis Sigma con la simulación de Eventos Discretos en Flexsim*. p.147

¹⁵ Universidad de Champagnat, *Brainstorming: lluvia o tormenta de ideas*. <https://www.gestiopolis.com/brainstorming-lluvia-o-tormenta-de-ideas/>

1.5.3.2. 5 porqués

Esta es una herramienta sencilla, pero con gran valor que es utilizada para identificar cuáles son las causas raíz de un problema y establecer bases que permitan encontrar soluciones eficaces y con resultados. Se basa en preguntarse el porqué de un problema tantas veces como sea posible y necesario hasta encontrar las causas raíz, sin embargo, la aplicación puede ser eficaz y permitir mejoras en los procesos.

La clave para llegar a la raíz de un problema, solucionarlo y evitar que ocurra de nuevo es hacerse las preguntas adecuadas, los beneficios que proporciona la herramienta de los 5 porqués son: facilita la detección de causas raíz, permite detectar relación entre causas raíz, puede ser aplicada y utilizada tantas veces sea necesario y permite encontrar soluciones reales.

Es inexistente un procedimiento establecido de la aplicación de la herramienta de los 5 porqués, sin embargo, se presenta a continuación un modelo muy simple para ser empleado tal como:

- Crear equipo de trabajo con las personas que participan en el DMAIC.
- Determinar el problema a resolver y especificar toda la información importante para contestar las preguntas y evitar que se encuentren soluciones que no sean reales.
- Nos preguntamos el primer ¿por qué? se deben recolectar todas las aportaciones del grupo.

- Nos volvemos a preguntar ¿por qué? en forma de cadena para profundizar las respuestas hasta quedar satisfechos y con contestaciones claras.
- La herramienta se llama 5 porqués, sin embargo, no es exactamente ese número el necesario para llegar a la raíz del problema, la pregunta se realiza hasta que no se encuentre respuesta de porqué.

La técnica de los 5 porqués es una interesante herramienta de análisis en una organización para la gestión de sus sistemas, y está enfocada en la solución de las no conformidades detectadas analizando en profundidad las causas que las originan y relacionada con el ciclo de mejora continua PDCA.

1.5.3.3. Ir y ver

Es una herramienta que consiste en planificar una visita al área en donde existe problema, para observar detenidamente el proceso y resultados con apoyo o soporte de los colaboradores que operan o manejan las herramientas y maquinaria del punto problema. Es una filosofía implementada por Toyota, y el significado es que las decisiones son tomadas con base en un profundo entendimiento de lo que sucede en piso, no de los supuestos que una persona puede llegar a formular.

1.5.4. Implementar

Es una herramienta de gestión por medio de la cual se realizan siete cuestionamientos que permiten la elaboración de un plan de acción de forma sistemática y estructurada. Su aplicación es sencilla y puede realizarse de

forma individual o en grupo.¹⁶ Los cuestionamientos que conforman esta técnica y cómo se desarrolla su metodología son:

- ¿Qué? (*What*): lo que se quiere decir.
- ¿Por qué? (*Why*): la razón por la cual se quiere realizar. ¿Qué justificación o motivo nos hace definir el plan de acción? Justificar.
- ¿Cuándo? (*When*): se define el momento en el cual se va a realizar el plan de acción. es necesario establecer cuando inicia y cuando termina teniendo en cuenta los riesgos que se afrontan.
- ¿Dónde? (*Where*): el lugar o sitio donde se llevará a cabo.
- ¿Quién? (*Who*): la persona que se va a encargar de realizarlo.
- ¿Cómo? (*How*): De qué forma se va a hacer, se establece el procedimiento y como se va a aplicar, con este cuestionamiento se determina de qué manera se va a conseguir el objetivo y se realiza el desglose de las actividades que nos llevaran a él.
- ¿Cuánto? (*How Much*): ¿Qué recursos se utilizarán? El esfuerzo, tiempo y otros recursos son definidos con esta pregunta que puede aplicarse para una mejor estructura a cada una de las fases o actividades del plan de acción.

¹⁶GUTIÉRREZ, Humberto. *Control estadístico de calidad y seis sigma*. p. 375.

La aplicación de esta técnica tiene varias ventajas, las cuales son: es de fácil aplicación, aumenta la productividad, mayor control de las actividades, aumento de la eficiencia de los procesos, rapidez en la toma de decisiones. Los ámbitos de aplicación son variados: proyectos, empresas, personas, entre otros, es útil para realizar una planificación más estructurada y sistemática, facilitando el enfoque del grupo o planeador y se integra a otras herramientas para planificar o para caracterizar un problema.

1.5.5. Controlar

El propósito de esta fase es que las nuevas condiciones, modificaciones o las mejores implementadas en el proceso, se mantengan en los parámetros establecidos y se cierre el proyecto. El objetivo es monitorear y vigilar el proceso para garantizar la sustentabilidad del nuevo implementado y sostener lo ya obtenido. Para lograr esto se utilizan tablas de formatos de control y listas de chequeo.

Es importante la colaboración del equipo involucrado para el mantenimiento de lo implementado, por lo cual se debe lograr la adaptación de los participantes y evitar resistencias y complicaciones por parte de ellos. En este sentido, es necesario un sistema de control que ayude a prevenir que los problemas vuelvan a suceder, evitar que se olviden las mejoras implementadas y mantener el desempeño del proceso.

Para lograr lo anteriormente mencionado, se deben implementar acciones de control en tres niveles: proceso, documentación y monitoreo:

Estandarizar el proceso: en este nivel se estructura la forma del proceso se crea un sistema con los cambios que aseguren la independencia a controles

manuales y vigilancia sobre el desempeño. Los cambios deben ser permanentes en los métodos de operación.

Documentar el plan de control: en esta parte se busca mejorar las instrucciones de trabajo y desarrollar documentos que faciliten que el personal se adapte a los procedimientos estándar de las operaciones en el proceso. La estandarización por medio de la creación de documentos debe contener hojas de trabajo que estén ilustradas y detalladas.

Para lograrlo se debe capacitar al personal, algunos pasos del procedimiento son los siguientes: involucrar a todos los que aplican y utilizan la nueva metodología; probar lo que se documentó y modificó; ser más específico; colocar el procedimiento de manera que todos lo entiendan y su disposición se facilite. Poner fecha de actualización a los procedimientos, y destruir los procedimientos antiguos que han sido modificados y se conviertan en obsoletos.

Monitorear el proceso: las mejoras son monitoreadas para recolectar evidencia de que se ha logrado un mejor rendimiento y que se siga manteniendo. Puede realizarse en variables de entrada y variables de salida. Para lograrlo se debe evaluar lo siguiente: establecer cómo se monitorean las variables; especificar la frecuencia de verificación; se dan a conocer las especificaciones y metas óptimas; se determina la capacidad y estabilidad; y se deben tener formatos de control.

Cerrar y difundir el proyecto: el fin de esta actividad es asegurarse de que el proyecto sea evidencia de logros de aprendizaje y que sirva como herramienta de difusión para fortalecer la estrategia DMAIC. En esta etapa también se puede llevar a cabo algo muy importante que es la replicación del

proyecto en situaciones completamente similares para lograr resultados de una forma más sencilla.

1.5.5.1. Procedimiento operativo estándar

Una forma de lograr la uniformidad y consistencia de las características de los productos o los procesos en una industria es mediante el ordenamiento de los pasos que se llevan a cabo por medio de procedimientos operativos estandarizados (POE), a partir de los cuales se detallan y explican todas las tareas que se deben realizar de la manera óptima en un documento escrito.

Generalmente el POE es elaborado para actividades como las de limpieza y desinfección de áreas, herramientas, maquinaria y superficies de trabajo en industrias que elaboran alimentos para evitar errores que puedan atentar contra la inocuidad del producto que se está procesando y establecer un monitoreo como, por ejemplo: el mantenimiento el transporte de los alimentos, el manejo de los insumos y materias primas, entre otros.¹⁷

Sin embargo, debido a que los POE son instrucciones escritas de cualquier procedimiento particular o general y aplicable a varios procesos por la forma detallada de las actividades, será aplicable para el control y mantenimiento de mejoras con el proyecto DMAIC. Esto ayuda a que cada persona dentro de una organización tenga la certeza y exactitud de lo que le corresponde hacer mediante estos documentos con instrucciones se promueve la buena comunicación con personas ajenas al proceso y el desarrollo de auditorías. El proceso de un POE implica:

¹⁷ ANMAT. *Higiene e Inocuidad de los Alimentos: Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES)*. p. 2.

- Escribir lo que se hace
- Hacer lo que se ha escrito
- Registrar lo que se hizo
- Verificar
- Corregir y mejorar

Los pasos para la elaboración de un POE son los siguientes: identificar las tareas; usar un enfoque de equipo; conducir un análisis de tareas que incluya una investigación de los procedimientos, observaciones de la operación, e identificación de los pasos del procedimiento.

1.5.5.2. Análisis FODA

Esta es una herramienta estratégica que se emplea para la identificación de la situación actual de una empresa o proceso. El fin es realizar un diagnóstico que pueda ser utilizado para tomar decisiones que lleven a una mejora y evitar y reducir el riesgo de cometer errores, con la confección de esta matriz se analiza de forma proactiva y sistemática las variables que intervienen en un negocio con el fin de tener más información. FODA deriva del acrónimo formado por las iniciales de los términos: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Los componentes de una matriz FODA son: análisis interno y externo. En el primero se encuentran los elementos de las debilidades y fortalezas en las cuales se estudian factores como la producción, el mercadeo de la empresa, los niveles de calidad de un proceso o producto, los costos, la dirección de la organización, la formación del personal, los recursos con los que cuenta la empresa, la rentabilidad, entre otros factores.

En el análisis externo: de la empresa se identifican los factores que definen el entorno fuera de la organización que son las oportunidades y amenazas. Algunos ejemplos son: la segmentación del mercado, su evolución, el comportamiento de los clientes, posibilidades de éxito en algunas áreas, el análisis de los productos y estrategias de empresas que comercializan o producen productos similares, la publicidad de estas, los aspectos políticos, sociales y legales. Mediante el análisis FODA se pueden establecer las estrategias ofensivas o defensivas de supervivencia según los objetivos que tenga la organización.¹⁸

En la figura 5 se muestra un cuadro ilustrativo de la elaboración de un FODA para la clasificación de los factores internos, externos, negativos y positivos en la matriz de forma ordenada para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos del diagrama.

Figura 5. **Análisis FODA**

| | Factores Internos | Factores Externos |
|----------|-------------------|-------------------|
| Negativo | Debilidades | Amenazas |
| Positivo | Fortalezas | Oportunidades |

Fuente: elaboración propia.

¹⁸ GARCÍA, Roberto Criollo. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos*. p.71.

1.6. Productividad

Se interpreta como una relación entre lo producido en una empresa y los medios y recursos que fueron utilizados, por lo que se mide con el cociente:

Resultados obtenidos entre recursos utilizados. El valor numérico que adquiere los resultados obtenidos varía desde unidades producidas, unidades vendidas, clientes atendidos, utilidades, entre otros factores según sea el caso y los recursos utilizados pueden ser la cantidad de trabajadores, horas- maquina, tiempo total, cantidad de materia prima empleada, y otros. En conclusión, mejorar la productividad puede traducirse como la minimización de recursos utilizados, la maximización de resultados o ambos casos.¹⁹ Su ecuación se denota:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{salidas}}{\text{entradas}} \quad (1)$$

Donde:

- Salidas: se refiere a todo lo que se logra producir, es decir, los bienes o servicios que brinda la empresa.
- Entradas: hace referencia a todos los medios que se utilizan para producir los servicios o bienes.

¹⁹ GARCÍA, Roberto Criollo. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos*. p. 85.

1.7. Diagramas

Es una representación gráfica de los diferentes pasos que se siguen en un proceso o procedimiento. Se identifican mediante símbolos de acuerdo con el tipo de diagrama que se desea realizar.

1.7.1. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo utilizado en realizar.

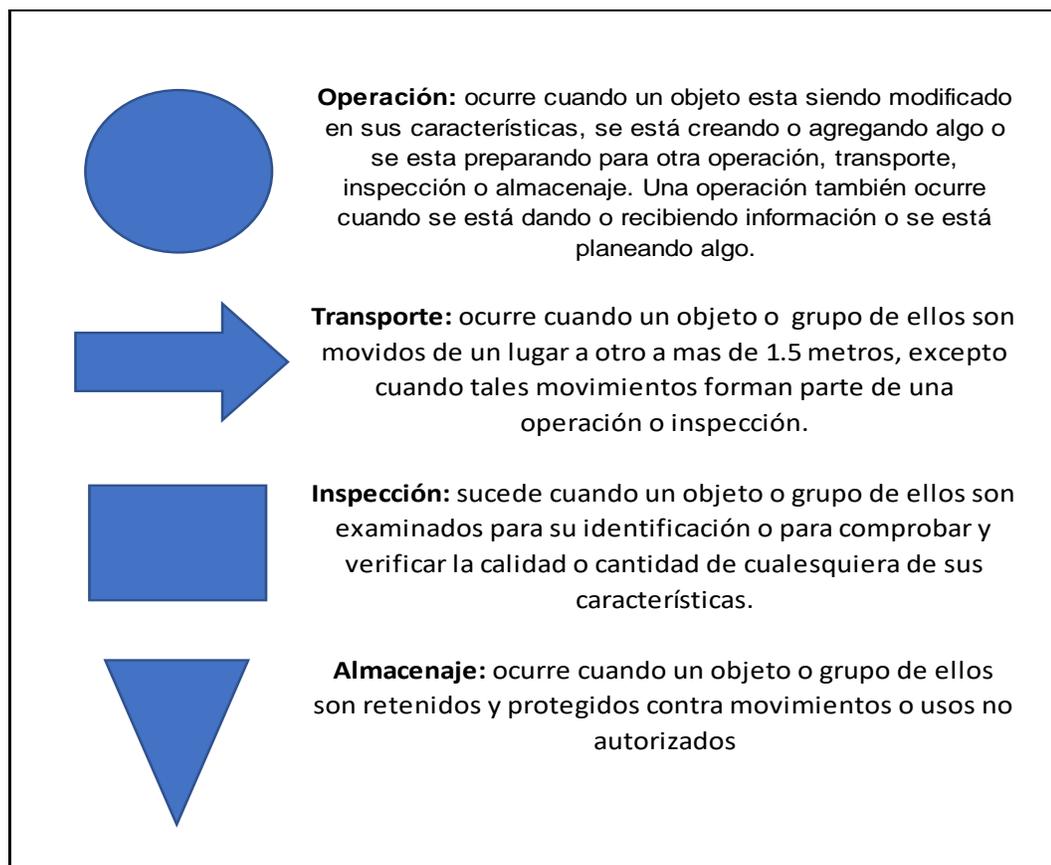
Ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, costos ocultos, entre otros factores. Es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen como: operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones por utilizar en un proceso de fabricación desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. El diagrama cuenta con un encabezado que debe incluir los siguientes datos: nombre de la fábrica, situación, departamento, número de hoja, nombre del analista y fecha.

- Simbología

Para elaborar el diagrama de flujo se utiliza una simbología que nos indica el tipo de operación o movimiento que se realiza en el proceso, estas son enumeradas según el tipo de símbolo utilizado. A continuación, en la figura 6 se describe e ilustra la simbología.

Figura 6. **Símbolos del diagrama de flujo**



Fuente: NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos.*
p. 115.

Las líneas verticales que se utilizan sirven para señalar el curso que lleva el proceso cuando se va realizando el proceso, en la medida que este avanza, las líneas horizontales se topan con las verticales para indicar el suministro del material de un proceso en otro, los tiempos deben ser asignados a cada operación e inspección. El diagrama tiene al final un resumen de la cantidad de las distintas operaciones que se utilizaron, los tiempos de cada una y la suma de ambos datos.²⁰

1.7.2. Diagrama de recorrido

Es un esquema gráfico de la distribución de planta en un plano en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama del proceso. La elaboración del diagrama de recorrido requiere que el analista de métodos y movimientos identifique cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso.²¹

El objetivo de este diagrama es determinar el sentido del flujo, costos ocultos, reducción de recorrido y demoras. La simbología utilizada es la misma que se encuentra en la figura 6 del diagrama de flujo.

1.7.3. Diagrama de causa- efecto Ishikawa

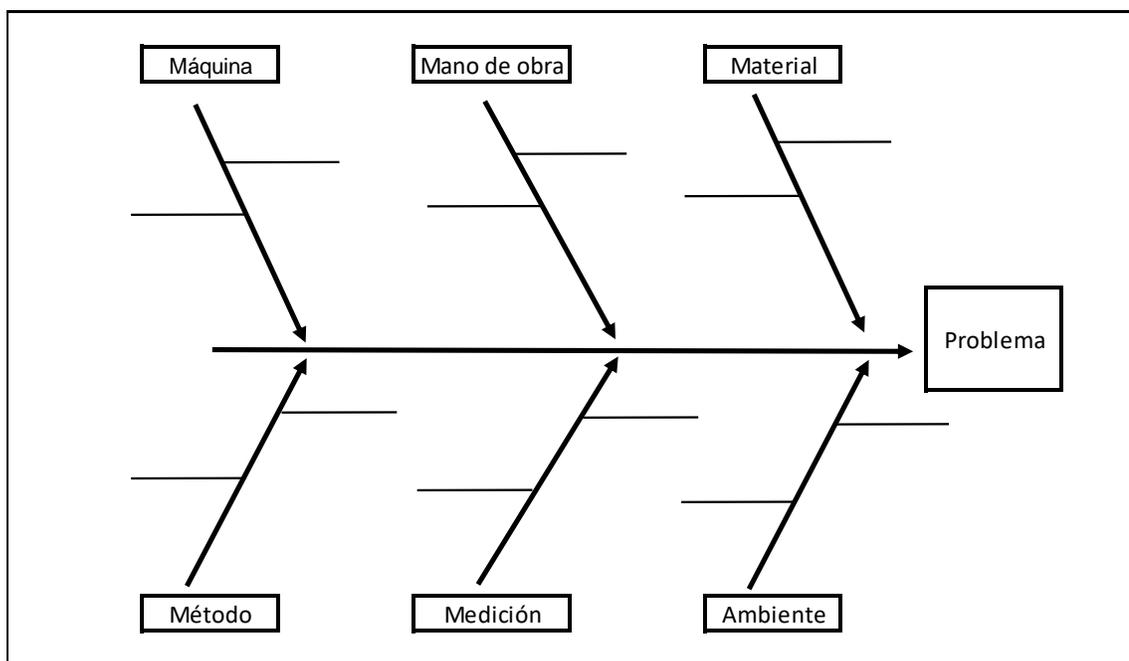
El diagrama es utilizado para poder relacionar el problema que se tiene y se debe resolver, con las posibles causas que lo generan. El método define la situación que no se desea como la cabeza del pescado y las circunstancias que aportan a la formación del problema como las espinas del pescado. Para

²⁰ NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos*. p. 116.

²¹ *Ibíd.* p.34.

realizar el diagrama Ishikawa se agrupan las causas potenciales en seis categorías distintas las cuales son: método, máquinas, mano de obra, medio ambiente, materiales, medición. Es usual que las causas se encuentren relacionadas con las ramas mencionadas.

Figura 7. Diagrama causa- efecto



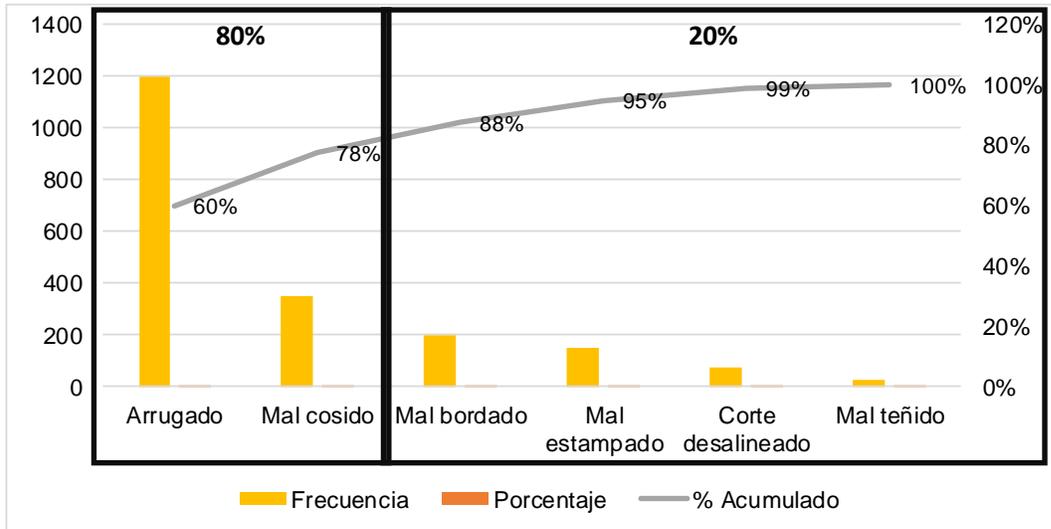
Fuente: elaboración propia, empleando visio.

1.7.4. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es un gráfico de barras que tiene como objetivo la localización de los problemas vitales de un suceso y sus principales causas.

Utiliza la premisa de que el 80 % de los problemas en una organización, son por causas o situaciones comunes en el proceso que representan un 20 %.²²

Figura 8. Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

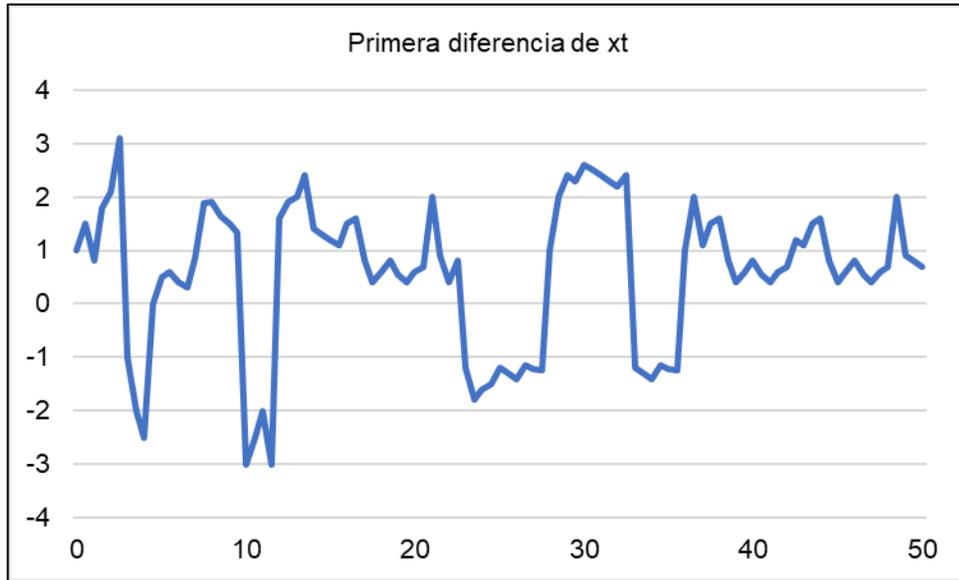
1.8. Gráfico de serie temporal

Tiempo es una “secuencia de observaciones, medidos en determinados momentos del tiempo, ordenados cronológicamente y, espaciados entre sí de manera uniforme, así los datos usualmente las mismas son dependientes entre sí.”²³ Estas generalmente poseen tendencia y son estacionales o no estacionales. En la figura 9 se observa la ilustración en una gráfica de una serie de tiempo.

²² TORRES, Sergio. *Control de la producción*. p. 205.

²³ VILLAVICENCIO, John. *Introducción a series de tiempo*. p. 1.

Figura 9. **Gráfica de serie temporal**



Fuente: VILLAVICENCIO, John. *Introducción a Series de Tiempo 2009*. p. 4.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción del proceso de producción del consomé

El proceso de producción de consomé comienza con la requisición de materiales en el área de fabricación, según la programación que se tenga. En el área de dosimetría que es la encargada de pesar los microingredientes y elaborar una premezcla con las cantidades correspondientes según la cantidad requerida.

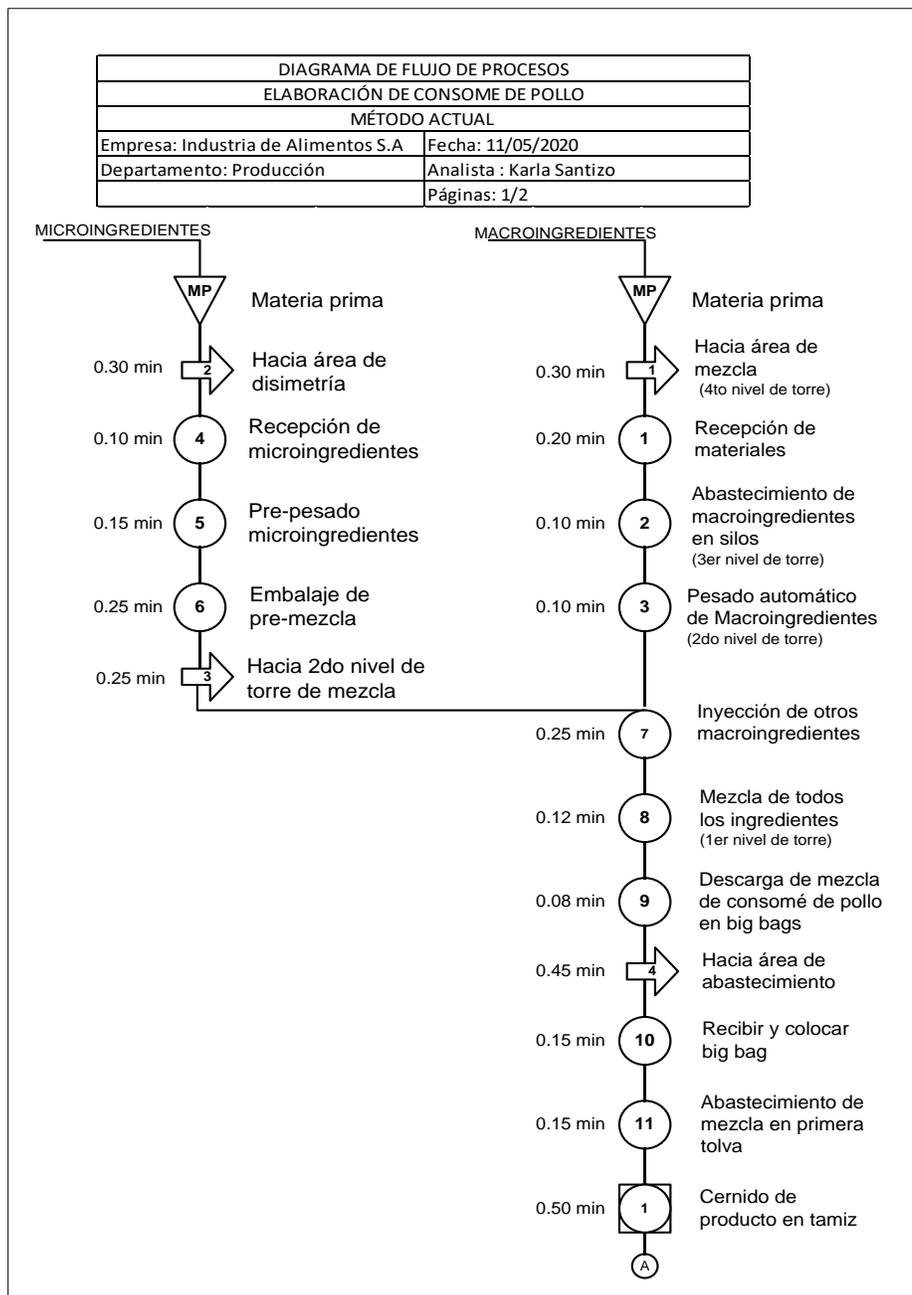
Los ingredientes mayoritarios son enviados directamente al área de fabricación, donde son mezcladas y se seguirá con el adicionamiento de otras materias primas como el aceite vegetal y los microingredientes, para luego llenar costales de 20 kg con el producto ya elaborado, y que este llegue al área de abastecimiento. Manualmente hay un miembro de la tripulación de la línea de producción abasteciendo la tolva de la máquina que realiza el proceso de llenado por medio de cuatro embudos con tornillo sinfín en sobres de laminado que es sellado con temperatura y engrapado en ristas de 12 sobres que son enfardados en cajas con 50 ristas.

2.1.1. Diagrama de flujo de operaciones de la línea de producción

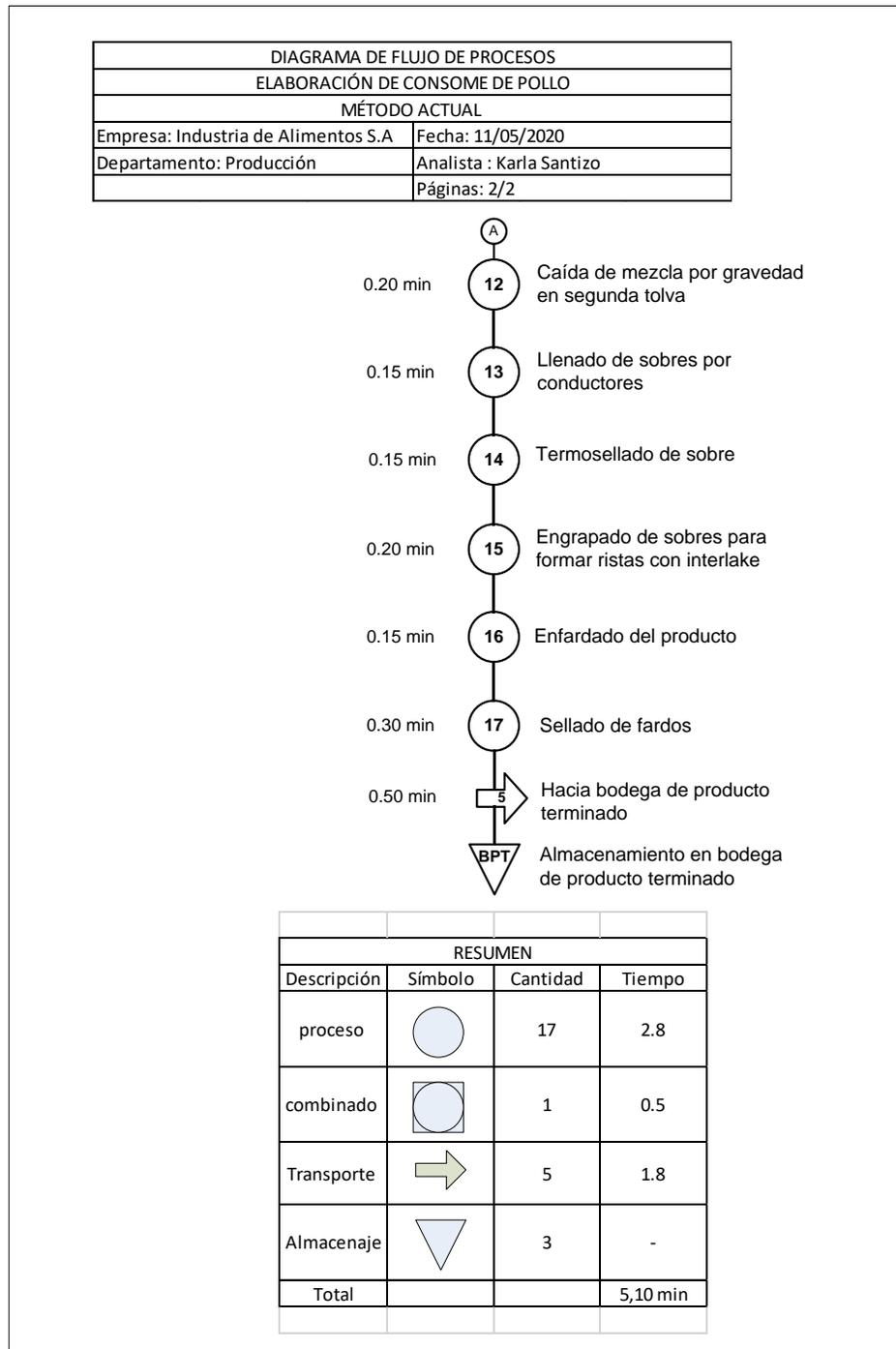
A continuación, se presenta el diagrama del proceso de producción de consomé de pollo, desde la elaboración de la premezcla y mezcla, la dosificación en la máquina empacadora y la estiba de cajas con ristas del

producto. En el diagrama de la figura 10 muestra cada una de las operaciones cronológicamente y con tiempos definidos.

Figura 10. Diagrama de flujo de operaciones



Continuación de la figura 10.



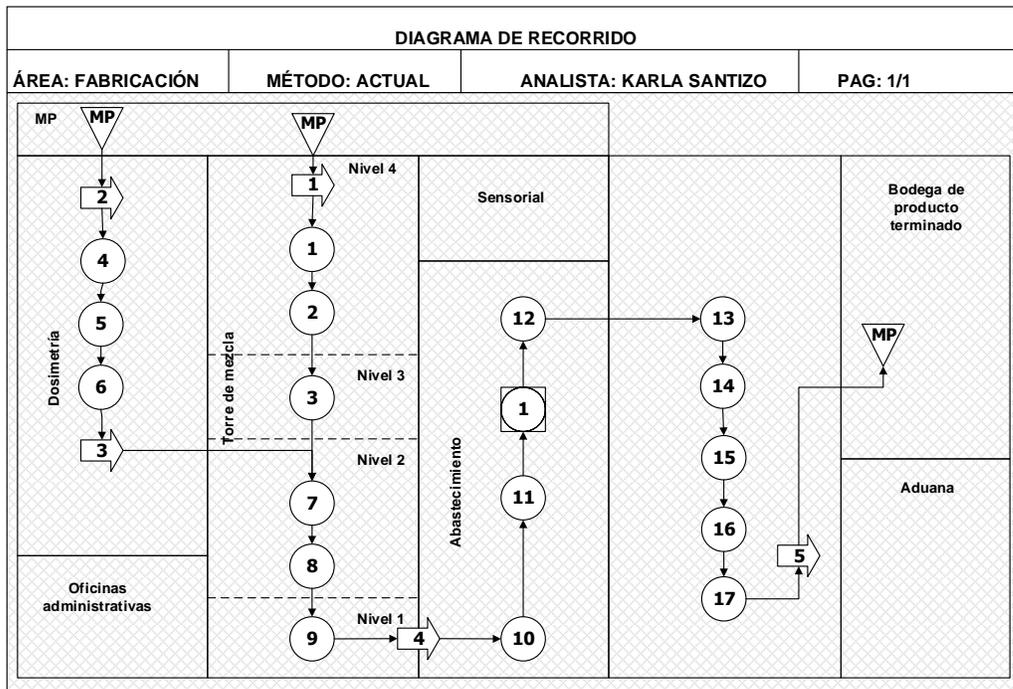
Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Diagrama de recorrido de la línea de producción

La planta de producción es de dos niveles, en el área de elaboración de mezcla cuentan con una torre de 4 niveles para que las distintas pre- mezclas caigan por gravedad.

En la figura 11 se muestra el diagrama de recorrido correspondiente al proceso de producción de consomé y el trayecto por las diferentes áreas de la planta.

Figura 11. Diagrama de recorrido de la línea de producción



Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Maquinaria y herramientas utilizadas en la producción de consomé de pollo

La Fustec MV4 30 es una máquina envasadora automática, de llenado vertical, mecánico, operado neumáticamente. Es apta para el envasado de polvos, granos, líquidos y semilíquidos. La máquina cuenta con una bobina de material termosellable de envoltura, forma el sobre, lo llena y lo cierra.

La máquina produce envases planos de cuatro costuras de diferentes tamaños de acuerdo con las necesidades de los clientes. El empaque puede estar dentro del rango de 37mm hasta 300mm de ancho, y 50 mm hasta los 300mm de largo, lo que permite la producción simultánea de 1 a 6 sobres.

El movimiento de la envasadora es controlado por un sistema electrónico en el cual se puede modificar la tensión, frecuencia y se puede variar la velocidad. El límite mecánico de la envasadora es 130 ciclos por minuto dependiendo del producto.

Debido a que el consomé de pollo es un polvo de difícil desplazamiento, la máquina cuenta con un dosificador a tornillo sinfín que posee dentro de la tolva un sistema de paletas agitadoras para un llenado parejo del tornillo dosificador.

El sistema de abastecimiento de esta máquina es manual, lo que significa que hay un operador que realiza esta tarea alimentando el embudo dosificador de producto por medio de costales de papel de 20 kg.

Con este tipo de maquina la tripulación con la que se trabaja es de 2 personas, las cuales se rotan cada cierto periodo para evitar pérdida de

tiempo por fatiga en la operación de conteo de unidades declaradas en cada fardo.

2.1.4. Descripción de materia prima utilizada en la elaboración de consomé de pollo

El consomé de pollo es un polvo granulado compuesto por dos grupos de ingredientes, los cuales son:

- **Microingredientes:** el área de fabricación realiza la requisición de estos materiales, los cuales son trasladados al área de dosimetría para el abastecimiento manual al área de mezclado en las proporciones requeridas según la producción de consomé de pollo programada.
 - **Cúrcuma:** especia extraída de una planta tropical erguida de flores de color amarillo, con fruto en forma de raíz parecida a la del jengibre, de sabor amargo.
 - **Saborizante:** ingrediente utilizado como potenciador de sabor.
 - **Pollo deshidratado:** carne de pollo sometida a un tratamiento térmico para quitarle la humedad y producir un producto seco en forma de harina y con mayor durabilidad.
- **Ingredientes mayoritarios:** los ingredientes mayoritarios son trasladados a la torre de mezclas en cantidades grandes y dosificadas según la maquina pide. Los ingredientes son mezclados en un silo mayoritario y los operadores agregan bloques de grasa vegetal.

- Harina: polvo procedente de la molienda de cereales y otras semillas.
- Sal: cloruro de sodio que se consigue mediante evaporación del agua marina o de pulverizándose como condimento.
- Glutamato monosódico: sal sódica del ácido glutámico. Es un aminoácido que aparece en forma natural como en el queso parmesano, tomate y champiñones secos, hace sabrosas las comidas ya que abre el paladar del consumidor.

El laminado es un componente importante para el empaque del producto, es cumple con los requerimientos del Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) para ofrecer al consumidor un producto de calidad. Esta materia prima debe ser verificada a avalada por el departamento de calidad y de investigación y desarrollo debido a que todos los productos son trabajados de diferente manera según sus cualidades o características como la temperatura de sellado, entre otras especificaciones.

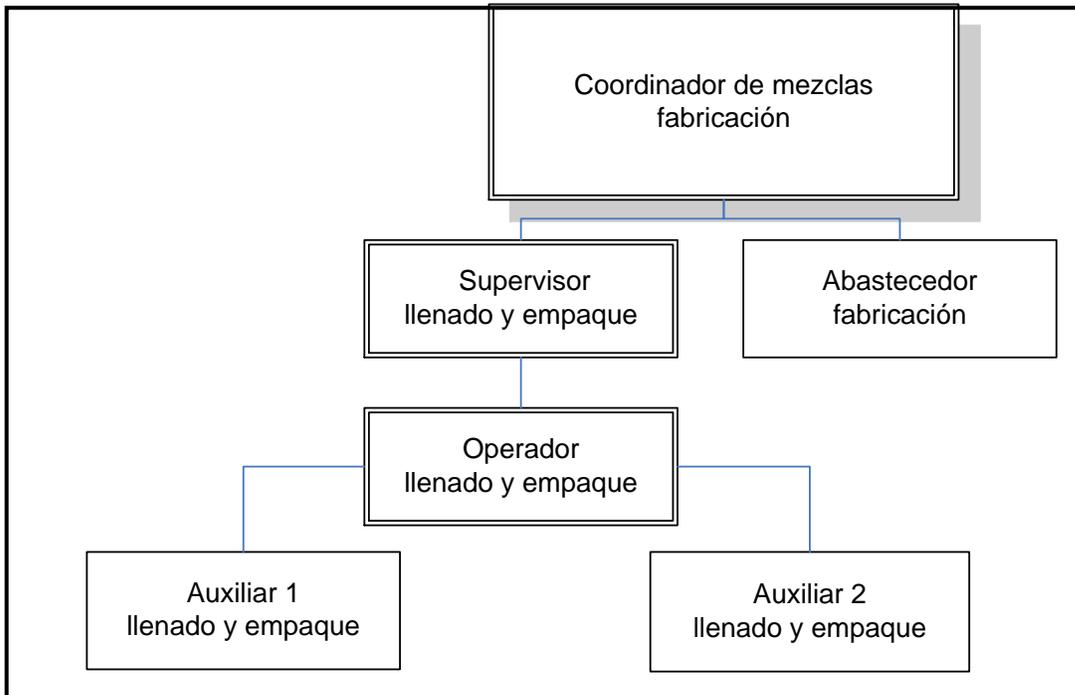
2.2. Estructura organizacional

El recurso humano es imprescindible para la producción de consomé de pollo y el proceso consta de 6 personas para la elaboración y empaque del producto.

2.2.1. Organigrama de la línea de producción de consomé

La responsabilidad de producción de consomé se encuentra en las personas que se muestran en la figura 11 con una detallada organización para el llenado y empaque del producto.

Figura 12. **Organigrama de la línea de producción de consomé**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Funciones del personal de la línea de producción de consomé

- **Coordinador de mezclas:** es el delegado de realizar la requisición de materia prima en las cantidades correctas según la fórmula y la producción programada para la elaboración del producto y la persona que vela por el funcionamiento del departamento de fabricación.
- **Supervisor:** es la persona que inspecciona las actividades en el área de llenado y empaque, supervisa que se cumpla con los estándares operativos y las metas de producción.

- Abastecedor: se encarga del provisionamiento manual de producto, según se requiera en la máquina para el llenado y empaque de consomé de pollo.
- Operador: controla la máquina de llenado y empaque, regulando la velocidad, llevando a cabo el arranque, los paros, los cambios y se encarga de ver que el producto este cumpliendo con los estándares de calidad en peso y empaque primario sin defectos. Esta persona también lleva a cabo el proceso de enfardado del producto.
- Auxiliares: son los que engrapan las ristas para ser enfardadas y de realizar corte de producto defectuoso para su reproceso.

2.3. Desperdicios generados en el proceso de producción

En el proceso de elaboración de consomé de pollo, se generan distintos tipos de residuos los cuales son:

- Merma de laminado: cuando un producto no cumple con las especificaciones de calidad en dimensiones, corte y otros factores, el o los sobres son cortados y se convierte en residuo. En la empresa se cuenta con un control de la merma diariamente y se registra en un formato que ellos poseen y es validado por el jefe de producción y posteriormente por el gerente de producción. a continuación, se muestra el porcentaje de desperdicio de laminado en dos días de producción.

Otro factor importante que genera desperdicio de laminado es la alineación de las máquinas cuando se realiza un cambio, se verifica que los sobres estén dentro de los parámetros establecidos y se hacen los

ajustes respectivos para la producción del producto bajo los estándares de calidad.

$$\% \text{Merma 2 días} = \left(1 - \frac{\text{Laminado utilizado (kg)}}{\text{Merma generada (kg)}} \right)$$

$$\% \text{Merma 2 días} = \left(1 - \frac{38 \text{ (kg)}}{49,9 \text{ (kg)}} \right) * 100 = 24\%$$

- Toalla industrial (*wypall*): este residuo se genera cuando se hace limpieza húmeda controlada en la máquina y se secan con toalla industrial las superficies, las tolvas, los tornillos sinfín, entre otros componentes.

Durante el proceso de limpieza no se tiene un control exacto de la cantidad estándar que deba ser utilizada para una limpieza efectiva, evitan el uso de toallas innecesarias. Se tiene un estimado de 7 a 9 toallas industriales que utilizan en el proceso de limpieza en la línea de producción de consomé.

- Merma de producto: el residuo de merma se genera por varios factores, hay pérdida del elaborado durante la limpieza, que es lo que se aspira dentro de la máquina y cuando se vacía la tolva, queda en algunos resquicios de las piezas. Otra pérdida de producto es porque se encuentra fuera de especificación (peso neto, y otros).

En la tabla VI se muestra el tipo de desperdicio y kilogramos de merma del proceso de producción de consomé de pollo en un mes. Se observa que por precio y cantidad la merma de producto es la que más afecta, esto debido a variación en pesos que se maneja.

Tabla VI. **Proceso de limpieza (A)**

| Tipo de desperdicio | Kg | % |
|----------------------------|-----------|----------|
| Laminado | 44 | 27,67 % |
| Toalla industrial | 10 | 6,29 % |
| Consomé de pollo | 105 | 66,04 % |
| Total | 159 | 100,00 % |

Fuente: elaboración propia.

2.3.1. Tipos de desperdicios en la producción de consomé

Con base en la tabla II de tratamiento de residuos, podemos observar que la toalla industrial y merma de laminado son residuos no reciclables y la merma de producto, se mezcla con los residuos de sopas, especias, fresco y el resto de producto.

2.3.2. Gestión de desperdicios

La empresa tiene el objetivo y la política de 0 desperdicios al vertedero, por lo cual está constantemente en implementación de mejoras que reduzcan los residuos generados en toda la fábrica. Los desperdicios de la línea de producción tienen el siguiente tratamiento.

- Laminado: este material es incinerado con recuperación de energía.
- Toalla industrial: material incinerado con recuperación de energía.
- Merma de producto: extracción de merma que se procesa para ser utilizada como abono.

2.4. Eficiencia del proceso

En el proceso de producción de consomé, hay pérdidas de la mezcla, lo que evita tener total eficiencia en la línea, al igual que utilizar una capacidad diferente a la disponible. Para mejorar este factor es necesario identificar los puntos en donde se queda esta mezcla para realizar mejoras que eviten el desperdicio de recursos.

Para calcular la eficiencia se utilizan tres factores los cuales son: disponibilidad de la máquina, rendimiento y calidad. El presente trabajo de graduación está enfocado en el segundo factor mencionado, el rendimiento. A continuación, presentamos el cálculo de la eficiencia de esta línea de producción.

Eficiencia= disponibilidad x rendimiento x calidad

Donde:

- Disponibilidad: se calcula dividiendo el tiempo productivo con el tiempo disponible. Este factor se ve afectado por arranques, cambios, averías de la máquina. El dato proporcionado por la empresa es que la máquina cuenta con un 96 % de disponibilidad.
- Rendimiento: es la división de la capacidad productiva con la producción real. Los paros, velocidad reducida y capacidad de mano de obra reducen el indicador. La máquina que produce consomé de pollo cuenta con un rendimiento promedio de 92 %.

- Calidad: es definida con la división del producto bueno con la producción total, puede ser afectada por defectos. La calidad del consomé de pollo es de 97 %.

$$\text{Eficiencia} = 95 \% \times 92 \% \times 96 \% = 86 \%$$

2.4.1. Medición de la productividad de la línea de consomé

Para encontrar la productividad de la línea de producción de consomé se emplean las cantidades de mezcla utilizada y la cantidad de mezcla abastecida.

$$\% \text{Productividad} = \frac{\text{Mezcla utilizada}}{\text{Mezcla abastecida}}$$

Donde:

- Mezcla utilizada = cantidad de kilogramos empacados en los sobres de consomé de pollo.
- Mezcla abastecida = cantidad de kilogramos de consomé suministrada para el llenado y empaque de sobres de consomé de pollo.

Durante el periodo de mayo de 2017 a mayo de 2018 se ha registrado un total de mezcla suministrada (entrada) de 20 095,25 kg y una cantidad total utilizada de 18 669 kg.

2.4.2. Análisis de la capacidad del proceso

La máquina tiene una capacidad estándar de 24 cajas con 12 ristas de 12 sobres de consomé de pollo por hora, con una velocidad de 60 sobres por minuto y una capacidad prevista de 96 %.

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{Total producción x hora}}{\text{capacidad de producción x hora}}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{24 \times 12 \times 12}{60 \times 60} = \frac{3\,456}{3\,600} = 96 \%$$

2.5. Limpieza de la máquina

Esta se efectúa húmeda controlada se realiza cada vez que hay cambio de producto en la máquina con atomizador y secando inmediatamente con toalla industrial y las piezas móviles son extraídas y lavadas en el área de sanitización, regresando para ser colocadas en su lugar totalmente secas. Otro tipo de limpieza que se realiza es en seco, con la aspiradora y toalla industrial si utilizar agua, de forma rutinaria una vez a la semana.

2.5.1. Proceso de limpieza

Para la producción de consomé de pollo inocuo, se realiza limpieza de la máquina, esto con el fin de evitar un crecimiento microbiológico, contaminación física y proporcionar al consumidor un producto confiable y apto para su consumo. Los tiempos de producción de un producto son distintos según el programa elaborado por el departamento de planificación, la máquina en

ocasiones es utilizada para el empaque de otro tipo de mezclas, por lo cual se realizan limpiezas distintas.

Para el caso de consomé de pollo, se procede con una limpieza húmeda controlada descrita en la tabla VII paso a paso y de forma cronológica.

Tabla VII. **Proceso de limpieza (B)**

| No. | Descripción visual | Metodología |
|-----|---|---|
| 1 |  | Parar el abastecimiento de la tolva en el segundo nivel |
| 2 |  | Realizar paro de la máquina |
| 3 |  | Vaciar tolva de dosificación |
| 4 |  | Quitar la tolva de abastecimiento utilizando |
| 5 |  | Aflojar cabezal dosificador |
| 6 |  | Desmontar conductores y gusanos removedores |

Continuación de la tabla VII.

| | | |
|----|---|---|
| 7 |  | Aspirar con aspiradora y sacudir con cepillo la superficie de la máquina y el interior de la tolva |
| 8 |  | Aspirar con aspiradora y sacudir con cepillo el área de rodillos y mordazas |
| 9 |  | Limpieza húmeda controlada con toalla industrial en el área superior de la máquina, al instante limpiar con toalla industrial seca |
| 10 |  | Limpieza húmeda controlada con toalla industrial en el interior y exterior de la tolva, al instante limpiar con toalla industrial seca. |
| 11 |  | Limpieza húmeda controlada con toalla industrial en el área de mordazas de la máquina, al instante limpiar con toalla industrial seca. |
| 12 |  | Limpieza húmeda controlada con toalla industrial en la faja de transporte, al instante limpiar con toalla industrial seca. |
| 13 |  | Colocar conductor con anillo y tornillo en el sistema dosificador |

Continuación de la tabla VII.

| | | |
|----|--|---|
| 14 |  | Colocar cabezal en su posición. |
| 15 |  | Colocar y asegurar gusanos removedores ajustándolos a la tolva y colocar conductores en el dosificador. |
| 16 |  | Colocar tolva de abastecimiento y su tapadera. |
| 17 |  | Colocar tubo de abastecimiento ajustándole su abrazadera al tubo de alimentación. |

Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Cantidad de desperdicios en el proceso de limpieza

En el proceso de limpieza se utiliza toalla industrial y mangueras de aire, y se encuentran restos de mezcla en algunos puntos, por lo cual es importante encontrar las causas raíz para reducir este desperdicio. En el siguiente capítulo se realiza la medición de estos para establecer una cantidad.

2.6. Efectividad del proceso

El concepto realiza una fusión de la eficiencia y la eficacia, con esto podemos ver el logro de los resultados programados en tiempo y con costos minimizados o justos. Es el cumplimiento de los objetivos planteados.

2.6.1. Indicadores de efectividad

Permiten a los responsables de un proceso evaluar el impacto del objetivo en términos de rendimiento frente a una programación. Como sabemos es una combinación de eficiencia y eficacia. Algunos de los indicadores de efectividad son:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Actividades realizadas}}{\text{Actividades programadas}} = \frac{3\,456 \text{ sobres}}{3\,500 \text{ sobres}} = 98,7 \%$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Actividades realizadas}}{\text{Capacidad teórica}} = \frac{3\,456 \text{ sobres}}{3\,600 \text{ sobres}} = 96 \%$$

$$\text{Efectividad} = \frac{\text{Eficiencia} + \text{eficacia}}{2} = \frac{98,7 \% + 96 \%}{2} = 97,35 \%$$

3. PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO Y LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.1. Etapa definir

En reunión de trabajo con gerencia, personal administrativo y operativo se propone realizar el proyecto de reducción de desperdicio en la línea de producción de consomé de pollo, ya que representa un costo elevado para la empresa.

3.1.1. Delimitación del problema

Se realiza la delimitación del problema con las herramientas que a continuación se presentan.

3.1.1.1. 5W1H

Factores que ocasionan o desencadenan el problema mediante la herramienta 5W1H. En la tabla VIII se buscan y proporcionan las respuestas a las preguntas que conforman esta herramienta (quién, qué, cuándo, dónde, cuánto) del proceso de producción de consomé de pollo para la delimitación del problema mediante los datos específicos que se proporcionan. Estos datos son consensados junto al personal operativo del proceso, administrativo de producción y mantenimiento.

Tabla VIII. **Delimitación del problema según herramienta 5W1H**

| 5W1H | |
|-----------------|--|
| ¿Quién? | Consomé de pollo |
| ¿Qué? | Pérdida de mezcla de consomé de pollo |
| ¿Cuándo? | En la producción de consomé de pollo |
| ¿Dónde? | Máquina 32, llenado y empaque. |
| ¿Cuánto? | Pérdida de mezcla de consomé de pollo con un 7,5 % de variación. |

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.2. **Es & No Es**

Para delimitar el problema, se establece lo que es y lo que no es para descartarlo, como se muestra en la tabla IX.

Tabla IX. **Herramienta Es & No Es**

| | ES | NO ES |
|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Qué/ Cuál | Pérdida de consomé de pollo | Pérdida de material de empaque |
| Dónde | Máquina 32, área de llenado y empaque | Área de fabricación de mezcla |

Continuación de la tabla IX.

| | | |
|----------------------------|---|--|
| Cuando | En el abastecimiento y llenado de | fabricación de la mezcla |
| Quién | Consomé de pollo | Otros productos que se empacan en la misma línea |
| Cuánto/ Cuántos | Pérdida de mezcla de consomé de pollo de 1426 Kg al año (merma registrada por producción en la tabla XI), representa 7,5% de variación. | |

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.3. Contenido del proyecto de optimización de los procesos en la elaboración de consomé

A continuación, se muestra el contenido del proyecto en la tabla X.

Tabla X. **Contenido del proyecto**

| <p>Título del proyecto: optimización del proceso en una línea de producción para la reducción de desperdicios en una industria de alimentos.</p> | <p>Roles del proyecto:</p> | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------|--------|--------------------|-----------------|-----------------------|---------------|----------------|-------------------|----------------------|---------------|-------------------|---------------|
| <p>Justificación del proyecto: el proyecto impacta a una de las prioridades de la fábrica. El consomé de pollo es 2 veces más caro que otros condimentos. Se están perdiendo 1 426 al año kg. 1 kg esta valorizado en Q 24,12</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="813 476 1089 506">Rol</th> <th data-bbox="1097 476 1315 506">Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="813 506 1089 535">Operador de línea</td> <td data-bbox="1097 506 1315 535">Walfred Esquite</td> </tr> <tr> <td data-bbox="813 535 1089 564">Operador de línea</td> <td data-bbox="1097 535 1315 564">Carlos Guzmán</td> </tr> <tr> <td data-bbox="813 564 1089 632">Mecánico</td> <td data-bbox="1097 564 1315 632">Carlos de la Cruz</td> </tr> <tr> <td data-bbox="813 632 1089 699">Ingeniera de proceso</td> <td data-bbox="1097 632 1315 699">Yoselin Raxón</td> </tr> <tr> <td data-bbox="813 699 1089 726">Líder democrático</td> <td data-bbox="1097 699 1315 726">Karla Santizo</td> </tr> </tbody> </table> | Rol | Nombre | Operador de línea | Walfred Esquite | Operador de línea | Carlos Guzmán | Mecánico | Carlos de la Cruz | Ingeniera de proceso | Yoselin Raxón | Líder democrático | Karla Santizo |
| Rol | Nombre | | | | | | | | | | | | |
| Operador de línea | Walfred Esquite | | | | | | | | | | | | |
| Operador de línea | Carlos Guzmán | | | | | | | | | | | | |
| Mecánico | Carlos de la Cruz | | | | | | | | | | | | |
| Ingeniera de proceso | Yoselin Raxón | | | | | | | | | | | | |
| Líder democrático | Karla Santizo | | | | | | | | | | | | |
| <p>Enfoque del proyecto: el proyecto se enfoca en la pérdida de consomé de pollo y laminado de la máquina 32. Al reducir la pérdida, impacta directamente al reproceso y se garantizan productos dentro de los estándares de calidad.</p> | <p>Objetivo (Medible): reducir en un 40% la pérdida de consomé de pollo y el porcentaje de variación de llenado del producto de un 7,68 % a un 4,63 %</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>Alcance del proyecto: proceso de abastecimiento, llenado y empaque de consomé de pollo, material de empaque y proceso de fabricación del consomé de pollo.</p> | <p>Entregables: proceso de dosificación con menor variación. Reducción de desperdicios. Operadores y back ups entrenados en la actualización del estándar. Proceso controlado.</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>Riesgos del proyecto: variación de parámetro de mezcla, fechas de programación de producción del producto, planificación de otros operadores en línea de producción, mecánicos expertos en mejoras no son asignados al proyecto.</p> | <p>Interesados:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="813 1129 1122 1159">Posición</th> <th data-bbox="1130 1129 1315 1159">Nombre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="813 1159 1122 1226">Jefe de producción</td> <td data-bbox="1130 1159 1315 1226">María Lavarreda</td> </tr> <tr> <td data-bbox="813 1226 1122 1255">Ingeniera de procesos</td> <td data-bbox="1130 1226 1315 1255">Sandra Raxón</td> </tr> <tr> <td data-bbox="813 1255 1122 1283">Jefe de costos</td> <td data-bbox="1130 1255 1315 1283">Carlos Tsul</td> </tr> </tbody> </table> | Posición | Nombre | Jefe de producción | María Lavarreda | Ingeniera de procesos | Sandra Raxón | Jefe de costos | Carlos Tsul | | | | |
| Posición | Nombre | | | | | | | | | | | | |
| Jefe de producción | María Lavarreda | | | | | | | | | | | | |
| Ingeniera de procesos | Sandra Raxón | | | | | | | | | | | | |
| Jefe de costos | Carlos Tsul | | | | | | | | | | | | |
| <p>Recursos: Proponente: María Lavarreda Instructor: Sandra Raxón Líder del proyecto: Karla Santizo</p> | <p>Equipo: Walfred Esquite, Carlos Guzmán, Carlos de la Cruz, Manuel Bejarano. Consultas externas: Laura Madrid (seguridad industrial), Samuel Guzmán (investigación y desarrollo), Iván Martínez (ingeniería) Mario Carrera (fabricación) y Maribel Alarcón (reproceso)</p> | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Definir objetivos

Por medio de datos históricos proporcionados por la empresa, se determinan los porcentajes de variabilidad de la mezcla, la cantidad de kilogramos de consomé de pollo que se y se establecen objetivos de reducción.

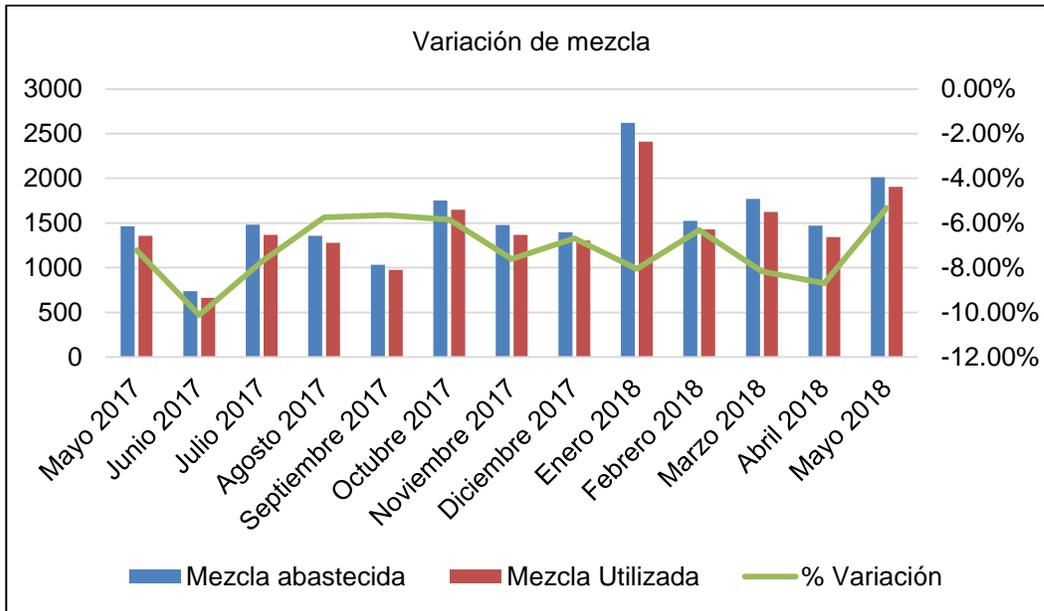
Tabla XI. **Variación de mezcla**

| | Mezcla abastecida | Mezcla utilizada | Diferencia | Suma de % variación |
|----------------------|-------------------|------------------|-----------------|---------------------|
| 2017 | | | | |
| MAYO | 1 463 | 1 357,5 | -105,5 | -7,77 % |
| JUNIO | 736 | 661,5 | -74,5 | -11,26 % |
| JULIO | 1 481 | 1 366,5 | -114,5 | -8,38 % |
| AGOSTO | 1 356 | 1 278 | -78 | -6,10 % |
| SEPTIEMBRE | 1 033,39 | 975 | -58,39 | -5,99 % |
| OCTUBRE | 1 751 | 1 648,5 | -102,5 | -6,22 % |
| NOVIEMBRE | 1 479,1 | 1 366,5 | -112,6 | -8,24 % |
| DICIEMBRE | 1 397 | 1 303,5 | -93,5 | -7,17 % |
| 2018 | | | | |
| ENERO | 2 621,56 | 2 410,5 | -211,06 | -8,76 % |
| FEBRERO | 1 522,7 | 1 426,5 | -96,2 | -6,74 % |
| MARZO | 1 769 | 1 624,5 | -144,5 | -8,90 % |
| ABRIL | 1 472 | 1 344 | -128 | -9,52 % |
| MAYO | 2 013,5 | 1 906,5 | -107 | -5,61 % |
| Total general | 20 095,25 | 18 669 | -1426,25 | -7,64 % |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 13 se muestra la gráfica que compara la cantidad de mezcla abastecida (teórica), y la cantidad de mezcla abastecida, causando una diferencia negativa de pérdida de mezcla.

Figura 13. **Mezcla abastecida frente a mezcla utilizada**



Fuente: elaboración propia.

En la tabla podemos observar la cantidad de kilogramos abastecidos y utilizados según la producción total de sobres y el peso estándar, mostrando una variación significativa de mezcla, que se tiene como objetivo reducir.

En la tabla XII se especifica el porcentaje mínimo de variación de mayo de 2018, el máximo que es de 11,26 % en junio de 2017, el promedio de variación en el transcurso de los meses de la tabla XI. Se espera una reducción de 40 % (establecido por la empresa) dato con el cual se determina el objetivo (7,63 % a 4,58 %) de porcentaje de variación al terminar la optimización del proceso.

Tabla XII. **Datos objetivos**

| No. | Descripción | % |
|-----|------------------|--------|
| 1 | Mínimo | 5,6 % |
| 2 | Máximo | 11,3 % |
| 1 | Promedio | 7,63 % |
| 2 | <i>Benchmark</i> | 5,6 % |
| 3 | % de reducción | 40,0 % |
| 4 | Objetivo | 4,58 % |
| 5 | % de reducción | 40,0 % |

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.1. Gráfico de serie temporal

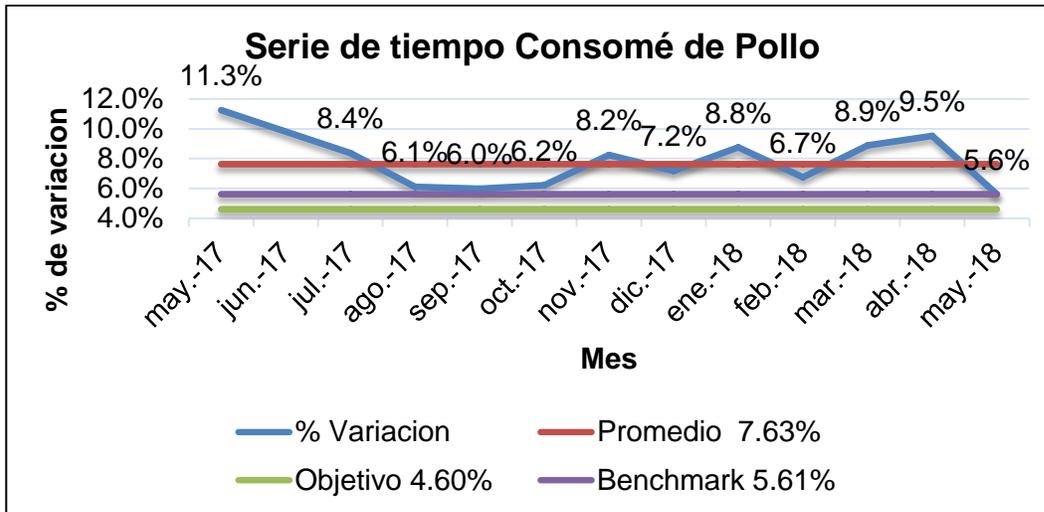
En la siguiente tabla se muestra una gráfica de los porcentajes de variación en un determinado lapso, el objetivo que se quiere lograr, el parámetro de comparación que es el dato más bajo y el promedio.

Tabla XIII. **Datos de gráfico de serie temporal**

| MES | %Variación | Promedio | Objetivo | Benchmark |
|--------|------------|----------|----------|-----------|
| May-17 | 11,3 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| Jul-17 | 8,4 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| Aug-17 | 6,1 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| Sep-17 | 6,0 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| Oct-17 | 6,2 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| Nov-17 | 8,2 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| Dec-17 | 7,2 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| Jan-18 | 8,8 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| Feb-18 | 6,7 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| Mar-18 | 8,9 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| Apr-18 | 9,5 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |
| May-18 | 5,6 % | 7,6 % | 4,60 % | 5,61 % |

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Gráfico de serie temporal del consomé de pollo



Fuente: elaboración propia.

3.2. Plan de tiempo para la optimización del proceso

A continuación, se muestra el plan de las actividades por realizar en cada una de las etapas para la optimización del proceso de la línea de producción.

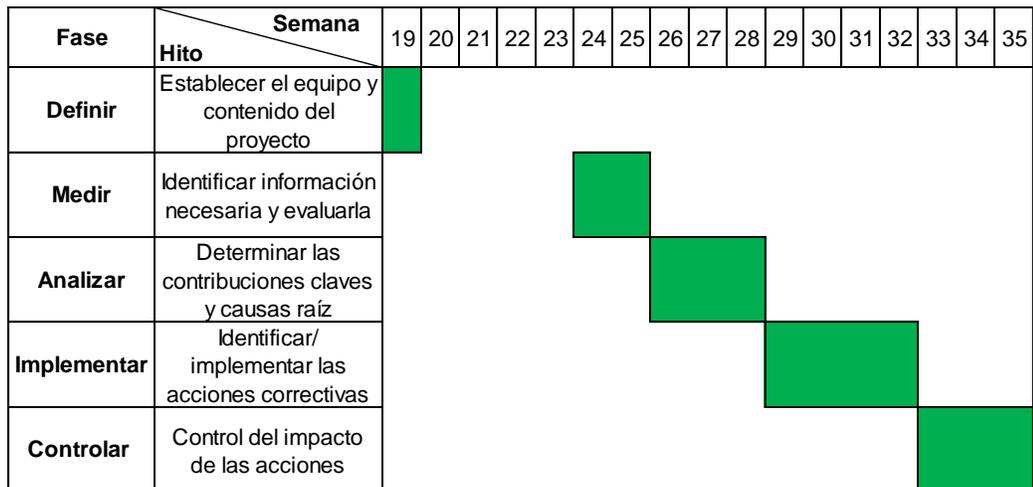
Tabla XIV. Plan de tiempo

| Fase | Hito | Inicio | Fin | Duración |
|-------------|--|------------|------------|-----------|
| Definir | Establecer el equipo y <i>Project Charter</i> | 7/5/2018 | 11/5/2018 | 1 semana |
| Medir | Identificar información necesaria y evaluarla | 10/6/2018 | 22/6/2018 | 2 semanas |
| Analizar | Determinar las contribuciones claves y causas raíz | 24/06/2018 | 13/07/2018 | 3 semanas |
| Implementar | Identificar/implementar las acciones correctivas | 16/07/2018 | 10/8/2018 | 4 semanas |
| Controlar | Control del impacto de las acciones | 13/08/2018 | 31/08/2018 | 3 semanas |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 15 se muestra el plan de tiempo de la tabla XIV de forma ilustrada, en donde nos indica las semanas a las que corresponden las fechas de inicio a fin de las diferentes actividades.

Figura 15. **Plan de tiempo ilustrado**



Fuente: elaboración propia.

3.3. Etapa de medir

En esta fase del proyecto se realizan mediciones que dan como resultados datos con los cuales se localizan los problemas que causan la perdida de mezcla y se focalizan los puntos en los cuales se va a trabajar en la siguiente etapa.

3.3.1. Estratificación del proceso

El proceso será dividido en subgrupos que llamaremos estratos para una medición más confiable y un mejor análisis de los resultados obtenidos. En el plan de recolección de datos se muestran los estratos creados.

3.3.2. Plan de recolección de datos de desperdicios en el proceso

En la tabla XV se presentan los distintos subgrupos en los cuales se deben realizar mediciones, los lugares específicos en donde se harán, el momento en el cual se llevará a cabo la medición, el procedimiento y la persona que se encuentra a cargo de realizar las mediciones. Esto con el fin de determinar cuál es el área en la que se presenta más desperdicio, para atacar el 80 % del problema.

Tabla XV. Plan de recolección de datos

| Qué medir (QUÉ) | Dónde medir (DÓNDE) | Muestra (CUÁNDO) | Cómo recolectar (CÓMO) | Por qué son necesarios los datos (POR QUE) | Persona a cargo (QUIÉN) |
|--|---------------------|---|--|--|-------------------------|
| Producto que se pierde durante la limpieza | Máquina | Durante la limpieza final de la producción de consumé | Pesar el producto que queda en la aspiradora | Para cuantificar cantidad de producto que se pierde | Carlos Guzmán |
| Producto fuera de especificación | Máquina | Cada vez que tengan producto que no cumpla con las especificaciones (Peso neto) | Pesar el producto fuera de especificación | Para cuantificar el producto que no cumple y debe destruirse | Carlos Guzmán |

Continuación de la tabla XV.

| | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|--|---|---|---------------|
| Peso real de cada saco | Área de abastecimiento | Antes de la producción, pesar todos los sacos proyectados a utilizar | Colocar el peso real de cada saco que se está abasteciendo | Peso real de cada saco, para conocer la cantidad total de Consumé abastecida | Karla Santizo |
| Producto en tolva de abastecimiento | Máquina/ Abastecimiento | Cada vez que se envíe producto a reciclar | Pesar el producto que se va a reciclar (Después de la limpieza) | Para cuantificar reciclaje | Karla Santizo |
| Sobredosificación | Maq 32, test general | Durante la producción | Realizar test general | Para conocer la variación de pesos en cada conductor e identificar cual es el que sobredosifica o infra dosifica. | Karla Santizo |

Fuente: elaboración propia.

3.3.2.1. Recolección de datos

Los datos reunidos por medio de la ejecución del plan de recolección de datos se presentan a continuación.

- Producto teórico utilizado

Tabla XVI. **Producto teórico utilizado**

| | |
|--------------------------------------|---------------|
| Total de fardos (50X12X2,5) | 650 fardos |
| Total de sobres (650X50X12) | 39 000 sobres |
| Total de Kg utilizados (39 000X2,5g) | 975 Kg |

Fuente: elaboración propia.

- Producto que se pierde por la limpieza

Cuando se acaba el proceso de llenado y empaque del producto en la máquina 32 y se realiza una limpieza para algún cambio, en la tolva dosificadora queda producto que es extraído con una aspiradora como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 16. **Extracción en limpieza, tolva dosificadora**



Fuente: elaboración propia.

El total de kg vaciados en la limpieza de la tolva es de: 10,6 kg

- Producto fuera de especificación

Los operadores, pesan el producto y realizan pruebas de hermeticidad para corroborar que se cumpla con las especificaciones del producto, una vez destruidos los sobres de consomé fuera de especificaciones, se obtuvo un desperdicio total de: 9,7 kg.

- Peso real de cada saco

La siguiente tabla, muestra el peso en kg de cada saco de consomé de pollo utilizado para abastecer la tolva, llenar y empacar sobres.

Tabla XVII. **Peso de cada saco de consomé de pollo**

| Bolsa | Peso kg usados |
|-------|----------------|
| 2 | 17,995 |
| 3 | 25,023 |
| 4 | 25,022 |
| 5 | 19,997 |
| 6 | 20,077 |
| 7 | 23,01 |
| 8 | 20,05 |
| 9 | 20,07 |
| 10 | 20,05 |
| 11 | 20,07 |
| 12 | 25,07 |
| 13 | 20,07 |
| 14 | 20,07 |
| 15 | 25,06 |
| 16 | 20 |
| 17 | 20 |
| 18 | 20 |
| 19 | 20 |
| 20 | 20 |
| 21 | 25 |
| 22 | 20 |
| 23 | 20 |
| 24 | 20 |

Continuación de la tabla XVII.

| | |
|-------|-----------|
| 25 | 20 |
| 26 | 20 |
| 27 | 20 |
| 28 | 20 |
| 29 | 20 |
| 30 | 20 |
| 31 | 25,017 |
| 32 | 20,062 |
| 33 | 20,015 |
| 34 | 20 |
| 35 | 20,034 |
| 36 | 20,006 |
| 37 | 25,019 |
| 38 | 20,02 |
| 39 | 19,787 |
| 40 | 25,026 |
| 41 | 20,028 |
| 42 | 25,019 |
| 43 | 20,041 |
| 44 | 25,043 |
| 45 | 20,03 |
| 46 | 20,046 |
| 47 | 25,034 |
| 48 | 19,881 |
| 49 | 20,018 |
| 50 | 20,021 |
| Total | 1 036,781 |

Fuente: elaboración propia.

El total de kilogramos de consomé de pollo abastecido es de 1 036,781; dato que será comparado con el total de sobres producidos por su contenido para encontrar la diferencia y cantidad de producto que se pierde en el llenado y empaque del consomé.

- Producto en tolva de abastecimiento

El producto que se retira de la tolva de abastecimiento es de 0,1 kg según medición realizada para el cambio de producto.

- Sobredosificación

Cada uno de los sobres de consomé de pollo, es llenado con 2,5 g de producto, y se verifica con la balanza midiendo el peso de cada uno de los sobres para determinar la variación de los cuatro conductores que dosifican consomé de pollo de la máquina de llenado y empaque y ver con cuantos gramos más se producen. Los datos son registrados en un programa que contiene la balanza para acceder a ellos desde un ordenador.

Realizadas las mediciones del plan, se tiene que el resto de producto que falta está contenido en los sobres debido a la variación y sobredosificación de la máquina, por lo que se determina una cantidad de:

- Mezcla dosificada

$$\text{Mezcla dosificada} = 1\ 036,78 - (10,6 + 0,103 + 9,7 + 0,1)$$

$$\text{Mezcla dosificada} = 1\ 016,278\text{kg}$$

- Mezcla sobredosificada

$$\text{Mezcla dosificada: } 1\ 016,278\ \text{kg}$$

$$\text{Mezcla teórica utilizada: } 975\ \text{kg}$$

$$\text{Mezcla sobredosificada} = \text{Mezcla dosificada} - \text{Mezcla teórica utilizada}$$

$$\text{Mezcla sobredosificada} = 1\ 016,278 - 975$$

Mezcla sobredosificada = 41,2

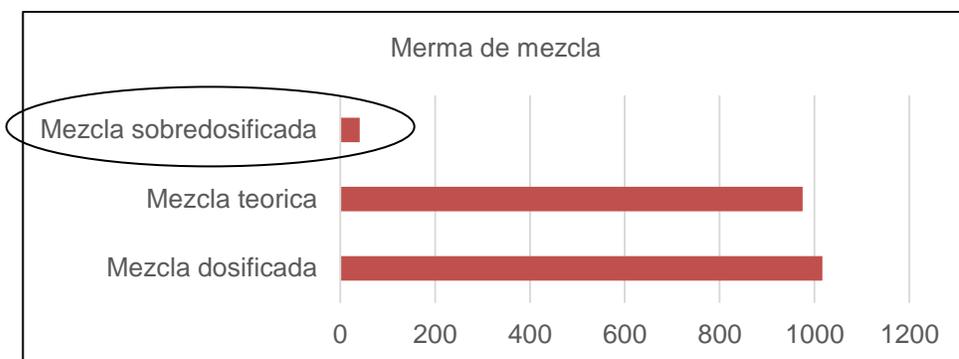
A continuación, en la siguiente tabla se presenta un resumen de los datos obtenido.

Tabla XVIII. **Merma de mezcla**

| | |
|------------------------|----------|
| Mezcla dosificada | 1016,278 |
| Mezcla teórica | 975 |
| Mezcla sobredosificada | 41,2 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Merma de mezcla**



Fuente: elaboración propia.

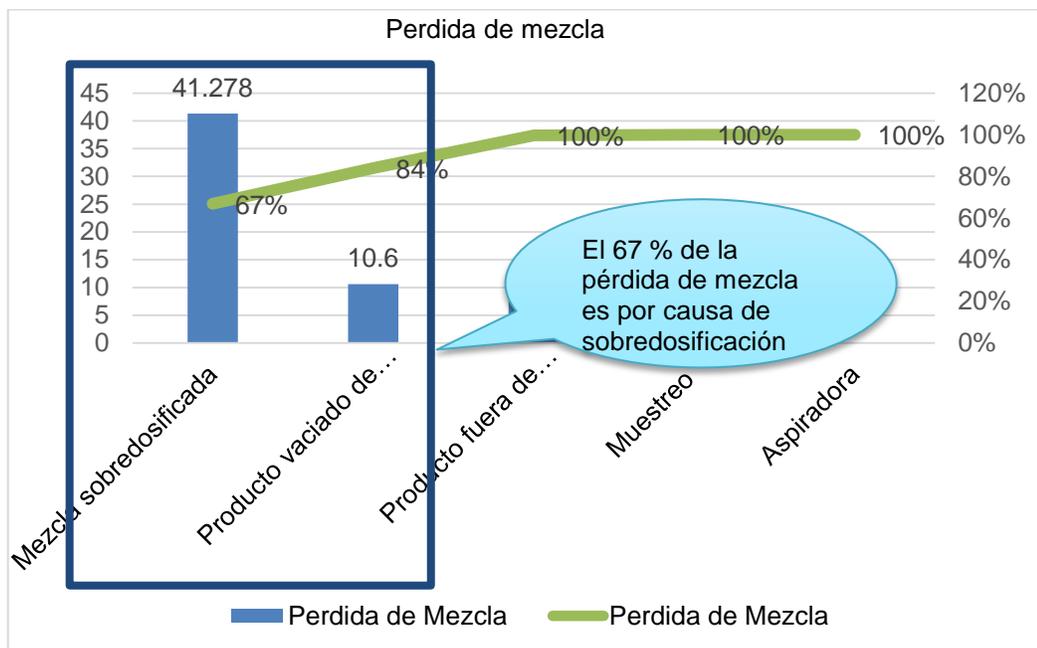
3.3.3. **Análisis de datos recolectados**

Las mediciones realizadas según el plan de recolección de datos de desperdicios en la tabla XIII muestra la pérdida de producto en el proceso y con las siguientes herramientas, se podrá determinar cuál es la que representa mayor problema para realizar un enfoque en esta.

3.3.3.1. Diagrama de Pareto

Con el conocimiento de los datos que generan desperdicio o pérdida de mezcla en los distintos puntos del proceso, se determina mediante el diagrama de Pareto cuáles son las causas más críticas o principales y así focalizar la atención y recursos en estas para lograr una notable disminución de desperdicios.

Figura 18. Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

El diagrama de Pareto de la figura 18 presenta en orden ascendente, las siguientes causas que deben analizarse:

- La cantidad de mezcla que se pierde en el proceso de llenado por la sobredosificación de producto es de 67 %.
- En el proceso de limpieza, hay un paso que consiste en vaciar el producto de la tolva, representando un 17 % de pérdida de mezcla.
- El producto fuera de especificación, el muestreo y los restos que se recolectan con la aspiradora integran juntas un 16 % de pérdida de mezcla.

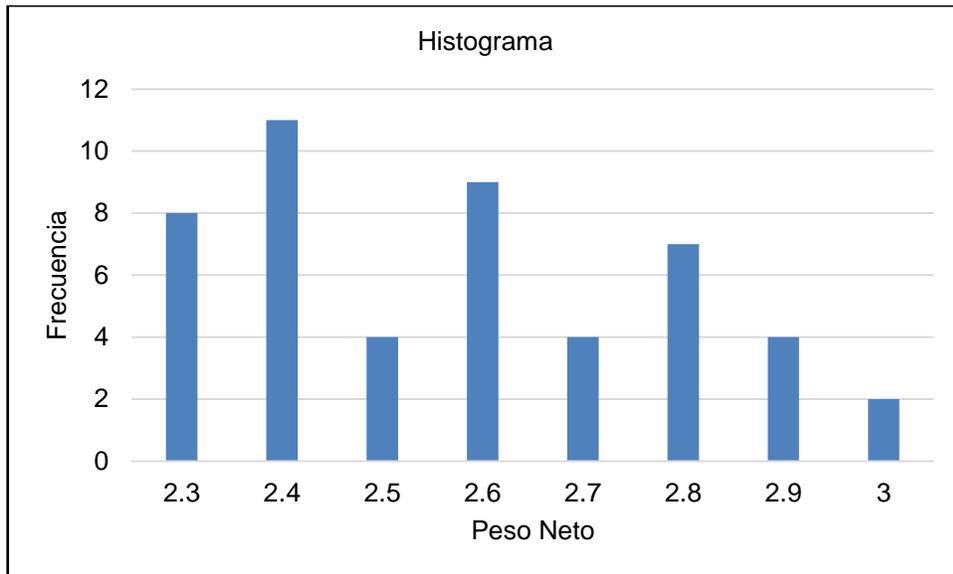
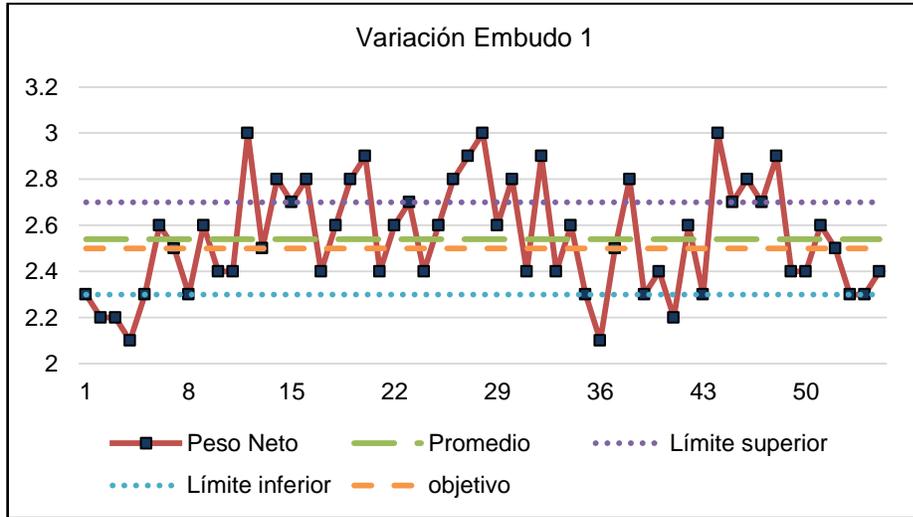
Con la interpretación del diagrama podemos llegar a la conclusión de que la sobredosificación de mezcla y la cantidad de producto que queda en la tolva y se extrae en la limpieza, contribuyen un 84 % de las causas del problema, por lo que el análisis y los esfuerzos por disminuir la generación de desperdicios se concentra en estas.

3.3.3.2. Gráfico de serie temporal

Las siguientes gráficas de serie temporal muestran la variación de pesos en cada uno de los cuatro embudos que dosifican producto en la máquina para una declaración más específica y focalizada del problema. Los datos han sido obtenidos del programa que registra los pesos.

Embudo 1

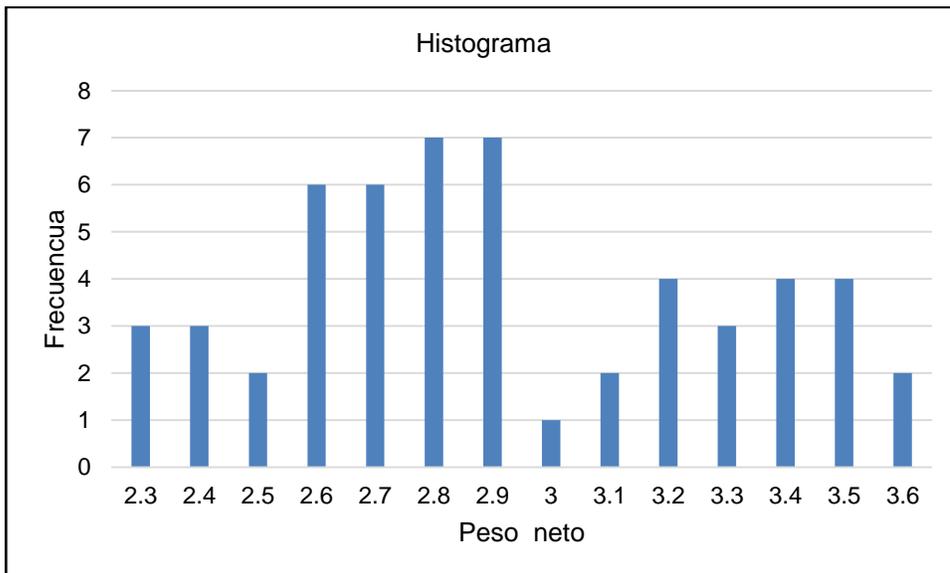
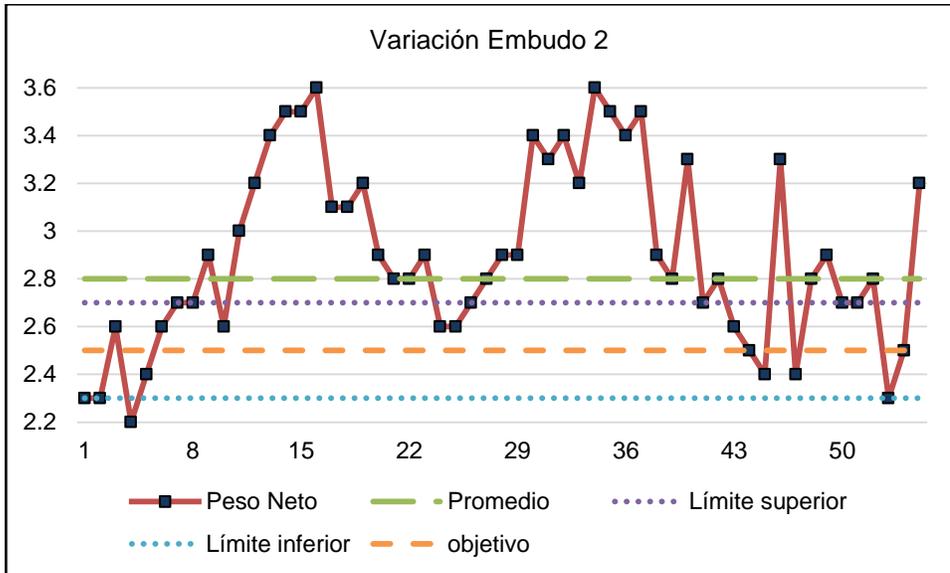
Figura 19. Variación embudo No. 1



Fuente: elaboración propia.

Embudo 2

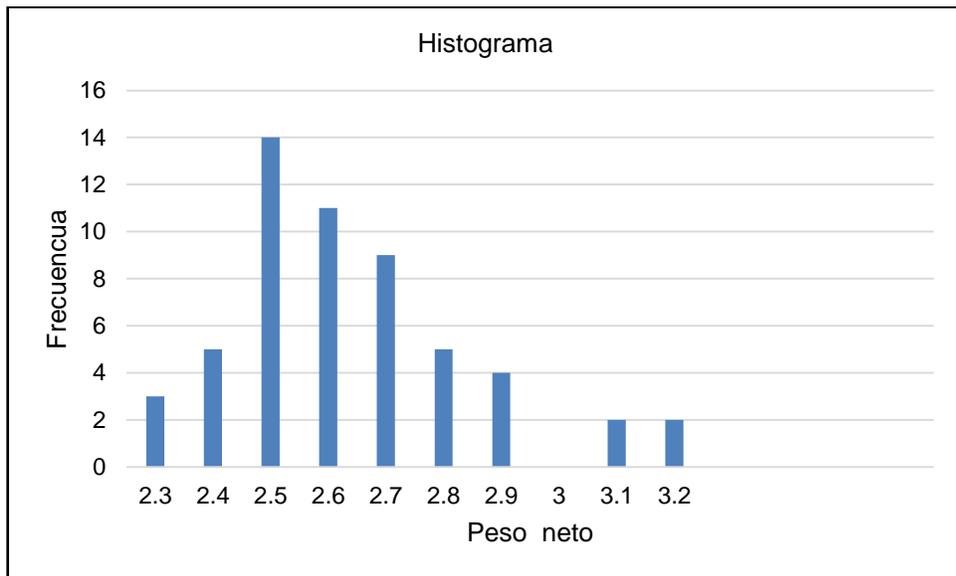
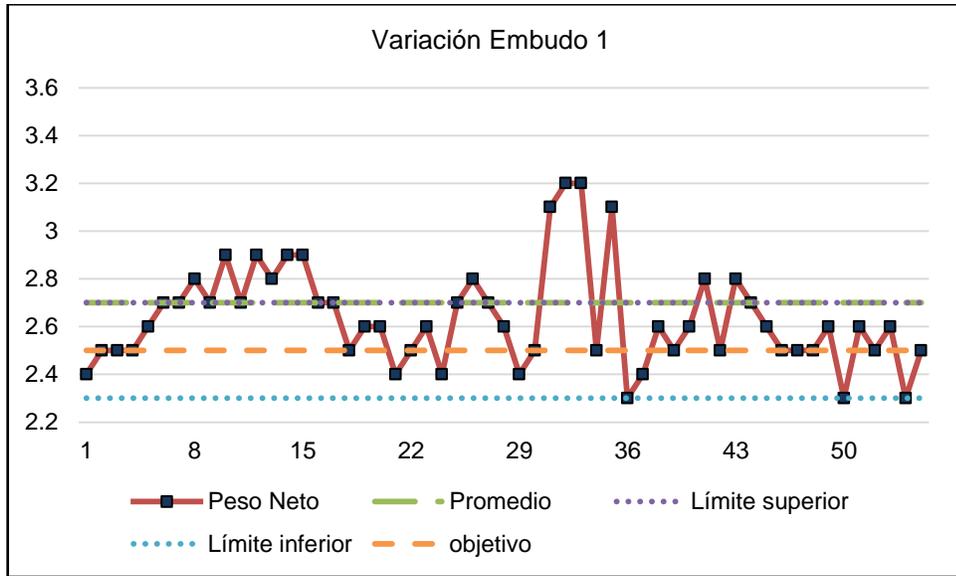
Figura 20. Variación embudo No. 2



Fuente: elaboración propia.

Embudo 3

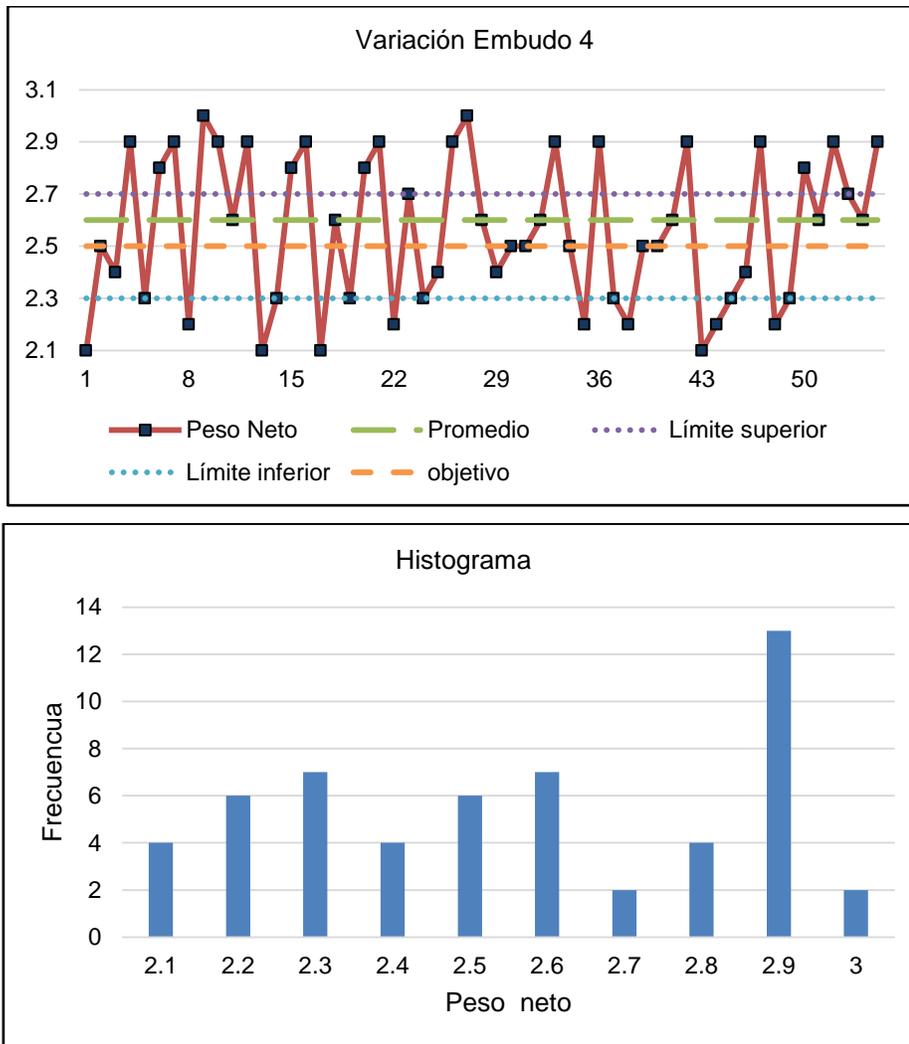
Figura 21. Variación embudo No. 3



Fuente: elaboración propia.

Embudo 4

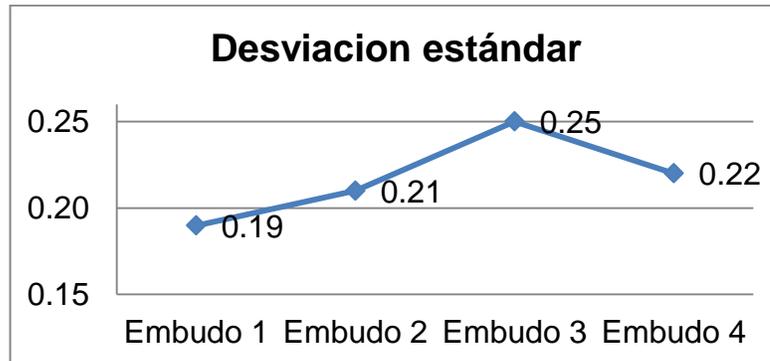
Figura 22. Variación embudo No. 4



Fuente: elaboración propia.

Cada uno de los embudos muestra una desviación estándar reflejada en la figura 23.

Figura 23. **Desviación estándar de embudos**



Fuente: elaboración propia.

3.3.4. Declaración del problema enfocado

El 67 % de pérdida de chile cobanero es por sobredosificación. La dosificación de los conductores no es constante durante la producción, el peso dosificado varía entre 2,2 g a 3,1 g, siendo el embudo 3 y 4 el de mayor variación. Cada conductor puede ajustarse individualmente, el peso dosificado debido a la variación del proceso se encuentra por arriba del peso declarado, esto ocurre en todas las producciones de consomé de pollo en el sistema de dosificación. Esta condición no varía según el operador ni la hora del día.

3.4. Etapa de analizar el proceso de la línea de producción del consomé de pollo

En esta etapa se va a realizar una lluvia de ideas con las posibles causas que generan el problema de variación en los embudos que dosifican mezcla y así estabilizar el proceso para la reducción de desperdicios.

3.4.1. Mapa de analizar

En el siguiente mapa se encuentra el proceso que se va a llevar a cabo y las herramientas que serán utilizadas para la etapa de analizar del proyecto.

Figura 24. Mapa de analizar

| Proceso | Objetivo | Herramienta |
|---|--|--------------------------|
| Restaurar las condiciones básicas de la máquina | Identificar y solucionar posibles problemas | Ejecutar |
| Enumeración de las posibles causas para todos los problemas enfocados | Con participación del equipo de trabajo, enumerar las potenciales causas similares, de manera clara y visual | Lluvia de ideas |
| Asociación las posibles causas para el problema enfocado | Agrupar las potenciales causas similares de manera clara, precisa y visual | Diagrama de causa-efecto |
| Determinar las causas raíz para cada problema enfocado | Detectar las causas raíz del diagrama causa-efecto, usando el método de los 5 por qué | 5 Porqués |
| Verificación de las causas raíz | Verificar las causas raíz con hechos y datos | Ir y ver |

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Lluvia de ideas

Se realizó una lluvia de ideas con el técnico mecánico, el operador y el supervisor de producción; Se elaboró el listado de sugerencias e ideas de las posibles causas, en la figura 25 se muestra al personal involucrado en una sala, plasmando sus ideas en papel para luego presentarlas a todo el equipo. Todas las ideas recolectadas son las siguientes:

Figura 25. Lluvia de ideas



Fuente: elaboración propia.

- Tornillos desalineados.
- Espacios entre las vueltas de los gusanos no es igual en todos los tornillos.
- Longitud de los gusanos no es la misma.
- Longitud de los conductores no es la misma.
- No se utilizan platillos para consomé de pollo.
- Cernidor de segundo nivel vuelve a la mezcla más polvosa.
- Removedor que se utiliza para el consomé no cubre la tolva.
- El espacio entre tornillo y la parte más larga del removedor no es el mismo en los cuatro dosificadores.
- Producto muy húmedo.
- Formación de grumos en la mezcla (pruebas de hermeticidad).
- Variación de granulometría en la mezcla.
- Válvula de paso muy pequeña.
- Espacio entre las vueltas de los gusanos es muy pequeña.
- Mayor variación con los suplentes del supervisor
- Forma de cernir vuelve a la mezcla más polvosa.
- Velocidad de los removedores no es la adecuada.
- Velocidad de los gusanos no es la más adecuada.
- Velocidad de removedor de placa no es la adecuada.
- Residuos de producto anterior provocan que el consomé no fluya.
- Falta de abastecimiento en 2° nivel, deja vacía la tolva del 1er. nivel y provoca variación.
- Poca vibración en 2° nivel.
- Forma de la tolva en 2° nivel no permite que el consomé fluya con facilidad.
- Vibración del embudo pone más polvosa la mezcla.
- Polea y faja de motores desgastados.

3.4.2.1. Potenciales causas de los problemas

En una mesa técnica se descartaron algunas propuestas y en el siguiente listado se muestran las que serán analizadas en esta etapa del proyecto.

- Tornillos no graduados.
- Espacios en las vueltas de los gusanos es distinta en los tornillos.
- Longitud de los gusanos es mayor.
- Longitud de los conductores es mayor
- No se utilizan platillos para consomé de pollo.
- Cernidor y vibrador en la tolva del segundo nivel convierte a la mezcla más polvosa.
- El espacio entre tornillo y la parte más larga del removedor no es el mismo en los cuatro dosificadores.
- Producto con grado de humedad.
- Variación de granulometría de la mezcla.
- Espacio entre las vueltas de los gusanos es muy pequeña.
- Mayor variación con los suplentes de supervisor.
- Velocidad de los removedores es inadecuada.
- Velocidad de los gusanos es inapropiada.
- Velocidad de removedor de placa no es la misma.
- Engranajes de motores desgastados y reducidas sus propiedades mecánicas.

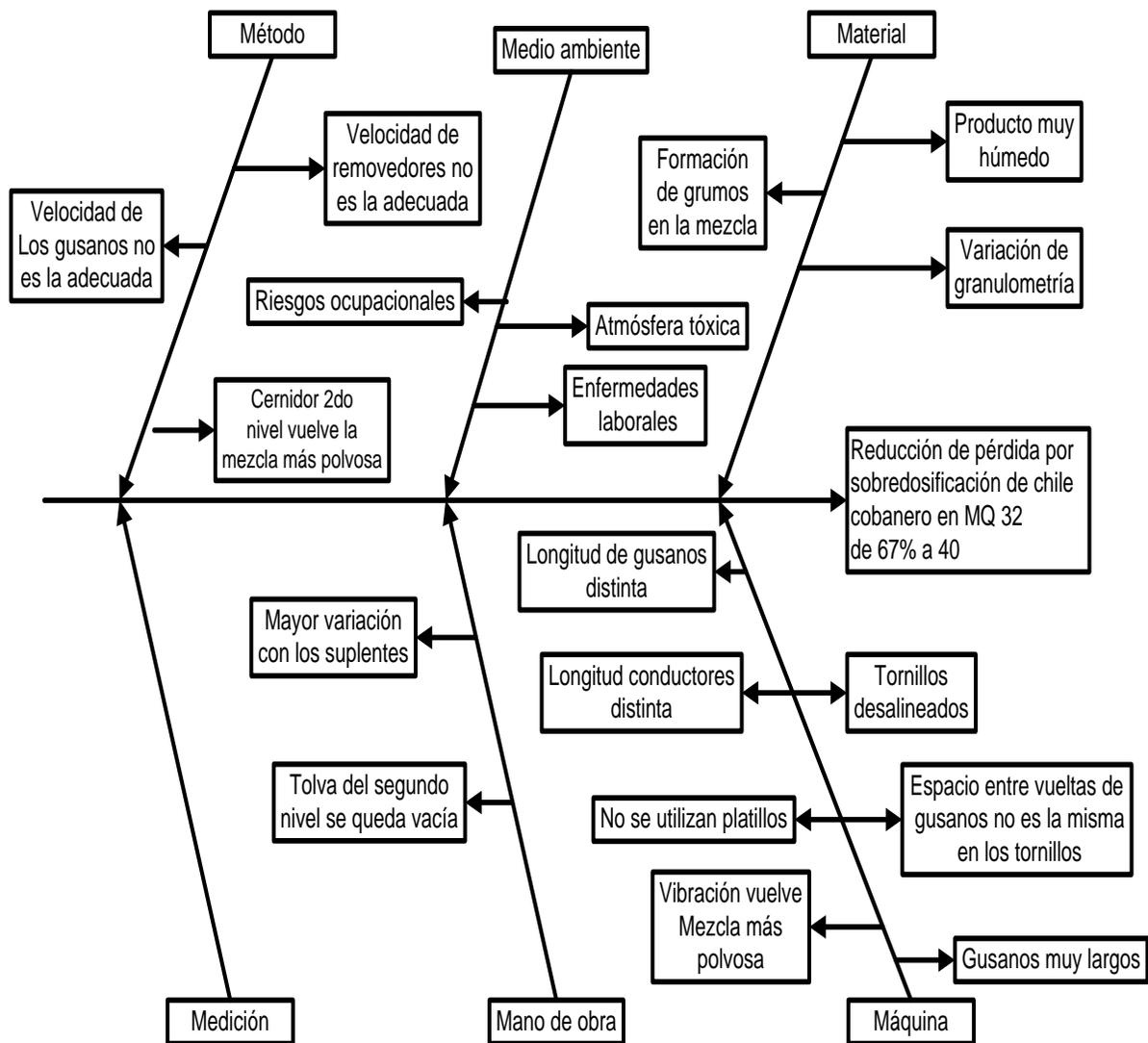
3.4.3. Agrupar las potenciales causas

Por medio del diagrama de causa- efecto de Ishikawa se agruparán las causas según la categoría a la que pertenecen de las 6M (medición, máquina, mano de obra, método, medio ambiente y mezcla).

3.4.3.1. Diagrama causa-efecto Ishikawa

La figura 26 muestra el diagrama causa- efecto Ishikawa elaborado con las potenciales causas del problema.

Figura 26. Diagrama causa- efecto Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

3.4.4. Causa raíz del diagrama Ishikawa

A continuación, se muestra el análisis de las causas raíz mediante la herramienta ir a ver y la lista de verificación de cada una de ellas.

3.4.4.1. Ir a ver

Consiste en visitar los espacios donde se encuentran los problemas y observar: abastecimiento de la mezcla; tolva del área de llenado y empaque; llenado y empaque del producto, limpieza de la máquina y estándares que se evalúan en la limpieza de la máquina.

3.4.4.2. Verificación de causas raíz

A continuación, se muestra el listado de las causas potenciales con el procedimiento a realizarse para la verificación de estas, las medidas y resultados obtenidos.

Tornillos no graduados

- Teoría acerca del impacto: al estar desalineado, el conductor no se llena de forma uniforme a lo largo de todo el tornillo.
- Verificación de la teoría: durante la limpieza de la máquina, se verificaron los tornillos con soporte técnico de ingeniería, y en efecto se encontraban desalineados. Se realizaron mediciones de los pesos luego la alineación y los pesos fueron un poco más estables, pero siempre mostrando sobredosificación.

- Resultado: causa incidente, por ende, riesgo laboral.
- Espacios entre las vueltas de los gusanos no es igual en todos los tornillos.
 - Teoría acerca del impacto: al tener diferente paso entre los tornillos, estos no dosificarán las mismas cantidades de mezcla.
 - Verificación de la teoría: al momento de realizar limpieza se verificó con soporte del técnico de ingeniería el espacio de las vueltas de los gusanos y se observó que la distancia es la misma en todos, no afectando esta potencial causa a la sobredosificación de mezcla.
 - Resultado: causa no incidente, sin embargo, produce ruido o impacto ambiental. En la figura 24 podemos observar los tornillos con un mismo espacio.

Figura 27. **Espacio de vueltas en tornillos dosificadores**



Fuente: elaboración propia.

- Longitud de los gusanos y conductores no es la misma
 - Teoría acerca del impacto: la dosificación no es la misma en todos los tornillos debido a que hay una variación en la longitud de cada uno de los gusanos y conductores.
 - Verificación de la teoría: al momento de verificar la medición y la limpieza se comparó la longitud entre los conductores y los gusanos, se enfatiza que las dimensiones no influyen en la sobredosificación de mezcla.
 - Resultado: causa no incidente, sin embargo. provoca impacto con la atmosfera de trabajo. En la figura 28 se muestran las longitudes comparativas de todos los conductores.

Figura 28. **Tamaño de conductores**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 29 se observan los tornillos dosificadores, todos alineados reflejando que el tamaño es el mismo.

Figura 29. **Tamaño de tornillos dosificadores (gusanos)**



Fuente: elaboración propia.

- No se utilizan platillos
 - Teoría acerca del impacto: al no utilizar platillos, los excesos de mezcla caen directo al sobre al no tener un soporte.
 - Verificación de la teoría: se han realizado pruebas y al colocar platillos al final de los tornillos, el producto se compacta dentro. Se aumentó la abertura de los platillos y se retiene el producto sin compactarlo. Se observó una mejora significativa al colocarlos.
 - Resultado: causa incidente. En la figura 30 se muestran los platillos utilizados en la producción de consomé.

Figura 30. **Platillos utilizados en la producción de consomé**



Fuente: elaboración propia.

- Vibración y cernidor del área de abastecimiento vuelven la mezcla más polvosa.
 - Teoría acerca del impacto: la constante y repetitiva vibración del embudo del área de abastecimiento y el paso de la mezcla por un tamiz que protege el producto de contaminación física, las vuelve más polvosa y esta se apelmaza siendo sobredosificada en el llenado y empaque del producto.
 - Verificación de la teoría: se realizó una prueba de granulometría de una muestra tomada del saco y otra después de haber estado un rato en el embudo. Los resultados no mostraron ningún cambio significativo en la granulometría del consomé.
 - Resultado: causa no incidente, aun así, la vibración genera ruido a 80 decibeles.

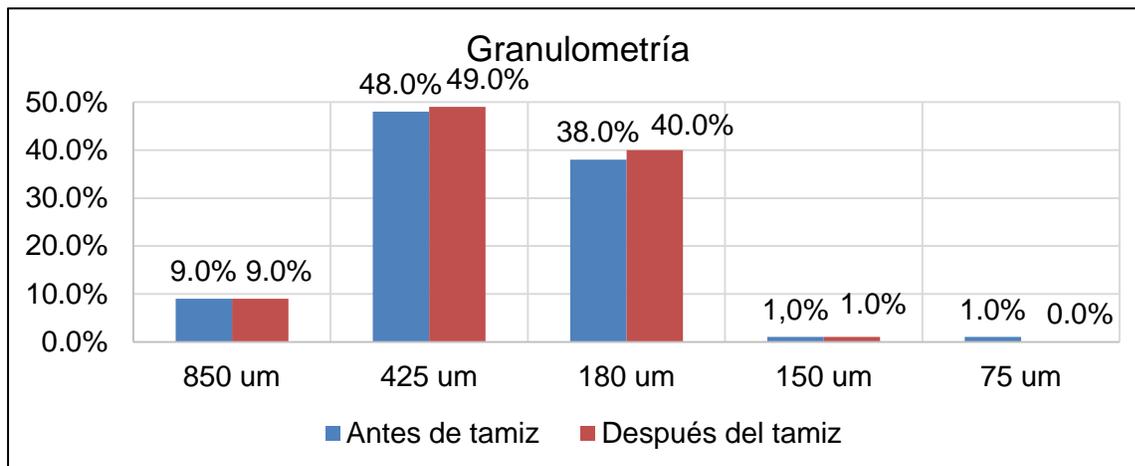
En la tabla XIX se muestran los datos obtenidos al realizar granulometría de la mezcla del saco y de una muestra tomada del dosificador, luego de haber pasado el tamiz y estar expuesta a vibración y en la figura 31, los datos de la tabla graficados.

Tabla XIX. **Granulometría antes y después del tamiz**

| Tamiz | Antes del tamiz y la vibración | Después del tamiz y la vibración |
|--------|--------------------------------|----------------------------------|
| 850 um | 9,0 % | 9,0 % |
| 425 um | 48,0 % | 49,0 % |
| 180 um | 38,0 % | 39,0 % |
| 150 um | 1,0 % | 1,0 % |
| 75 um | 1,0 % | 1,0 % |
| Total | 100 % | 100 % |

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Granulometría al pasar por el tamiz y vibraciones**



Fuente: elaboración propia.

Espacio entre el tornillo y la parte más larga del removedor no es el mismo en los cuatro dosificadores.

- Teoría acerca del impacto: el removedor se mueve alrededor del tornillo y ayuda a que este tenga producto. Al tener un espacio muy grande entre el tornillo y el removedor, puede provocar que el tornillo no se llene uniformemente.
- Verificación de la teoría: con un vernier se realizó la medición de la distancia entre el tornillo y el removedor durante la limpieza.
- Resultado: causa no incidente, aun así, deben estar calibrados.

Los resultados obtenidos son los que se muestran en la tabla XX.

Tabla XX. **Distancia entre el tornillo y el removedor**

| Tornillo | Distancia (mm) |
|-----------------|-----------------------|
| 1 | 10 |
| 2 | 8 |
| 3 | 13 |
| 4 | 6 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Tornillo y removedor**



Fuente: elaboración propia.

- Formación de grumos en la mezcla

- Teoría acerca del impacto: se forman grumos que contribuyen a una sobredosificación y variación de pesos en los sobres.
 - Verificación de la teoría: se abrieron los sobres que fueron sometidos a la prueba de hermeticidad (sobres sometidos a cierta presión bajo agua para revisar que el empaque se encuentre dentro de las especificaciones y el termosellado no permita la humedad) y la mezcla se encontraba intacta, sin presentar problemas de formación de grumos.
 - Resultado: causa no incidente, pero atenta contra la seguridad ambiental.
- Producto muy húmedo
 - Teoría acerca del impacto: la mezcla no fluye adecuadamente en el sistema debido a que se apelmaza y se pueden formar grumos que producen variación de peso.
 - Verificación de la teoría: hacer mediciones de humedad de distintos lotes y verificar si la mezcla queda adherida a las paredes de los conductores o se apelmaza en alguna otra área.
 - Resultado: no incidente en la variación, solo en el medio ambiente.

En la tabla XXI se muestran los datos recolectados de la medición de humedad realizada en distintas fechas y lotes para la determinación de incidencia de este factor en la variación de dosificación.

Tabla XXI. **Porcentaje de humedad de lotes distintos**

| Fecha | 1/8/2018 | 16/8/2018 | 30/8/2018 |
|--------------|-----------------|------------------|------------------|
| % Humedad | 6,66 % | 6,45 % | 6,56 % |

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Higrómetro utilizado en las mediciones de humedad**



Fuente: elaboración propia.

Variación de granulometría en la elaboración de la mezcla

- Teoría acerca del impacto: la granulometría no es la misma siempre y mientras más polvosa, aumenta la variación de pesos.
- Verificación de la teoría: pruebas de granulometría a sacos de diferentes producciones de consomé de pollo.

- Resultado: no incidente

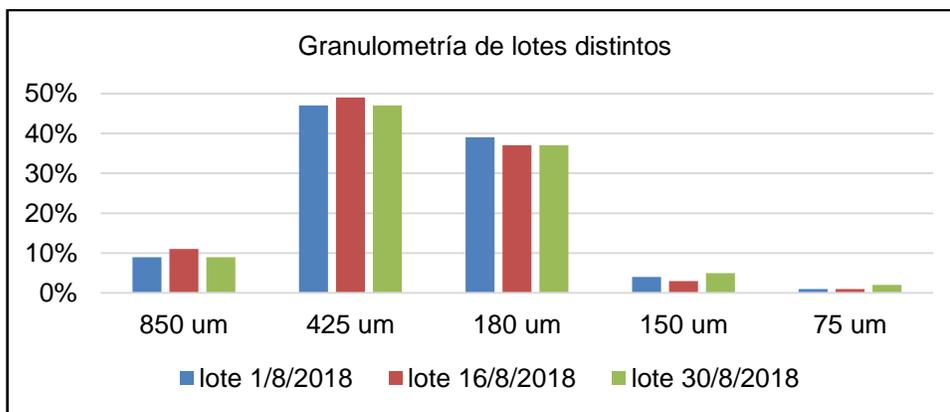
La tabla XXII y figura 34, presenta los datos de granulometría para evaluar la mezcla en distintos lotes.

Tabla XXII. **Granulometría de lotes distintos**

| Tamiz | Lote 1/8/2018 | Lote 16/8/2018 | Lote 30/8/2018 |
|--------|---------------|----------------|----------------|
| 850 um | 9 % | 11 % | 9 % |
| 425 um | 47 % | 49 % | 47 % |
| 180 um | 39 % | 37 % | 37 % |
| 150 um | 4 % | 3 % | 5 % |
| 75 um | 1 % | 1 % | 2 % |
| Total | 100 % | 100 % | 100 % |

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Granulometría de lotes distintos**



Fuente: elaboración propia, tabla XXII.

Mayor variación con los suplentes de operador.

- Teoría acerca del impacto: diferente experiencia que operador.
- Verificación de la teoría: se realizó una comparación en producción de consomé de pollo con los suplentes del operador, versus operador oficial de la máquina.
- Resultado: incidente, demoras y paros innecesarios.

En la tabla XXIII tenemos el promedio de peso por embudo en cada sobre, por diferentes personas que operan la máquina. Se observa que el dueño del proceso (operador) tiene más control sobre ellos.

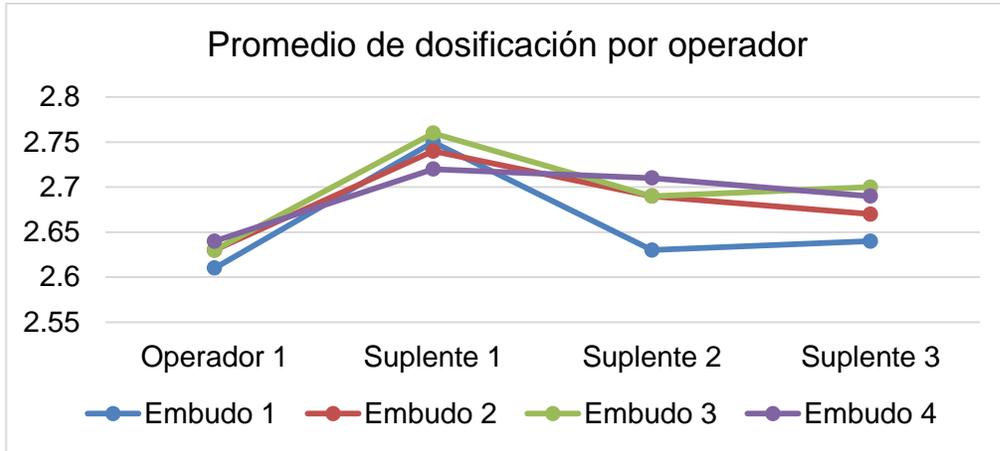
Tabla XXIII. **Promedio de dosificación por operador**

| Promedio por embudo | Operador 1 | Suplente 1 | Suplente 2 | Suplente 3 |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Embudo 1 | 2,61 | 2,75 | 2,63 | 2,64 |
| Embudo 2 | 2,63 | 2,74 | 2,69 | 2,67 |
| Embudo 3 | 2,63 | 2,76 | 2,69 | 2,7 |
| Embudo 4 | 2,64 | 2,72 | 2,71 | 2,69 |

Fuente: elaboración propia.

La figura 35 muestra la relación de pesos por persona que opera en la máquina por embudo. La gráfica es realizada con los datos de la tabla XXIII.

Figura 35. **Promedio de dosificación por operador**



Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXIV tenemos la desviación estándar de dosificación por operador.

Tabla XXIV. **Desviación estándar de dosificación por operador**

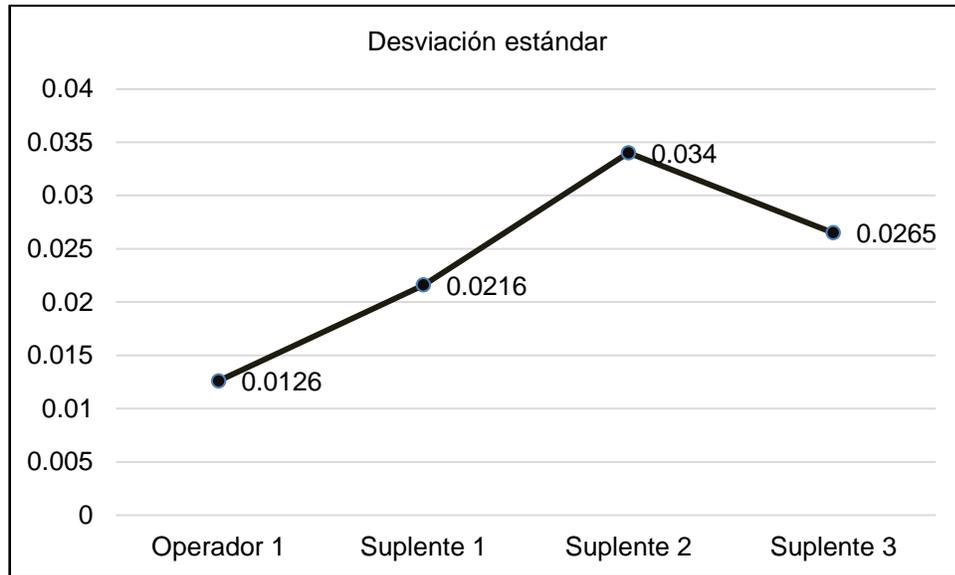
| | Operador 1 | Suplente 1 | Suplente 2 | Suplente 3 |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Desviación estándar | 0,0126 | 0,0216 | 0,0340 | 0,0265 |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XXIV, la variación es mayor cuando los suplentes se encargan de operar la máquina, resultando esta causa incidente en la variación y sobredosificación de consomé de pollo.

En la figura 26 podemos observar la gráfica de la desviación estándar producida con las diferentes personas que operan la máquina.

Figura 36. **Desviación estándar de dosificación por operador**



Fuente: elaboración propia.

Espacio entre las vueltas de los gusanos es muy pequeña

- Teoría acerca del impacto: el producto no tiene suficiente espacio para llenar los tornillos.
- Verificación de la teoría: según fabricante FUSTEC, al ser la dosificación tan pequeña, podría fabricarse un tornillo específico para consomé de pollo (No garantiza que los pesos mejoren).
- Resultado: incidente, adicional hay un riesgo laboral.

Velocidad de los removedores y gusanos no es la adecuada

- Teoría acerca del impacto: la velocidad de los removedores no está estandarizada.
- Verificación de la teoría: medición de pesos a velocidades distintas en los removedores.
- Resultado: incidente, con un riesgo laboral.
- A continuación, se muestra el promedio de gramos dosificados por tornillo, según la velocidad utilizada en las pruebas.

Tabla XXV. **Mezcla dosificada por velocidad**

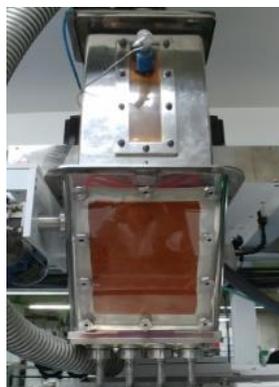
| Velocidad Pieza | 450 rpm | 500 rpm | 550 rpm | 600 rpm |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Tornillo 1 | 2,25 | 2,3 | 2,55 | 2,8 |
| Tornillo 2 | 2,20 | 2,28 | 2,6 | 2,8 |
| Tornillo 3 | 2,45 | 2,55 | 2,58 | 2,7 |
| Tornillo 4 | 2,3 | 2,45 | 2,6 | 2,9 |

Fuente: elaboración propia.

- Removedor: 45 Hz
 - Engranajes de motores desgastados
 - Teoría acerca del impacto: engranaje de motores no está en buen estado, la dosificación será más variada.

- Verificación de la teoría: con el apoyo del área técnica, se verifico los engranajes de los cuatro motores y se restablecieron las condiciones básicas.
- Resultado: incidente con riesgos laborales.
- El producto dentro de la tolva no se distribuye uniformemente
- Teoría acerca del impacto: al no distribirse uniformemente en la tolva, pueden quedar espacios vacíos, que provoquen que el tornillo no se llene totalmente y los pesos no se estabilicen.
- Verificación de la teoría: colocar un visor en la tolva para poder observar el comportamiento y la distribución dentro de la misma. Se observó que la tolva siempre se mantiene uniformemente llena.
- Resultado: causa no incidente y seguridad ambiental.

Figura 37. **Visor en la tolva**



Fuente: elaboración propia.

3.4.5. Selección de potenciales causas

Las causas incidentes en la generación de desperdicios en el llenado y empaque de consomé de pollo son las descritas y enumeradas en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Causas incidentes**

| No. | Causa |
|------------|---|
| 1 | Tornillos desalineados |
| 4 | No se utilizan platillos |
| 6 | El espacio entre el tornillo y la parte más larga del removedor no es el mismo en los 4 dosificadores |
| 2 | Tolerancia entre las vueltas de los gusanos es mínima |
| 10 | Mayor variación con suplentes |
| 12 | Velocidad de removedores, tornillos y removedores de placa no es la adecuada |
| 13 | Engranajes de motores desgastados |

Fuente: elaboración propia.

3.4.5.1. 5 porqués

La herramienta analiza cada una de las causas enumeradas en la tabla XXVI. En esta se cuestiona cada una de las preguntas que van surgiendo según la respuesta (sí o no) hasta llegar a una respuesta que resuelva la pregunta.

Tabla XXVII. 5 porqués

| Análisis 5 porqués – (5WHYs) Analysis | | | | | | |
|---|---|-----|--|-----|--|-----|
| 1. Comience por preguntar POR QUÉ?, responda con PORQUE | | | | | | |
| 2. Escriba Sí , si la causa es comprobada en el área y un NO en el caso contrario | | | | | | |
| 3. Encierra en un círculo las causas raíz verificadas | | | | | | |
| 4. Identifique cada causa raíz confirmada con un número consecutivo 1, 2,3 ... Para vincular luego con plan de acción | | | | | | |
| Posibles causas | Por qué | S/N | Por qué | S/N | Por qué | S/N |
| 1. Tornillos desajustados | ¿Por qué los tornillos están desajustados? | | | | | |
| | porque no se arma bien la máquina y los tornillos por vibración no quedan ajustados | NO | | | | |
| | porque el cabezal dosificador no está en la posición correcta y los tornillos no quedan alineados | NO | | | | |
| | Porque el uso de los tornillos, con el tiempo tienden a desalinearse y no hay frecuencia de inspección de alineación de tornillos y falta de mantenimiento predictivo | SÍ | | | | |
| 4. No se utilizan platillos | ¿Por qué no se utilizan platillos para dosificar consomé de pollo? | | ¿Por qué el producto se compactaba en los conductores al utilizarlos? | | ¿Por qué se colocaron platillos muy pequeños, haciendo que el espacio entre el platillo y el conductor quedara estrecho para el paso del producto? | |
| | Porque anteriormente se probó colocar platillos, pero el producto se compacta en los conductores. | SÍ | Porque se colocaron platillos pequeños, para reducir el espacio entre platillo y conductor para el paso del producto | SÍ | Porque únicamente se tienen platillos para sal de ajo y cebolla, con lo cual es funcional. | SÍ |
| 6. Tolerancia en el tornillo y la parte más larga del removedor es diferente en los 4 dosificadores | ¿Por qué el espacio entre el tornillo y la parte más larga del removedor no es el mismo en los 4 dosificadores? | | | | | |

Continuación de la tabla XXVII.

| | | | | | | |
|--|--|----|---|----|--|--|
| | porque los anillos del centro de cada conductor no es el mismo | NO | | | | |
| | Porque no están ajustados correctamente y no se tiene una frecuencia de inspección y ajuste. | SÍ | | | | |
| 2. Espacio entre las vueltas de los gusanos es muy pequeña | ¿Por qué el espacio entre las vueltas de los gusanos no es la adecuada? | | ¿Por qué el espacio entre las vueltas de los tornillos es muy amplio para el gramaje de 2.5 ? | | | |
| | Porque el espacio entre las vueltas de los tornillos es muy amplio para el gramaje de 2.5 g | SÍ | Porque el tornillo no está diseñado específicamente para ese producto y gramaje | SÍ | | |
| 10. Mayor variación con <i>Back Up</i> | ¿Por qué la variación depende del operador? | | | | | |
| | Porque no están estandarizados todos los parámetros de operación para consomé de pollo | SÍ | | | | |
| | Porque no se tienen certificados a todos los operadores | SÍ | | | | |
| 12. Velocidad de removedores, tornillos y removedor de placa no es la adecuada | ¿Por qué la velocidad de removedores, tornillos y removedor de placa no es la adecuada? | | | | | |
| | Porque todos se configuran independientemente y no se tiene el ajuste óptimo | SÍ | | | | |
| 13. Engranajes de motores desgastados | ¿Por qué las poleas y fajas de motores están desgastados? | | ¿Por qué las poleas y fajas no están en condiciones básicas? | | | |
| | porque las poleas y fajas no están en condición básica, afectando en la variación de peso | SÍ | porque no se tiene un plan de inspección y cambio para las poleas y fajas | SÍ | | |

Fuente: elaboración propia.

3.4.6. Manejo y manipulación del producto propuesto

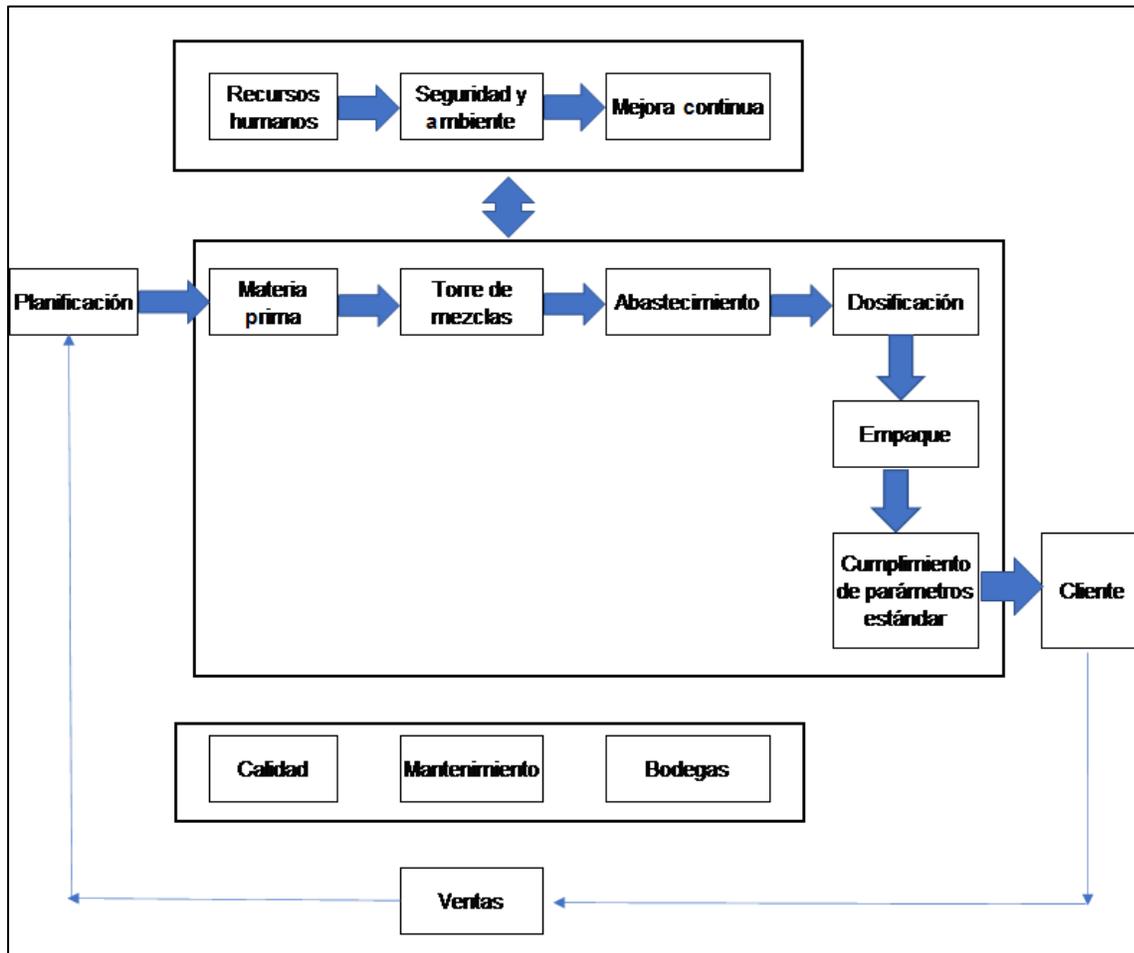
El índice de calidad e inocuidad del producto son aspectos indispensables en la empresa, estos factores caracterizan lo que se ofrece a los clientes. Debido a esto las buenas prácticas de manufactura (BPM) son estrictamente implementadas y supervisadas por el personal. Dentro de las medidas que se utilizan para la manipulación del producto, se encuentran las siguientes:

- Lavarse las manos al momento de entrar a la planta, con jabón y secarlas con papel.
- Colocarse cofia en el cabello.
- Utilizar uniforme proporcionado por la empresa, y dejarlo en lavandería al terminar de usarlo.
- Ingresar a la planta sin maquillaje.
- Uñas limpias, cortas y sin esmalte.
- No utilizar joyas, pulseras, anillos, aretes, ni ningún tipo de alhajas.

3.4.7. Mapeo del proceso

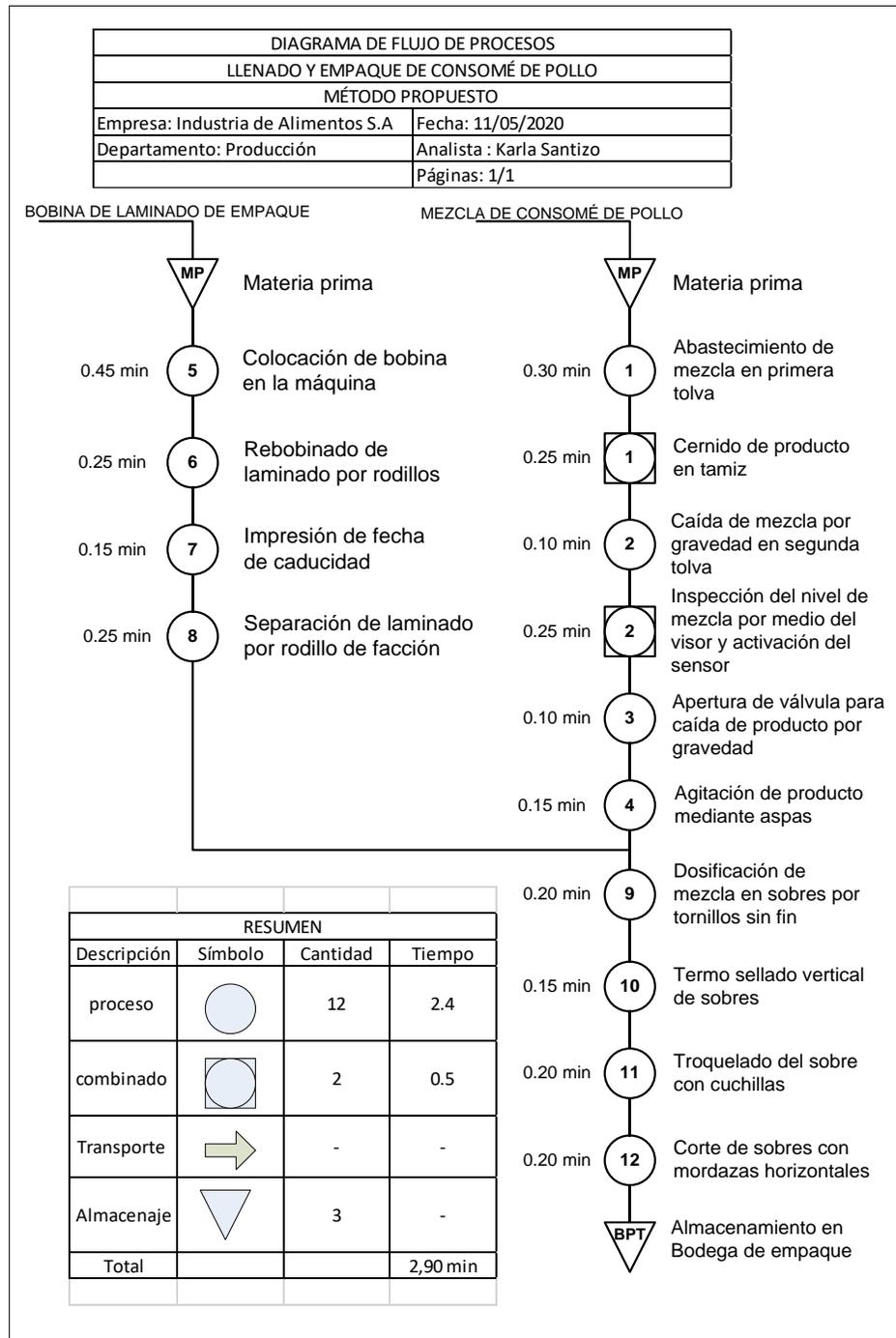
A continuación, se muestra el mapeo del proceso en la figura 38.

Figura 38. Mapeo del proceso



Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Diagrama de flujo propuesto



Fuente: elaboración propia.

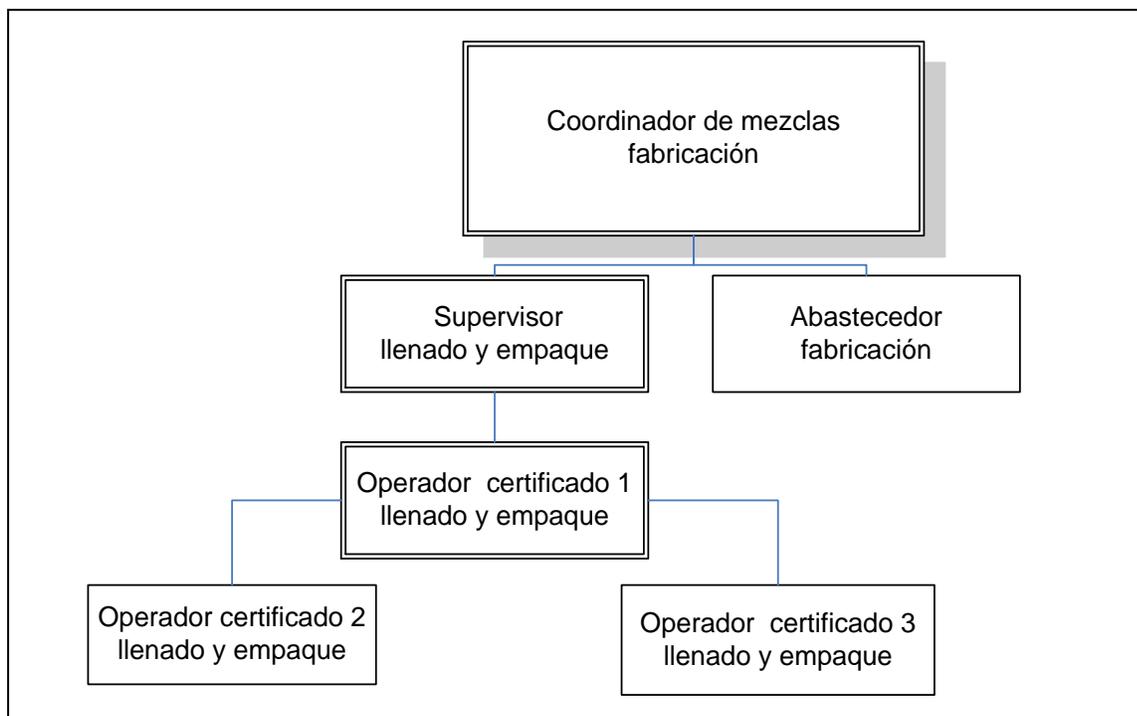
3.4.8. Estructura organizacional propuesta

Dentro de la validación de causas, se encontró que, con los suplentes, hay mayor variación de dosificación, por lo cual, se hace visible la necesidad de certificar a estos como operadores de la máquina.

3.4.8.1. Organigrama

El organigrama propuesto al ser certificados los auxiliares o suplentes de la máquina es el de la figura 39. En este el coordinador de mezclas es el responsable de dirigir y guiar al supervisor de llenado y empaque y al abastecedor de fabricación.

Figura 40. Organigrama propuesto



Fuente: elaboración propia.

3.4.8.2. Funciones y atribuciones

A continuación, se realiza una descripción de las actividades asignadas a las personas encargadas del proceso de producción detalladas en la figura 39.

- **Coordinador de mezclas:** es la persona encargada de realizar la requisición de materia prima y cadena de suministros de acuerdo con la fórmula empleada y a la producción programada para la elaboración del producto y el operario que vela por el funcionamiento apropiado del departamento de fabricación.
- **Supervisor:** es la persona que inspecciona las actividades en el área de llenado y empaque, supervisa que se cumpla con los estándares de calidad operativos y las metas de producción establecidas.
- **Abastecedor:** su atribución es el provisionamiento manual de producto, según se requiera en la máquina para efectuar el llenado y empaque de consomé de pollo.
- **Operadores certificados:** controla la máquina de llenado y empaque, regulando la velocidad, llevando a cabo el arranque, los diversos paros, los cambios y chequear que el producto este cumpliendo con los estándares de calidad en peso y empaque primario sin defectos. Él también realiza el proceso de enfardado del producto. Solo personal certificado debe operar la máquina 32 para el llenado y empaque del consomé de pollo. Se le atribuye el reproceso de producto fuera de especificaciones de peso.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS

4.1. Acciones para resolver causas raíz de la generación de desperdicios

Para determinar las acciones que pueden resolver las causas raíz de la generación de desperdicios y residuos reutilizables, se realiza una mesa técnica en la que participa personal de mantenimiento, operadores de la máquina, supervisor de producción del área, analista de métodos, gerente de producción, un representante del área de seguridad industrial y de calidad para llevar a cabo una lluvia de ideas.

4.1.1. Tormenta de ideas

En la tabla XXVIII se muestran las causas y soluciones expuestas en la mesa técnica. Estas con el fin de reducir la variación y sobredosificación de consomé de pollo en los sobres que se producen, para aumentar la utilidad de la empresa.

Tabla XXVIII. **Soluciones generadas para causas verificadas**

| No. | Causa verificada | Soluciones |
|-------------|--|---|
| 1 | Tornillos desalineados. No hay estándar de cómo deben lavar y almacenar tornillos. Estos se colocan horizontalmente en una mesa. | Crear rutina de alineación y verificación por parte del operador y del área de mantenimiento. |
| 5 | No se utilizan platillos. Únicamente para otros productos y al ser estos más polvosos, necesitan poco espacio entre el platillo y el conductor mientras que, para el consomé de pollo, el espacio debe ser más grande. | Encontrar la altura óptima de platillo para que retenga el producto y regular la dosificación sin provocar que el producto se compacte en el conductor |
| 8 | El espacio entre el tornillo y la parte más larga del removedor no es la misma en los 4 dosificadores. Removedores no están ajustados correctamente y no se tiene un estándar de tiempo para la inspección de estos. | Ajustar los removedores para que todos tengan la misma distancia removedor-tornillo y crear una rutina de ajuste y verificación de distancia de estos. |
| 13 | Espacio entre las vueltas de los gusanos no es la adecuada. Tornillo no está diseñado específicamente para este producto y gramaje. | Diseñar un tornillo específico para consomé de pollo (recomendación de proveedor: probar con un tornillo y realizar mediciones antes de fabricar el resto.) |
| 14 | Mayor desviación según el operador de la máquina. No todos están certificados. | Certificar a los suplentes en la línea de consomé de pollo. |
| 16, 17 y 18 | Velocidad de removedores, tornillos y removedor de placa no es la adecuada. | Encontrar configuración óptima de velocidad de removedor, tornillos y removedor de placa que de menor variación de pesos; Crear un estándar de operación. |
| 24 | Engranajes del motor dosificador desgastado. | Crear una rutina de revisión y cambio de engranajes de motores dosificadores. |

Fuente: elaboración propia.

4.2. Proceso de priorización

Permite visualizar las causas a las que deberíamos ponerle más atención para una reducción de la variación en el consomé de pollo. El impacto que ocasiona la solución y el esfuerzo para eliminar o mitigar la causa, son tomados en cuenta para el proceso de priorización.

4.2.1. Priorización de acciones para la optimización del proceso

En la mesa técnica se discutió la factibilidad y viabilidad de cada una de las acciones propuestas para solucionar las causas raíz de la variación en la dosificación de consomé de pollo en los sobres. A continuación, se enlista, según el impacto que tiene en los resultados y el esfuerzo para ejecutarla, las acciones para optimizar el proceso.

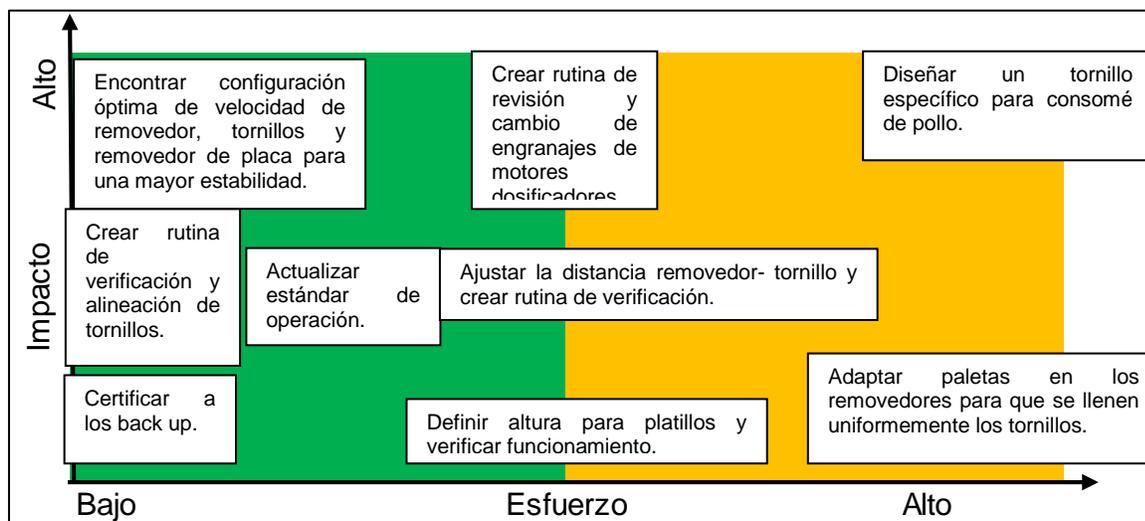
- Encontrar configuración óptima de velocidad de removedor, tornillos y removedor de placa que de menor variación de pesos.
- Crear rutina de alineación y verificación de tornillos por parte del operador y mantenimiento.
- Certificar y capacitar a los suplentes en la línea de consomé de pollo.
- Crear y formular estándares de operación, dar seguimiento para que se cumplan.
- Definir altura para platillos de consomé de pollo y verificar su apropiado funcionamiento.
- Calibrar o graduar los removedores para que todos tengan la misma distancia, removedor- tornillo.
- Crear y formar una rutina de ajuste y verificación de distancia de removedor- tornillo.

- Crear una rutina de revisión y cambio de engranajes de motores dosificadores.
- Diseñar un tornillo específico para consomé de pollo.
- Adaptar paletas en los removedores para que llenen de forma óptima los tornillos.

4.2.2. Matriz de impacto x esfuerzo

Por medio de esta matriz podemos posicionar cada una de las soluciones en un cuadrante, según el alto o bajo impacto que causen y el grado de esfuerzo para su implementación, permitiendo una interpretación visual de la factibilidad en su ejecución.

Figura 41. Matriz impacto x esfuerzo



Fuente: elaboración propia.

4.3. Plan de acción para la optimización del proceso

Para la reducción de variación y sobredosificación de mezcla en la llenadora, es creado un plan de mantenimiento preventivo de la máquina 32 el cual se muestra en la tabla XXIX con tiempo de duración de cada una de las actividades, la frecuencia a la cual debe realizarse y las instrucciones que deben seguirse para llevar a cabo el plan.

Tabla XXIX. **Plan de mantenimiento preventivo máquina 32**

| Instructivo para mantenimiento preventivo máquina 32 | | |
|--|------------------|------------|
| Nombre del equipo: máquina 32 | | |
| Código: 32 | | |
| Modelo: Fustec | | |
| Fecha de elaboración de plan: 10/08/2018 | | |
| Descripción de la tarea | Tiempo (minutos) | Frecuencia |
| Mecanismo principal | | |
| Revisar nivel de aceite en la caja de engranajes y ubicar fugas existentes | 20 | Trimestral |
| Sustituir pastillas y calibrar embrague- freno | 60 | Semestral |
| Lubricar la cadena con grasa a base de litio con resistencia a la humedad | 15 | Semestral |
| Sistema de transporte de la bobina | | |
| Revisar filo de cuchilla central | 10 | Trimestral |
| Sellado horizontal y vertical | 18 | Trimestral |
| Limpieza de material en mordazas verticales y horizontales | 20 | Diario |
| Revisar conexiones y forros de los cables de las termocuplas | 12 | Mensual |
| Sistema de tracción del film | | |
| Inspección del estado de las ruedas de tracción, sustituir las si es necesario | 5 | semestral |
| Corte horizontal y vertical | | |
| Revisar filo de las cuchillas dentadas | 15 | Mensual |
| Inspeccionar estado de la electroválvula y conexiones eléctricas | 15 | Mensual |

Continuación de la tabla XXIX.

| | | |
|---|----|-------------------|
| Revisar filo de las cuchillas verticales circulares | 10 | Mensual |
| Sistema de dosificación | | |
| Limpieza de tolva | 35 | Cambio de formato |
| Revisión de conexión, guarda y vibrador | 20 | Semestral |
| sistema de aire comprimido | | |
| Verificar tubería de transporte de aire | 20 | Trimestral |
| verificar conexiones y mangueras | 20 | Trimestral |
| Sistema eléctrico | | |
| Revisar conexiones y cableado | 45 | Mensual |
| Medir corriente de los dispositivos de seguridad y verificar que sean adecuados | 35 | Semestral |
| Revisar el estado de la bobina de los contactores. | 45 | Semestral |

Fuente: elaboración propia.

El plan de acción establece como se realizará, en qué lugar, quien será el encargado de ejecutar las tareas, el momento en que se llevará a cabo, cuánto dinero será invertido y demás información que cuestiona la herramienta de 5W2H y se especifica en la tabla XXX.

Tabla XXX. Plan de implementación (5W2H)

| ID | Qué | Dónde | Quién | Cuánto | Cuando | Estado |
|----|---|-------|------------------------------------|--------|---------------|-----------|
| 1 | Crear una rutina de alineación y verificación de tornillos | MQ 32 | Karla Santizo/ Estuardo Sánchez | N/A | Octubre 18 | Cerrado |
| 2 | Definir altura óptima para platillos | MQ 32 | C. Guzmán/ W. Pérez | N/A | Octubre 18 | Cerrado |
| 3 | Fabricar platillos según medidas definidas para consomé de pollo | MQ 32 | C. de la Cruz | Q300 | Noviembre 18 | Cerrado |
| 4 | Ajustar los removedores para que todos tengan la misma distancia removedor-tornillo. | MQ 32 | C. Cruz | N/A | Octubre 18 | Cerrado |
| 5 | Diseñar un tornillo específico para consomé de pollo. (Al implementar rutina de alineación, definir parámetros de operación y platillos, se logró el objetivo y no es necesario diseñar tornillos nuevos) | MQ 32 | R. Sánchez | N/A | Cancelado | Cancelado |
| 6 | Certificar a los suplentes | MQ 32 | Karla Santizo/ J. Delio | N/A | Septiembre 18 | Cerrado |
| 9 | Encontrar configuración óptima de velocidad de removedor, tornillos y removedor de placa, que minimice la variación de pesos. | MQ 32 | Karla Santizo | N/A | Octubre 18 | Cerrado |

Fuente: elaboración propia.

4.4. Implementar plan de acción

Se efectúa por las personas designadas en el plan de acción, a la máquina 32 en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Los resultados obtenidos al ejecutar las acciones se resumen en la actualización del estado.

4.4.1. Actualización del estado

Durante las etapas de definición, medición y análisis, se realizaron mediciones para obtener la variación promedio en ese tiempo, y los datos luego de implementadas las acciones que contribuyen a la reducción de la variación y desperdicios en dosificación del producto. Estos datos permiten actualizar el estado del proceso para la visualización de resultados y para lo que al resto del personal en la empresa convenga.

Los datos de la tabla XXXI son el porcentaje de sobredosificación de mezcla, de agosto de 2017 a septiembre de 2018, previo a implementar planes de acción, y de octubre de 2018 a febrero de 2019, se refleja una reducción.

Tabla XXXI. **Porcentaje de variación en la dosificación a través del tiempo**

| Mes- año | % sobredosificación |
|----------------|---------------------|
| Agosto 17 | 6,0 |
| Septiembre 17 | 6,2 |
| Octubre 2017 | 8,2 |
| Noviembre 2017 | 7,2 |
| Diciembre 2017 | 8,8 |
| Enero 2018 | 6,7 |
| Febrero 2018 | 8,9 |
| Marzo 2018 | 9,5 |
| Abril 2018 | 5,6 |

Continuación de la tabla XXXI.

| | |
|------------------------|-----|
| Mayo 2018 | 4,6 |
| Junio 2018 | 4,1 |
| Julio 2018 | 4,8 |
| Agosto 2018 | 5,2 |
| Septiembre 2018 | 5,6 |
| Octubre 2018 | 1,1 |
| Noviembre 2018 | 0,8 |
| Diciembre 2018 | 1,5 |
| Enero 2019 | 1,6 |
| Febrero 2019 | 1,4 |

Fuente: elaboración propia.

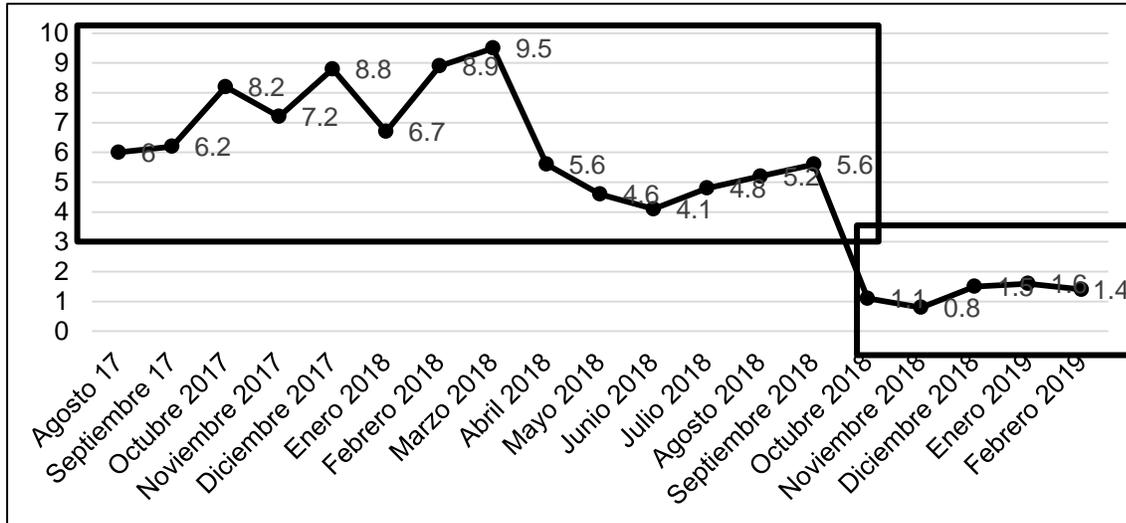
4.5. Efectividad de la solución (antes/después)

Con la implementación de las acciones para la solución de las causas raíz que generan desperdicios en el proceso de producción de consomé de pollo, se obtienen resultados que reflejan la disminución de variación en la dosificación del producto y la efectividad del proyecto.

4.5.1. Gráfico de serie temporal

En la tabla XXVIII podemos observar que los meses marcados con amarillo y verde, representan el antes y después respectivamente. Desde agosto de 2017 hasta septiembre de 2018, la variación en la dosificación de consomé de pollo arriba de 4,5 %, y en los meses de octubre de 2018 hasta febrero de 2019, un descenso que muestra los datos en un cuadro abajo del 2 %.

Figura 42. % Sobredosificación a través del tiempo



Fuente: elaboración propia.

4.6. Reducción en el punto de generación

En la figura 41 se observa que de agosto de 2017 a septiembre de 2018 el promedio de sobredosificación es de 7,63 %, de octubre de 2018 a febrero de 2019, la sobredosificación fue de un 1,2 %; El porcentaje de reducción de sobredosificación se determina con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de reducción} = \left(1 - \frac{1,2}{7,63}\right) \times 100 = 84,27 \%$$

Donde:

- Porcentaje sobredosificación actual: 1,2 %
- Sobredosificación anterior: 7,63 %

En la tabla XXXII se elabora una tabla con un resumen de los datos obtenidos.

Tabla XXXII. **Porcentaje de reducción de sobredosificación en el punto de generación**

| Descripción | % |
|---|----------------|
| % promedio de sobredosificación antes de implementación | 7,63 % |
| % promedio de sobredosificación después de implementación | 1,2 % |
| % reducción de sobredosificación | 84,27 % |

Fuente: elaboración propia.

4.7. Verificación de efectividad de las medidas implementadas

Una vez implementadas todas las acciones para la optimización del proceso de producción y reducir la generación de desperdicios, en este caso la variación de dosificación para lograr ese objetivo es importante asegurarse de que los procesos logren satisfacer los estándares instituidos. La empresa debe crear medios para verificar fallas que se presenten, e interrumpen la estabilidad. Para corregir estos errores y mejorar continuamente los resultados obtenidos, se ha establecido, además verificación del plan de acción.

4.8. Personal involucrado

Esta la implementación del plan de acción, el mantenimiento del proceso actualizado, la verificación de efectividad del proyecto y quienes le darán continuidad por medio del control de indicadores, son las siguientes:

- Gerente de producción: la factibilidad, viabilidad, eficiencia y eficacia del proyecto es de interés del gerente de producción, debido a que los beneficios, éxitos y resultados positivos son presentados a directivos de la empresa, y reflejan cambios y aumento de productividad y rentabilidad durante su gestión.
- Analista de producción: es quien se encarga de analizar los perfiles del proyecto para implementar y ejecutar el mismo. Los controles y acciones tales como la optimización del proceso son en sí alguna atribución parte de la responsabilidad y competencia del analista de producción.
- Supervisor de producción: encargado de inspeccionar y monitorear que todo esté en orden en el proceso de producción y verificar que los operadores realicen sus tareas cumpliendo los estándares establecidos y registren los datos imprescindibles para el análisis y sistematización, control y exportación de resultados.
- Operadores: son los colaboradores que realizan todo el procedimiento para la elaboración de consomé de pollo. Son quienes tienen contacto directo con el proceso y permiten que funcione. Su labor es muy importante por lo que deben tener todo el conocimiento, experiencia y entrenamiento para hacerlo funcionar y operar óptimamente.
- Mantenimiento: encargados de preparar la máquina y dejarla en sus condiciones básicas para un adecuado funcionamiento.
- Limpieza: deben llevar a cabo la limpieza de la máquina para su buen funcionamiento, en base al estándar para no desconfigurar sus

parámetros físicos, como lo son alineaciones, colocación de conductores, gusanos, platillos, entre otros componentes.

4.8.1. Programa de capacitación para el personal involucrado en la reducción de desperdicios

La capacitación y entrenamiento del personal que labora en la empresa es vital para crear, difundir, reforzar información y conocimientos para la efectividad y productividad de las actividades que se realizan en la organización, permite elevar el nivel de la calidad del desempeño, así como clarificar, apoyar y consolidar cambios dentro de un proceso. Para esto se diseñó un programa de capacitación, orientado en certificar al personal de la máquina 32, llenadora y empacadora de consomé de pollo para una buena comunicación entre todo el personal involucrado y un funcionamiento armónico del proceso.

El plan de capacitación que se desarrolló es para los auxiliares, las personas que manipulan la máquina. De esta forma es posible el correcto manejo del equipo, la identificación de riesgos, el equipo de protección personal y las acciones que deben tomar en las distintas situaciones que puedan presentarse.

La información que proporciona la capacitación es:

- Objetivo: ampliar la información y conocimiento del personal que utiliza la máquina, según los estándares y las normas de seguridad.
- A quienes va dirigido: a los auxiliares de la máquina y a los operadores no certificados.

Algunos temas por tratarse en la capacitación: manejo adecuado del equipo; mapeo de riesgos; equipo de protección personal, registro de datos importantes para el seguimiento; y manejo de estándares.

4.8.2. Revisión periódica del programa

La capacitación constante es importante, es necesario actualizar el programa de capacitación periódicamente, para incluir nuevas formas de realizar algunas tareas u otras cosas que sean incluidas en el manejo de la máquina o el procedimiento del proceso.

4.9. Tratamiento de los desperdicios

Durante el proceso de elaboración de consomé de pollo, se genera residuos y merma tales como: producto, laminado y toalla industrial. Las políticas de seguridad ambiental de la empresa son sumamente estrictas, por lo que el tratamiento de estos desperdicios es fundamental. Se cuenta con un ciclo de mejora continua propio de la industria en la que se incluyen actividades que reducen el impacto ambiental de los desechos generados por medio de un sistema de gestión para el medio ambiente con la integración de procedimientos y procesos para capacitar y concientizar al personal sobre el desempeño ambiental de la compañía.

La disposición final de los desperdicios generados en la elaboración de consomé de pollo son las siguientes:

- Producto

- Reproceso del producto que incumpla con el estándar de peso, siempre realizando análisis sensorial y microbiológicos por el Departamento de Calidad, se verifica así que el producto se encuentre en condiciones.

En la tabla XXXIII se muestran las cantidades de mezcla que son reprocesados en 4 meses.

Tabla XXXIII. **Reproceso de consomé de pollo**

| Mes | Kilogramos | Unidades | Costo |
|------------|-------------------|-----------------|--------------|
| Enero | 2510.20 | 196 110 | Q. 65 265,2 |
| Febrero | 2230.7 | 173 645 | Q. 57 998,2 |
| Marzo | 1945.9 | 155490 | Q. 50 593,4 |
| Abril | 2058.03 | 170 900 | Q. 53 508,78 |

Fuente: elaboración propia.

- Merma de producto no reprocesado, es extraído por una empresa que realiza compostaje y alimento para ganado.
- Laminado (empaque)
 - Este material es cortado por el personal y extraído por una empresa con autorización registrada que posee hornos para la incineración de este material y el reusó de los gases como combustible.

Tabla XXXIV. **Reproceso de laminado**

| Mes | Consumo (Kg) | Unidades sin fabricar |
|------------|---------------------|------------------------------|
| Enero | 18100,2 | 25 050 |
| Febrero | 27000,88 | 27 430 |
| Marzo | 29250,9 | 23 250 |
| Abril | 29500,2 | 23 600 |

Fuente: elaboración propia.

- Toallas industriales
 - Es recolectada y entregada junto a otro tipo de desechos de basura común, para la incineración y reutilización como combustible.

4.9.1. Base legal

El fundamento legal de la disposición de los desechos sólidos generados por una empresa es diverso, los preceptos se basan en la política ambiental, su ajuste, evaluación y actualización. Algunas de las leyes ordinarias, reglamentarias y complementarias son las siguientes:

- Decreto Número 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente.²⁴
- Acuerdo Ministerial Número 281-2015, Creación del Departamento para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos sólidos.²⁵

La empresa para la disposición final de los desechos y residuos sólidos tiene en primer punto una política que concientiza a los trabajadores a moderar

²⁴ MARN. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*.
http://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/guatemala/guatemala_1986.pf.

²⁵ MARN. *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos Acuerdo Gubernativo 281-2015*. <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/4041.pdf>.

el uso de cualquier material para disminuir la cantidad generada, y realiza campañas de clasificación de residuos para facilitar la salida de estos. La empresa se encarga de los desechos sólidos, por medio de servicio tercerizado, persona jurídica o individual especializada, autorizada y registrada en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para brindar sus servicios profesionales y extraer los residuos.

En la tabla XXXV se muestran todos los atributos por ser evaluados para asignar una calificación y magnitud según el impacto identificado como en la tabla XXXVI , y de esta forma definir las medidas de mitigación que reduzcan el efecto negativo de la operación con el ambiente, que se refleja en tabla XXXVII.

Tabla XXXV. **Atributos de evaluación de impacto ambiental**

| Atributo | Descripción | Valoración | Magnitud |
|----------------------------|---|---------------|----------|
| Carácter | Hace referencia al carácter beneficioso (positivo) o perjudicial (negativo) de las diferentes actividades sobre los factores considerados | Positivo | 1 |
| | | Neutro | 0 |
| | | Negativo | -1 |
| Importancia | Define el grado de incidencia sobre el factor | Alta | 3 |
| | | Media | 2 |
| | | Baja | 1 |
| Probabilidad de ocurrencia | Potencialidad de presentarse una consecuencia o efecto tras la acción | Muy probable | 3 |
| | | Probable | 2 |
| | | Poco probable | 1 |
| Perturbación | Grado de perturbación en el medio ambiente | importante | 3 |
| | | Regular | 2 |
| | | Escasa | 1 |

Continuación de la tabla XXXV.

| | | | |
|----------------|---|--------------|---|
| Extensión | Alcance en el entorno del proyecto de la influencia del impacto | Regional | 3 |
| | | Local | 2 |
| | | Puntual | 1 |
| Duración | Tiempo | Permanente | 3 |
| | | media | 2 |
| | | Corta | 1 |
| Reversibilidad | Plazo de exposición del impacto | Irreversible | 3 |
| | | Parcial | 2 |
| | | Reversible | 1 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Modelo de impacto ambiental**

| Tipo de impacto | Rango | Color |
|---------------------------|-----------|-------|
| Negativo severo | -15 y -18 | |
| Negativo moderado | -9 y -14 | |
| Negativo no significativo | -1 y -8 | |
| No significativo | 0 | |
| Positivo no significativo | 1 y 8 | |
| Positivo moderado | 9 y 14 | |
| Positivo significativo | 15 y 18 | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. Valorización impacto ambiental de desechos sólidos

| Ámbito | Reconocimiento y especificación del impacto | Características del impacto | | | | | | | Valoración | |
|------------------|---|-----------------------------|------------|---------|--------------|-----------|-------|--------------|---------------|-------------------|
| | | Carácter | Alteración | alcance | Ocurrencia | Extensión | Lapso | Recuperable | Impacto total | Valor del impacto |
| Desechos sólidos | Generación de desechos sólidos durante actividades en el proceso de producción. | Negativo | Importante | Alta | Muy probable | Regional | Media | Irreversible | -16 | Negativo severo |
| | Generación de desechos sólidos correspondiente al área administrativa. | Negativo | Regular | Media | Muy probable | Regional | Media | Parcial | -12 | Negativo moderado |
| | Generación de desechos tóxicos por laboratorio de microbiología, clínica médica, taller de mantenimiento. | Negativo | Escasa | Baja | Muy probable | Local | Media | Parcial | -14 | Negativo moderado |
| | Generación de lodos residuales por la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales. | Negativo | Importante | Alta | Muy probable | Local | Media | Reversible | -14 | Negativo moderado |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Medidas de mitigación de impacto ambiental**

| Ámbito afectado | Fuente generado | Impacto ambiental | Regulación legal | Medidas establecidas | Costos | Indicador de desempeño |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|--|--|---|
| Desechos sólidos | Generación de desechos sólidos. | Contaminación del suelo | Decreto 68-86 | Procedimientos que abarquen separar y clasificar los desechos. Reciclar plástico, papel y cartón. Composta para desperdicios de mezcla Calcinación con filtros de vapores para material de empaque. | Auto sostenible | Toneladas de basura enviadas al vertedero por mes |
| | Desechos tóxicos o peligrosos. | | | Contrato con empresa de tratamiento de residuos peligrosos o tóxicos. | De acuerdo con material y peso enviado | |
| | Lodos residuales PTAR | | | Contrato con empresa de compostaje. | Q7,500/mes | |

Fuente: elaboración propia.

4.9.2. Efectos de la reducción de desperdicios

Con la reducción de desperdicios en la empresa, se cumple con la normativa que rige al país y las políticas ambientales de la empresa, mostrando a los clientes una imagen favorable, ya que asegura el compromiso con el medio ambiente y el bienestar de los consumidores del producto y Guatemala.

Otro de los efectos positivos de la reducción de desperdicios es el ahorro de dinero y el aumento de la productividad de la línea de producción.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Control y seguimiento

Esta fase es de vital importancia, nos ayuda a mantener las modificaciones implementadas en los parámetros establecidos y garantiza la sustentabilidad de lo que se ha logrado con el proyecto. El control se realiza con la colaboración de todo el equipo y mantiene el desempeño y productividad del proceso.

En el presente capítulo se detallan herramientas que nos ayudan a controlar y mejorar los procesos de la línea de producción de consomé de pollo. Pueden ser replicadas y utilizadas en otras líneas. En la siguiente tabla se muestra el plan de mejora continua para reducción de desechos y de sobredosificación de mezcla.

Tabla XXXIX. **Plan de mejora continua**

| Plan de mejora continua | | | | | |
|----------------------------|--|------------------------------|--|---|--|
| Descripción | Tareas | Responsable | Recursos | Evaluación | Indicador de seguimiento |
| Separación de desperdicios | Capacitar a personal para clasificación de residuos | Supervisor de medio ambiente | Desechos de todas las clasificaciones, tiempo, computadora, espacio. | Listados de asistencia a las capacitaciones, con firma. | Mapeo de conocimiento ambiental |
| | Colocar botes de basura para las distintas clasificaciones | Todo el recurso humano | Botes y etiquetas | Mapeo actualizado de estaciones de reciclaje | Indicador de clasificación de residuos |

Continuación de la tabla XXXIX.

| | | | | | |
|---|--|------------------------------|--|--|--|
| Cuantificación de desperdicios | Pesar la recolección diaria de los distintos desechos | Encargado centro de acopio | Balanza | Hojas con firma de las personas que realizaron los pesajes | Indicador de cumplimiento de actividades |
| | Ingresar datos de identificación de residuo y peso en Kg | Encargado centro de acopio | Tabla con formato | Recepción semanal del consolidado en un archivo | |
| Consolidación de datos | Consolidar y graficar cantidades de desperdicios generadas | Supervisor de medio ambiente | Computadora, Tablas dinámicas | Recepción de reporte semanal | |
| | Presentar reporte de resultados | Supervisor de medio ambiente | Computadora | Catálogo de procesos e indicadores | |
| Elaboración de procedimientos para la estandarización de estas acciones | Crear procedimientos | Supervisor de medio ambiente | Computadora | Planificación de proyectos semestrales | |
| | Realizar flujogramas | Supervisor de medio ambiente | Computadora | | |
| | Implementar indicadores | Jefa SHE | Computadora | | |
| SMED | Reducir tiempos y recursos de saneamientos en máquina | Ingeniero de procesos | Flujograma de proceso. | Reunión para la comunicación de resultados semanal | |
| Comunicar resultados con semáforos | | Supervisor de medio ambiente | Espacio, tiempo, personas involucradas en la política. | | |

Fuente: elaboración propia.

5.1.1. Método de cuantificación de desperdicios

La forma de cuantificar los distintos desperdicios que se generan en la línea de producción de consomé de pollo es la que se describe a continuación:

- Laminado: el producto que no cumple con parámetros de calidad se destruye, los empaques son cortados por operarios y luego aglomerados en bolsas que se pesan para registrarse en los formatos creados y tomar acciones según las cantidades obtenidas.
- Merma de producto: para cuantificar la cantidad de merma, se procede de la misma manera. Cuando los parámetros incumplidos son de peso, se reprocesa el producto, en caso de que aspectos fisicoquímicos sean el problema, este producto es trasladado al centro de acopio de la empresa y pesado en la misma; los datos obtenidos se registran.

5.1.2. Utilización óptima de los materiales

Con la disminución de la variación y sobredosificación en el llenado y empaque del consomé de pollo, se optimiza el uso de mezcla y se reduce también el uso excesivo de laminado, ya que se genera una cantidad menor de sobres que no cumplen con las especificaciones, evitando la destrucción de estos. Los logros fueron gracias a la implementación de las acciones de la tabla XXX.

5.2. Estandarizar cambios

Dentro de los cambios realizados en el proceso de producción, están la nueva configuración de la velocidad del removedor, los tornillos o gusanos y el removedor de placa. Este cambio es plasmado en un procedimiento operativo estándar (POE) junto con los parámetros de operación para el control y verificación.

5.2.1. POE

Los parámetros reestablecidos para la operación de la máquina de llenado y empaque del producto son los siguientes: sellado vertical; sellado horizontal; tornillo 1, 2, 3 y 4; velocidad de removedor; velocidad de máquina en golpes por minuto; contramarcha; demora y alarmas cargadoras.

En la tabla XXXVI se muestran las temperaturas, velocidades, tiempos, responsables y rango de tolerancia de los parámetros para el apropiado funcionamiento de la máquina 32.

Tabla XL. **POE de parámetros de operación**

| POE de Parámetros de operación código: XXXX | | | PRODUCCIÓN | |
|---|---|---|-------------|------------|
| Elaboró: | | Revisó | Aprobó | Página |
| Instrucción: Selección de valores para parámetros de operación de la máquina para todos los formatos | | | | |
| Parámetro | Descripción del parámetro | Rango aceptable para valor de parámetro | Responsable | Referencia |
| Sellado vertical | Temperatura en la que los rodillos sellan verticalmente las bolsas | | Operador | Imagen |
| Sellado horizontal | Temperatura a la que las mordazas sellan la bolsa en la parte inferior horizontal | | Operador | |
| Tornillo 1 | Velocidad del tornillo | | Operador | |
| Tornillo 2 | Velocidad del tornillo | | Operador | |
| Tornillo 3 | Velocidad del tornillo | | Operador | |
| Tornillo 4 | Velocidad del tornillo | | Operador | |
| Removedor | Velocidad del removedor | | Operador | |
| Máquina | Velocidad de máquina | | Operador | |
| Contramarcha | Tiempo | | Operador | |

Fuente: elaboración propia.

5.3. Entrenamiento (comunicar cambios)

Para concluir con la tarea de estandarizar y plasmar un control y seguimiento, los cambios implementados en el proceso deben ser comunicados a todos los afectados, todos los que tienen relación directa con la elaboración de consomé de pollo, para operar con los nuevos parámetros que reducen la variación de dosificación en el proceso y por tanto la generación de desperdicios. Estos entrenamientos son realizados dentro de las capacitaciones que el personal recibe.

En la tabla XLI están los temas para el entrenamiento del personal y las áreas y encargados de impartirlo.

Tabla XLI. **Programa de entrenamiento**

| Área | Tema | Expositor |
|----------------------|--------------------------|------------------------------|
| Calidad | Inocuidad | Coordinadora de calidad |
| | Hermeticidad del empaque | |
| | Sellado del empaque | |
| | Laminado | |
| | Peso bruto y neto | |
| Mantenimiento | Comandos | Coordinador de Mantenimiento |
| | Tornillos sin fin | |
| | Termosellado | |
| | Troquelado | |
| | Mordazas | |
| | Válvulas | |
| | Impresión de lote | |
| | Rodillos de fracción | |
| | Parámetros | |
| | Enfardadora | |
| SHE | 5's | Supervisor SHE |
| | Guardas | |

Continuación de la tabla XLI.

| | | |
|--|---------------------------|--|
| | Mapa de riesgos | |
| | Modo seguro nivel 1 | |
| | Equipo de seguridad | |
| | Clasificación de residuos | |

Fuente: elaboración propia.

5.3.1. Capacitación

Para el seguimiento y mejora de la actividad en la línea de producción de consomé de pollo, se propone la elaboración de un cronograma de capacitaciones que permitan la actualización del estado de la línea y el seguimiento a las mejoras implementadas.

5.4. Evaluación de beneficios

Los beneficios que se lograron con la implementación del proyecto son los que se enlistan a continuación:

- Reducción de variación en la dosificación de consomé de pollo.
- Disminución de desperdicios en el proceso de la línea de consomé.
- Aumento de la productividad de la línea de producción.
- Estandarización de parámetros de operación de la máquina.
- Control visual con indicadores de la generación de desperdicios.
- Capacitación del personal de la línea de producción.
- Fortalecer la comunicación de analistas, con planificación y supervisora de medio ambiente.
- Ahorro de dinero para la compañía.

En la tabla XXXVIII se muestran los ahorros obtenidos por la empresa, con la optimización de la línea de producción con la reducción de sobredosificación de mezcla y desperdicios.

Tabla XLII. **Ahorro con la implementación del proyecto**

| | Valor Base cero de jun 2017 a may 2018 | Valor variación de jun 2017 a may 2018 | Porcentaje de variación jun 2017 a may 2018 | Porcentaje de variación a partir de septiembre 2018 | Ahorro a partir de septiembre 2018 | |
|--------------|--|--|---|---|------------------------------------|-----------------|
| Jun-17 | Q 91 587, 98 | Q 10 314, 90 | 7,77 % | 4,66 % | 6 044 165 | |
| Jul-17 | Q 189 198, 76 | Q 15 853, 10 | 8,38 % | 5,03 % | 6 341 239 | |
| Aug-17 | Q 176 945, 49 | Q 10 799, 49 | 6,10 % | 3,66 % | 4 319 796 | |
| Sep-17 | Q 134 993, 63 | Q 8 084, 39 | 5,99 % | 3,59 % | 3 233 755 | |
| Oct-17 | Q 228 243, 07 | Q 14 191, 64 | 6,22 % | 3,73 % | 5 676 655 | |
| Nov-17 | Q 189 198, 76 | Q 15 590, 03 | 8,24 % | 4,94 % | 6 236 013 | |
| Dec-17 | Q 180 476, 09 | Q 12 945, 54 | 7,17 % | 4,30 % | 5 178 217 | |
| Jan-18 | Q 333 745, 78 | Q 29 222, 31 | 8,76 % | 5,25 % | 11 688 925 | |
| Feb-18 | Q 197 506, 06 | Q 13 319, 37 | 6,74 % | 4,05 % | 5 327 748 | |
| Mar-18 | Q 224 920, 15 | Q 20 006, 75 | 8,90 % | 5,34 % | 8 002 699 | |
| Apr-18 | Q 186 083, 52 | Q 17 722, 24 | 9,52 % | 5,71 % | 7 088 896 | |
| May-18 | Q 263 964, 46 | Q 14 814, 69 | 5,61 % | 3,37 % | 5 925 874 | AHORRO |
| TOTAL | Q2 396 863, 73 | Q182 864, 44 | 7,63 % | 4,58 % | Q 73 145 78 | Q 73 146 |
| | | | | 40 % | | \$ 9 831 |

Fuente: elaboración propia.

5.4.1. Productividad

Luego de implementadas las medidas pertinentes para la optimización del proceso de producción del consomé de pollo, se ve mejorado el índice de productividad. En la tabla XLIII, se muestra la cantidad abastecida (entrada) y la

cantidad utilizada (salida), en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2018 y enero de 2019 respectivamente.

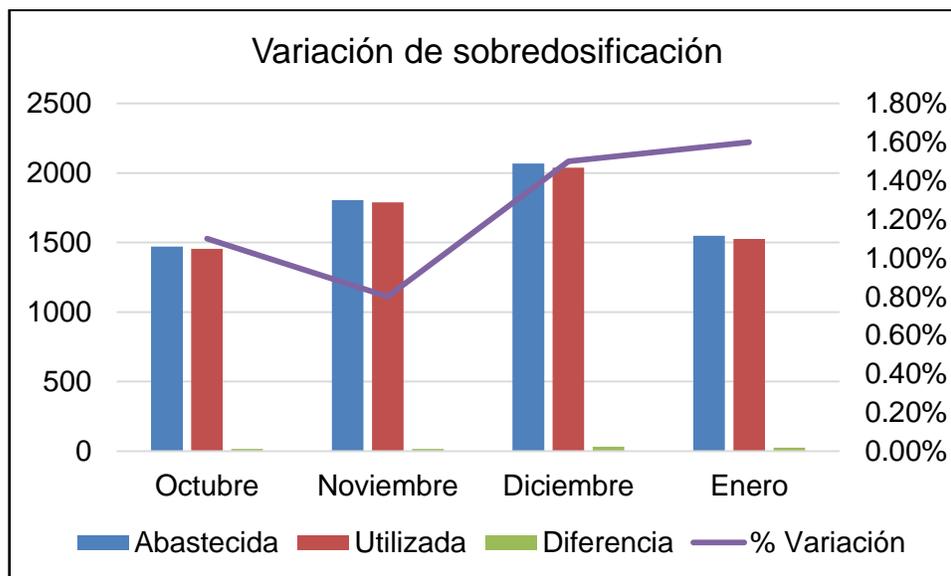
Tabla XLIII. **Porcentaje de variación en la dosificación**

| Mes | Abastecida | Utilizada | Diferencia | % Variación |
|------------------|------------|-----------|------------|-------------|
| Octubre | 1 471,00 | 1 455,00 | 16,00 | 1,1 % |
| Noviembre | 1 804,32 | 1 790,00 | 14,32 | 0,8 % |
| Diciembre | 2 068,06 | 2 037,50 | 30,56 | 1,5 % |
| Enero | 1 549,40 | 1 525,00 | 24,4 | 1,6 % |
| Total | 6 892,79 | 6 807,50 | 85,29 | 1,2 % |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 43 se muestran gráficamente los datos de la tabla XXXIX.

Figura 43. **Variación de sobredosificación de mezcla**



Fuente: elaboración propia.

$$\%Productividad = \frac{\text{Mezcla utilizada}}{\text{Mezcla abastecida}}$$

$$\%Productividad = \frac{6\,807,50}{6\,892,79}$$

$$\%Productividad = 98,42 \%$$

La productividad previa a la implementación del proyecto era de 92 %, incrementando un 6 % en los últimos meses luego de ser ejecutado el plan de acción.

5.5. Impacto ambiental

El Acuerdo Ministerial No. 137-2016 indica que, todo proyecto, obra, industria o cualquier actividad que utilice recursos naturales que sean desechados, generando un impacto al medio ambiente, debe ser evaluado por medio de distintos instrumentos que permiten a una autoridad ambiental, identificar las características para categorizar el tipo de industria o proyecto como alto, moderado y bajo impacto ambiental. Para esta clasificación, se crea la lista taxativa de proyectos, obras, industrias o actividades con el Acuerdo Ministerial No. 199- 2016²⁶.

En el listado taxativo, clasifican la operación de empresas que elaboran especies, salsas y condimentos, dentro de la categoría B1 (de alto a moderado impacto ambiental potencial) y en el grupo 106-107, clase 1 079.

²⁶ MARN. *Listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades, Acuerdo Ministerial. NO. 199-2016*. <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/4740.pdf>.

5.6. Estadísticas

En el proceso de elaboración de consomé existen factores aleatorios que presentan variabilidad que debe ser reducida, el control estadístico es una herramienta útil para lograrlo; contribuye a mejorar la calidad del proceso. Con los formatos de control creados, se registra información que puede ser analizada mediante la estadística para el control del proceso.

5.7. Acciones preventivas

Las acciones que previenen la variación de pesos en la dosificación y empaque de mezcla se realizan a través de ajustes a la máquina. El jefe de mantenimiento es el encargado de realizar una programación en la que se evalúe y se trabaje en la máquina para que trabaje en condiciones adecuadas y alineadas a los planes de acción implementados. Una vez aprobados estos programas, es necesario verificar que se estén realizando las acciones. Se debe asignar al personal ejecutar las actividades candelarizadas y llenar formatos de registros.

5.7.1. Modificaciones al control del proceso

Las modificaciones que se realizaron en el proceso de producción de consomé han sido descritas en el POE de parámetros de operación y el nuevo control de desperdicios se realiza a través de formatos en los que se registra la información y se llenan indicadores que muestran un proceso dentro o fuera de control.

5.7.2. Formato para control de desperdicios

Para el control de la cantidad de laminado generado como desperdicio, se creó el siguiente formato en la tabla XLIV.

Tabla XLIV. **Formato de registro de cantidad de laminado generado**

| Kg de Laminado generados | | | | | | | | Mes: |
|--|------|----|---|---|---|---|---|--------------|
| Definición: Mide cantidad de kg generados de laminado en línea de producción de consomé | | | | | | | | Objetivo: kg |
| Cantidad: | 40 | 60 | | | | | | Observación: |
| Kg | 70 | | | | | | | |
| | 60 | | | | | | | |
| | 50 | | | | | | | |
| | 40 | | | | | | | |
| | 30 | | | | | | | |
| | 20 | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | |
| | 0 | | | | | | | |
| | Día: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Línea 1 | | | | | | | | |
| Línea 2 | | | | | | | | |
| Responsable: Supervisor de turno | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XLIV, se observa el formato para el registro de cantidad de laminado generado como desperdicio, al mismo tiempo es un indicador en el cual se tiene un objetivo determinado; cuando la cantidad es menor al límite, las casillas son llenadas con color verde, en caso contrario, se utiliza el color rojo.

Para el control de la merma (mezcla) se registra la información de kg generados en un formato igual al del laminado como se muestra en la tabla XLV.

Tabla XLV. **Kg de mezcla generados como desperdicios**

| Kg de mezcla generados | | | | | | | | Mes: |
|--|----|----|---|---|---|---|---|--------------|
| Definición: Mide cantidad de kg generados de mezcla en línea de producción de consomé | | | | | | | | Objetivo: kg |
| Cantidad: | 40 | 60 | | | | | | Observación: |
| Kg | 70 | | | | | | | |
| | 60 | | | | | | | |
| | 50 | | | | | | | |
| | 40 | | | | | | | |
| | 30 | | | | | | | |
| | 20 | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | |
| | 0 | | | | | | | |
| Día: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Línea 1 | | | | | | | | |
| Línea 2 | | | | | | | | |
| Responsable: Supervisor de turno | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

5.7.3. Informe periódico de desperdicios

Por medio de los formatos de control de desperdicios, se obtiene un registro de información y datos que se emplean en la redacción de reportes o informes con el análisis correspondiente para ser discutido en los distintos equipos de producción y ambiente para en conjunto tomar decisiones y las

acciones correspondientes. Esto es parte del seguimiento y control de las medidas ya implementadas.

5.8. Análisis FODA

A continuación, en la figura 44 se muestra el análisis FODA.

Figura 44. **Matriz FODA**

| Matriz Foda | | | |
|--|---------------------------------------|--|---|
| Fortaleza | Oportunidad | Debilidades | Amenazas |
| Participación del equipo de trabajo | Estandarizar el proceso | Cultura del personal | Incumplir con las indicaciones y proceso estándar |
| Supervisores de los 2 turnos y operadores tienen deseos de que el proyecto funcione. | Capacitación de operadores suplentes. | El supervisor de la línea no accede a transmitir conocimientos específicos de la máquina | No hay monitoreo de los pesos del producto. |
| Apoyo de todas las áreas para llevar a cabo la validación de posibles causas. | Planificación programa pruebas. | Metodología incorrecta para recolección de datos. | Datos históricos erróneos, nublan verdaderas causas del problema. |

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La optimización del proceso de fabricación de consomé de pollo redujo la cantidad de desperdicios generados por la sobredosificación de mezcla en los sobres. De 61,1 kilogramos desperdiciados por mes, la merma actualmente es de 85 kilogramos en 4 meses. Esto representa una reducción en costos de siete mil quinientos quetzales mensuales aproximadamente.
2. Por medio de la evaluación del proceso y el análisis de datos de la producción de consomé de pollo, se detectó un índice de variación en la dosificación del producto promedio de 7,63 %, y una tasa de productividad de 91 %, desperdicios generados de toalla industrial, laminado y mezcla, un procedimiento sin estándares para el control del proceso de llenado y empaque de consomé y registro de datos para la medición por medio de indicadores.
3. Al tabular las mediciones realizadas al inicio del estudio, los puntos más representativos para la generación de desperdicio han sido 10,6 kg durante el proceso de limpieza, 9,7 kg por producto fuera de especificación, 0,1 kg que permanece en la tolva al realizar cambio de producto en la máquina y una cantidad de 41,2 kg en la dosificación de producto. Se detectó un total de 61, 6 kg de desperdicio de la mezcla.
4. Con el diagrama de Pareto, se determinó que la mezcla dosificada y el producto vaciado de la tolva representan el 80 % de la mezcla

desperdiciada, a causa de tornillos desalineados, suplentes no certificados, velocidades de los removedores, entre otros factores.

5. Analizar datos con distintas herramientas, y la verificación de estos, se establecen las causas raíz en la variación de dosificación de mezcla, las cuales son: tornillos desalineados, el desuso de platillos para retener producto, una mayor variación con operadores no calificados, velocidad de removedores y tornillos inadecuada, engranajes de motores desgastados, espacio entre tornillo y removedores distinta en cada uno.
6. La solución de causas raíz que afectan el proceso, refleja en los 4 meses posteriores a su implementación, un promedio de 1,2 % de variación en la dosificación de mezcla, que representa una disminución del 84,27 % y un aumento en la productividad de 7 %, evidenciando la optimización del proceso de la línea de producción de consomé de pollo.
7. Con la elaboración de formatos estandarizados para el control de kilogramos de laminado y mezcla desperdiciados en el proceso, y definición de parámetros para el manejo de la máquina. Un programa de mantenimiento de algunas piezas de la máquina es clave para la optimización del proceso en la línea de producción.

RECOMENDACIONES

1. Verificar que se den oportunidades de mejora para optimizar el proceso y reducir los desperdicios, ya que los resultados reflejan una pérdida de 21,25 kilogramos de mezcla al mes, luego de implementadas las acciones para encontrar soluciones viables y confiables de las causas raíz.
2. Analizar los procedimientos de otras líneas de producción para replicar el proyecto con las singularidades y propiedades fisicoquímicas de los condimentos de cada proceso y utilizar las herramientas desarrolladas en este trabajo de graduación como es y no es, 5 porqués, Pareto y diagramas de proceso para identificar las debilidades.
3. Actualizar periódicamente la línea de producción de la máquina 32 mediante mediciones de la cantidad de desperdicios generados en el proceso de producción y la productividad para elaborar reportes e indicadores que muestren los resultados en el momento que se requiera y la identificación de oportunidades de mejora continúe para la creación y formulación de nuevos proyectos en la línea.
4. Realizar pruebas de granulometría y porcentaje de humedad en los distintos ingredientes que contiene el consomé de pollo para detectar el de mayor variación y comenzar un nuevo proceso implementado para el control de la gran mayoría de los factores.

5. Elaborar correctamente los programas de mantenimiento y capacitación, para el apropiado funcionamiento de la máquina 32 para aplicar las medidas implementadas en la línea de producción y de esta forma garantizar el crecimiento de los colaboradores y se contrarrestan las causas raíz.

6. Emplear herramientas como formatos de registro de información para que ayuden a determinar variaciones en la cantidad de desperdicios generados, la variación en la dosificación del producto para generar reportes e informes que muestren las condiciones en las que hay una productividad baja y con esto identificar otros factores que afecten el proceso.

7. Realizar un monitoreo del cumplimiento de las medidas sugeridas, capacitaciones, mantenimientos a la máquina, registro de datos e implementar un semáforo que indique cuando el proceso se desestabilice y se produzca mayor variación y sobredosificación de producto.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANMAT. *Higiene e inocuidad de los alimentos : procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES)*. [en línea] <http://www.anmat.gov.ar/webanmat/boletinesbromatologicos/gac-etilla_9_higiene.pdf> [Consulta: 9 de mayo de 2018].
2. EVERETT, Adam; EBERT, Ronald. *Administración de la producción y las operaciones*. Missouri: Prentice Hall, 1991. 205 p.
3. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos*. México: Alfaomega,1998. 125 p.
4. GUTIÉRREZ Humberto. *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 130 p.
5. _____. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 210 p.
6. Industria de Alimentos. 2015. *Procedimiento para la elaboración de un proyecto DMAIC*. Panamá : s.n., 2015. 48 p.
7. LÓPEZ, Gustavo. *Metodología six sigma: calidad industrial*. s.l. México: Neoediciones JP&A, 2001. 110 p.

8. MARN. *Listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades, Acuerdo Ministerial. NO. 199-2016.* [en línea] <<https://www.marn.gob.gt/Multimedios/4740.pdf>> [Consulta: 5 de mayo de 2019.]
9. NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos.* México: Alfaomega, 1996. 570 p.
10. OCAMPO, Jared; PAVON, A.Ido. *Integrando la metodología DMAIC de Seis Sigma con la simulación de Eventos Discretos en Flexsim.* Panamá : McGraw-Hill, 2012. 147 p.
11. PANDE, Peter S. *Las claves prácticas de seis sigma.* México: McGraw-Hill, 2004. 187 p.
12. PANTOJA, Cristhian. *Aplicación de Six Sigma para mejorar las características de calidad del proceso de soldadura en la empresa Cromoplast, S.A.* Lima : Prentice Hall, 2018. 140 p.
13. RAJADELL, Manuel; SÁNCHEZ, José Luis. *Lean Manufacturing.* España: Diaz De Santos, 2010. 125 p.
14. RAMOS MARTÍNEZ, Jesús. *Medición y gestión del rendimiento: Ventajas de los sistemas de indicadores integrados.* Madrid: Deusto, 2003. 205 p.
15. TORRES MÉNDEZ, Sergio Antonio. *Control de la producción.* 3a ed. Guatemala: La Unión, 2001. 95 p.

16. TORRES, Javier. *Negocios y emprendimiento: los primeros 50 años de Malher.* [en línea] <<https://www.negociosyemprendimiento.org/2010/03/los-primeros-50-anos-de-malher-una-gran.html>> [Consulta: 8 de junio de 2019.]

17. Universidad Champagnat. *Gestiopolis.* [en línea] <<https://www.gestiopolis.com/brainstorming-lluvia-o-tormenta-de-ideas/>> [Consulta: 11 de octubre de 2019.]

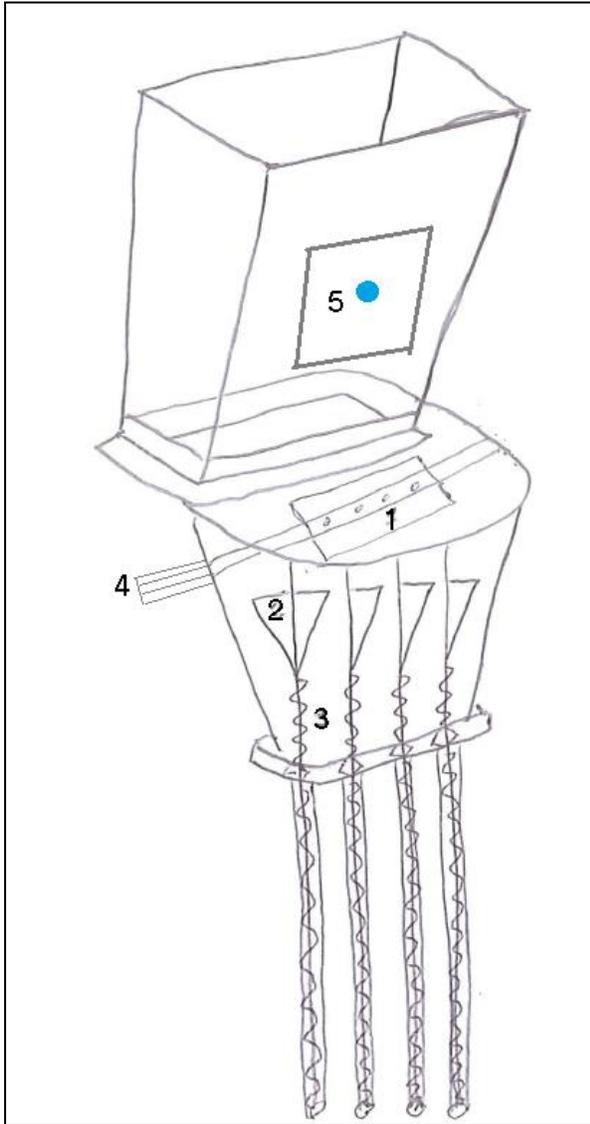
APÉNDICES

Apéndice 1. **Formato para control de pesos en la línea de producción**

| | | | | |
|---|----------------------|---------------|-------------------|---|
| Control de pesos Código: XXXX | | | PRODUCCIÓN | |
| Elaboró: | Revisó | Aprobó | Página | |
| Instrucción: Pesar sobres de la producción en pesa y luego ingresar los datos obtenidos en este formato. | | | | |
| Fecha | | | | |
| Lote | | | | |
| Código de producto | | | | |
| Operador | | | | |
| Hora | Peso Promedio | | | |
| 7:00 | 1 | 2 | 3 | Indicador |
| 8:00 | | | |  |
| 9:00 | | | |  |
| 10:00 | | | |  |
| 11:00 | | | |  |
| 12:00 | | | |  |
| 13:00 | | | |  |
| 14:00 | | | |  |
| 15:00 | | | |  |
| 16:00 | | | |  |
| 17:00 | | | |  |
| 18:00 | | | |  |
| 19:00 | | | |  |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Sistema dosificador de consomé de pollo**



1. Removedor
2. Aspas
3. Tornillo dosificador
4. Motor de removedor
5. Sensor de nivel de tolva

Fuente: elaboración propia.