



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE QUESOS DE PASTA
HILADA, MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA DMAIC”**



AUTOR: Zulay Monserrath Colimba Páez

DIRECTOR: Ing. Ramiro Vicente Saraguro Piarpuezán MSc.

Ibarra-Ecuador

2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100450182-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Colimba Páez Zulay Monserrath		
DIRECCIÓN:	Barrio La Victoria, Calle Monseñor Leonidas Proaño Y Puente A Lulunqui		
EMAIL:	zmcolimbap@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06) 2664098	TELF. MÓVIL	0994420047

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Propuesta de Optimización de la Producción de Quesos de Pasta Hilada, Mediante la Metodología Six Sigma DMAIC
AUTOR:	Colimba Páez Zulay Monserrath
FECHA: AAAAMMDD	2024/09/06
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Industrial
DIRECTOR:	MSc. Ramiro Vicente Saraguro Piarpuezán, Ing.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Zulay Monserrath Colimba Páez, con cédula de identidad Nro. 1004501829, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 06 días del mes de septiembre de 2024.

EL AUTOR:



Firma:.....

Nombre: Colimba Páez Zulay Monserrath

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 06 días, del mes de septiembre de 2024.

EL AUTOR:

Firma: 

Nombre: Colimba Páez Zulay Monserrath

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

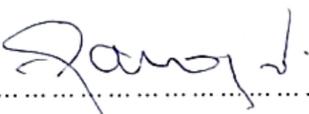
Ibarra, 06 de septiembre de 2024.

MSc. Ramiro Vicente Saraguro Piarpuezán, Ing.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



①

MSc. Ramiro Vicente Saraguro Piarpuezán, Ing.

C.C.: 1001128357

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Propuesta de Optimización de la Producción de Quesos de Pasta Hilada, Mediante la Metodología Six Sigma DMAIC” elaborado por Zulay Monserrath Colimba Páez, previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f): 

MSc. Ramiro Vicente Saraguro Piarpuezán, Ing.

C.C.: 100.112.885.7

(f): 

MSc. Santiago Marcelo Vacas Palacios, Ing.

C.C.: 0909250615

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Rocío y Germán, quienes con su amor y apoyo incondicional estuvieron conmigo durante toda esta etapa maravillosa en mi vida, siempre guiándome con sus sabios consejos y enseñanzas. Ustedes son los que han moldeado la persona que soy hoy. A Sebastián, mi pequeño hermano siempre has sido un rayo de luz en mi vida. A pesar de tu corta edad, sabes cómo motivarme y recordarme la importancia de no rendirse. Tu energía y optimismo me han impulsado a seguir adelante, y por eso, este logro también es para ti.

A mi querido amigo Keny, tu presencia en los momentos más difíciles ha sido un verdadero regalo. Con tu apoyo inquebrantable y tu capacidad para alegrarme, me has dado la fuerza necesaria para levantarme y seguir luchando por mis sueños. Tu amistad es un tesoro que valoro profundamente. A Kendra, gracias por estar siempre a mi lado, brindando apoyo, alegría y compartiendo conmigo tantos momentos importantes. A Ronny, quien estuvo a mi lado cuando comencé mi carrera y durante el desarrollo de este proyecto. Su apoyo en esos momentos iniciales fue fundamental, y aunque nuestras vidas han tomado caminos distintos, valoro el impacto positivo que tuvo en mi vida académica. Y finalmente a mis amigos de aula Liliana, Robersson y Garick; estoy muy agradecida por compartir esta aventura conmigo; cada momento compartido con ustedes ha sido una experiencia invaluable, y juntos hemos hecho de esta etapa algo verdaderamente especial.

AGRADECIMIENTO

Detrás de cada éxito personal hay muchas manos que han contribuido de diversas formas. Por eso, quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que me han apoyado en esta etapa de mi vida. En especial, agradezco a mi familia, quienes siempre han estado pendiente de mis necesidades, no solo en lo material, sino también en lo emocional. A mis abuelos maternos, que sin dudarlo, han movido cielo y tierra para verme feliz, sin importar las dificultades.

También deseo agradecer a la Universidad Técnica del Norte y a sus docentes por su excelente labor de enseñanza y por brindarnos tantas oportunidades que nos encaminan hacia el éxito profesional. Un agradecimiento especial al MSc. Ramiro Saraguro, mi director, por compartir conmigo su conocimiento y por ser una guía invaluable durante el desarrollo de este trabajo. Finalmente, extiendo mi gratitud a Floralp S.A. y a su equipo por abrirme sus puertas y confiar en mí para llevar a cabo mi trabajo de pregrado.

RESUMEN EJECUTIVO

La gestión estratégica empresarial juega un papel fundamental, enfocándose en la mejora continua, lo cual permite el crecimiento de la empresa. Six Sigma es una estrategia empleada por empresas que necesitan optimizar procesos robustos, ya que facilita localizar y eliminar fuentes de variabilidad en los productos. Los objetivos de la investigación fueron medir el índice de capacidad del proceso de quesos de pasta hilada y establecer las principales causas que generan variabilidad en el producto semiterminado. Como muestra, se analizaron 45 lotes de queso mozzarella tipo pizza K2, proceso realizado en la quesería 2. Los resultados obtenidos en la etapa de medir de la metodología DMAIC fueron un Cp de 0,45 y un Cpk mínimo de 0,35, corroborando que el proceso se encontraba desviado en su especificación superior. Esto fue causado por falta de conocimiento sobre la importancia del control del pH antes de hilar y el manejo adecuado de la maquinaria; además, se encontró una falta de disponibilidad de instrumentos de medición. Asimismo, en la etapa analizar se estableció el diagrama de dispersión entre la variable de entrada y la variable de salida, obteniendo un R-cuadrado de 0,7%, indicando que no existe una correlación entre dichas variables debido a la falta de control en el proceso. A partir de allí, se hizo hincapié en la implementación de acciones para mejorar y controlar el proceso mediante capacitaciones eficaces y la provisión de equipos e instrumentos de medición accesibles para los operarios.

Palabras clave: Six Sigma, DMAIC, quesos, pasta hilada, mejora continua, capacidad de proceso, variabilidad, proceso.

ABSTRACT

Strategic business management plays a fundamental role, focusing on continuous improvement, which enables the growth of the company. Six Sigma is a strategy employed by companies that need to optimize robust processes, as it facilitates the identification and elimination of sources of variability in products. The objectives of the research were to measure the process capability index of string cheese and to establish the main causes generate variability in the semi-finished product. As a sample, 45 batches of K2 pizza-type mozzarella cheese were analyzed, a process carried out in cheesery 2. The results obtained in the measuring stage of the DMAIC methodology were a Cp of 0.45 and a minimum Cpk of 0.35, confirming that the process was deviated in its upper specification. This was caused by a lack of knowledge about the importance of pH control before stringing and the proper handling of machinery; furthermore, a lack of availability of measuring instruments was found. Additionally, in the Analyze stage, the scatter plot between the input variable and the output variable was established, obtaining an R-squared of 0.7%, indicating that there is no correlation between the variables due to the lack of process control. From there, emphasis was placed on implementing actions to improve and control the process through effective training and the provision of accessible equipment and measuring instruments for the operators.

Keywords: Six Sigma, DMAIC, cheeses, stretched curd, continuous improvement, process capability, variability, process.

LISTA DE SIGLAS

Cp. (Process Capability Index): Índice de Capacidad del Proceso.

Cpi. Índice de Capacidad para la Especificación Inferior.

Cpk. (Process Capability Index with Mean Adjustment): Índice de Capacidad del Proceso con Ajuste de la Media.

Cps. Índice de Capacidad para la Especificación Superior.

CTQ. (Critical To Quality) Características Críticas para la Calidad

DMAIC. (Define, Measure, Analyze, Improve, Control): Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar.

EI. Especificación Inferior.

ES. Especificación Superior.

LCC. Línea de Control Central.

LCI. Línea de Control Inferior.

LCS. Línea de Control Superior.

PCC. Punto Crítico de Control.

SST. Seguridad y Salud en el Trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	2
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	3
CONSTANCIAS	4
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	5
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR	6
DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	8
RESUMEN EJECUTIVO.....	9
ABSTRACT	10
LISTA DE SIGLAS	11
ÍNDICE DE CONTENIDOS	12
ÍNDICE DE TABLAS	16
ÍNDICE DE FIGURAS	17
CAPÍTULO I.....	18
1. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Problema de Investigación	18
1.2. Justificación.....	19
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo General:	20
1.3.2. Objetivos Específicos:	20
1.4. Alcance y Delimitación.....	20
CAPÍTULO II	21
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes.....	21

	13
2.2. Bases Teóricas.....	22
2.2.1. Proceso:.....	22
2.2.2. Calidad y Productividad:	23
2.2.3. Control Estadístico de Procesos:.....	23
2.2.4. Variabilidad:	24
2.2.5. Six Sigma:	25
2.2.6. Principios Six Sigma:	26
2.2.7. Métricas y Niveles Six Sigma:	27
2.2.8. Definición de los Proyectos Six Sigma:	28
2.2.9. Ciclo DMAIC:.....	29
2.2.10. Herramientas Básicas Six Sigma:	30
2.3. Base Legal	31
2.3.1. Normativa para Producción de Alimentos:.....	31
CAPÍTULO III.....	34
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1. Descripción del Área de Estudio	34
3.1.1. Precedentes:	34
3.1.2. Datos Informativos:.....	34
3.1.3. Localización de la Industria:.....	35
3.1.4. Estructura Organizacional:.....	35
3.1.5. Mapa de Procesos:.....	36
3.1.6. SIPOC:.....	37
3.1.7. Distribución en Planta:	37
3.1.8. Catálogo de Productos:.....	38
3.2. Segmentación.....	38

	14
3.2.1. Población:	38
3.2.2. Muestra:	39
3.3. Diseño de la Investigación.....	40
3.3.1. Enfoque:.....	40
3.3.2. Tipo de Investigación:	40
3.3.3. Técnica de Investigación:	41
3.3.4. Método:.....	41
3.3.5. Instrumentos:.....	43
3.4. Operacionalización de Variables	43
3.4.1. Matriz de Operacionalización de Variables:	44
CAPÍTULO IV	46
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	46
4.1. Aplicación de la Metodología DMAIC	46
4.1.1. Etapa Definir:	46
4.1.2. Análisis de Resultados de la Etapa Definir:.....	49
4.1.3. Discusión de Resultados:	49
4.1.4. Etapa Medir:.....	50
4.1.5. Análisis de Resultados de la Etapa Medir:	56
4.1.6. Discusión de Resultados:	57
4.1.7. Etapa Analizar:	57
4.1.8. Análisis de Resultados de la Etapa Analizar:.....	61
4.1.9. Discusión de Resultados:	62
4.1.10. Etapa Mejorar:.....	62
4.1.11. Análisis de Resultados de la Etapa Mejorar:	65
4.1.12. Discusión de Resultados:	66

4.1.13. Etapa Controlar:	67
4.1.14. Análisis de Resultados de la Etapa Controlar:	70
4.1.15. Discusión de Resultados:	70
4.2. Resumen – Metodología DMAIC	71
4.3. Propuesta	73
4.3.1. Introducción:	73
4.3.2. Objetivos:.....	73
4.3.3. Contenidos:	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
Conclusiones	82
Recomendaciones	83
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I NIVELES SIGMA	27
TABLA II MÉTRICAS SIX SIGMA	27
TABLA III ELEMENTOS DEL MARCO DEL PROYECTO	28
TABLA IV FLORALP S.A.	34
TABLA V CATÁLOGO	38
TABLA VI CLASIFICACIÓN DEL QUESO MOZZARELLA	39
TABLA VII CRITERIOS PARA EL MUESTREO SELECTIVO	39
TABLA VIII RUTA METODOLÓGICA	41
TABLA IX VARIABLE INDEPENDIENTE	44
TABLA X VARIABLE DEPENDIENTE	45
TABLA XI VARIABLES EN PUNTOS CRÍTICOS	48
TABLA XII MUESTRA PROBABILÍSTICA	50
TABLA XIII TAMAÑO DE LA MUESTRA	50
TABLA XIV REGISTRO DE LA ESTRATEGIA DE MUESTREO	51
TABLA XV CURSOGRAMA	52
TABLA XVI LLUVIA DE IDEAS	63
TABLA XVII MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES	64
TABLA XVIII ESCALA DE LIKERT	65
TABLA XIX MEJORAS A IMPLEMENTAR	65
TABLA XX RESULTADOS - METODOLOGÍA DMAIC	71
TABLA XXI PLAN DE CAPACITACIÓN	75
TABLA XXII ETAPA I: DEFINICIÓN	77
TABLA XXIII ETAPA II: IMPLEMENTACIÓN	78
TABLA XXIV PLAN DE ACCIÓN	80
TABLA XXV COSTOS DE LA PROPUESTA	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Proceso.....	22
Fig 2. Macroproceso	23
Fig 3. Estudios Específicos	24
Fig 4. Técnicas Estadísticas	24
Fig 5. Enfoque Six Sigma en áreas.....	25
Fig 6. Distribución Normal	26
Fig 7. Principios Six Sigma	26
Fig 8. DMAIC	29
Fig 9. Pirámide de Kelsen.....	32
Fig 10. Ubicación Geográfica	35
Fig 11. Mapa de Procesos	36
Fig 12. Distribución en Planta.....	37
Fig 13. Variables de Investigación	43
Fig 14. Histograma - Selección del producto.....	46
Fig 15. No Conformidades.....	47
Fig 16. Distribución Normal – Situación Actual.....	54
Fig 17. Gráfica X - pH antes de hilar	55
Fig 18. Oportunidad de Mejora	58
Fig 19. Causa Efecto - pH Bajo	59
Fig 20. Causa Efecto - pH Alto	60
Fig 21. Diagrama de Correlación	61
Fig 22. Distribución Normal - Situación con Modificaciones	68
Fig 23. Panel de Control	69

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

A nivel mundial se ha evidenciado cómo grandes industrias han quebrado por la toma de malas decisiones; sin embargo, los factores y motivos son múltiples. En estudios anteriores se ha demostrado que aproximadamente el 80% de las empresas tienden a fracasar por factores como: la falta de planificación estratégica, liderazgo, cultura empresarial, flexibilidad al cambio y falta de previsión financiera. [1]

La planificación estratégica involucra varios aspectos de competitividad, aportando directamente a la rentabilidad de los bienes o servicios ofertados. Según el estudio de Olis, Reyes, Fiorino y Villalobos [2], quienes son profesionales colombianos mencionan el aporte del pensamiento empresarial y cómo una baja del 7% en la producción en las empresas influye en el aumento del 42% de pobreza a nivel nacional. En Ecuador, existen 56.568 Pymes; las cuales tienen problemas en la gestión de actividades, causada por falta de personal competente, políticas bien establecidas, ausencia de procesos que permitan la mejora continua y deficiencias en los procesos de producción. [3]

Cerca de 1320 establecimientos se especializan en la elaboración de productos lácteos y derivados; esta actividad en Ecuador tiene un aporte en el PIB del 1%; por otra parte, crea alrededor de 1.2 millones de plazas de empleo, siendo más presente en la Sierra Centro. Los ecuatorianos son quienes se encargan de producir 6.2 millones de litros de leche cruda que será procesada y utilizada en la elaboración de productos de primera necesidad. Sin embargo, las estadísticas muestran que el queso genera aproximadamente 870 mil dólares diarios en ventas a nivel nacional. [4]

Existe una infinidad de tipos de quesos; vale recalcar que en Ecuador los quesos más consumidos son: el queso fresco, quesillo, parmesano, queso de hoja, queso manaba, queso tierno y queso de pasta hilada (mozzarella). [5] Este último, es muy utilizado por grandes cadenas de comida rápida como pizzerías; caracterizándose por tener un aspecto fresco, suave y brillante; contiene un olor láctico y una textura ligeramente viscosa y elástica, no posee corteza y la pasta hilada es prensada con un sabor suave y cremoso. [6]

Con relación a la información anteriormente expuesta, se puede deducir que el queso de pasta hilada debe estar constantemente bajo un control estadístico debido al alto riesgo que tiene

de deteriorarse por microorganismos y la variación que puede adquirir al final del proceso de producción; esta problemática tiene como variables independientes: uso de materias primas y su microbiología, temperaturas o condiciones asociadas al proceso; generando baja rentabilidad y pérdidas económicas a las industrias lácteas por reprocesos, desperdicios y productos no conformes. Este problema se podría resolver mediante la aplicación de la metodología Six Sigma DMAIC, de tal manera que se reduzca la variabilidad en textura, sabor, olor y color del queso de pasta hilada. [7]

1.2. Justificación

La optimización de la producción en las empresas muy aparte de la actividad que desempeñe es primordial; ya que, ayuda relativamente a la economía del país. INEC en 2016 presentó un informe de los volúmenes de producción industrial, el análisis de las divisiones arrojó que D15 relacionada con la elaboración de productos alimenticios y de bebidas evolucionó negativamente en un -16.55%, afectando al PIB ecuatoriano. [8]

Así pues, en el art. 319 de la Constitución del Ecuador se manifiesta que las empresas públicas y privadas deben promover formas de producción asegurando el buen vivir de la población; [9] es decir, se elaboren productos de calidad a través de sistemas de gestión eficientes.

En base a esta información proporcionada anteriormente, se propone el uso de la metodología Six Sigma DMAIC como estrategia para mejorar los procesos y por ende obtener la excelencia en la organización, vale recalcar que es de suma importancia seleccionar aquellos parámetros críticos que afectan directamente a la calidad del producto. [10]

La variabilidad es una combinación de la variación existente en las entradas del proceso, mediante la aplicación de dicha metodología las industrias lácteas evitarán reprocesos, desperdicios en materias primas e insumos, retrasos en la entrega de pedidos o productos no conformes; dando como resultado una mayor productividad dentro de la línea de producción de queso de pasta hilada. [11]

El beneficiario directo de la investigación será la industria, dado que se definirá un control de calidad por medio del análisis estadístico, eliminando parte de la variabilidad encontrada en materias primas y producto terminado, sin dejar de lado el cumplimiento de las normativas referentes a los requisitos de un queso mozzarella como lo es la NTE INEN 82:2011, del mismo modo la NTE INEN 63:1973 donde se detalla el procedimiento adecuado para determinar la

humedad del queso. Y finalmente, el reglamento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's) que son las encargadas de garantizar inocuidad dentro de la cadena de producción de los alimentos procesados.

Por otra parte, existen beneficiarios indirectos tales como la sociedad en general, porque adquieren un producto de calidad y ajustado a sus necesidades, dándole más rentabilidad a esta familia de quesos; así también, en el ámbito académico la presente queda para base teórica que ayudará a sustentar futuros trabajos de investigación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

Optimizar la producción de quesos de pasta hilada, mediante la aplicación de la metodología Six Sigma DMAIC para disminuir la variabilidad y consolidar un entorno de producción eficiente y competitivo.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Establecer el marco teórico, mediante la recopilación de información de fuentes bibliográficas que sustenten la identificación del problema para la elaboración del trabajo de investigación curricular.
- Definir la situación actual de la industria láctea a través de la medición y análisis estadístico, con la finalidad de determinar las variables críticas que afectan el rendimiento del proceso.
- Desarrollar un plan de mejora y control bajo la metodología Six Sigma, usando el método DMAIC, para ajustar las especificaciones del proceso productivo.

1.4. Alcance y Delimitación

Se presentará un modelo de optimización para la elaboración de quesos de pasta hilada, en la planta matriz de productos lácteos, Ibarra. Se aplicará la metodología DMAIC identificando el comportamiento de la variabilidad desde la etapa de recepción de cuajada ácida hasta finalizar el proceso. Como entregable, se desarrollará una propuesta de implementación de mejoras.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En una empresa enfocada en la producción de quesos frescos se implementó la metodología Six Sigma. Dentro del proceso se determinó los puntos más críticos como son el proceso de pasteurizado y la fuerza del cuajo, dado que son etapas esenciales para la fabricación de los quesos. Seguidamente, se usó herramientas de calidad para garantizar eficiencia en la producción, arrojando valores experimentales justificando que existía una presencia de agua o adulteración de la leche. En este estudio se considera que todas las fases del ciclo deben integrarse como un sistema para la contribución en mejorar la productividad de cualquier industria. [12]

De igual manera, se aplicó dicho estudio en la línea de producción de quesos frescos con la finalidad de eliminar los índices de producto no conforme, teniendo como principal problema hinchazón en los quesos; al dar el seguimiento se determinó las posibles causas que influían en este proceso, es así como se definió un programa de mejoramiento de calidad para controlar subprocesos críticos que integran al proceso en general. Tras esta aplicación se propuso controlar la microbiología del producto y limpieza de las instalaciones, reduciendo considerablemente la contaminación y sobre todo los costos por devoluciones que recibió la empresa. [13]

Por otra parte, tenemos los beneficios que tiene la aplicación de la metodología Six Sigma, en la producción de quesos mozzarella, tras eliminar los desperdicios y montajes relativamente disminuyó la cantidad de producto defectuoso, llevando a una reducción del porcentaje de reprocesos. No obstante, el objetivo principal que era el control del peso neto también se logró estabilizarlo y que se encuentre dentro de los límites. La estandarización del proceso se focalizó en las máquinas de hilar y moldear, las cuales eran el foco de variabilidad en cuestión del peso. Para asegurar el control se desarrolló un plan de capacitación, permitiendo la automatización de la máquina de moldeo en un 95%, llevando a un Cpk de 1,12, demostrando que se han cumplido las especificaciones. [14]

Otro caso de éxito a tomar en cuenta es el de Machfud and Atika [15], donde la intención de su estudio es la identificación del riesgo y los agentes que causan defectos en los productos de una empresa quesera. Tras el análisis y aplicación de herramientas de calidad se logró establecer el nivel sigma del proceso productivo, el cual arrojó que era del 3,20; dando como referencia que se tenía la presencia de 5 agentes de riesgos y para su mitigación se debía tomar 9 acciones prioritarias.

Algunas de aquellas acciones fue el diseño de un sistema de reuniones diarias con los operarios, planificación del mantenimiento preventivo y estandarización de la limpieza, inspección y lubricación adecuada de los equipos.

Continuando con la revisión literaria se encontró con un caso de estudio enfocado en la composición de los quesos como humedad y grasa, la selección del queso a ser estudio tuvo lugar en el impacto de generar pérdidas económicas. La aplicación de la metodología DMAIC demostró que los porcentajes de humedad como los de grasa superaban los límites permitidos; se llegó a la conclusión de que el porcentaje promedio de humedad oscila entre 39,49% y 39,96% con una desviación estándar de 0,13. Para el porcentaje de grasa se determinó que el mínimo debe ser de 31,23% y máximo de 32,09%, con la finalidad de que obtener un rendimiento óptimo del producto. [16]

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. *Proceso:*

Un proceso se entiende como el conjunto de actividades o acciones jerarquizadas relacionadas entre sí, que transforman elementos de entrada en salidas o resultados con cierto valor añadido; así también, estos resultados pueden ser considerados entradas para el siguiente proceso. [17]

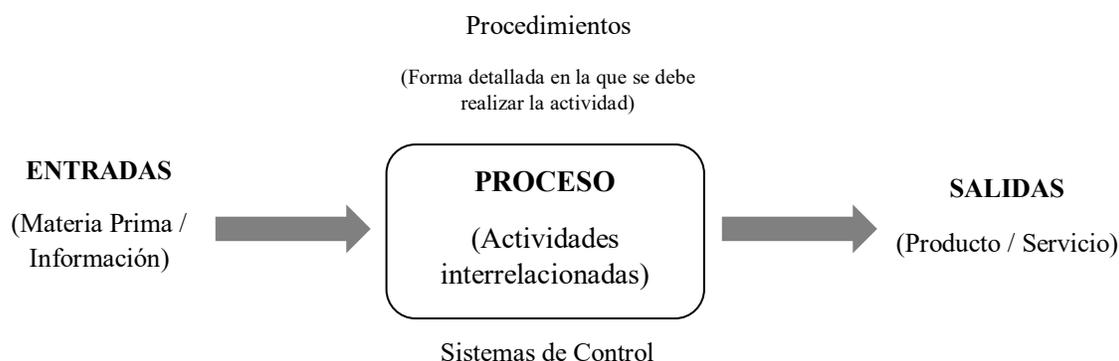


Fig 1. Proceso

Nota: Descripción gráfica de un proceso. Adaptada de [17], [18].

Los procesos se encuentran delimitados por una situación inicial y una final, siendo el objetivo al que se quiere llegar. [18]

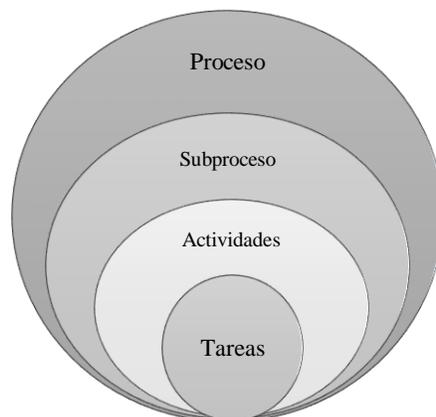


Fig 2. Macroproceso

Nota: Composición de un macroproceso. Adaptada de [18].

2.2.2. Calidad y Productividad:

La palabra calidad posee un sin número de definiciones; sin embargo, se puede resumir en el conjunto de propiedades y características funcionales de un producto o servicio, con el propósito de satisfacer necesidades de quien lo requiera. En otras palabras, es el grado de adaptación del producto o servicio al uso para el que fue diseñado. [19]

Por otra parte, la productividad que de manera matemática se puede definir como el cociente de las salidas y entradas de un proceso; es decir, es una medida que indica la eficiencia con que se usaron los recursos para obtener el producto. [20]

Estos dos términos se encuentran altamente relacionados, puesto que si se cambia uno afecta al otro; Rincón [21], propone dar prioridad a estrategias para garantizar la calidad, dando como consecuencia natural el incremento de la productividad, reducción de costos, disminución de procedimientos repetitivos y retrasos de procesos.

2.2.3. Control Estadístico de Procesos:

Es la verificación del cumplimiento de aspectos relacionados con el producto o servicio, cubriendo desde la etapa inicial hasta etapas de producto terminado incluyendo adquisición y mejoras de la calidad. [19] Para conocer las causas que generan defectos y definir posibles mejoras se debe usar:

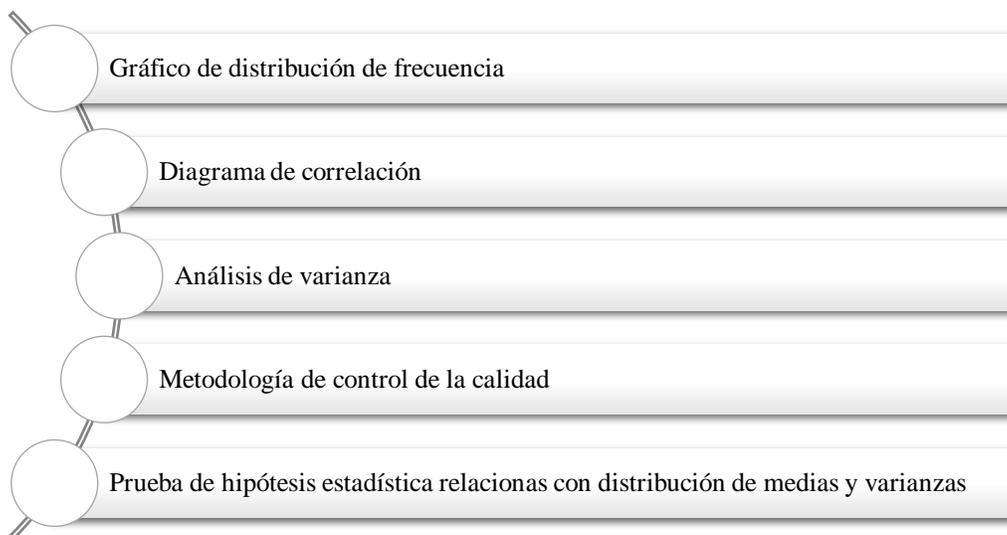


Fig 3. Estudios Específicos

Nota: Permite la identificación de causas. Adaptada de [19].

Así también, técnicas adecuadas para estos estudios:

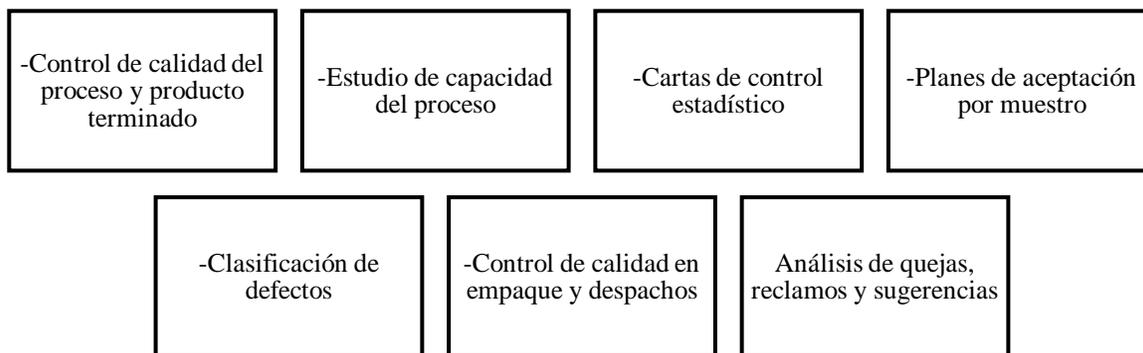


Fig 4. Técnicas Estadísticas

Nota: Seguimiento estadístico para procesos. Adaptada de [19].

2.2.4. Variabilidad:

Algunos autores la definen con ejemplos, tales como que jamás se va a encontrar dos individuos iguales o artículos semejantes, sin importar que sean de la misma especie. La variabilidad en estadística se define como la medida de dispersión de los datos de una distribución, formando parte del pensamiento estadístico. [22]

2.2.5. Six Sigma:

Los orígenes de la filosofía Six Sigma se encuentran en 1980 en EE.UU, exactamente en la empresa Motorola donde se realizó una evaluación y análisis de variación de los procesos productivos, permitiendo la generación de estrategias para lograr aumentar hasta diez veces los niveles de calidad, tras la aplicación de dicha filosofía ganó el premio americano a la excelencia Malcom Baldrige Quality Award en 1988. [11]

Tomando estos antecedentes, se define a Six Sigma como una filosofía de trabajo por medio de la cual se logra obtener mejora continua de los procesos, apoyándose en herramientas estadísticas que permiten medir el desempeño del proceso que se está analizando a través de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). [11]

2.2.5.1. Enfoque Six Sigma para Reducción de la Variabilidad:

Six sigma o filosofía de calidad es una forma más inteligente de manejar una industria e incluso solo un departamento, donde se establecen metas y objetivos a partir de la satisfacción del cliente, midiendo y evaluando hechos mediante equipos para reducir de manera continua los defectos por millón de oportunidades. Todos los esfuerzos de mejorar se ven enfocados en:

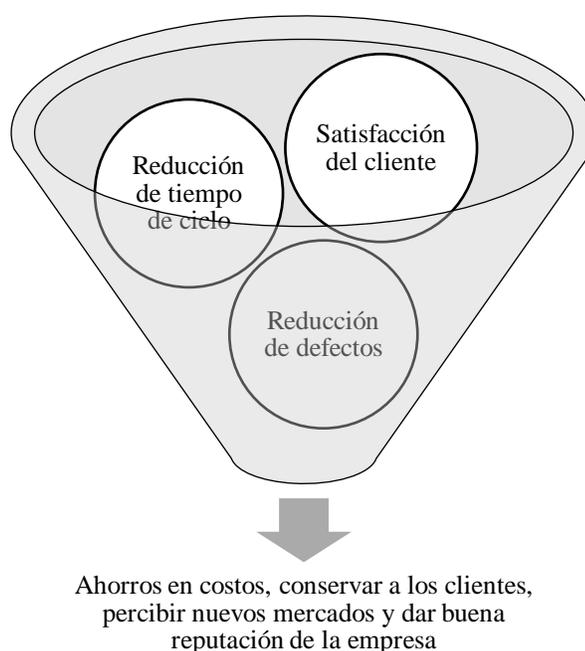
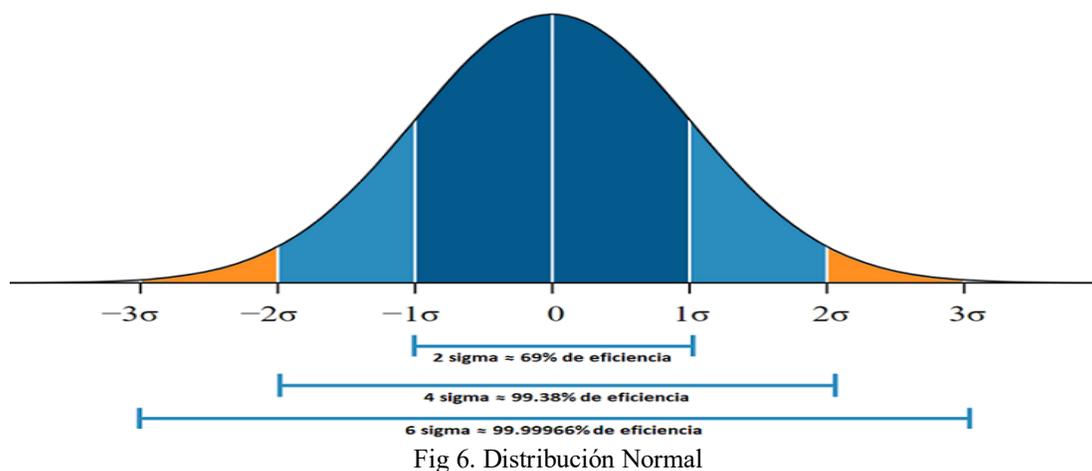


Fig 5. Enfoque Six Sigma en áreas

Nota: Six Sigma visto desde la iniciativa empresarial. Adaptada de [23].

Uno de los mayores enemigos que tienen los procesos y que la filosofía Six Sigma intenta eliminar es la variabilidad; en estadística es tomada como parámetro medible que se identifica con el símbolo sigma (σ), representando la dispersión de un conjunto de valores, en un grupo de productos de terminados; de tal manera, que cuanto menor sea (σ) menor será el número de defectos. Al cuantificar se fijan límites de especificación por el cliente, respecto al valor central. [23]



Nota: Gráfica de comportamiento de características estudiadas en un proceso. Tomada de [23].

2.2.6. Principios Six Sigma:

Muchas de las empresas utilizan esta filosofía como una estrategia para aumentar la rentabilidad y mejorar la calidad de los productos y servicios. Así pues, se han establecido cinco principios en los que se basa la metodología Six Sigma: [24]

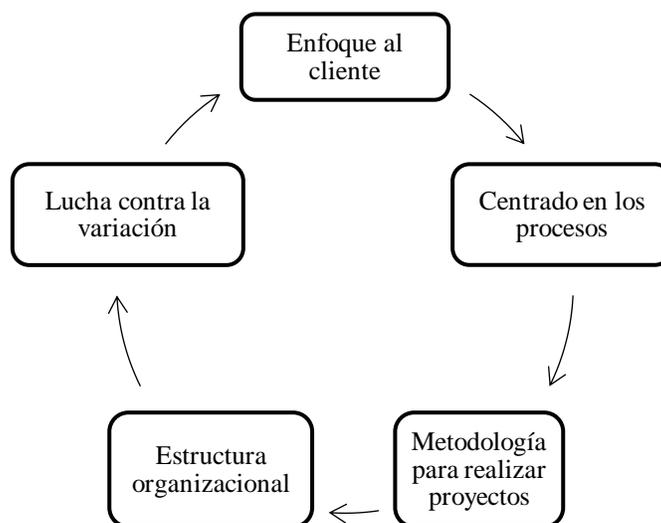


Fig 7. Principios Six Sigma

Nota: Enfocado en el aumento de la rentabilidad. Adaptada de [24].

2.2.7. Métricas y Niveles Six Sigma:

Se entiende como la aspiración o meta en la calidad que se quiere llegar en los procesos de una empresa, permitiendo el análisis e identificación del nivel de calidad de acuerdo con el número de sigmas. Estos últimos no suelen ser medidos solo en números enteros, sino también en números reales con decimales. [25]

En la tabla I se puede observar la reducción de un nivel sigma al siguiente:

TABLA I
NIVELES SIGMA

Pasar de	A	Factor de reducción de defectos	Reducción Porcentual
2 sigmas	3 sigmas	5	78%
3 sigmas	4 sigmas	11	91%
4 sigmas	5 sigmas	27	96%
5 sigmas	6 sigmas	68	99%

Nota: paso de un nivel sigma a otro. Adaptada de [25].

TABLA II
MÉTRICAS SIX SIGMA

Métrica	Definición	Fórmula
Índice Z	Métrica para la capacidad de procesos: se determina la diferencia entre la media y los límites de especificación, y luego se divide esa diferencia por la desviación estándar.	$Z_s = \frac{ES - \mu}{\sigma}$ $Z_i = \frac{\mu - EI}{\sigma}$
Índice DPU (defectos por unidad)	Es una métrica que evalúa el grado de defectos en un proceso sin considerar las oportunidades para que ocurra un error.	$DPU = \frac{d}{U}$ d = defectos encontrados U = unidades inspeccionadas
Índice DPO (defectos por oportunidad)	Si se considera el número de oportunidades de error por unidad.	$DPU = \frac{d}{U \times O}$ d = defectos encontrados U = unidades inspeccionadas O = oportunidad de error
DPMO (defectos por millón de oportunidades)	Permite medir el número de defectos del proceso por cada millón de unidades, y se utiliza cuando el producto presenta características de calidad.	$DPU = \frac{d}{U} \times 10^6$

DPMU (defectos por millón de unidades)

Permite medir el número de defectos del proceso por cada millón de oportunidades de error.

$$DPU = \frac{d}{U \times O} \times 10^6$$

Nota: métricas más usadas para el análisis de problemas. Adaptada de [25].

2.2.8. Definición de los Proyectos Six Sigma:

Todos los proyectos de mejora deben ser documentados para luego ser usados como evidencia, resumiendo de que trata el proyecto, los participantes, beneficiarios y métricas que se van a usar durante el desarrollo de este. Tomando en cuenta que el proyecto debe estar ligado con actividades que estén estrechamente relacionadas con el cliente o con las características de calidad (CTQ). [11]

Existen formatos que se pueden usar para establecer el marco del proyecto; sin embargo, se debe considerar los siguientes aspectos al momento de redactar.

TABLA III
ELEMENTOS DEL MARCO DEL PROYECTO

Marco del Proyecto Six Sigma	Fecha:	Versión:
Título / Propósito		
Una declaración concisa de los objetivos del proyecto puede incluir métricas como resultados financieros, calidad o tiempo de ciclo.		
Necesidades del negocio a ser atendidas		
Indicar los argumentos para llevar a cabo el proyecto, poniendo en primer plano a la empresa.		
Declaración del problema		
Sintetiza las cuestiones que se abordarán, abarcando las condiciones presentes, como tasas de defectos y/o gastos asociados al bajo rendimiento, en relación con variables esenciales para la calidad (Y).		
Objetivo		
Descripción más detallada del objetivo esperado.		
Alcance		
Establecer los límites específicos del problema donde será abordado.		
Roles y responsabilidades		
Quienes intervienen en el proyecto.		
Propietarios		
Se refieren a las áreas de la organización, los clientes o los proveedores que se verán impactados por las acciones o los resultados del proyecto.		
Patrocinador		

Ejecutivo que respalda el proyecto y supervisa su progreso.

Equipo

Individuos particulares dentro de los grupos de propietarios que desempeñan un papel activo en el proyecto.

Recursos

Los procesos, herramientas, bases de datos o personas externas al equipo que podrían ser necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Métricas

La medida mediante la cual se evaluará el éxito del proyecto.

Fecha de inicio del proyecto:

Fecha planeada para finalizar el proyecto:

Entregable del proyecto: Contiene todas las ventajas concretas y cuantificables que se anticipan obtener si el proyecto se completa de manera satisfactoria.

Nota: elementos necesarios para definir el proyecto, además es la primera etapa del ciclo DMAIC. Adaptada de [25].

2.2.9. Ciclo DMAIC:

Es un proceso estructurado y ordenado por el cual se consigue mejorar las características del producto o servicio, dando paso a la obtención de mayores ingresos y al mismo tiempo un ahorro en costos derivados de la reducción de fallos o errores y menores tiempos de producción. [26]

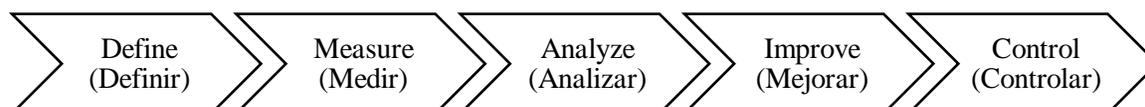


Fig 8. DMAIC

Nota: Etapas que comprende el ciclo DMAIC. Adaptada de [26].

2.2.9.1. Definir:

Incluye la selección y documentación del proyecto, la identificación de los participantes, y la definición del problema a resolver utilizando la filosofía Six Sigma. [26]

2.2.9.2. Medir:

Se detalla el proceso paso a paso y se recopila datos que luego serán representados gráficamente para entender el comportamiento que tienen; no obstante, los sistemas de control existentes también se verán evaluados. [26]

2.2.9.3. Analizar:

Se determinan las variables que generan variación a los procesos, formando parte de la causa raíz de los problemas identificados. [26]

2.2.9.4. Mejorar:

En esta fase, se reconocen las posibles características del proceso que necesitan ser mejoradas, de tal manera que se optimice mediante la propuesta de soluciones que eliminen las causas que originan esos problemas. [26]

2.2.9.5. Controlar:

Como parte de la metodología se da seguimiento al proceso luego de haberse aplicado las nuevas estrategias a través de un plan de control. [26]

2.2.10. Herramientas Básicas Six Sigma:

2.2.10.1. Diagrama de Flujo de Procesos:

Según la RAE [27], es una representación gráfica donde se plasman una sucesión de hechos u operaciones de un sistema, donde se contemplan las actividades, tareas, responsables, variables de entrada y salida.

2.2.10.2. La Voz del Cliente:

Se considera un proceso en el que se escucha, analiza y se plantan acciones para ajustar los productos, servicios y experiencias a las necesidades de los clientes, de tal manera que se optimice cambios estructurales con impacto directos en los indicadores de las industrias. [28]

2.2.10.3. Diagrama de Pareto:

Una herramienta gráfica que permite visualizar la frecuencia de aparición de diversas causas, organizadas desde la más significativa hasta la de menor impacto. [29]

2.2.10.4. Diagrama de Ishikawa:

Forma parte de las técnicas que se utilizan para examinar las causas y efectos de los problemas identificados. Esta técnica establece la conexión entre un efecto y sus posibles causas, considerando los factores de las 5 M: Método, Mano de Obra, Materia Prima, Maquinaria y Medio Ambiente. [29]

2.2.10.5. Diagrama de Dispersión:

Es una herramienta gráfica que permite medir la relación lineal entre dos variables cuantitativas; en otras palabras, muestra la conexión entre dos conjuntos de datos o la correlación entre dos magnitudes o parámetros.[30]

2.2.10.6. Cartas de Control:

Gráfico o carta de control es una herramienta usada en el control estadístico de la calidad, medio por el cual se garantiza que todos los procesos se encuentren bajo control. Se compone por una Línea Central de Control (LCC) y está equidistante a dos líneas, siendo estas el Límite Superior de Control (LSC) y Límite Inferior de Control (LIC). [11]

2.2.10.7. Poka-Yoke:

Proviene del idioma japonés y se lo define como evitar error inadvertido dentro de un proceso para la obtención de un producto o servicio, delimitando los defectos que tiene dicho proceso que recaen en errores comunes. [31]

2.2.10.8. Plan de Control:

Se lo define como un equipo multidisciplinario que permite la manipulación de la información de un proceso, reduciendo el desperdicio y mejorando la calidad de los productos durante el diseño, manufactura y ensamblaje según lo requiera. Además, estos formatos identifican características del proceso y sus fuentes de variación; lo consideran como medio de comunicación de cambios. [32]

2.2.10.9. Plan de Comunicación:

El plan de comunicación se entiende como un manual y una guía estratégica, donde se señala de manera clara y concisa el mensaje y su forma de transmisión; es decir, las acciones. Mediante la identificación del público objetivo, de igual forma se evalúa el impacto de la comunicación. [33]

2.3. Base Legal

2.3.1. Normativa para Producción de Alimentos:

En el territorio ecuatoriano se puede encontrar un sinnúmero de leyes y resoluciones que deben cumplir las industrias dedicadas a la producción y comercialización de productos

procesados; a continuación, se presentan las más importantes y que regirán en este trabajo de investigación.

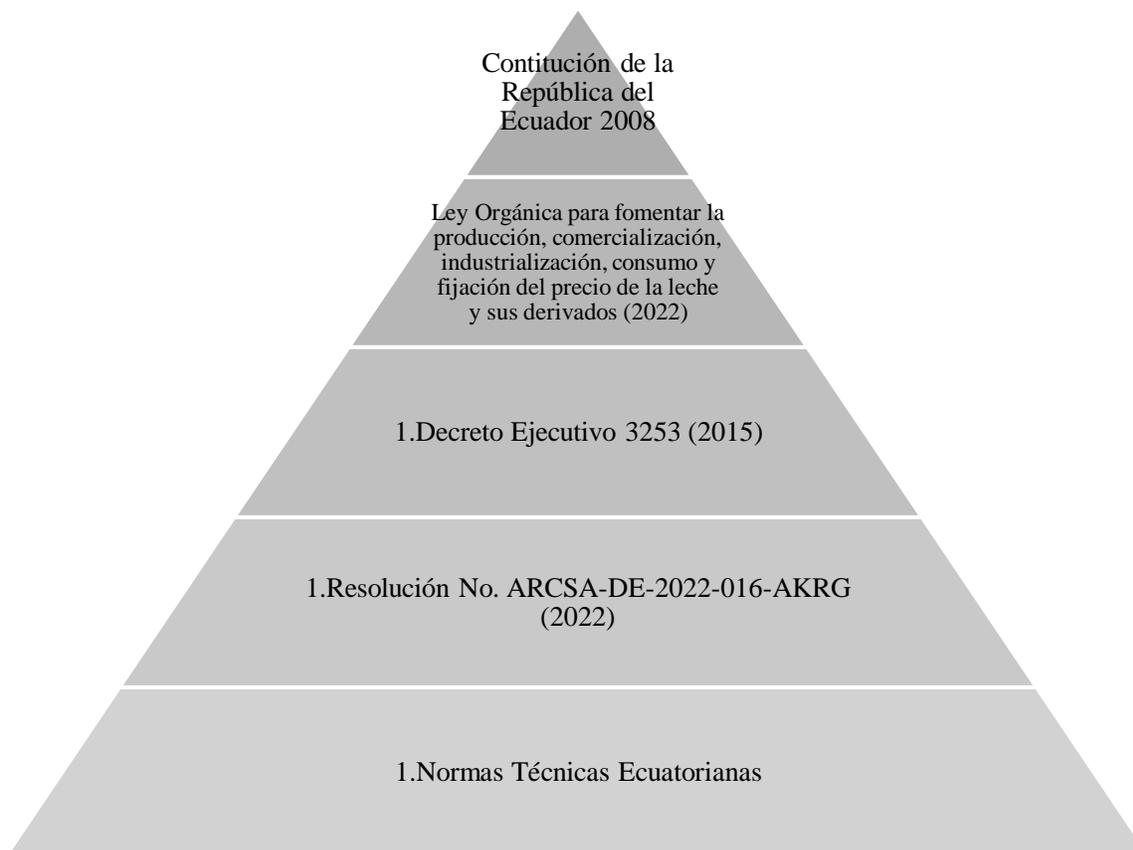


Fig 9. Pirámide de Kelsen

Nota: Normativa legal aplicable para la industria láctea.

2.3.1.1. Constitución de la República del Ecuador (2008):

Dentro de la Constitución de la República del Ecuador [34], se encuentra el artículo 13 el mismo que impone el derecho al acceso seguro a alimentos sanos y nutritivos producidos a nivel local.

Así también, el artículo 52 donde se expone el derecho a proveer de bienes y servicios de calidad, con información precisa y sin engaños respecto a su contenido y características, estableciendo mecanismos de control de calidad.

2.3.1.2. Ley Orgánica para Fomentar la Producción, Comercialización, Industrialización, Consumo y Fijación del Precio de la Leche y sus Derivados (2022):

El artículo 35 en el literal a) del capítulo IX donde se prohíbe la contaminación, adulteración, alteración, o cualquier procedimiento durante la etapa de producción primaria de leche. [35]

2.3.1.3. Decreto Ejecutivo 3253 (2015):

En el Decreto Ejecutivo 3253 [36], o también llamado Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) es un conjunto de directrices por el cual se garantiza la inocuidad de productos procesados, mediante la gestión y manejo adecuado de residuos presentes dentro del proceso.

2.3.1.4. Resolución No. ARCSA-DE-2022-016-AKRG (2022):

En la normativa técnica sanitaria sustitutiva para alimentos procesados [37] el artículo 5, se establece que con el propósito de comercializar productos procesados deben contar con la respectiva notificación sanitaria vigente o pertenecer a una línea certificada de BPM registrada en la ARCSA.

2.3.1.5. Normas Técnicas Ecuatorianas:

RTE INEN 076:2011, en el presente reglamento se establecen los requisitos que debe cumplir la leche y los productos lácteos, asegurando la inocuidad que deriva el cuidado de la salud de los consumidores. [38]

En la NTE INEN 82:2011, esta norma trata los requisitos necesarios para la elaboración del queso mozzarella o queso de pasta hilada, dichos requisitos son fisicoquímicos y microbiológicos. [39]

NTE INEN 63:1973 [40] detalla el procedimiento adecuado por el cual se puede determinar el contenido de humedad del queso, además establece la fórmula para realizar los cálculos.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del Área de Estudio

3.1.1. Precedentes:

Floralp S.A. tiene su inicio en 1949 con la llegada al Ecuador del suizo Oskar Purtschert y esposa. La personalidad de Oskar se basaba en iniciativa, puntualidad, honradez y fidelidad y decidió quedar en su hacienda elaborando quesos maduros junto a su familia; sin embargo, el producto no fue muy aceptado por los ecuatorianos. [41]

Es así como a partir de 1964 emprenden con su propia empresa láctea, donde con sus seis hijos se reunían y realizaban actividades como pegar etiqueta, doblar cajas, tapando potes, vender, etc. Con el pasar de los años tanto la empresa como sus dueños crecieron y el conocimiento con ellos, hasta el punto en que se vio la necesidad de modernizar la empresa con herramientas de planeación estratégica, establecimiento de sistemas integrados de operaciones y la sensibilización con la comunidad, medio ambiente y nutrición del consumidor. [42]

Floralp S.A. se caracteriza por estar constantemente en cambios tomando como enfoque la mejora continua, la administración de procesos y calidad asegura la sostenibilidad de la empresa y la satisfacción de los clientes al enfocarse en nichos de mercado especializados en quesos maduros y semimaduros..

3.1.2. Datos Informativos:

TABLA IV
FLORALP S.A.

Logotipo	
Slogan	Expertos en Quesos
Misión	Floralp y sus principios: “Nuestra razón de ser es producir y comercializar alimentos lácteos con estándares de calidad excepcionales, especializándonos en quesos maduros, para satisfacción de nuestros clientes, con arte y gusto por la vida.”
Visión	Nuestra meta es ser El referente de la industria láctea a través de un modelo de gestión eficiente, promoviendo calidad y bienestar.
Política de Calidad e Inocuidad	Es nuestro compromiso garantizar la calidad, inocuidad y autenticidad de nuestros productos por medio de un sistema de gestión que

	promueva permanentemente la cultura de inocuidad, calidad y mejora continua que cumpla los requisitos legales y regulatorios establecidos por nuestros clientes, consumidores y entidades de control.
Carta de Compromiso	Consciente de la importancia de garantizar a nuestros clientes y consumidores productos seguros y de calidad, ratifica su compromiso con la implementación del Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad.
Actividad Comercial	Elaboración y comercialización de productos lácteos tales como queso fresco, maduros y semimaduros, leche entera, descremada y semidescremada, crema de leche, mantequilla, dulce de leche y yogurt.
Ciudad	Ibarra, Ecuador.
Teléfono	(02) 342 2400
Página Web	https://www.floralp-sa.com/

Nota: datos generales de la empresa Floralp S.A. Adaptada de [41].

3.1.3. Localización de la Industria:

La industria láctea Floralp S.A. se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, cantón y ciudad de Ibarra, en la calle Princesa Paccha 5-163.

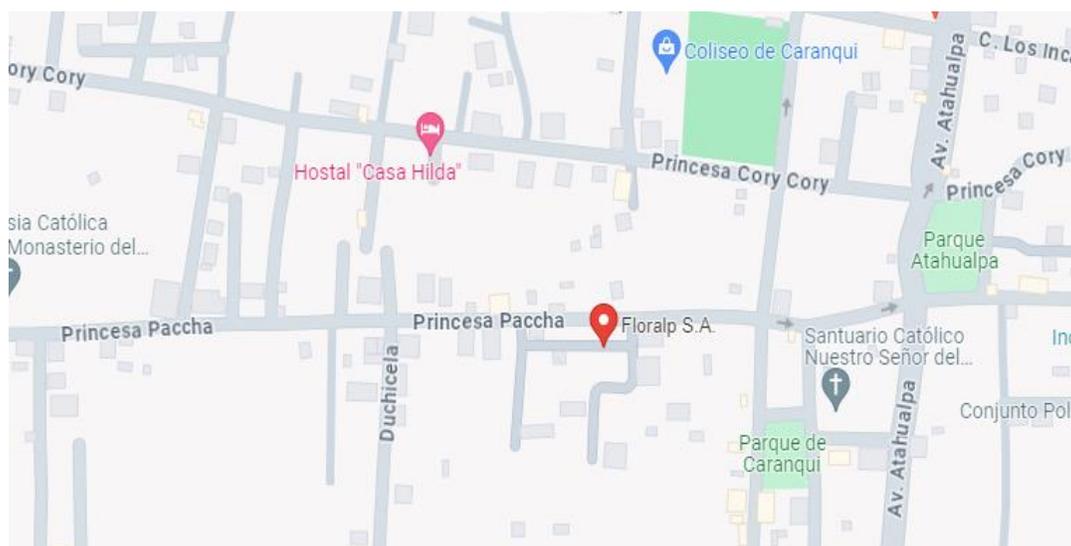


Fig 10. Ubicación Geográfica

Nota: Ubicación de la planta de producción de Floralp S.A. Adaptada de [43]

3.1.4. Estructura Organizacional:

Dentro de Floralp S.A. podemos encontrar que los puestos de trabajo se encuentran a diferentes niveles jerárquicos en forma vertical; es importante recalcar que luego de las jefaturas se encuentran los puestos de los supervisores y auxiliares quienes son los encargados de liderar y guiar al resto de los operarios en el área que ha sido asignada.

El organigrama se lo puede encontrar en el [Anexo 1 ORGANIGRAMA](#).

3.1.5. Mapa de Procesos:

El mapa de procesos es una representación gráfica global de la empresa, además permite clasificar los procesos en estratégicos, operativos y de apoyo según corresponda al objetivo que tiene cada uno. [44]

Subsecuentemente, se presenta el mapa de procesos de la empresa Floralp S.A.

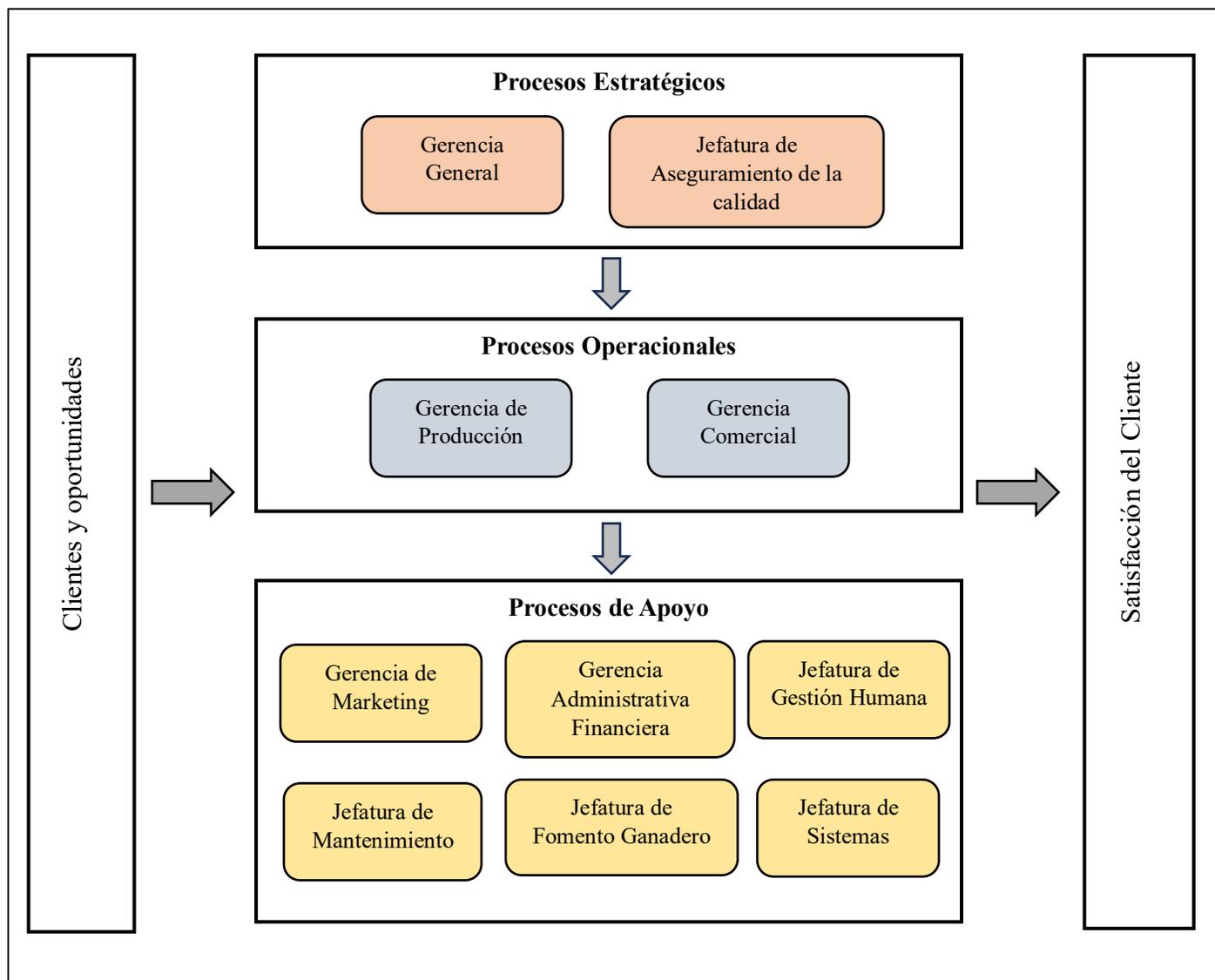


Fig 11. Mapa de Procesos

Nota: Mapa de procesos de la empresa Floralp S.A.

3.1.8. Catálogo de Productos:

Floralp S.A., para su catálogo de productos ha establecido tres categorías, las cuales se presentan en la TABLA VI. Es indispensable recalcar que varios de los productos tienen varias presentaciones, ya sea en peso o en características como productos deslactosados.

TABLA V
CATÁLOGO

Quesos del Mundo	Día a Día	Línea Pro
- Queso Bel Paese	- Leche UHT	- Queso Canestri
- Emmentaler	- Crema de leche pasteurizada	- Queso Tilsiter
- Queso maduro Mountyer	- Queso Ricotta	- Queso Manchego
- Queso maduro para Raclette	- Queso crema	- Emmentaler
- Queso Tilsiter	- Queso maduro Holandés	- Queso maduro Mountyer
- Queso maduro Parmesano rallado	- Queso Cheddar	- Queso Holandés
- Queso Brie	- Holandés a las finas hierbas	- Cheddar
- Queso maduro Canestri	- Queso Mozzarella	- Raclette
- Queso maduro Fontina (deslactosada)	- Mantequilla	- Dulce de leche
- Queso Provolone	- Queso Fresco Cremoso	- Queso Mascarpone
- Queso Manchego	- Queso Feta	- Crema de leche
- Queso Camembert (vino, nueces)	- Surtido Gourmet	- Queso Fresco
- Queso para Fondue	- Postre de yogurt	- Queso Untable Ricotta
- Queso maduro Andino	- Queso Edam	- Brie
- Proveta en aceite de oliva	- Queso Mascarpone	- Crema Agria
- Feta en aceite de oliva	- Queso fundido Americano	- Queso Crema
- Queso Gouda	- Queso Manaba	- Requesón tipo quark
- Queso maduro de cabra Ibérico	- Queso Fresco	- Gouda Rueda
- Queso maduro de oveja Asiago	- Dulce de leche	- Bleu Rueda
	- Crema agria	- Pepper Jack

Nota: datos generales de la empresa Floralp S.A. Adaptada de [41].

3.2. Segmentación

3.2.1. Población:

Dentro de los procesos productivos de la unidad de análisis se encuentra dividida en tres áreas las cuales son Quesería 1, Quesería 2 y Untables; en base a esto, la población total para este

caso de estudio se centrará en la Quesería 2, siendo este un muestreo no probabilístico por conveniencia.

En esta área se elaboran quesos de pasta hilada (Mozzarella), Provolone, Tilsiter, Manchego y Raclette, representando el 100% de la población, como anteriormente se explicó existe una distribución en planta por proceso, es importante recalcar que los procesos de producción de cada uno de los productos ya mencionados se relacionan o tiene cierta similitud.

3.2.2. *Muestra:*

Una vez determinada la población total se realizó un muestreo no probabilístico selectivo en la Quesería 2, donde se incluyó criterios de inclusión, exclusión y eliminación. Llevando a seleccionar al proceso de producción de quesos de pasta hilada o queso mozzarella.

TABLA VI
CLASIFICACIÓN DEL QUESO MOZZARELLA

Categoría	Subcategoría
Mozzarella de percha	Mozz 450
	Mozz 500
	Mozz 700
	Mozz 900
	Mozz MBG 500
	Mozz MBG 700
Mozzarella industrial	Mozz Bloque
	Mozz Rallada
	Mozz K1
	Mozz K2

Nota: de acuerdo con el destino que tendrá el queso mozzarella depende el tiempo de maduración.

3.2.2.1. **Gestión de Datos:**

TABLA VII
CRITERIOS PARA EL MUESTREO SELECTIVO

Criterios de inclusión	<ul style="list-style-type: none"> - Producto elaborado en la Quesería 2. - El producto debe ser elaborado al menos 5 veces al día. - El producto da apertura a una mejora continua. - Los clientes tienen sus propios requerimientos respecto al producto.
-------------------------------	---

Criterios de exclusión	- El producto debe elaborarse al menos 3 días a la semana. - El producto solo se encuentra en la línea para percha.
Criterios de eliminación	- El tiempo de elaboración del producto es mayor a 10 días.

Nota: de acuerdo con el destino que tendrá el queso mozzarella depende el tiempo de maduración.

3.3. Diseño de la Investigación

3.3.1. *Enfoque:*

Para la realización de este trabajo, se adoptó un enfoque cuantitativo, recolectando datos a través de un diario de campo y formatos diseñados específicamente para este propósito. El objetivo fue identificar y establecer acciones que contribuyan a la mejora del proceso de producción..

3.3.2. *Tipo de Investigación:*

Este trabajo se centra en una investigación aplicada en la que se recopilaron y analizaron los factores que afectan directamente la calidad de los quesos de pasta hilada. Además, se incluyó una revisión de las normativas legales relevantes. Esta alternativa se sustenta en:

3.3.2.1. **Investigación Documental:**

La información recolectada de otros autores sirvió para la fundamentación teórica del presente trabajo de investigación; así también sirvió de base durante la aplicación de la metodología DMAIC. [46]

3.3.2.2. **Investigación de Campo:**

Se realizó visitas a la industria donde se elabora el producto estudiado, recopiló información a través de encuestas, cuestionarios, entrevistas; así también, se puede decir que fue observacional directa que permitió la descripción de situaciones y fortaleciendo el acervo científico. [10]

3.3.3. Técnica de Investigación:

3.3.3.1. Observación Directa:

Se capturó hechos o situaciones por medio de la vista, la observación es considerada un acto mental el mismo que permitió conocer y se registra de forma detallada las actividades y tareas que desarrolla el operario con la finalidad de producir quesos de pasta hilada. [46]

3.3.3.2. Entrevista Semiestructura:

Se realizó entrevistas semiestructuradas que permitieron recoger información básica de la industria acerca del tema de interés, la cual estuvo dirigida a los operarios, gerentes y directivos. Estas preguntas estuvieron relacionadas con aspectos acerca del procedimiento del proceso de producción de quesos de pasta hilada, normativas legales que lo rigen, manejo de desperdicios y si conocen de alguna estrategia para la mejora continua. [47]

3.3.4. Método:

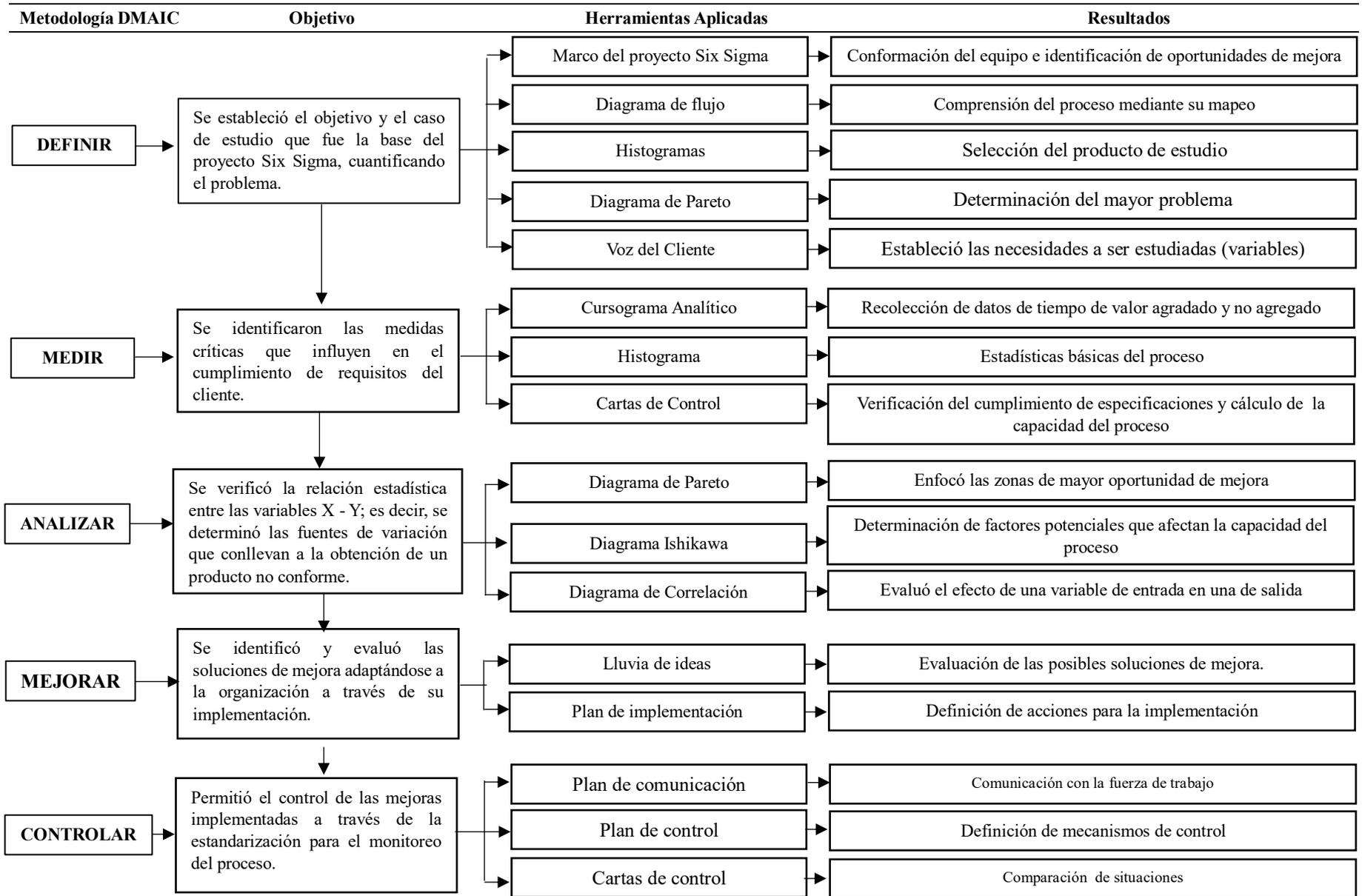
En este trabajo de investigación se utilizó el método científico mixto; es decir, se evaluarán datos cualitativos y cuantitativos según corresponda en cada etapa de la metodología DMAIC; con la finalidad de establecer los puntos críticos que provocaron la variabilidad en el producto final.

3.3.4.1. Ruta Metodológica:

La ruta metodología es una herramienta de la investigación que sirvió como base fundamental para el desarrollo del presente trabajo, la funcionalidad de dicha herramienta se basa en detallar el ¿qué?, ¿cómo? y ¿para qué?, de cada etapa que comprendió la metodología DMAIC.

En la TABLA VIII se detalla cómo fue la aplicación de la metodología DMAIC para el trabajo de investigación.

TABLA VIII
RUTA METODOLÓGICA



Nota: hoja de ruta seguida durante la elaboración del trabajo de investigación. Adaptada de [25]

3.3.5. Instrumentos:

3.3.5.1. Hojas de Trabajo:

Se refieren a las herramientas físicas o digitales utilizadas para recolectar datos sobre la situación inicial de la empresa y su posterior control, tales como cuestionarios y bitácoras. También facilitaron la comparación de los datos.

3.3.5.2. Diario de Campo:

Herramienta física donde se registró todas las observaciones y datos necesarios de forma ordenada, datos que formaron parte del análisis de la situación actual de la unidad de estudio.

3.3.5.3. Normativa Legal:

Para la revisión documental misma que forma parte de las técnicas de investigación se usó normativas técnicas ecuatorianas y el reglamento de BPM vigente en todo el territorio nacional, las cuales son obligatorias para este tipo de industrias.

3.3.5.4. Herramientas Tecnológicas:

Durante el desarrollo de la investigación se usó herramientas tecnológicas tales como un computador, acceso a internet, impresora, paquetes office (Word, Excel y Visio), programas de tabulación (Minitab y Bizagi), celular e inteligencia artificial (ChatGPT, Gemini y Copilot); dado que permitieron registrar, ordenar y analizar los datos de manera inmediata.

3.4. Operacionalización de Variables

Para investigación se definieron las siguientes variables:

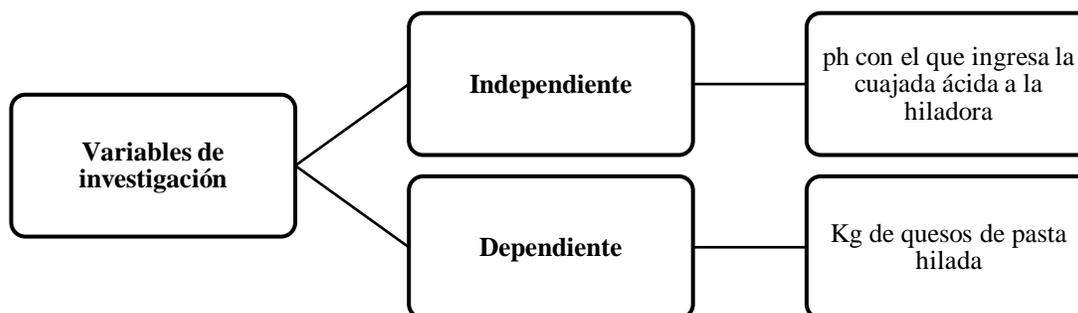


Fig 13. Variables de Investigación

3.4.1. Matriz de Operacionalización de Variables:

TABLA IX
VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica - Instrumento
pH con el que ingresa la cuajada ácida a la hiladora	Especificación necesaria para avanzar a la siguiente fase, la cual permite dar una característica a la pasta hilada que es la flexibilidad.	Medición y registro del pH al ingresar la cuajada ácida en la hiladora mediante el uso de un pH-metro.	pH de la cuajada	<p>Nivel de pH</p> <hr/> <p>Tiempo de espera</p> <hr/> <p>Kg de remanente</p> <hr/> <p>Tipo de remanente añadido</p>	<p>Técnica: Observación directa</p> <p>Instrumento: Cursograma analítico (diario de campo)</p>

TABLA X
VARIABLE DEPENDIENTE

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica - Instrumento
Kg de queso de pasta hilada	Proceso de transformación de cuajada ácida a quesos de 500 kg.	Medición del peso y verificación de liberación del producto.	Cantidad de quesos	Unidades de queso	Técnica: Observación directa Instrumento: Cursograma analítico (diario de campo) Cartas de control

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Aplicación de la Metodología DMAIC

4.1.1. Etapa Definir:

Para arrancar se realizó una entrevista de forma oral con los gerentes de planta y planificación de la industria láctea Floralp, donde se pudo conocer el producto que más defectos o problemas tiene durante su elaboración y las quejas recibidas por parte de los clientes. Vale recalcar que a partir de este punto los datos recolectados serán de uso académico. Las preguntas realizadas véase en el [Anexo 3 ENTREVISTA INICIAL](#).

Como resultados de esta entrevista se obtuvo que el producto que generaba menor rendimiento económico era la familia de quesos mozzarella; a esto se le añade que este producto es adquirido por cadenas de comida rápida muy reconocidas a nivel nacional, indicando que se debe mantener el estándar de calidad propuesto por el cliente.

4.1.1.1. Selección del Producto:

Al tratarse de una familia de quesos mozzarella o de pasta hilada como se le ha llamado en este trabajo de investigación, se debe seleccionar un producto en específico que tenga la capacidad de representar a los demás tipos; de tal manera, que no se sobre cargue de proyectos; por lo que en la figura 13 se muestra la frecuencia de elaboración de quesos de pasta hilada en los dos últimos meses.

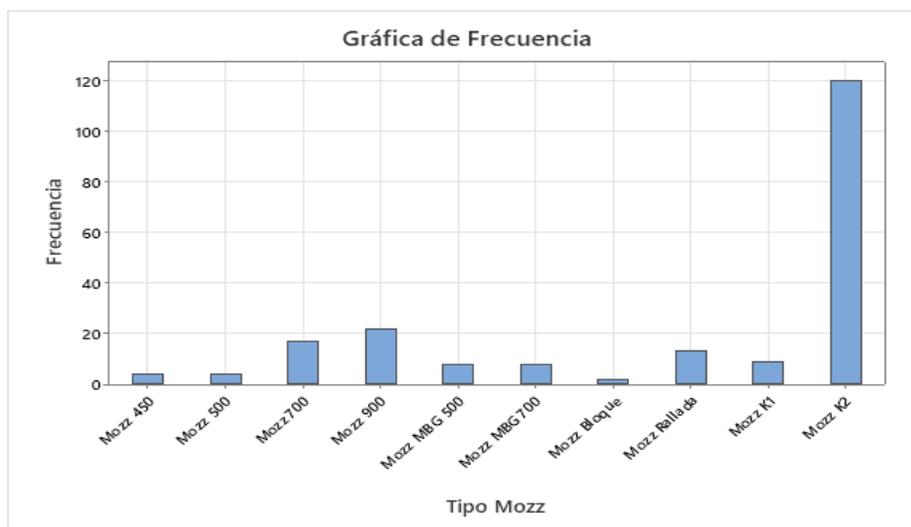


Fig 14. Histograma - Selección del producto

Nota: De acuerdo con las medidas de tendencia central Moda, el producto más elaborado es la mozzarella pizza K2.

Esta tabulación determinó que el proyecto se enfocará en la mejora del proceso de producción del queso mozzarella pizza K2, nombre otorgado por la industria láctea.

4.1.1.2. Diagrama de Flujo:

A continuación, se detalla el proceso productivo del queso mozzarella pizza K2, vale recalcar que el mapeo solo representa hasta el producto semiterminado. A través de esta herramienta se logró determinar puntos donde se debe tener un control, con la finalidad de mantener la calidad del producto. Según Moreano y Cáceres [13], esta herramienta usada en la identificación del proceso permite poner en conocimiento a todos los miembros del equipo las fases y actividades necesarias para la obtención de los quesos de pasta hilada. Véase en el [Anexo 4 DIAGRAMA DE FLUJO](#).

4.1.1.3. Cuantificación del Problema:

El cliente es una parte fundamental para las empresas es por esto que tomando en cuenta sus opiniones respecto al producto se ha obtenido las siguientes no conformidades:

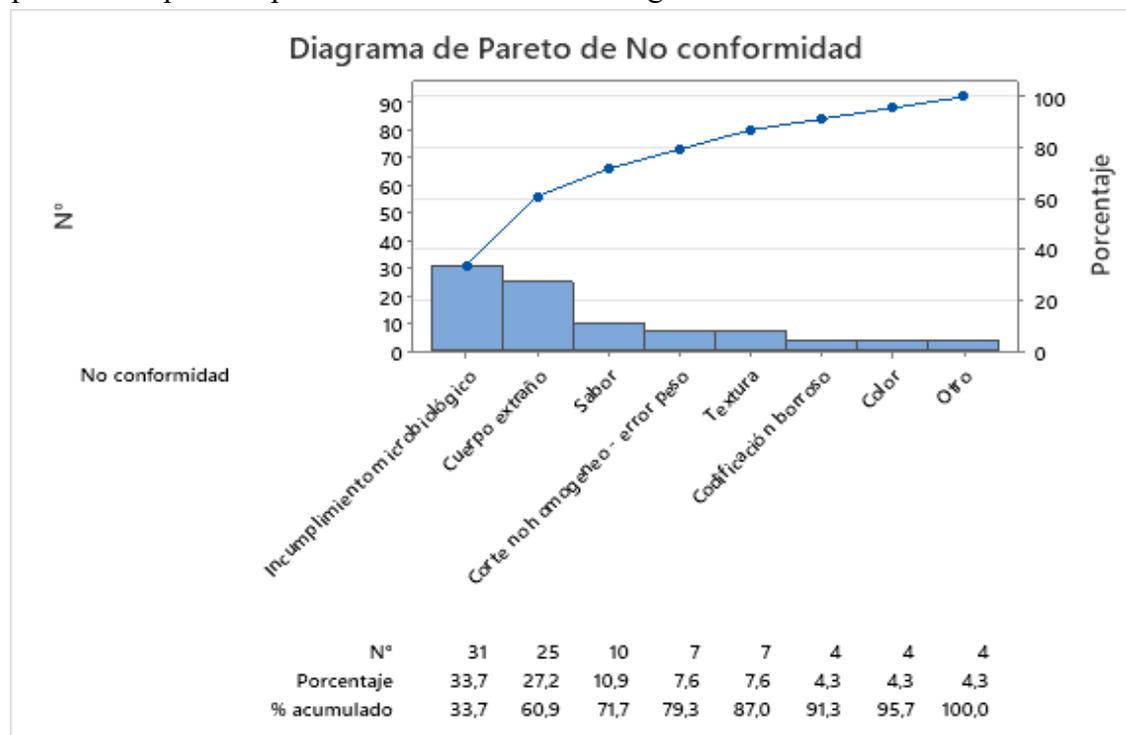


Fig 15. No Conformidades

Nota: quejas recibidas en el correo oficial de Floralp S.A.

4.1.1.4. CTQ's:

Las características críticas de calidad son requisitos que debe cumplir un producto o servicio que reflejan las exigencias del cliente. Una herramienta que ayuda con la comprensión de estas características es la voz del cliente, la cual puede ser receptada por medio de encuestas, entrevistas o quejas presentadas en el departamento de servicio al cliente. [11]

A continuación, se detallan algunas de las características que el cliente requiere que se cumplan antes de aprobar el producto final.

1. Inocuidad
2. Peso
3. Humedad
4. Textura
5. Funcionalidad (derretimiento, elasticidad, aceitosidad, apariencia, color y sabor)
6. Empaque

4.1.1.5. Definición de las Variables en los Puntos Críticos:

En la siguiente tabla se muestra las variables que deberían ser controladas durante el proceso de elaboración, más allá de una exigencia del cliente son considerados puntos críticos que deben estar bajo control y conllevando a la optimización de todo tipo de recursos.

TABLA XI
VARIABLES EN PUNTOS CRÍTICOS

Etapa	Variable	Tipo de atributo	Impacto
Acidificación de la cuajada	pH	Fusión	ALTO
Hilado	Cantidad de sal, sorbato, nisina	Sabor	MEDIO
Enfriamiento	Temperatura interna del queso	Funcionalidad	BAJO
Oreo	Tiempo Temperatura	Funcionalidad	BAJO
Empaque I	Peso Empacado al vacío	Inocuidad	MEDIO

Nota: estas variables influyen directamente en la calidad del producto final.

4.1.1.6. Definición del Proyecto:

Tras la recopilación de información se logró determinar la situación actual de la empresa dando paso a la elaboración del marco del proyecto, donde se define que es lo que busca hacer, en donde, quienes participan y los recursos usados para el desarrollo de este. Véase en el [Anexo 5](#) **MARCO DEL PROYECTO.**

4.1.2. Análisis de Resultados de la Etapa Definir:

Es importante seleccionar un solo producto representativo; es decir, que contenga las suficientes características para representar a toda la población, en este caso fue el queso mozzarella pizza K2. Mediante el mapeo de las actividades permitió conocer el proceso de elaboración de forma detalla; así también, la focalización de puntos críticos donde se debería llevar un control los mismos que tiene una estrecha relación con los CTQ's obtenidos de las quejas de los clientes, tales como la inocuidad y la funcionalidad del producto final; sin embargo, para lograr esto se debe controlar el pH en la etapa de acidificación, la cantidad de ingredientes en el hilado, temperatura y tiempo en el enfriamiento y oreo, peso y empaque al vacío en el empaque I.

Dentro de los CTQ's se pudo cuantificar la necesidad a ser atendida, determinando así que el nivel de pH de la cuajada antes de ingresar a la hiladora es un parámetro importante para la funcionalidad y rendimiento; no obstante, también sirvió para la redacción y construcción del marco del proyecto que representa el primer entregable tras la aplicación de la metodología DMAIC.

4.1.3. Discusión de Resultados:

Dentro de esta etapa si bien es cierto la parte que resume el estado actual de la empresa y permite delimitar donde se va a realizar el estudio es el marco del proyecto, contiene información acerca del problema, lugar de aplicación, participantes, lo que se va a medir y lo que se quiere corregir. Según Nondorf [16], el Project Charter o marco del proyecto, se utiliza como medio de comunicación del estado de la empresa, así también menciona que durante su investigación la herramienta SIPOC le ayuda para obtener una retroalimentación de los involucrados tanto internos como externos.

En trabajos como el de Machfud [15], durante la etapa definir realizó la identificación del proceso productivo y la correlación que existe con los riesgos que causan la mayor parte de defectos en los quesos, en un contexto de llevado al diseño del producto traduciendo como la funcionalidad del producto; en la presente esto se realizó a través de la cuantificación del problema y la definición de las variables en los puntos críticos.

4.1.4. *Etapa Medir:*

4.1.4.1. **Recolección de Datos:**

Para comenzar con la recolección de datos, se determinó el número ideal de observaciones utilizando la ecuación (1) para calcular el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{N * e^2 + Z^2 * P * Q} \quad (1)$$

Donde cada variable corresponde a:

TABLA XII
MUESTRA PROBABILÍSTICA

Variable	Definición
Z	Parámetro estadístico que depende del Nivel de confianza
P	Probabilidad de que ocurra el evento con éxito
Q	Probabilidad de que no ocurra el evento
N	Tamaño de la población
e	Error de estimación máximo aceptado
n	Tamaño de muestra buscado

Nota: consideración de las variables para el cálculo del tamaño de muestra. Tomada de [48]

Subsecuentemente, se procede a calcular el tamaño de muestra utilizando los siguientes datos:

TABLA XIII
TAMAÑO DE LA MUESTRA

N	300
Z	1,44
P	50%
Q	50%
e	10%
n	45

Nota: datos tomados para el cálculo del tamaño de muestra.

Como resultado, se obtuvo que el número adecuado de observaciones a tomar son de 45, las mismas que deberán registrarse para su posterior tratamiento.

4.1.4.2. Estrategia de Muestreo:

En siguiente tabla se presenta la estrategia de muestreo que se llevará a cabo, es importante recalcar que la selección del lote a observar fue mediante un muestro probabilístico aleatorio dado que dentro de los planes diarios de producción aproximadamente 10 lotes son de mozzarella tipo pizza K2.

TABLA XIV
REGISTRO DE LA ESTRATEGIA DE MUESTREO

Dimensionamiento	pH de la cuajada antes de ser hilada. Tiempo de valor agregado. Límites de especificación del proceso de producción.
Factores de Estratificación	Se ejecuta en la cuajada procedente de la tina de 1800 litros.
Especificación Técnica	Grado de acidez o alcalinidad de la cuajada. Tiempo en minutos de la duración de las actividades.
Tamaño de la Muestra	45 observaciones en un mes.
Suministrador de Información	Potenciómetro (resolución de los grados de acidez y temperatura en °C). Cronómetro (resolución en minutos y centésimas de minutos)
Herramienta de Recopilación	Hoja de trabajo (véase en el Anexo 6 CURSOGRAMA ANALÍTICO).
Responsable	Investigador
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender y reconocer cada una de las fases del proceso de producción. 2. Registrar las materias primas utilizadas y sus propiedades. 3. Elaborar lista de actividades. 4. Cronometrar las actividades identificando los tiempos que agregan valor al proceso, para luego promediar y obtener el diagrama de flujo. 5. Diagramar el flujo del proceso.
Propósito	
<ul style="list-style-type: none"> - Punto de referencia para evaluar la capacidad del proceso mediante gráficos de control. - Conocer los tiempos de valor agregado en las actividades desarrolladas durante la elaboración de quesos de pasta hilada. - Identificar acciones que generan fallas en el sistema de producción. 	

Nota: establecimiento de la estrategia de muestreo.

4.1.4.3. Flujo del Proceso:

Subsecuentemente, se presenta los tiempos promedios que se tardan los operarios en la obtención de los quesos de pasta hilada.

TABLA XV
CURSOGRAMA

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO			
				AH-01-24	-----	-----			
Diagrama N°: 1	Hoja N°: 1 de 1	Resumen:							
Proceso: General		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Etapa: Acidificación – Empaque I		Operación		○	0				
Lote: -----		Transporte		⇒	0				
Fecha: -----		Espera		○	0				
Método: Actual		Inspección		□	0				
Lugar: Floralp S.A.		Almacenamiento		▽	0				
Compuesto por:		Distancia (m)			0				
-----		Personas			0				
Fecha:-----		Tiempo (min-hombre)							
Aprobado por:		Costo							
-----		- Mano de obra							
Fecha:-----		- Material							
		Total							
Descripción	Cantidad (Personas)	Tiempo	Distancia	Símbolo					Observaciones
				○	□	○	⇒	▽	
Acidificación	1								
1. Descarga de la cuajada		14,61							
2. Tamizado		17,16	1						
3. Reposo		75,45							
4. Toma pH		2							pH inicial: 6.05 pH final: 5,27
Hilado	1								
Recibe la tina con la cuajada acidificada		1	4						
Corta la cuajada		3,75	3						
Coloca en la hiladora		5,68	1						Temperatura máquina: 63°
Agrega ingredientes		4,97							600 gr Sorbato de calcio, 3 gr Nisina
Proceso de hilado		32,43							T= 27 ± 2 min
Salida de la pasta hilada		3,65							
Envió al Extrusor		1,12							La pasta tiene una elongación de 10 cm.
Moldeo	1								
Recepción de pasta hilada		2,67	1						
Ingreso en máquina de moldeo		17	1						
Moldeo en máquina		40,45	1						
Salida de pasta hilada de queso		2							

Comprobación de textura		1							
Enfriamiento	1								
Se agrega agua fría en la tina		2							
Se coloca los quesos en filas		45,89							
Se lleva la tina cerca de las llaves de agua		0,3	5						
Conectar tuberías		2							
Reposo		52,67							El agua se mantiene constante. T=50 min
Comprueba textura		1							
Agrega desinfectante		2							
Oreo	1								
Se ordena quesos en estantería		32,23	1						
Conteo de quesos del lote		2							
Se coloca número de lote, fecha, hora y cantidad producida		3,76							
Se transporta a cuarto frío		2	15						
Permanencia en el cuarto frío		1325,78							T= 1440 min
Empaque I									
Colocar en empaques		33,85							12 unidades
Moviliza las gavetas a donde está la selladora		4,75							
Sellado al vacío		28,97							
Etiquetado		4,76							
Ingreso a maduración		7,89							
Total		1776,79							

Nota: hoja de trabajo utilizada para el registro de actividades, tiempos y variables a estudiar.

Es importante mencionar que los tiempos obtenidos hacen referencia a un promedio tras las 45 observaciones que se tomaron; el proceso de hilado el cual se lleva a cabo mediante la programación de un PLC tiene un tiempo de ciclo establecido de 27 ± 2 min, donde se analiza que existe un tiempo promedio y la operación puede durar 3,43 min más de lo ya establecido.

Por otro lado, el tiempo establecido de enfriamiento de los quesos es de 50 min el cual tras la observación se determinó que se excede en 2,67 min; sin embargo; se lo puede considerar dentro del rango. Otra de las observaciones a considerar es el tiempo de permanencia en el cuarto frío, si bien en el procedimiento se encuentra establecido que el tiempo debe ser de 24 horas; no obstante; no se cumple y no se lleva un control del registro de esta actividad.

4.1.4.4. Capacidad del Proceso:

Para este trabajo de investigación se usó la carta de control para variables, dado que para registrar las observaciones fue necesario utilizar un instrumento de medición permitiendo dar un valor a la característica de calidad. [25]

Como primer paso se obtuvo la distribución normal de los datos a través del software Minitab.

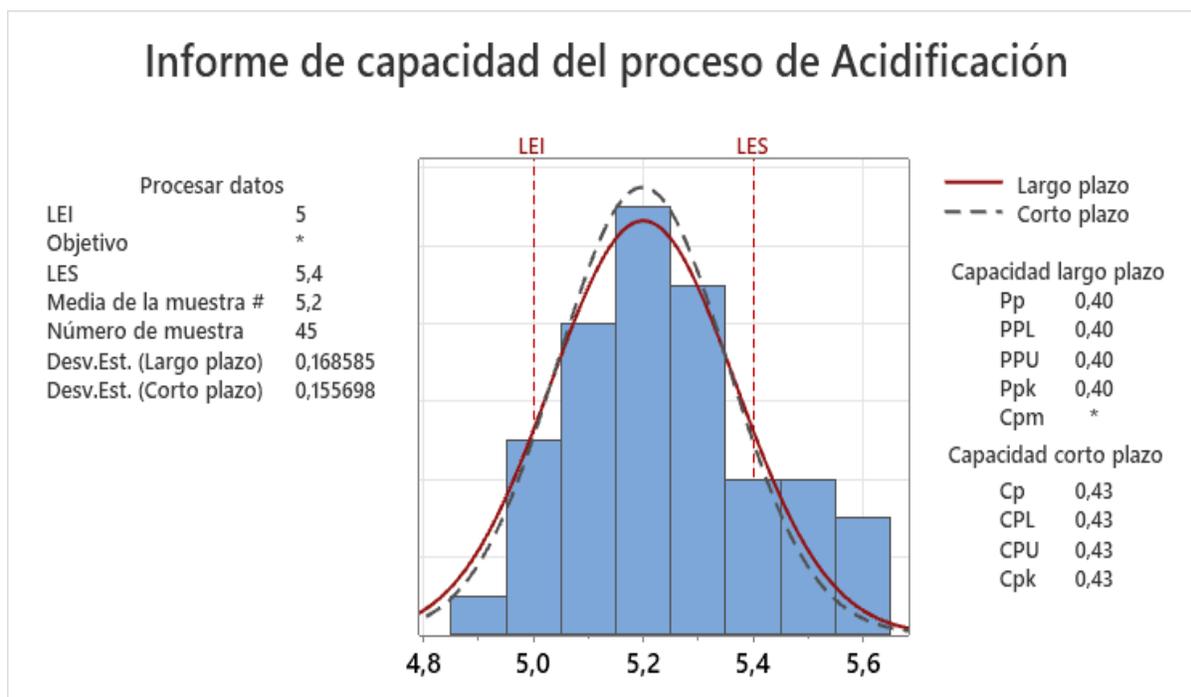


Fig 16. Distribución Normal – Situación Actual

Tras esta aplicación se puede observar que el C_p del proceso es de 0,43 el cual es menor que 0,67 valor establecido por autores como Gutiérrez [25], encontrándose en la categoría 4 llevando a la conclusión de que el proceso no se encuentra centrado y que necesita modificaciones.

En la figura 16 podemos encontrar la carta de control X, usada para medidas individuales donde se puede observar que no existen datos atípicos o que se encuentran fuera de los límites.

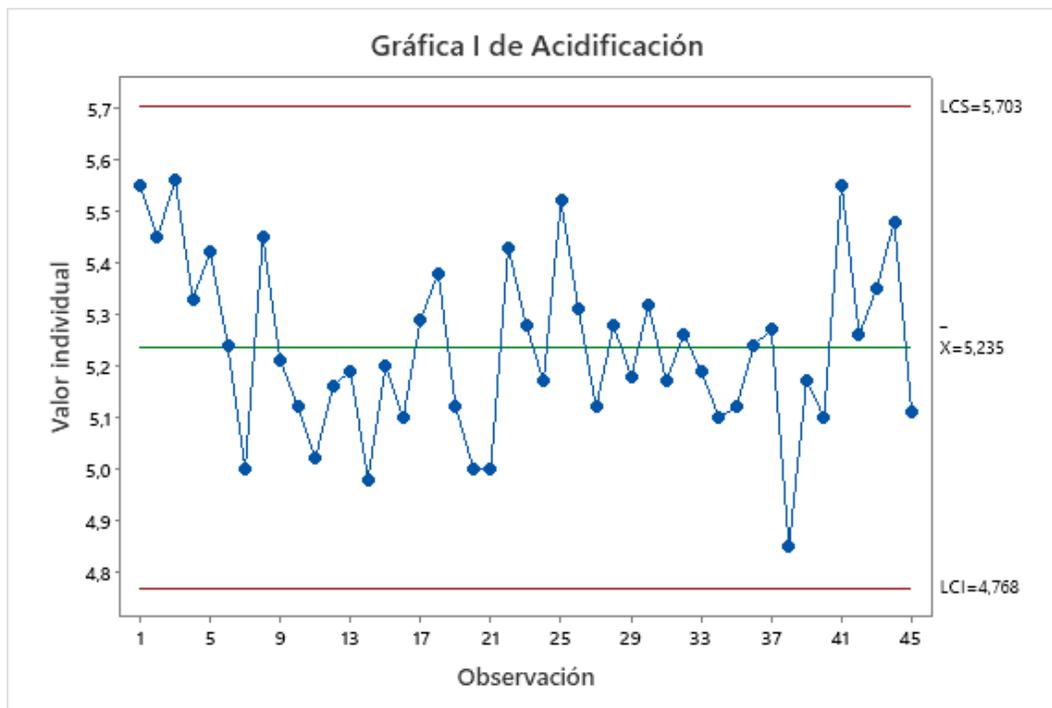


Fig 17. Gráfica X - pH antes de hilar

Como se puede observar el LCS es de 5,703 el cual es mucho mayor que la ES de 5,4; especificación establecida por la industria. Por otra parte, el LCI es de 4,768 menor que la EI de 5,0. Para conocer el Cpk del proceso a continuación se muestran las fórmulas y operaciones realizadas para su obtención.

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma_x} \quad (2)$$

Donde σ_x es igual a la media de los rangos sobre d_2 y este es igual a 1,128.

$$C_{pi} = \frac{5,24 - 5,0}{3 \left(\frac{0,176}{1,128} \right)} = 0,50$$

Seguidamente, se realiza el mismo procedimiento, pero con ES:

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma_x} \quad (3)$$

$$C_{ps} = \frac{5,4 - 5,24}{3 \left(\frac{0,176}{1,128} \right)} = 0,35$$

A partir de allí podemos obtener el Cpk del proceso, usando la siguiente fórmula:

$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma_x}; \frac{ES - \mu}{3\sigma_x} \right] \quad (4)$$

$$C_{pk} = \text{Mínimo} [0,50; 0,35]$$

$$C_{pk} = \text{Mínimo} [0,35]$$

El Cpk del proceso dio como resultado $0,35 < 1$, dando a entender que el proceso no está cumpliendo al menos con una especificación. Véase el [Anexo 7 CARTAS DE CONTROL](#), donde se puede observar el comportamiento de las observaciones registradas en relación con la carta de control X y las especificaciones de la empresa.

4.1.5. Análisis de Resultados de la Etapa Medir:

Después de calcular el tamaño de la muestra, se determinó que el número ideal de observaciones es 45; por lo que seguidamente mediante el cursograma analítico se recopiló la información tales como niveles de pH, tiempos de espera, cantidad de ingredientes que se añade durante el hilado y alguna observación ocurrida durante la observación.

Una vez recolectado y acoplado al formato establecido los datos se sometieron a la validación la cual se realizó a través de una herramienta de la calidad como son las cartas de control; el tipo de carta que más se acoplo a la naturaleza de los datos fue la carta de medidas individuales, que se aplica en aquellos procesos que son lentos o que tiene que transcurrir un largo tiempo para poder tomar medidas de una a otra. Aquí se pudo determinar un Cp. de 0,43 ubicando al proceso en una categoría 4, la misma que requiere modificaciones y control durante su desarrollo. Subsecuentemente se definió el Cpk. dando como resultado de 0,35, dando a entender que el proceso se encuentra desviado hacia el límite superior.

4.1.6. *Discusión de Resultados:*

Moreano y Cáceres [13], proponen en su estudio realizar pruebas piloto en la microbiología de la materia prima con la aplicación de un sistema de limpieza para resolver temas de contaminación en el producto, esta suposición se plantea tras obtener un Cp. de 0,46. Por otra parte, dentro de la presente investigación se deduce que no existe un control adecuado del pH en la etapa de acidificación, esto se puede fundamentar con el Cp. que dio como resultado de 0,43, dando a entender que se debe aplicar modificaciones urgentes con la finalidad de evitar pérdidas económicas por devoluciones de producto no conforme o disminución de la demanda.

Guerrero, Herrera, Trujillo y Burneo [14], en su estudio empezó con un Cpk del 0,37 mediante su análisis se determinó que las principales fuentes de variabilidad se encontraban en la etapa de hilado y moldeo, entre las principales causas estaban la falta de automatización en la maquinaria por lo que se manejaba un método de trabajo netamente manual. Si bien es cierto el proceso de hilado en este caso de estudio se encuentra automatizado comando por un PLC; sin embargo, se ha detectado que su uso no es el adecuado muchas ocasiones se constató que los operarios no respetaban la capacidad máxima de esta máquina conllevando a paros de emergencia; de igual manera, se tiene que el Cpk del proceso es 0,35 índice que demuestra la desviación el no cumplimiento de una de las especificaciones.

4.1.7. *Etapa Analizar:*

4.1.7.1. Oportunidades de Mejora:

Retomando la figura 14 podemos analizar y determinar que en la etapa que se generan estas no conformidades son en la acidificación de la cuajada y parte del oreo; sin embargo, la etapa de oreo se mueve de acuerdo con la disponibilidad del cuarto de maduración el cual a su vez depende de la liberación del producto para el proceso de cubicaje.

Subsecuentemente, se presenta el diagrama de Pareto donde se demuestra a través del principio de Pareto 80/20 que la oportunidad de mejora se encuentra en la etapa de acidificación.

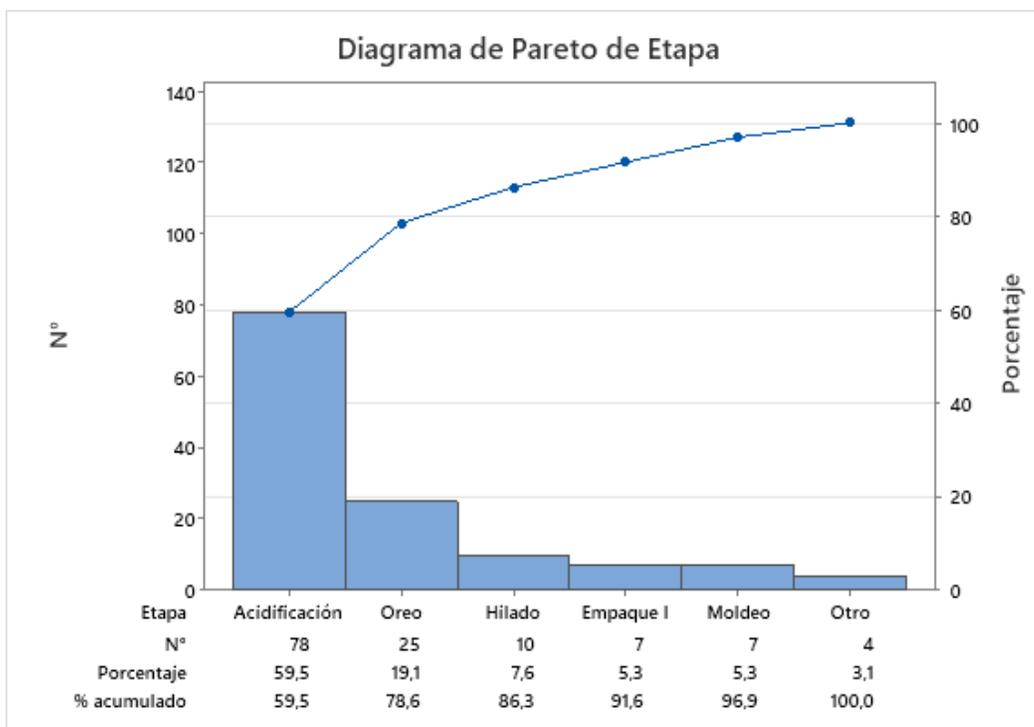


Fig 18. Oportunidad de Mejora

Nota: el % acumulado se puede observar que abarca el 86,3% por lo que se creería que también es una oportunidad de mejora; sin embargo, esta etapa se encuentra automatizada y los tiempos y temperaturas que maneja la máquina no pueden ser modificados por el operario.

4.1.7.2. Diagrama Ishikawa:

Con el objetivo de identificar las causas de un producto no conforme, se han elaborado los siguientes diagramas de Ishikawa.

En la figura 18 es importante mencionar que el efecto por el cual se basan las causas es que la cuajada no se transforma en pasta esto sucede cuando el pH es bajo generando un índice de desperdicio; ya que, al momento de salir de la hiladora la cuajada se convierte en lechada por medio del método Gerber se determinó que la lechada contiene cerca del 33% de grasa.

Por otra parte, en la figura 19 encontramos el efecto y sus causas de hilar con un pH alto o que sobrepase la especificación superior; aquí podemos encontrar que el rendimiento o la cantidad de quesos no es la óptima, ya que la pasta adquiere mayor densidad.

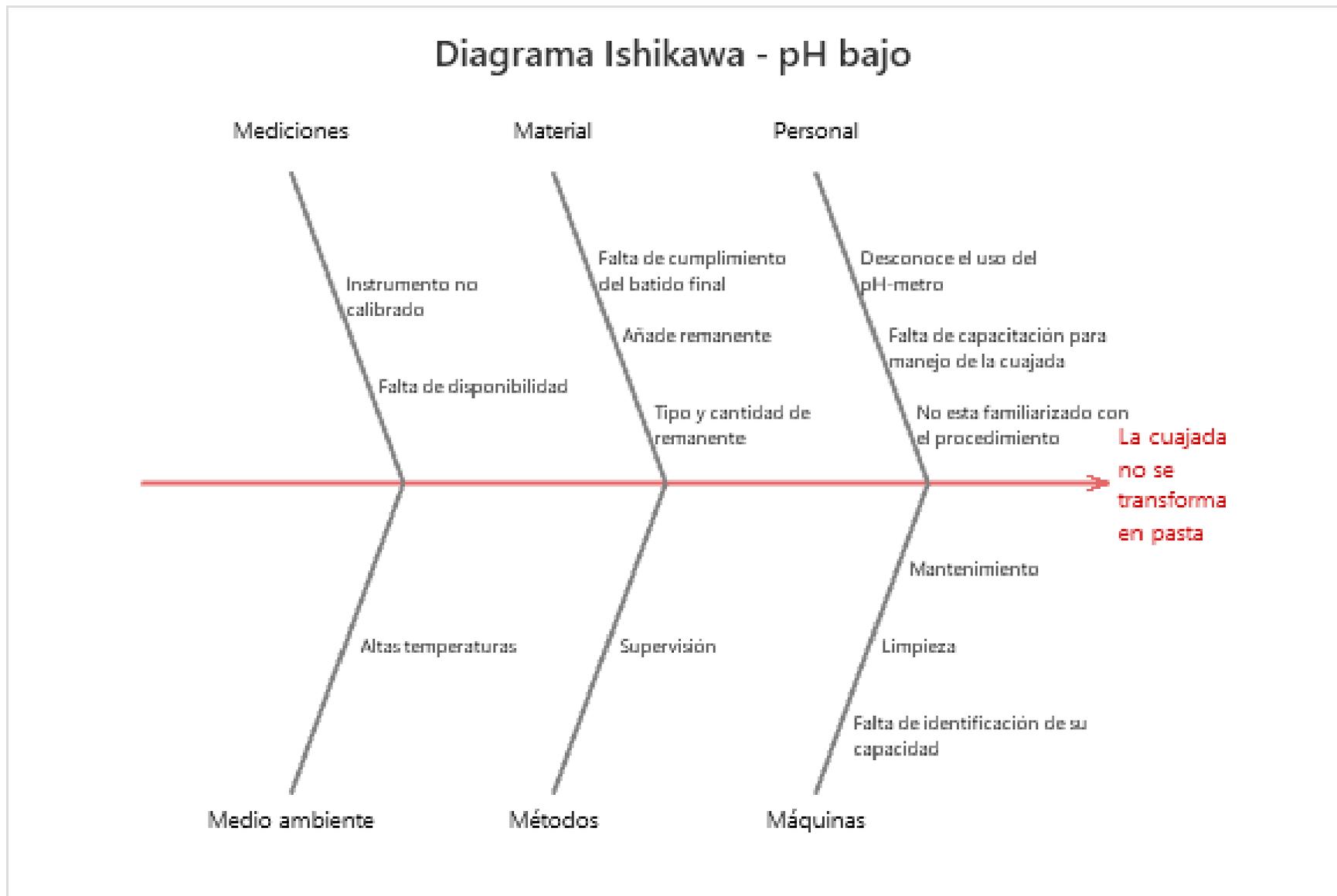


Fig 19. Causa Efecto - pH Bajo

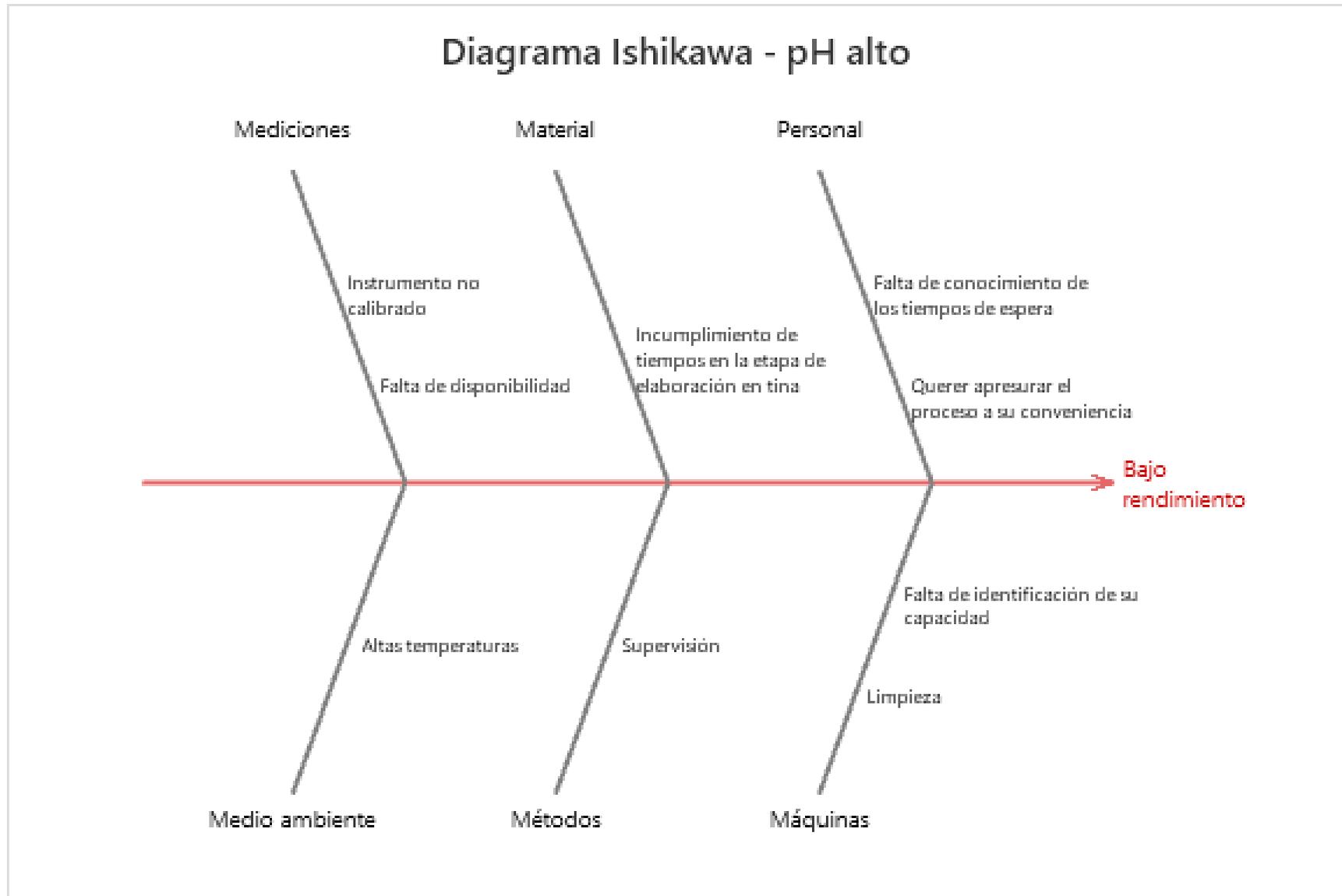


Fig 20. Causa Efecto - pH Alto

4.1.7.3. Diagrama de Dispersión:

Parte del objetivo de la etapa analizar es comprobar el índice de correlación existente entre la variable de entrada que para esta investigación se declaró al pH de la cuajada antes de hilar y la variable de salida que hace referencia al rendimiento que tendrá dicha cuajada.

De esta manera a continuación se presenta el diagrama de dispersión presentando un R-cuadrado de 0,7%.

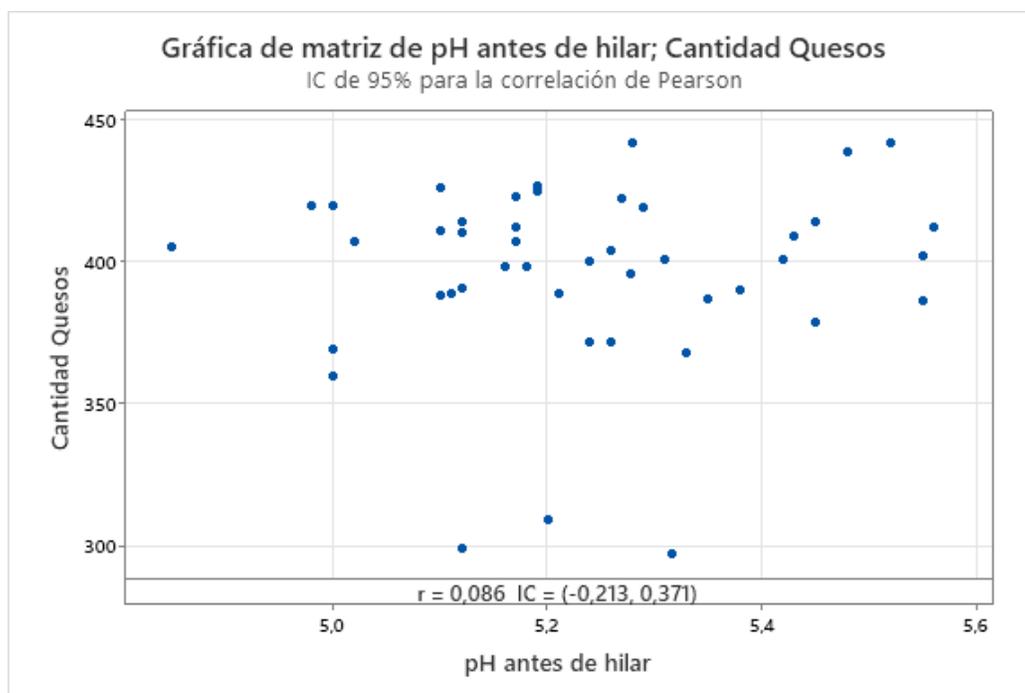


Fig 21. Diagrama de Correlación

Nota: representación gráfica de la relación entre la variable de entrada (pH antes de hilar) y la variable de salida (cantidad de quesos).

4.1.8. Análisis de Resultados de la Etapa Analizar:

Sin abandonar el uso de herramientas de calidad, se empleó el diagrama de Pareto con el propósito de identificar el área en la que se deben implementar posibles soluciones para abordar las causas que generan productos no conformes o que no cumplen con el rendimiento esperado de la cuajada. Es así como se estableció que la etapa de acidificación es una de las más primordiales a ser controladas para conseguir el propósito establecido en el marco del proyecto, que fue la disminución de la variabilidad en el producto semiterminado.

Seguidamente uno de los análisis más importante es determinar los efectos y las causas de estos cuando se hila con un pH bajo; es decir, desviado en el límite inferior teniendo como efecto desperdicios, dado que la cuajada no se transforma en pasta y al salir de la hiladora sale lechada llevándose cerca del 33% de grasa, que en grandes cantidades para el patrocinador de la empresa son pérdidas económicas en desperdicios; otro de los efectos son bajo rendimiento de la cuajada lo que significa que tiene que añadir remanente para logra completar el lote.

En la figura 21 se pudo observar que la relación entre la variable pH de la cuajada antes de hilar y el rendimiento no existe; es decir, 12 de 45 observaciones se encuentran con alto rendimiento sin importar el pH con el que se hilo esa cuajada, esto es ocasionado por la falta de control en el momento de añadir remanente o parte de otros lotes, conllevando a que no se permita comprobar que con pH alto existe un menor rendimiento además afecta a la trazabilidad de los lotes.

4.1.9. Discusión de Resultados:

En los procedimientos establecidos por la empresa se encuentra que para ingresar la cuajada ácida a la hiladora debe cumplir la especificación de $5,2 \pm 0,2$; sin embargo, por falta de control este parámetro en algunas ocasiones no se cumple conllevando a defectos en el producto final. De esta manera en el estudio de Cervantes, Espín y Guevara [12] se manejan con un pH de 5,2 dentro del proceso de producción con la finalidad de al momento de prensar unir el grano con éxito.

En el estudio de Guerrero, Herrera, Trujillo y Burneo [14], presenta los resultados de las pruebas piloto en las que se demostró que el proceso de salmuera afecta significativamente en el peso del producto final, dado que tiene como función absorber la mayor parte de grasa del queso. Este indicador que es la cantidad de ingredientes que se añaden durante el proceso de hilado tiene una influencia de casi el 2% en el peso neto del producto.

4.1.10. Etapa Mejorar:

Dentro de esta etapa se elaboró un procedimiento de mejora para el proceso de quesos de pasta hilada, donde se detallan las acciones que se deben tomar en cuenta cuando se presentan ciertas situaciones. Véase en el [Anexo 8 PROCEDIMIENTO DE MEJORA](#).

A continuación, se seguirán utilizando herramientas de calidad para identificar modificaciones que puedan ajustarse a las necesidades de la empresa.

4.1.10.1. Planteamiento de Alternativas de Solución:

Dentro de la búsqueda de posibles soluciones para resolver un problema se propone el uso de la herramienta lluvia de ideas, la cual consiste en generar algunas ideas creativas en un mínimo de tiempo sin crítica alguna, a través de esta herramienta no se desestima ninguna idea todas son consideradas óptimas para su aplicación. [49]

Consecuentemente se presenta la lluvia de ideas que podrían formar parte de la propuesta de este trabajo de investigación:

TABLA XVI
LLUVIA DE IDEAS

- Programa para mantener una estricta higiene de la maquinaria y equipos con la finalidad de evitar contaminaciones que puedan alterar el pH de la cuajada.
- Capacitar al personal sobre el manejo adecuado de la maquinaria y los procedimientos correspondientes.
- Implementar más personal en el área de hilado.
- Automatizar el área de acidificación mediante un indicador de pH en tiempo real.
- Implementar nuevas tinas para la acidificación de la cuajada, facilitando el desuerado.
- Hacer uso del internet de las cosas a través de una red de dispositivos conectados entre sí.
- Implementar en la línea de producción el sistema Manufacturing Execution Systems (MES).
- Hacer uso de la asistencia técnica remota; es decir, en tiempo real para guiar al personal en sus actividades.
- Uso de modelos predictivos como son los sistemas machine learning para el control del pH.
- Sistema de actuadores automatizados, donde por medio de válvulas se ajuste automáticamente el pH deseado.

Nota: posibles soluciones ingenieriles para el control del pH de la cuajada antes de ingresar a la hiladora.

4.1.10.2. Selección de la Mejor Solución:

Para la selección de las mejores soluciones se decidió utilizar una matriz de prioridad con la finalidad de ajustar la solución con los recursos que se tienen a la mano en el presente. Esto se logra a través de la ponderación que proporciona la escala de Likert, es un tipo de valoración cualitativa por la que se determina la percepción de alguna variable de la misma naturaleza. [50]

Cada solución se evaluará con una escala del 1 al 5, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto; sin embargo, para la ponderación se usó la escala de Likert que se muestra en la tabla XVIII.

TABLA XVII
MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES

	Solución	Impacto	Facilidad	Costo	Plazo	Mejora	Ponderación
A	Programa para mantener una estricta higiene de la maquinaria y equipos con la finalidad de evitar contaminaciones que puedan alterar el pH de la cuajada.	4	3	3	2	2	4
B	Capacitar al personal sobre el manejo adecuado de la maquinaria y los procedimientos correspondientes.	5	5	1	1	5	5
C	Implementar más personal en el área de hilado.	2	3	4	3	2	2
D	Automatizar el área de acidificación mediante un indicador de pH en tiempo real.	4	4	3	3	4	5
E	Implementar nuevas tinas para la acidificación de la cuajada, facilitando el desuerado.	5	4	5	4	5	5
F	Hacer uso del internet de las cosas a través de una red de dispositivos conectados entre sí.	4	2	5	5	3	3
G	Implementar en la línea de producción el sistema Manufacturing Execution Systems (MES).	3	2	5	5	5	3
H	Hacer uso de la asistencia técnica remota; es decir, en tiempo real para guiar al personal en sus actividades.	2	2	5	4	1	2
I	Uso de modelos predictivos como son los sistemas machine learning para el control del pH.	2	2	5	5	3	2
J	Sistema de actuadores automatizados, donde por medio de válvulas se ajuste automáticamente el pH deseado.	3	1	5	5	3	3

Nota: la priorización se basó en los recursos y plazo que dispone la industria.

TABLA XVIII
ESCALA DE LIKERT

Escala	Ponderación
No es importante	1
Poco importante	2
Algo importante	3
Importante	4
Muy importante	5

Nota: escala para cuantificar una variable cualitativa. Adaptada de [50].

4.1.11. Análisis de Resultados de la Etapa Mejorar:

Si bien es cierto una de las características de la ingeniería industrial es optimizar los recursos que se disponen en el momento que se requiere, en base a esto se ha priorizado las mejoras más factibles en base a impacto, facilidad de implementación, costo, plazo, nivel de mejora y la importancia de aplicar esta solución en la línea de producción. Tras la valoración de dichos aspectos se llegó a determinar que las mejoras más viables son:

TABLA XIX
MEJORAS A IMPLEMENTAR

Solución	Ponderación
A Programa para mantener una estricta higiene de la maquinaria y equipos para evitar contaminaciones que puedan alterar el pH de la cuajada.	4
B Capacitar al personal sobre el manejo adecuado de la maquinaria y los procedimientos correspondientes.	5
D Automatizar el área de acidificación mediante un indicador de pH en tiempo real.	5
E Implementar nuevas tinas para la acidificación de la cuajada, facilitando el desuerado.	5

Retomando el análisis que se realizó en la etapa anterior donde se encontraba como causa raíz el desconocimiento del uso adecuado de la maquinaria y equipos e incluso el procedimiento que se debe llevar a cabo durante la elaboración de los quesos de pasta hilada, se propone la solución A y B donde mediante la capacitación al personal sobre estos temas podría ayudar de manera significativa a la mejora y control del proceso, dado que muchas de las ocasiones un

operario es el encargado de realizar la capacitación a los operarios nuevos y se desconoce los errores que este comete durante sus actividades; esta solución posee un impacto alto dentro del proceso, es fácil de implementar, no conlleva mucho tiempo en realizarlo, no es necesario una inversión alta y forma parte de las obligaciones de los empleadores por lo que se debe considerar importante.

Dentro de la solución D respecto a la automatización del área de acidificación, se la propone por el motivo de que no existe la disponibilidad adecuada del instrumento de medición conllevando a que los operarios no tomen la medida de dicho parámetro; dentro de esta propuesta se encuentra un impacto alto; no obstante, su nivel de implementación, plazo y costo están categorizados como intermedios, pues si se toma en consideración involucra la programación de un sistema automatizado; a pesar de ello, su ponderación es importante dado que ayudaría al operario en reducción de tiempos muertos ocasionados por ir a buscar el potenciómetro y le permitiría realizar otras actividades a tiempo.

Parte de la revisión literaria ayudó a entender la importancia del desuerado, ya que no solo ayuda a bajar el nivel de pH de la cuajada si no también evita que se ocasione daños a la maquinaria dado que no está diseñada para tratar con líquidos generando un sobre trabajo en la maquinaria es por esto que se propone un nuevo diseño para el almacenamiento de la cuajada durante la etapa de acidificación, de tal manera que ayude con el proceso de desuerado y se logró mejorar el proceso. Esta solución tiene un alto impacto, la facilidad de implementación es alta así también como el plazo debido a que se debe buscar un proveedor que elabore el nuevo diseño desde cero, la mejora es alta llevando a una ponderación de muy importante para el proceso.

4.1.12. Discusión de Resultados:

Es importante mencionar que la automatización e innovación de la tecnología dentro de las industrias muy independientemente de la actividad que realizan, han sido de gran ayuda para la mejora de los procesos. Dentro de la presente se propone ciertos parámetros que obligan a implementar nuevas tecnologías que se encuentran al alcance y que pueden ser de gran ayuda; sin dejar de lado la automatización en estudio como el de Guerrero, Herrera, Trujillo y Burneo [14]; proponen la automatización en el área de hilado y moldeo que era el lugar donde mayores conflictos se presentaban y daba lugar a los defectos en los quesos mozzarellas, tras esta propuesta logró obtener un Cpk del 1,12 a través de la automatización de la maquinaria, sin embargo, fue necesario

plantear una estandarización del proceso el mismo que con ayuda de capacitaciones a los operarios se dio a conocer de su funcionamiento y el mantenimiento que se debe dar.

Si recordamos el estudio realizado por Moreano y Cáceres [13], durante sus pruebas piloto determinó que la limpieza y mantenimiento de los equipos era primordial para el buen desempeño del proceso por otra parte influía directamente en la calidad y la percepción del cliente en el producto final, ayudando al aumento de la demanda dado que se registra una menor cantidad de defecto en los lotes elaborados. Tomando parte de las ideas de estos autores en esta investigación también se propone la limpieza como una mejora que ayuda a la calidad del producto y al rendimiento dado que se evita la contaminación que puede alterar el pH de la cuajada.

4.1.13. Etapa Controlar:

Una vez establecidas las soluciones a implementar se prosigue con la siguiente etapa de la metodología la cual permite conocer si se ha logrado conseguir los resultados deseados dentro del proceso o si es necesario ajustar alguna de las estrategias implementadas.

En esta fase, también se ha definido un procedimiento para el control del proceso, que incluye actividades que podrían llevarse a cabo para apoyar la implementación de la metodología Six Sigma DMAIC. Véase el [Anexo 9 PROCEDIMIENTO DE CONTROL](#).

4.1.13.1. Línea Base:

En el marco del proyecto se estableció que se deseaba disminuir la variabilidad del proceso de elaboración de quesos mozzarella pizza K2, haciendo inferencia en que se requiere obtener menor porcentaje de devoluciones por parte de los clientes potenciales; asimismo, la reducción de la cantidad de remante que se genera con la no liberación de este producto.

Por otra parte, se conoce que el control se debe establecer en los PCC anteriormente ya establecidos garantizando el monitoreo en tiempo real. Es por esto, que para optimizar el tiempo de monitoreo se ha diseñado un dashboard, el cual es conocido como una herramienta que permite agrupar, compartir y proporcionar una visualización gráfica de un conjunto de información relevante muy utilizada en la toma de decisiones. [51]

Esta información se logra a través de los indicadores, los cuales se definen como la unidad de medida que permite la evaluación del desempeño de una organización frente a sus objetivos ya sean con sus clientes, accionistas, comunidad, proveedores e incluso sus trabajadores. [52]

4.1.13.2. Indicadores para el Control del Proceso:

Si bien es cierto la etapa Controlar es donde se verifica el cumplimiento del propósito por el cual se realizó la implementación de esta metodología, se debe tener claro que los indicadores es una herramienta fundamental para obtener una visualización gráfica donde se podrá entender el desempeño o compartimiento de ciertas variables que nos interesan.

Para el control del proceso de producción de quesos de pasta hilada se usaron los siguientes indicadores:

- Rendimiento
- Nivel de calidad
- IDC, cumplimiento de entregas a tiempo
- Desperdicios
- Devoluciones
- Satisfacción del cliente
- Cartas de control

Es importante recalcar que las cartas de control son fundamentales en este proceso pues demuestran si se ha logrado disminuir la variabilidad encontrada en un principio y además ayuda a determinar si es necesario realizar algún ajuste en las estrategias establecidas.

Si se ha seguido paso a paso cada una de las estrategias implementadas se logrará obtener un Cp. de 1,61 el mismo que es mayor a 1,33 posicionando al proceso en una categoría 1 lo que nos indica que se encuentra centrado de acuerdo con las especificaciones establecidas anteriormente. [25]

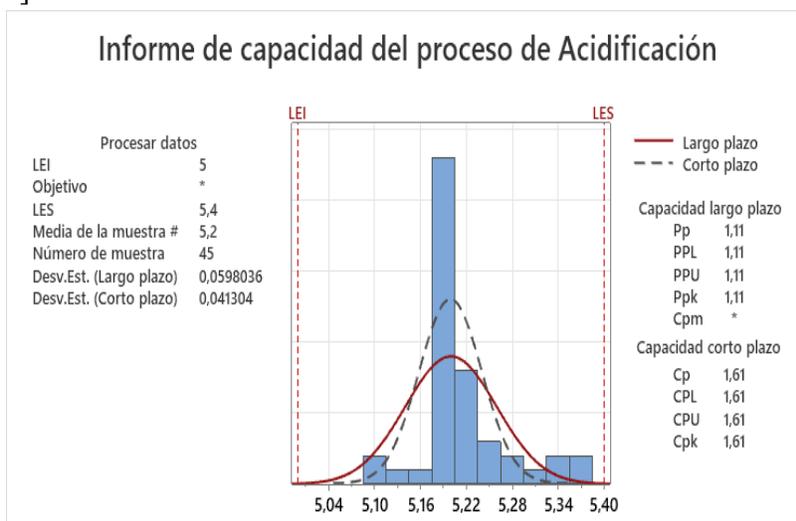


Fig 22. Distribución Normal - Situación con Modificaciones

4.1.13.3. Dashboard:

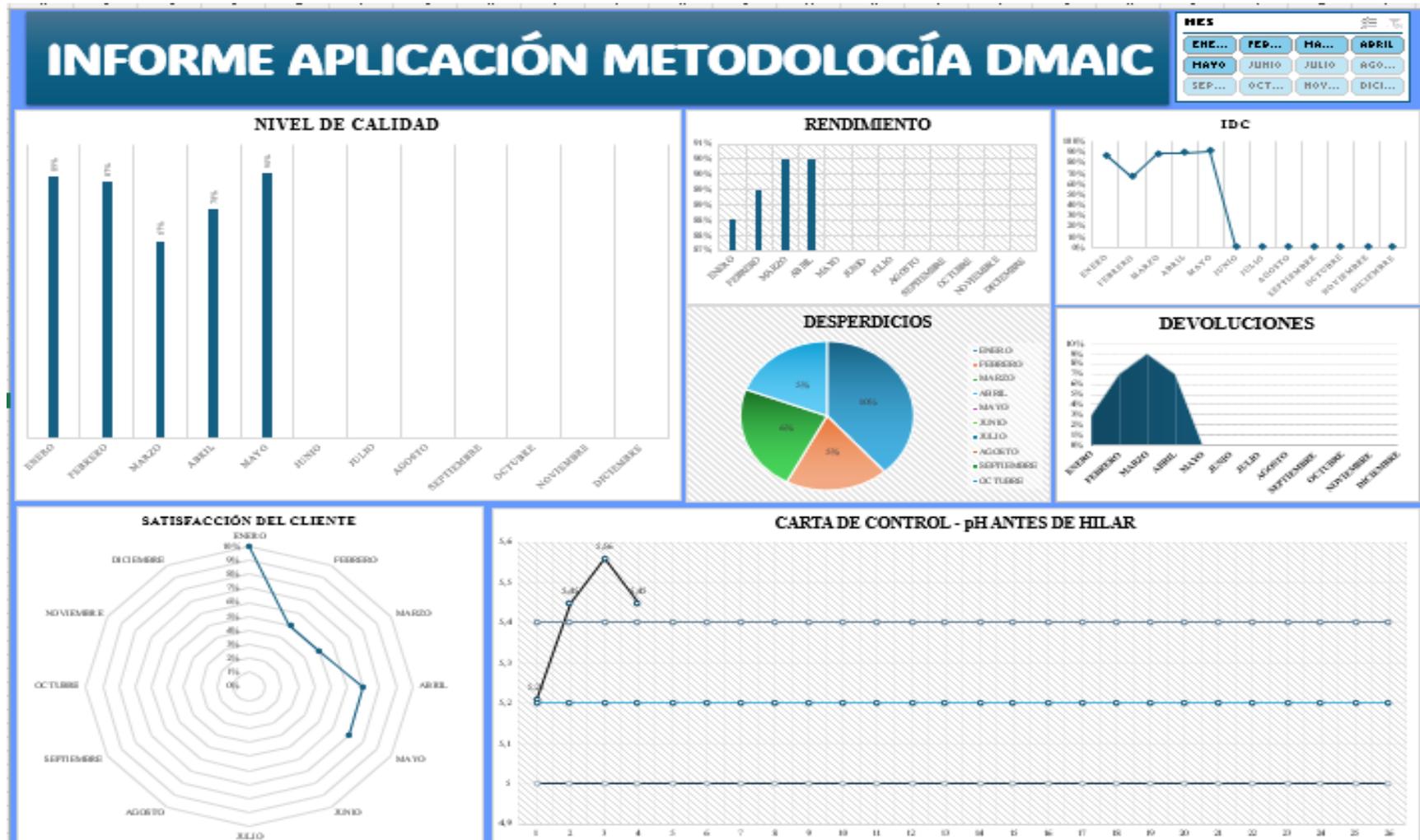


Fig 23. Panel de Control

Nota: dashboard que resume los indicadores considerados importantes durante la implementación de la metodología DMAIC.

4.1.14. Análisis de Resultados de la Etapa Controlar:

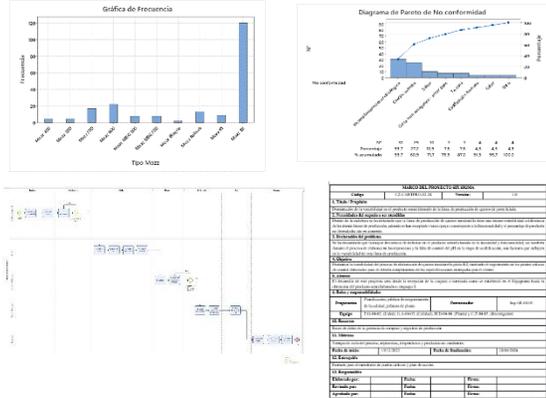
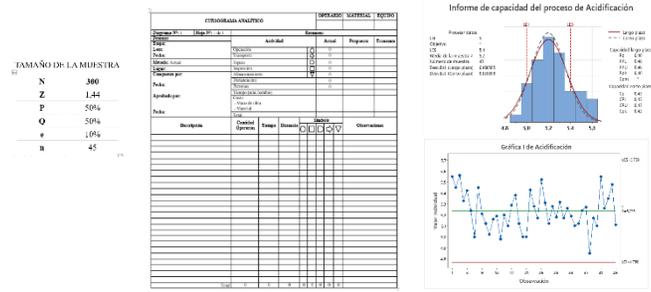
Como se ha mencionado por varios autores el control estadístico de un proceso es fundamental para evitar todo tipo de desperdicios tales como en materias prima, tiempo hombre – máquina, espacio en almacenamiento y por reprocesos de productos semiterminados o terminados. Es así como dentro de la metodología DMAIC, la última etapa de Controlar sirve como verificador de los objetivos propuestos en un principio por otra parte permite conocer que tanto porcentaje se ha logrado corregir errores que se han venido cometiendo durante todo el tiempo en el que se ha realizado el proceso de producción de quesos de pasta hilada. Si bien se pudo observar en la figura 22 si se lleva un control adecuado del pH de la cuajada antes de que ingrese en la hiladora se logrará un Cp. de 1,61 lo que se categoriza como un proceso centrado clase 1, dando como resultados un producto semiterminado conforme acorde a las características que requiere el cliente; otro de los beneficios de esta mejora es la disminución de devoluciones y reprocesos del producto.

4.1.15. Discusión de Resultados:

El control de un proceso de producción es fundamental para cualquier empresa, pues es una forma de encontrar donde se está fallando y que se puede mejorar, de tal manera que se pueda llegar a la satisfacción del cliente. Es por esto que autores como Guerrero, Herrera, Trujillo y Burneo [14], en su estudio plantean un programa de control donde por medio de hojas de verificación se rastrea los errores del proceso que pueden ser por maquinaria, por el operario o el proceso se encuentra desactualizado; de igual manera encontramos que el control forma parte de un sistema integrado donde por medio de alertas se identifica cuando se ha producido una variación en el producto esta propuesta se encuentra en el estudio de Moreano y Cáceres [13]. Se puede pensar que un sistema integrado hace referencia a un panel de control donde se puede visualizar todas aquellas variables críticas que influye directamente a la calidad de los quesos.

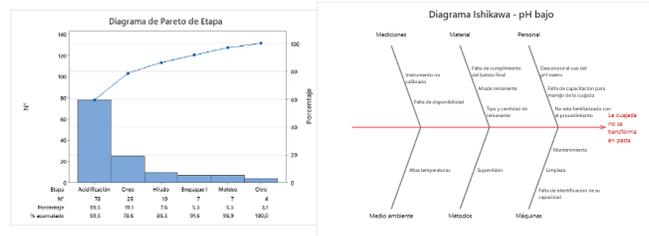
4.2.Resumen – Metodología DMAIC

TABLA XX
RESULTADOS - METODOLOGÍA DMAIC

Etapa DMAIC	OBJETIVO	HERRAMIENTAS	RESULTADOS
<p>DEFINIR</p>	<p>Identificar y especificar el problema presente en la línea de producción de quesos de pasta hilada mediante la definición de los requisitos del cliente.</p>		<p>Selección del producto Mapeo de las actividades que corresponden al proceso productivo Cuantificación del problema a través de las no conformidades Definición de metas, participantes y entregables. Véase en las páginas 46-49.</p>
<p>MEDIR</p>	<p>Definir las medidas clave que afectan directamente el cumplimiento de los requisitos del cliente y, además, desarrollar un plan de medición.</p>		<p>Técnica utilizada para conocer cuantas observaciones se deben tomar Medio por el cual se registró los datos necesarios como tiempo, niveles de pH y cantidades de ingredientes Herramientas para calcular la capacidad de proceso y conocer cuál es el estado de la empresa Véase en las páginas 50-56.</p>

ANALIZAR

Identificar y validar cuales son las causas principales que están contribuyendo al problema previamente identificado.



Determinar cuál es el área más factible para resolver el problema
 Definir cuáles son los efectos y sus causas de tener un pH alto y un pH bajo
 Véase en las páginas 57-61.

MEJORAR

Proponer y seleccionar la solución que se adapte a los recursos existentes en la industria.

- LLUVIA DE IDEAS**
- Programa para mantener una estrecha línea de la maquinaria y equipo con la finalidad de evitar comunicaciones que puedan alterar el pH de la coqueada.
 - Capacitar al personal sobre el manejo adecuado de la maquinaria y los procedimientos correspondientes.
 - Implementar más personal en el área de hilado.
 - Automatizar el área de acidificación mediante un indicador de pH en tiempo real.
 - Implementar nuevas tintas para la acidificación de la coqueada, facilitando el deseado.
 - Hacer uso del internet de las cosas a través de una red de dispositivos conectados entre sí.
 - Implementar en la línea de producción el sistema Manufacturing Execution System (MES).
 - Hacer uso de la asistencia técnica remota, es decir, en tiempo real para pasar al personal en sus actividades.
 - Uso de modelos predictivos como son los sistemas machine learning para el control del pH.
 - Sistema de actuadores automatizados, donde por medio de válvulas se ajuste automáticamente el pH deseado.
- Nota: todas las soluciones mencionadas para el control del pH de la coqueada antes de ingresar a la hiladora.

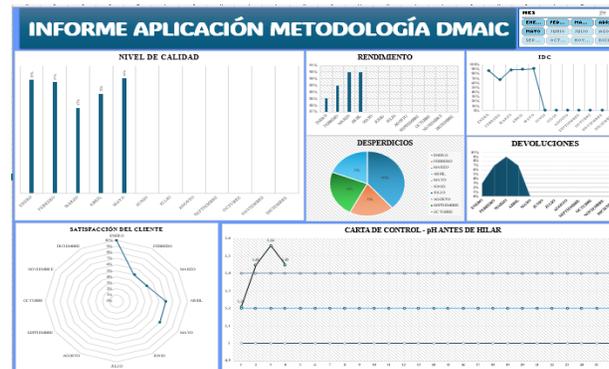
ESCALA DE LIKERT

Escala	Ponderación
No es importante	1
Poco importante	2
Algo importante	3
Importante	4
Muy importante	5

Proponer una serie de posibles soluciones
 Cuantificar una variable cualitativa que permitió seleccionar la mejor alternativa
 Véase en las páginas 61-65.

CONTROLAR

Implementar las soluciones e idear un plan para mantener los logros obtenidos o ajustar el sistema a lo que se desea



Permiten llevar una medida de las estrategias aplicadas
 Visualización gráfica de varios indicadores importantes en la aplicación
 Véase en las páginas 66-81.

4.3. Propuesta

Plan de Mejora para la Optimización de la Línea de Producción de Quesos de Pasta Hilada Mediante la Metodología Six Sigma

4.3.1. Introducción:

Tras el análisis de las causas raíz de los principales defectos de los quesos de pasta hilada, se logró identificar que el desconocimiento del uso y propiedades técnicas de la maquinaria por parte de los operarios se estaba generando una disminución de la eficiencia y vida útil de la hiladora; por motivos como la falta de un buen desuerado de la cuajada ácida, esta ingresa con parte del suero generando que no se logre una pasta uniforme y un rendimiento ideal. Por otra parte, si no se desuera la cuajada el pH no desciende a un mayor tiempo de espera, para conseguir una pasta hilada dentro de las especificaciones establecidas por el cliente.

Acorde a lo anteriormente expuesto se llegó a la conclusión que con ayuda de un plan mejora y control, se logrará disminuir la variabilidad existen en el producto semielaborado y relativamente mejorar el rendimiento de las materias primas, atendiendo a las necesidades planteadas de las partes interesadas.

4.3.2. Objetivos:

4.3.2.1. Objetivo General:

Desarrollar un plan de mejora y control bajo la metodología Six Sigma, usando el método DMAIC, para ajustar las especificaciones del proceso productivo.

4.3.2.2. Objetivos Específicos:

- Elaborar un plan de capacitación para los operarios que se encuentran en el área de hilado, con la finalidad de dar a conocer los procedimientos y el uso adecuado de las máquinas y equipos.
- Establecer las actividades correspondientes a un plan de acción para la implementación de un indicador de pH en tiempo real, con el fin de controlar los niveles de pH de la cuajada antes de ingresar a la hiladora.
- Definir las acciones que conciernen en el desarrollo e implementación de un nuevo diseño de tina para el almacenamiento de la cuajada durante el proceso de acidificación.

4.3.3. Contenidos:

4.3.3.1. Nombre de la Estrategia:

Estrategia N° 1: Plan de Capacitación para los operarios del área de hilado.

4.3.3.2. Objetivos de la Estrategia:

- Asegurar que el 80% de los operarios del área de hilado adquieran un conocimiento teórico y práctico sobre el procedimiento y el uso adecuado de las máquinas y equipos utilizados en el proceso de producción de quesos de pasta hilada.
- Optimizar la productividad del área de hilado mediante la capacitación de los operarios mejorando su eficiencia en el uso de maquinaria y equipo.

4.3.3.3. Destrezas para Desarrollar:

Para desarrollar una capacitación efectiva para los operarios del área de hilado, es necesario tener conocimiento técnico del proceso productivo de quesos de pasta hila y el funcionamiento de las máquinas y equipo. Este conocimiento se basa en la capacidad de diseñar programas de capacitación, la creación de material audiovisual y las tácticas de enseñanza para adultos. Por otro lado, es crucial realizar y aplicar evaluaciones periódicas para medir el rendimiento de los operarios, lo que permitirá ofrecer retroalimentación constructiva. Esta retroalimentación debe ser proporcionada a través de una comunicación clara y precisa.

Así también la gestión de los proyectos ayudará en la coordinación de todas las actividades que conlleva el plan de capacitación, tomando partida en la detección de necesidades, la planificación de las sesiones, la asignación de recursos y le manejo del tiempo. Al mismo tiempo se debe conocer y aplicar las normas de SST, priorizando la motivación y liderazgo en los operarios, con la ayuda de sus participación y aplicación de lo aprendido durante la capacitación.

4.3.3.4. Desarrollo de la Estrategia:

El desarrollo del plan de capacitación como tal se había analizado era una de las soluciones más sencillas de realizar ya que es muy rentable en cuestiones de tiempo, costos y su impacto es alto dentro de la línea de producción de quesos de pasta hilada.

TABLA XXI
PLAN DE CAPACITACIÓN

Actividad	Encargado	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cómo?	Recursos	Entregables
Levantamiento de información y análisis de necesidades de capacitación	Jefe de planta y responsable de talento humano	Semana 1	Área de pasta hilada	Identificar y priorizar los temas específicos que requieren capacitación	Entrevistas, encuestas, observación directa	Formularios de encuesta y tiempo del personal	Informe de necesidades encontradas Anexo 10 INFORME DE NECESIDADES
Diseño del programa de capacitación	Equipo de formación	Semana 2	Oficina	Crear un plan estructurado que aborde todas las necesidades identificadas	Desarrollo de contenido y planificación de sesiones	Material de referencia	Programa de capacitación completo Anexo 11 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
Creación de materiales audiovisual y ejecución de capacitación	Instructores técnicos	Semana 3 - 4	Oficina - Sala de capacitación	Proveer a los operarios con recursos educativos con fines de transmitir conocimientos teóricos sobre procedimientos y uso de máquinas	Elaboración de manuales, guías de usuario, presentaciones, clases magistrales, supervisión directa	Computadoras, proyector, equipos y maquinarias	Manuales y guías de usuario, ficha de indicadores Anexo 12 FICHA DE INDICADOR
Evaluaciones periódicas y retroalimentación	Responsable de RRHH/Instructores	Mensualmente	Oficina	Medir el progreso y la eficacia de la capacitación	Pruebas escritas y su análisis, observación de desempeño, entrevistas y reuniones	Formularios de evaluación y software de evaluación	Informes de evaluación aplicada y retroalimentación Anexo 13 INFORME DE RESULTADOS Y RETROALIMENTACIÓN

4.3.3.5. Nombre de la Estrategia:

Estrategia N° 2: Plan de Acción para el entrenamiento del proceso de control de pH en tiempo real.

4.3.3.6. Objetivos de la Estrategia:

- Implementar un indicador de pH en tiempo real que asegure el control preciso y consistente del pH de la cuajada antes de su ingreso en la hiladora para alcanzar una precisión de $5,2 \pm 0,2$ unidades de pH.
- Minimizar el tiempo de ajuste manual con el propósito de aumentar la eficiencia del proceso de producción, permitiendo que el operario pueda realizar distintas actividades.

4.3.3.7. Destrezas para Desarrollar:

La implementación de un indicador de pH en tiempo real en el área de acidificación requiere de conocimientos técnicos de programación en sensores de pH, controladores y software, sin dejar de lado las habilidades de ingeniería en procesos permitiendo la focalización de los pros y contras de este nuevo equipo de medición que se va a implementar en la línea de producción de quesos de pasta hilada.

Asimismo, la gestión de proyectos realiza su acompañamiento desde la detección de necesidades hasta la coordinación de las actividades necesarias para una adaptación adecuada del nuevo instrumento; adicionalmente, se debe tomar en consideración las normas de seguridad de alimentos. Por otro lado, la comunicación y capacitación a los operarios es de suma importancia ya que a partir de allí se documentará los procedimientos, que luego servirán para el monitoreo y el ajuste del instrumento basándose en los resultados y retroalimentación percibida. Esta implementación permitirá la reducción del tiempo de ajuste manual durante la acidificación permitiendo que el operario desempeñe otras actividades.

4.3.3.8. Desarrollo de la Estrategia:

Mas adelante se presenta el plan de acción de mejora donde se propone la implementación de un indicador de pH en tiempo real con la finalidad de automatizar el área de acidificación.

TABLA XXII
ETAPA I: DEFINICIÓN

¿Qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cómo?	Recursos	Entregable
Realizar un análisis exhaustivo del proceso actual de control de pH de la cuajada.		Semana 1 y 2		Definir los controles actuales que se realizan y conocer su precisión	Revisión de datos históricos	Personal, documentación del proceso actual	Documento de observaciones encontradas
Identificar los puntos críticos de control durante el control del pH	Equipo de producción	Semana 3	Área de hilado	Determinar las razones de la necesidad de automatizar este control	Análisis de datos	Personal, documentación del proceso actual, experiencia en ingeniería	Anexo 14 INFORME DE OBSERVACIONES
Definir los requisitos específicos del indicador de pH en tiempo real para su control	Equipo de producción, equipo de ingeniería y proveedores potenciales	Semana 4	Oficina	Establecer lo que se desea tener y los resultados de esta implementación	Experiencia en ingeniería	Personal, documentación del proceso actual, experiencia en ingeniería, información de proveedores potenciales	Formato de requerimientos Y ficha técnica del equipo Anexo 15 FORMATO DE REQUERIMIENTOS Anexo 16 FICHA TÉCNICA

TABLA XXIII
ETAPA II: IMPLEMENTACIÓN

¿Qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cómo?	Recursos	Entregable
Seleccionar al proveedor en base a las especificaciones técnicas definidas	Equipo de producción	Semana 5	Oficina	Conocer la cotización y evaluar las propuestas	Mediante catálogos y presupuesto	Información de proveedores potenciales	Listado de equipos y proveedores
Planificación de la integración	Jefe de planta	Semana 6		Asegurarse de la compatibilidad con los otros sistemas	Pruebas piloto en simuladores	Software	Procedimiento de integración
Instalación y configuración del equipo	Técnicos	Semana 7 y 8	Área de hilado	Establecer los parámetros del proceso	Mediante la programación del Arduino	Manuales técnicos	Procedimiento de uso Indicadores de mantenimiento y calibración Anexo 12 FICHA DE INDICADOR
Validación y documentación de registros	Equipo de producción / Técnicos	Semana 9, 10 y 11		Verificar el funcionamiento del equipo	Pruebas de funcionamiento y ajuste del equipo	Instrumentos de medición, registros	Reporte de pruebas Anexo 17 REPORTE DE PRUEBAS
Seguimiento		Mensual		Determinar si se consiguió el objetivo	Revisiones periódicas	Registros	Informe de fallas técnicas, carta de control del área de acidificación Anexo 20 CARTA DE CONTROL

4.3.3.9. Nombre de la Estrategia:

Estrategia N° 3: Plan de Acción para el diseño e implementación de una nueva tina para el área de acidificación.

4.3.3.10. Objetivos de la Estrategia:

- Diseñar un prototipo funcional de una tina que optimice el almacenamiento de la cuajada durante la acidificación.
- Realizar pruebas exhaustivas del prototipo en condiciones reales de acidificación, evaluando su capacidad para lograr el pH adecuado y mantener la cuajada en condiciones óptimas.

4.3.3.11. Destrezas para Desarrollar:

En el desarrollo y la puesta en marcha de este de un plan de acción por el cual se va a realizar el rediseño de una nueva tina para el almacenamiento de la cuajada durante la etapa de acidificación conlleva la aplicación de varias destrezas tales como el análisis de necesidades a través de la recopilación de datos, el uso de sistemas CAD, conocimiento de la ingeniería de materiales, procesos de ensamblaje y soldadura.

Igualmente, se abordan la gestión de proyectos y su análisis mediante la aplicación de pruebas técnicas, la formulación de procedimientos y la documentación que respalda todas las acciones llevadas a cabo durante el proceso. Varias etapas del plan requieren el uso de metodologías de investigación que combinan enfoques cualitativos y cuantitativos, lo que implica una comprensión de la estadística inferencial.

4.3.3.12. Desarrollo de la Estrategia:

A continuación, se presenta la matriz donde se encuentran establecidas las actividades que se deben llevar a cabo para lograr los objetivos planteados.

TABLA XXIV
PLAN DE ACCIÓN

Actividad	Plazo	Responsable	Procedimiento	Entregable
Análisis de requisitos	1 mes	Ingeniero de Calidad	Levantamiento de la información respecto a los requisitos específicos para el desuerado de la cuajada ácida	Informe de requisito Anexo 15 FORMATO DE REQUERIMIENTOS
Diseño del prototipo	1 mes y 2 semanas	Equipo de diseño	Utilizar la metodología SCAMPER, con la finalidad de definir las especificaciones técnicas de la tina	Matriz SCAMPER, Ficha técnica Anexo 18 SCAMPER BOARD Anexo 16 FICHA TÉCNICA
Aprobación del diseño	1 semana	Gerente general	Revisión y aprobación del cambio con todas las partes interesadas.	Carta de Aprobación
Búsqueda de proveedores	3 semanas	Ingeniero de Calidad	Buscar y seleccionar la mejor proforma entregada por los posibles proveedores	Proformas
Pruebas del prototipo	2 semanas	Equipo de producción	Realizar pruebas del prototipo en condiciones reales del proceso	Informe de pruebas, cartas de control Anexo 17 REPORTE DE PRUEBAS
Ajustes e implementación del nuevo equipo	2 meses		Ajustar el diseño para los fines que fue creado	Procedimiento de uso
Seguimiento y capacitación al personal	1 mes y 1 semana	Ingeniero de Calidad	Documentar las especificaciones técnicas y los resultados obtenidos tras su implementación, sin dejar de lado la capacitación del personal sobre su uso y cuidado	Cartas de control del proceso, registros de asistencia a las capacitaciones Anexo 20 CARTA DE CONTROL

4.3.3.13. Costos de Implementación de la Propuesta:

El costo de la propuesta se encuentra dentro de una inversión media dado que se debe adquirir tanto un instrumento de medición y una tina para el almacenamiento de la cuajada se detallan a continuación:

TABLA XXV
COSTOS DE LA PROPUESTA

Costos de la Propuesta		
Cant.	Descripción	Valor
1	Capacitador	\$50.00
1	Sensor de pH + Arduino	\$75.00
1	Pantalla	\$100.00
1	Tina para la cuajada	\$800.00
TOTAL		\$1025.00

Nota: Estos costos hacen referencia a la adquisición de los elementos necesarios para llevar a cabo la propuesta.

Esta adquisición permitirá disminuir la variabilidad existente en los quesos de pasta hilada dado que se brindará un control estadístico del proceso, si bien es cierto es una inversión representativa para la empresa, pero se debe tomar en cuenta que se reducirán los reprocesos y disminuirán los desperdicios.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se construyó un marco teórico robusto y detallado, fundamentado en la recolección de información de fuentes bibliográficas confiables, como libros, artículos científicos y revistas de prestigio. Esto facilitó una comprensión y contextualización adecuada del problema, garantizando al mismo tiempo la relevancia y validez de la investigación.

El análisis de la situación actual mediante SPC identificó variables críticas que afectan el rendimiento en la producción de quesos de pasta hilada. Se encontró que el proceso tiene un C_p de 0,43, lo que lo ubica en una categoría 4, indicando la necesidad de modificaciones y control. El C_{pk} , con un valor mínimo de 0,35, muestra que el proceso está desviado hacia el límite superior del rango de pH antes de hilar ($5,2 \pm 0,2$). Si no se controla el pH en la etapa de acidificación, el producto final puede verse afectado: un pH superior a 5,4 endurece la pasta y un pH inferior a 5,0 impide la transformación de la cuajada, generando desperdicios. Este análisis no solo permite identificar áreas problemáticas y puntos de mejora, sino que también apoya la toma de decisiones estratégicas. Por tanto, es clave para implementar cambios que mejoren el rendimiento y la competitividad de la industria.

Finalmente se desarrolló un plan de mejora que consta de capacitaciones e implementación de instrumentos de medición de pH en tiempo real, rediseño de una tina para el almacenamiento de la cuajada y mecanismos de control que permitieron optimizar las especificaciones del proceso productivo, logrando de esta manera obtener un C_p de 1,61 posicionando al proceso en la categoría 1 dando a entender que el proceso tras las modificaciones se encuentra centrado.

Recomendaciones

En base al marco teórico se debe asegurar que las investigaciones futuras sigan siendo relevantes y válidas, a través de la recopilación y revisión de fuentes bibliográficas confiables y actualizadas, donde se incorpore nuevos hallazgos y teorías que emergen en el campo de la producción de quesos de pasta hilada y la aplicación de la metodología Six Sigma DMAIC. También es recomendable utilizar la voz de los expertos; es decir, entablar una conversación con profesionales que hayan usado esta metodología y combinar experiencia con teoría, dando partida con la conformación del equipo verificando que el líder posea la certificación.

Para mejorar el control del pH, se recomienda disponer de un potenciómetro en cada etapa del proceso, en lugar de uno por área, ya que el pH es uno de los parámetros más influyentes en la calidad y rendimiento del producto semiterminado. Además, este instrumento es esencial dentro de las herramientas de trabajo. Si se implementa esta medida, también es importante desarrollar un plan de mantenimiento que incluya un cronograma detallado de calibración y limpieza del potenciómetro, garantizando así su precisión y buen funcionamiento.

Finalmente, es crucial estandarizar los procesos, asegurándose de establecer las variables críticas que deben estar bajo control estadístico constante para garantizar la calidad del producto. Por otra parte, para complementar el presente trabajo se debería realizar un estudio a la maquinaria utilizando la fórmula del indicador de eficiencia general de los equipos (OEE).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Negocios y Empresas, «PuroMarketing,» 8 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.puromarketing.com/14/211600/motivos-llevan-empresas-marcas-fracaso>. [Último acceso: 17 Noviembre 2023].
- [2] I. Olis, G. Reyes, V. Fiorino y J. Villalobos, «Business crisis, factors that influence and alter the management of companies in Colombia,» *Ciencias Sociales (Ve)*, vol. XXVII, nº 4, pp. 93-112, 2021.
- [3] M. Baque, B. Cedeño, J. Chele y V. Gaona, «Fracaso de las pymes: Factores desencadenantes, Ecuador 2022,» *FIPCAEC*, vol. 5, nº 4, pp. 3-25, 2020.
- [4] V. Baquerizo y V. Córdova, «Impacto económico Del Sector lácteo: Un Estudio De Los Gastos Publicitarios Y Las Ventas En Tiempos De Pandemia.,» *593 Digital Publisher CEIT*, vol. 7, nº 6, pp. 310-21, 1 Noviembre 2022.
- [5] Cocina Ecuatoriana, «Cuatro quesos del Ecuador,» Maxi Online, 2023. [En línea]. Available: <https://www.maxionline.ec/recetas/cuatro-quesos-del-ecuador/>. [Último acceso: 17 Noviembre 2023].
- [6] J. Escalante, «Mozzarella: propiedades, beneficios y valor nutricional,» La Vanguardia, 15 Enero 2019. [En línea]. Available: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190115/454130646440/mozzarella-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>. [Último acceso: 17 Noviembre 2023].
- [7] SaccoSystem, «Lyofast CNBAP contrasta Pseudomonas spp. en mozzarella,» SaccoSystem, 22 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://www.saccosystem.com/n/es/novedad/lyofast-cnbap-contrasta-pseudomonas-spp-en-mozzarella/555/#:~:text=Los%20defectos%20observados%20en%20el,y%20propiedades%20sensoriales%20del%20producto..> [Último acceso: 21 Noviembre 2023].
- [8] INEC, «Índices de Producción Industrial, Índice de Volumen Industrial-IVI,» Ecuador en cifras, Enero 2016. [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/IER-IVI/Publicaciones_IVI/IVI_2016/IVI_PUBLICACION_ENE_2016.pdf. [Último acceso: 17 Noviembre 2023].

- [9] Constitución de la República del Ecuador 2008 [Const.], «Artículo 319 [Capítulo Sexto: Trabajo y Producción],» Asamblea Constituyente, Quito, 2008.
- [10] E. Navarro, «Importancia de la metodología DMAIC,» LinkedIn, 11 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/importancia-de-la-metodolog%C3%ADa-dmaic-eva-alondra-navarro-ch%C3%A1vez/?originalSubdomain=es>. [Último acceso: 17 Noviembre 2023].
- [11] L. Socconini, *Lean six sigma green belt*, Barcelona: Marge Books, 2020.
- [12] L. Cervantes, X. Espín y R. Guevara, «Lean six sigma methodology for the fresh cheese manufacturing,» *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, vol. 5, nº 3, pp. 31-43, 2023.
- [13] A. Moreano y P. Cáceres, «Diseño para la Implementación de la Metodología Seis Sigma en una Línea de Producción de Queso Fresco,» Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil, 2010.
- [14] Y. Guerrero y C. T. R. B. P. Herrera, «Application of Lean Six Sigma in the Ecuadorian Dairy Industry: Variability Reduction of the Net Weight of Cheeses,» de *Proceedings of the 3rd South American International Industrial Engineering and Operations Management*, Paraguay, 2022.
- [15] Machfud y N. Atika, «Application of six sigma method to minimize risk of rejection product: A case in cheese industry of company X,» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 472, nº 1, pp. 12-58, 2020.
- [16] E. Nondorf, «Applying Six Sigma DMAIC to Decrease Variation in Process Cheese,» University of Wisconsin-Stout, Graduate School, Menomonie, 2021.
- [17] J. Jabaloyes, M. Carot y A. Carrión, *Introducción a la Gestión de la Calidad*, Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2020.
- [18] H. Plazas, *Diseño de Procesos*, Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina, 2017.
- [19] N. Florez, A. Florez y J. Cogollo, *Notas de Control Estadístico de la Calidad*, La Habana : La Habana: Editorial Universitaria , 2019.
- [20] D. Rodríguez, *La Productividad en el Servicio*, Tunja: Editorial UPTC, 2022.
- [21] H. Rincón, *Calidad, Productividad y Costos*, Mérida: Actualidad Contable FACES, 2001.
- [22] J. Dagnino, «Muestras, variabilidad y error,» *Revista Chilena de Anestesia* , vol. 43, nº 2, pp. 100-103, 2014.

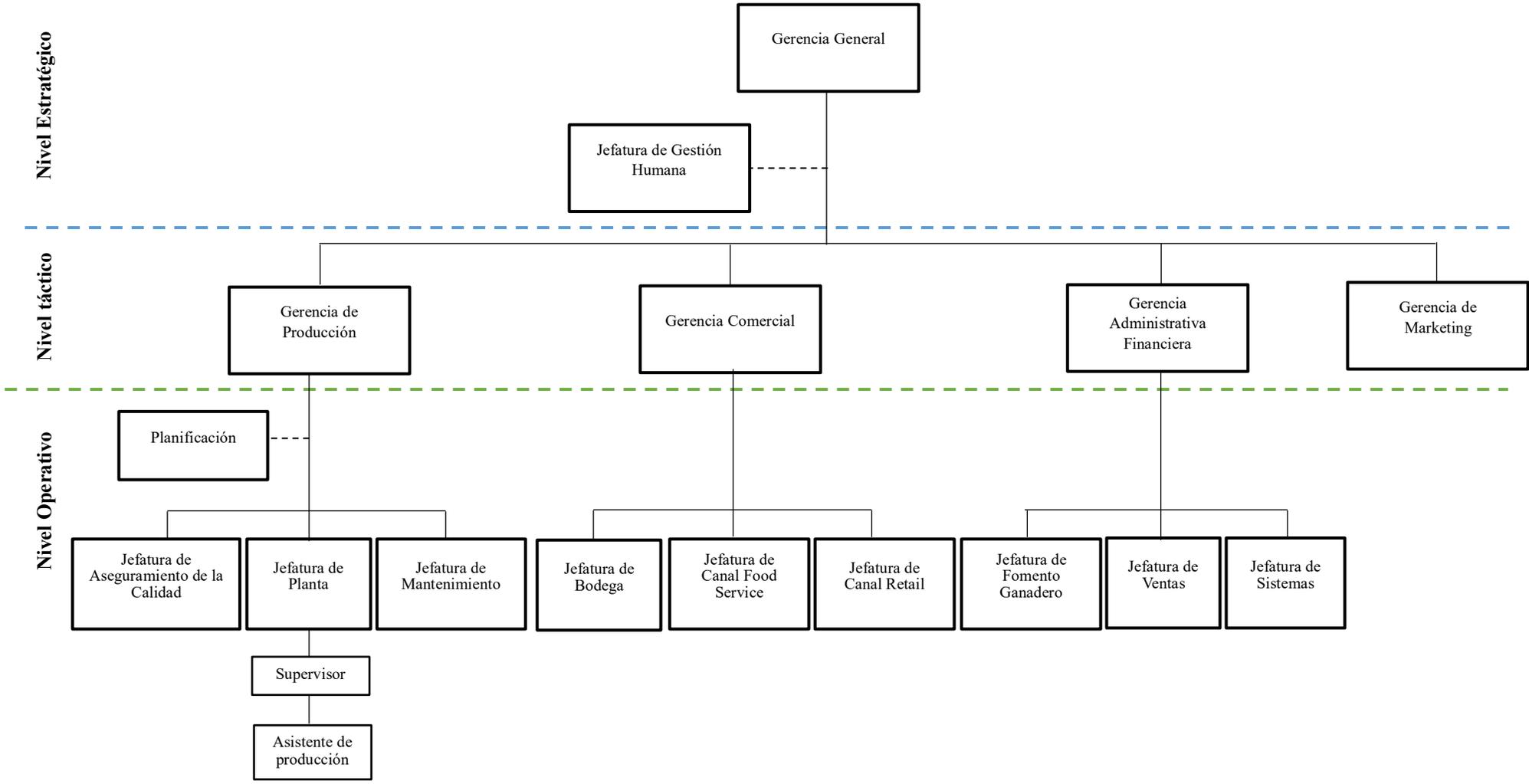
- [23] I. Mejía y S. Álvarez, *Modelo de Dirección para la Aplicación de Six Sigma*, México: UNAM, 2011.
- [24] E. Navarro, V. Gisbert y A. Pérez, «Methodology and Implementation of Six Sigma,» *3C Empresa (Edición Especial)*, vol. I, n° 1, p. 73 – 80, 2017.
- [25] H. Gutiérrez y R. De la Vara, *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*, México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2009.
- [26] E. Escobedo y L. Socconini, *Lean six sigma green belt: paso a paso*, Barcelona: Marge Books, 2021.
- [27] RAE, «Real Academia Española,» *Diccionario de la lengua española*, 2001. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/diagrama>.
- [28] F. Esteban y R. Pinillos, «Transformando el negocio a través de la Voz del Cliente,» Deloitte Digital, España, 2016.
- [29] F. Soler, V. Gisbert, A. Pérez y H. Perez, *Cuadernos de Investigación Aplicada 2020*, Alzamora: Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L, 2020, pp. 19-32.
- [30] P. Torres, *Estadística Aplicada I*, ESMA, 2014.
- [31] A. Escalhao, «¿Cómo llevar sus índices de rechazo a cero? La solución puede ser el POKA-YOKE (Sistema anti-errores),» Buenos Aires.
- [32] C. Cruz y D. Olmo, «Planeación Avanzada de la Calidad del Producto y Plan de Control,» Noviembre 2006. [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/wp-content/uploads/2006/09/planeacion-avanzada-de-la-calidad-del-producto-y-plan-de-control.pdf>. [Último acceso: 9 Enero 2024].
- [33] EidusCoruña, «Plan de Comunicación,» 31 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.coruna.gal/descarga/1453644346910/PlanDeComunicacionEidusCoruna.pdf>. [Último acceso: 9 Enero 2024].
- [34] Gobierno de la República del Ecuador , *Constitución de la República del Ecuador*, Quito: Gob.ec, 2008.
- [35] A. N. -. EC, «Ley Orgánica Para Fomentar La Producción Comercialización, Industrialización, Consumo Y Fijación Del Precio De La Leche Y Sus Derivados,» Registro Oficial 2do. S. 128, Quito, 2022.

- [36] G. Noboa, *Reglamento de Buenas Prácticas Para Alimentos Procesados. Decreto Ejecutivo 3253*, Quito: Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria, 2002.
- [37] ARCSA, Normativa Técnica Sanitaria Sustitutiva Para Alimentos Procesados, Plantas Procesadoras, Establecimientos De Distribución, Comercialización Y Transporte De Alimentos Procesados Y De Alimentación Colectiva, Ediciones Legales EDLE S.A.v, 2023.
- [38] RTE INEN, *Leche y productos lácteos*, Quito: Ministerio de Industrias y productividad , 2011.
- [39] NTE INEN, 82: *Queso Mozzarella. Requisitos*, Quito: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria, 2011.
- [40] NTE INEN, 63: *QUESOS Determinación del Contenido de Humedad*, QUITO: Norma Técnica Ecuatoriana, 1973.
- [41] Floralp, «Floralp S.A.» 2023. [En línea]. Available: <https://www.floralp-sa.com/>.
- [42] P. Gordillo y M. Gordillo, «Floralp, Innovación empresarial,» Revista Líderes , 29 Noviembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.revistalideres.ec/lideres/floralp-innovacion-empresarial.html>. [Último acceso: 25 Febrero 2024].
- [43] Google Maps, [En línea]. Available: <https://www.google.com/maps/place/Floralp+S.A./@0.3223114,-78.1279452,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e2a3d24e397272f:0xbdb192dbae227694!8m2!3d0.322306!4d-78.1253703!16s%2Fg%2F11f013kb22?entry=ttu>. [Último acceso: 15 Abril 2024].
- [44] J. Pardo, Configuración y usos de un mapa de procesos, Madrid: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación, 2103.
- [45] C. Cañedo, M. Curbelo, K. Núñez y R. Zamora, «Los procedimientos de un sistema de gestión de información: Un estudio de caso de la Universidad de Cienfuegos,» *Biblios*, nº 46, pp. 40-50, 2012.
- [46] V. Niño, Metodología de la Investigación: diseño y ejecución, Bogotá: Ediciones de la U, 2011.
- [47] M. Calla, R. Maldonado, C. Rodríguez, J. Farfán y N. Quispe, «Análisis de la aplicación de metodología DMAIC en procesos de producción de una empresa de

- alimento,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*; vol. 7, nº 3, pp. 6907-6932, 2023.
- [48] R. Hernández, C. fernández, Baptista y María, *Metodología de la Investigación*, México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.
- [49] F. Gillet, *La caja de herramientas: Control de calidad*, México D.F.: Grupo Editorial Patria , 2015.
- [50] A. Canto, W. Sosa, J. Bautista, J. Escobar y A. Santillán, «Escala de Likert: Una alternativa para elaborar e interpretar un instrumento de percepción social,» *Revista de la Alta Tecnología y Sociedad*, vol. 12, nº 1, pp. 38-45, 2020.
- [51] Y. Córdova, J. Martínez y E. Córdova, «Proposed Methodology for Dashboard Design,» *Revista Cubana de Transformación Digital*, vol. III, nº 2, pp. 2708-3411, 2021.
- [52] M. Uribe y J. Reinoso, *Sistema de Indicadores de Gestión*, Bogotá: Ediciones de la U, 2014.

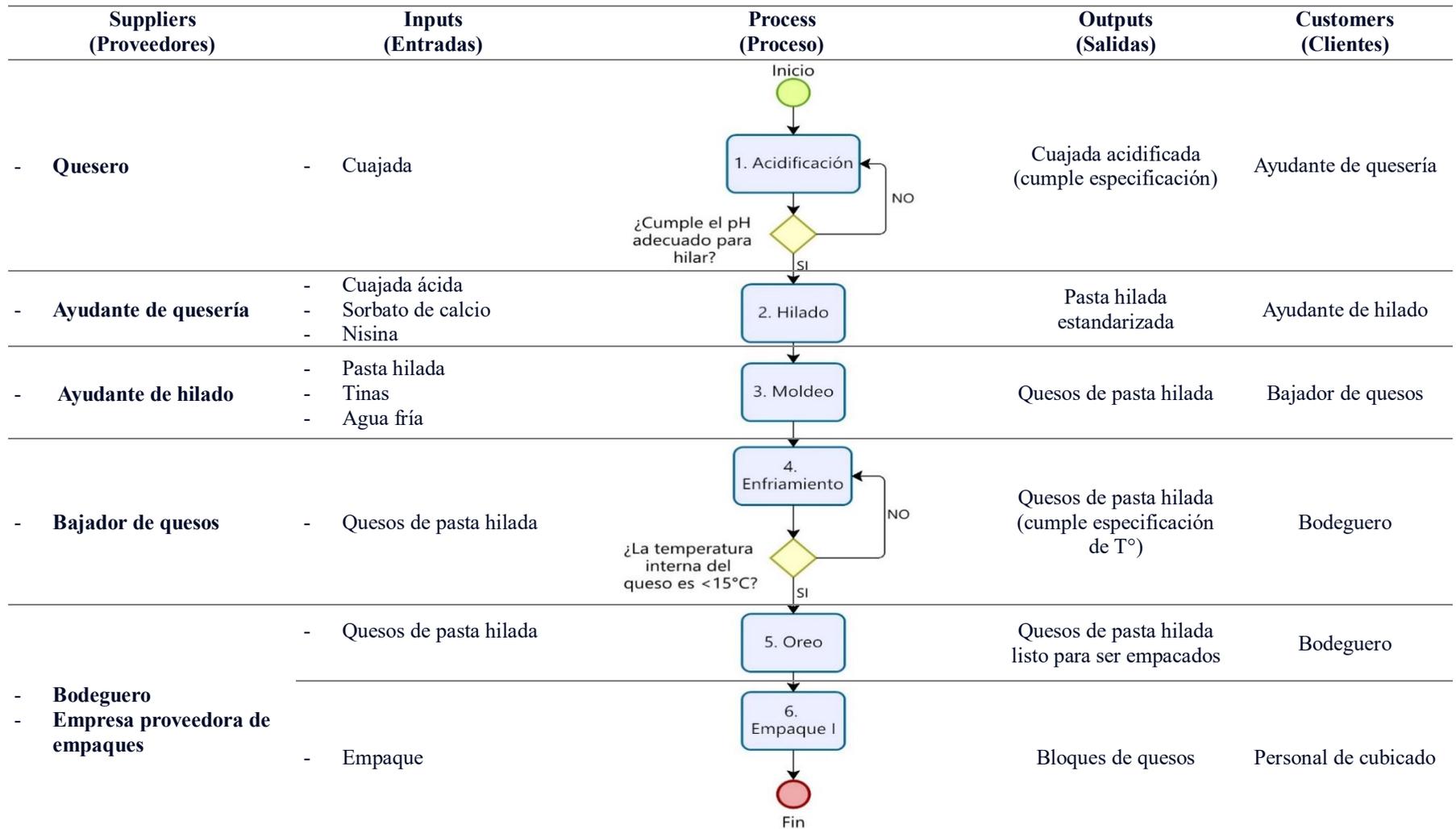
ANEXOS

ANEXO 1 ORGANIGRAMA



ANEXO 2

SIPOC



Nota: es de suma importancia saber que existen etapas previas a la acidificación; sin embargo, por motivos académicos solo se toma en cuenta desde la recepción de la cuajada ácida hasta el empaque I.

ANEXO 3
ENTREVISTA INICIAL

1. ¿Existen programas de mejora continua en las líneas de producción?

2. En cuestión de rendimientos, ¿Existe algún producto en específico que necesite ser analizado?

3. ¿Este producto constantemente presenta reclamos por parte de los clientes?

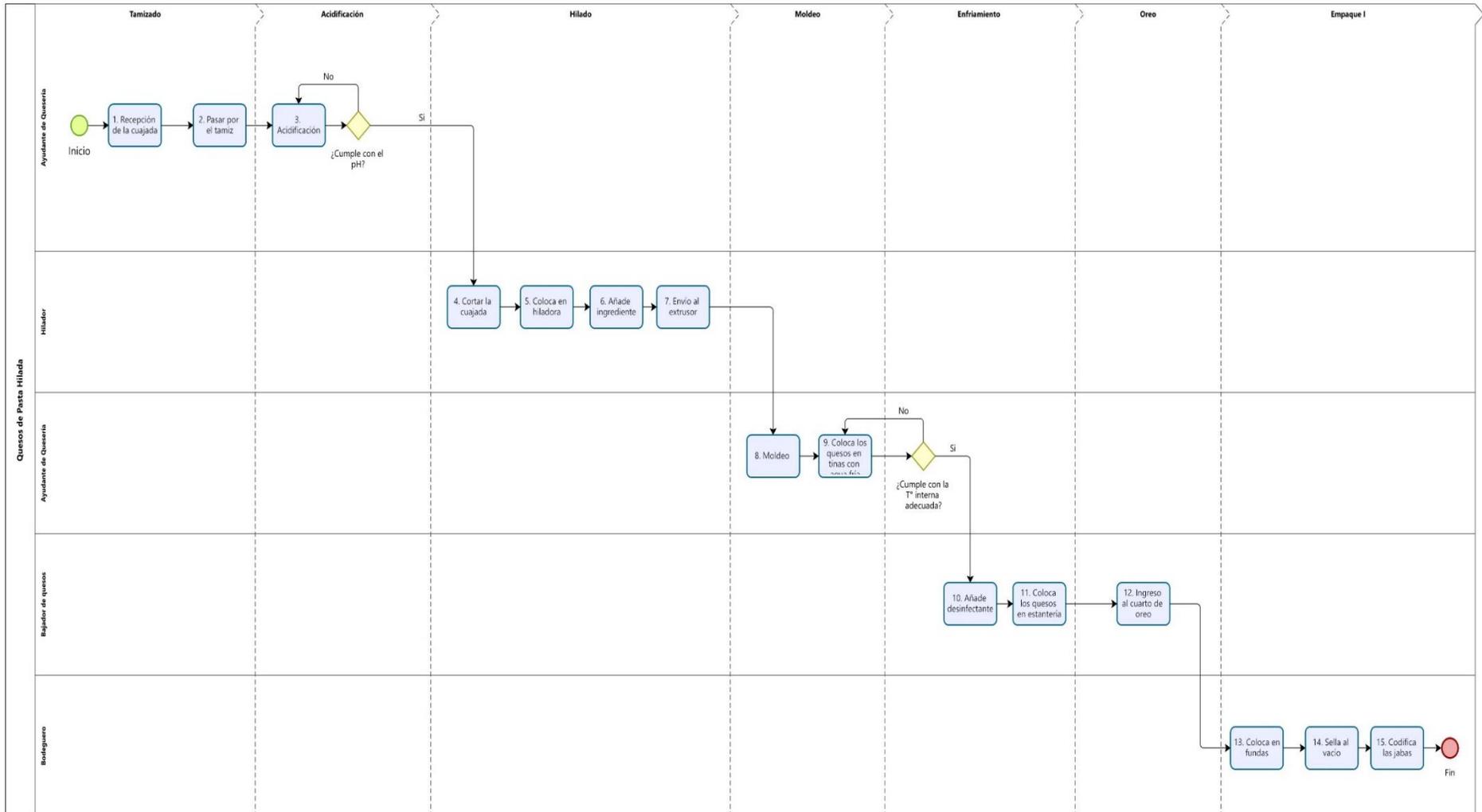
4. ¿Se ha dado prioridad al control de puntos críticos dentro del proceso?

5. ¿Se aplicado algún tipo de estudio a este producto con la finalidad de mejorar la calidad?

Observaciones

ANEXO 4

DIAGRAMA DE FLUJO



Nota: es de suma importancia saber que existen etapas previas a la acidificación y posteriores a la de empaque I.

ANEXO 5

MARCO DEL PROYECTO

MARCO DEL PROYECTO SIX SIGMA					
Código	CZ-CARTPRO-02-24	Versión:	1.0		
1. Título / Propósito					
Disminución de la variabilidad en el producto semielaborado de la línea de producción de quesos de pasta hilada.					
2. Necesidades del negocio a ser atendidas					
Dentro de la industria se ha detectado que la línea de producción de quesos mozzarella tiene una menor rentabilidad a diferencia de las demás líneas de producción, además se han receptado varias quejas con respecto a la funcionalidad y el porcentaje de producto no liberado ha ido en aumento.					
3. Declaración del problema					
Se ha encontrado que la mayor frecuencia de defectos en el producto semielaborado es la inocuidad y funcionalidad, así también durante el proceso de elaboración los reprocesos y la falta de control del pH en la etapa de acidificación, son factores que influyen en la variabilidad de esta línea de producción.					
4. Objetivo					
Disminuir la variabilidad del proceso de elaboración de quesos mozzarella pizza K2, mediante el seguimiento en los puntos críticos de control detectados para el debido cumplimiento de las especificaciones entregadas por el cliente.					
5. Alcance					
El desarrollo de este proyecto será desde la recepción de la cuajada o tamizado como se estableció en el flujograma hasta la obtención del producto semielaborado o empaque I.					
6. Roles y responsabilidades					
Propietarios	Planificación, jefatura de aseguramiento de la calidad, jefatura de planta	Patrocinador	Ing-GE-04-01		
Equipo	E.G-04-02. (Líder); G.A-04-03. (Calidad); H.D-04-04. (Planta) y C.Z-04-05. (Investigador)				
10. Recursos					
Bases de datos de la gerencia de compras y registros de producción					
11. Métricas					
Tiempo de ciclo del proceso, reprocesos, desperdicios y productos no conformes.					
Fecha de inicio:	19/12/2023	Fecha de finalización:	28/06/2024		
12. Entregable					
Formato para el monitoreo de puntos críticos y plan de acción.					
13. Responsables					
Elaborado por:		Fecha:		Firma:	
Revisado por:		Fecha:		Firma:	
Aprobado por:		Fecha:		Firma:	

Nota: formato tomado de [25].

ANEXO 8
PROCEDIMIENTO DE MEJORA

	PROCEDIMIENTO DE MEJORA		PÁGINA	1
			FECHA ELAB.	10/07/2024
	CÓDIGO	FLP-PM-24	FECHA APROB.	11/07/2024

1. OBJETIVO

Mejorar el proceso de producción de quesos de pasta hilada a través de acciones correctivas que permitan garantizar la optimización de los parámetros de producción establecidos por el cliente.

2. ALCANCE

Aplicable en el área de pasta hilada de la quesería 2, centrándose en el proceso de producción de queso mozzarella tipo pizza K2.

3. RESPONSABLES

- Jefe de producción
- Jefe de planta
- Supervisor de producción
- Asistente de quesería 2

4. TÉRMINOS

- **pH:** grados de acidez

5. NORMATIVA

INSTRUCTIVO ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA TIPO PIZZA

6. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

6.1. Tiempo de acidificación

N°	Responsable	Descripción
1	Asistente de quesería 2	1. Registrar el tiempo en que termino de bajar la cuajada. 2. Verificar si existe un desuerado.

	PROCEDIMIENTO DE MEJORA		PÁGINA	2
			FECHA ELAB.	10/07/2024
	CÓDIGO	FLP-PM-24	FECHA APROB.	11/07/2024

6.2. Medición del pH de la cuajada

N°	Responsable	Descripción
2	Asistente de quesería 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Con ayuda del potenciómetro medir el pH de la cuajada cada 15 minutos. 2. Registrar el pH medido y la hora.

6.3. Acciones cuando no baja el pH

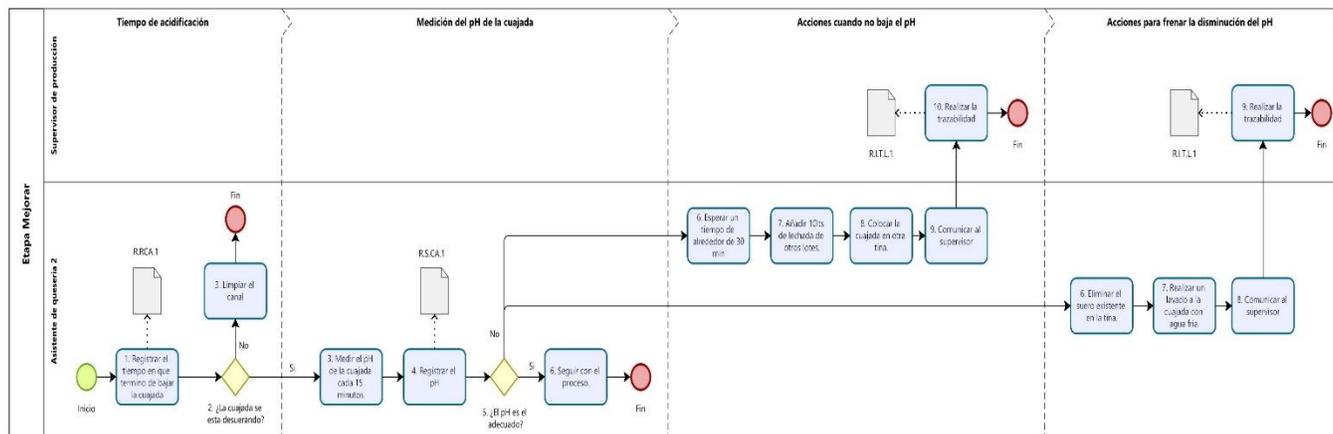
N°	Responsable	Descripción
3	Asistente de quesería 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Esperar un tiempo de alrededor de 30 min. 2. Añadir 10lts de lechada de otros lotes. 3. Colocar la cuajada en otra tina. 4. Comunicar al supervisor
	Supervisor de producción	<ol style="list-style-type: none"> 5. Realizar la trazabilidad.

6.4. Acciones para frenar la disminución del pH

N°	Responsable	Descripción
4	Asistente de quesería 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eliminar el suero existente en la tina. 2. Realizar un lavado a la cuajada con agua fría. 3. Comunicar al supervisor.
	Supervisor de producción	<ol style="list-style-type: none"> 4. Realizar la trazabilidad.

7. DIAGRAMA DE FLUJO

PROCEDIMIENTO DE MEJORA		PÁGINA	3
		FECHA ELAB.	10/07/2024
CÓDIGO	FLP-PM-24	FECHA APROB.	11/07/2024



8. DOCUMENTOS Y REGISTROS

R.RCA.1 Registro de recepción de la cuajada ácida.

R.S.CA.1 Registro acidificación de la cuajada ácida.

R.I.T.L.1 Registro de trazabilidad de la cuajada ácida.

ANEXO 9
PROCEDIMIENTO DE CONTROL

	PROCEDIMIENTO DE CONTROL		PÁGINA	1
			FECHA ELAB.	10/07/2024
	CÓDIGO	FLP-PC-24	FECHA APROB.	11/07/2024

1. OBJETIVO

Controlar el proceso productivo de quesos de pasta hilada mediante el análisis de datos históricos que permita comprobar que exista una mejora del proceso tras las soluciones aplicadas.

2. ALCANCE

Aplicable en el área de pasta hilada de la quesería 2, centrándose en el proceso de producción de queso mozzarella tipo pizza K2.

3. RESPONSABLES

- Jefe de producción
- Jefe de planta
- Supervisor de producción

4. TÉRMINOS

- **pH:** grados de acidez

5. NORMATIVA

INSTRUCTIVO ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA TIPO PIZZA

6. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

6.1. Evaluación Postproceso

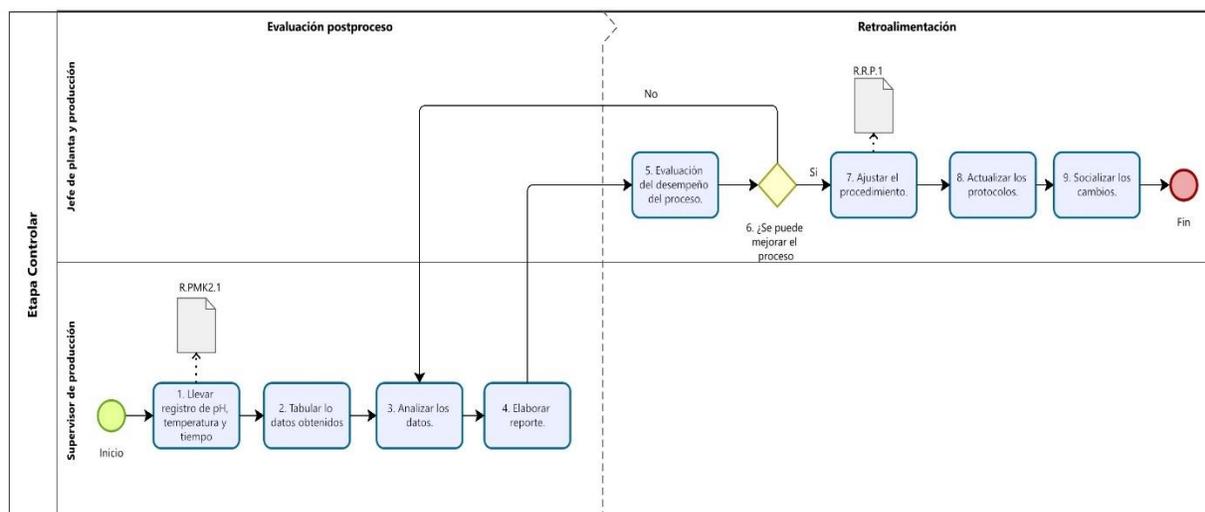
N°	Responsable	Descripción
1	Supervisor de producción	1. Llevar registro de pH, temperatura y tiempo. 2. Tabular lo datos obtenidos. 3. Analizar los datos. 4. Elaborar reporte.

	PROCEDIMIENTO DE MEJORA		PÁGINA	2
			FECHA ELAB.	10/07/2024
	CÓDIGO	FLP-PM-24	FECHA APROB.	11/07/2024

6.2. Retroalimentación

Nº	Responsable	Descripción
2	Supervisor de producción Jefe de producción Jefe de planta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación del desempeño del proceso. 2. Ajustar el procedimiento. 3. Actualizar los protocolos. 4. Socializar los cambios.

7. DIAGRAMA DE FLUJO



8. DOCUMENTOS Y REGISTROS

R.PMK2.1 Registro del proceso de mozzarella K2.

R.R.P.1 Reporte de retroalimentación del proceso.

ANEXO 10
INFORME DE NECESIDADES

INFORME DE NECESIDADES			Pág. 1 de 1	
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1
CP-FL-J001-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0
N° INFORME:				
1. ANTECEDENTES				
FECHA:				
ÁREA REQUIRIENTE:				
TIPO DE PRODUCTO:				
RESPONSABLE DEL ÁREA	NOMBRE	CARGO		
2. DESARROLLO				
OBJETIVOS	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
ALCANCE				
NECESIDADES ENCONTRADAS				
CONCLUSIONES				
RECOMENDACIONES				
3. ANEXOS				
4. CONSTANCIAS				
ELABORADO POR:		APROBADO POR:		
CARGO:		CARGO:		
FIRMA:		FIRMA:		

ANEXO 11
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN			Pág. 1 de 1		
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1	
PROC-FL-J002-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0	
GENERALIDADES					
1. OBJETIVOS	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
2. ALCANCE					
3. MÉTODO					
4. RESPONSABLE DEL PROGRAMA					
PERFIL DEL CAPACITADOR					
EDUCACIÓN					
FORMACIÓN					
HABILIDADES					
FUNCIONES					
CRONOGRAMA					
ACTIVIDADES	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
RECURSOS					
INFRAESTRUCTURA	TALENTO HUMANO		EQUIPOS Y MATERIALES		
CONSTANCIAS					
ELABORADO POR:		APROBADO POR:			
CARGO:		CARGO:			
FIRMA:		FIRMA:			

ANEXO 12
FICHA DE INDICADOR

FICHA DE INDICADOR				Pág. 1 de 1	
	CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1
	FIN-FL-J003-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR					
NOMBRE DEL INDICADOR					
OBJETIVO			PROPÓSITO		TIPO DE INDICADOR
			META	PLAZO	
DATOS DE SEGUIMIENTO DEL INDICADOR					
FRECUENCIA	UNIDAD DE MEDIDA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS		INTERESADOS EN EL RESULTADO	
FUENTE DE INFORMACIÓN			FÓRMULA DE CÁLCULO		
PARÁMETROS					
MEDICIÓN					
MESES	DATO	OBJETIVO			
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
ANÁLISIS					
OBSERVACIONES					
RESULTADOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	SATISFACTORIO		

ANEXO 13

INFORME DE RESULTADOS Y RETROALIMENTACIÓN

INFORME DE RESULTADOS Y RETROALIMENTACIÓN			Pág. 1 de 1	
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1
RETRO-FL-J004-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0
1. PROPÓSITO				
2. RESULTADOS				
3. ANÁLISIS				
4. PLANIFICACIÓN PARA LA RETROALIMENTACIÓN				
ACTIVIDADES	FECHA	RAZÓN	OBSERVACIÓN	
4. ANEXOS				
5. CONSTANCIAS				
ELABORADO POR:			APROBADO POR:	
CARGO:			CARGO:	
FIRMA:			FIRMA:	

ANEXO 14
INFORME DE OBSERVACIONES

INFORME DE OBSERVACIONES			Pág. 1 de 1	
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1
PAI-FL-J001-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0
1. ANTECEDENTES				
FECHA:		N° INFORME		
ÁREA REQUIRIENTE:				
RESPONSABLE DEL ÁREA	NOMBRE	CARGO		
2. DESARROLLO				
OBJETIVOS	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
ALCANCE				
OBSERVACIONES DEL PROCESO ACTUAL				
CONCLUSIONES				
RECOMENDACIONES				
3. ANEXOS				
4. CONSTANCIAS				
ELABORADO POR:		APROBADO POR:		
CARGO:		CARGO:		
FIRMA:		FIRMA:		

ANEXO 15
FORMATO DE REQUERIMIENTOS

REQUERIMIENTOS			Pág. 1 de 1	
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1
PAIR-FL-J001-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0
1. ANTECEDENTES				
NOMBRE DEL PROYECTO				
ÁREA		FECHA		
RESPONSABLE	NOMBRE		CARGO	
2. REQUERIMIENTO				
REQUERIMIENTO N°				
TIPO DE REQUERIMIENTO	FUNCIONAL		NO FUNCIONAL	
DESCRIPCIÓN DEL REQUERIMIENTO				
RESTRICCIONES				
3. CONSTANCIAS				
ELABORADO POR:		APROBADO POR:		
CARGO:		CARGO:		
FIRMA:		FIRMA:		

ANEXO 17
REPORTE DE PRUEBAS

REPORTE DE PRUEBAS				Pág. 1 de 1		
CÓDIGO		F. ELABORACIÓN		REVISIÓN		
PAIM-FL-J007-24		09/06/2024		0.1		
F. APROBACIÓN		FECHA		N° REPORTE		
11/06/2024		11/06/2024		VERSIÓN		
1.0						
1. DATOS DEL TÉCNICO						
NOMBRE				TURNO		
				TELPEFONO		
2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO	CÓDIGO	MARCA	SISTEMA	FUNCIÓN	HORAS OPERATIVAS	OBSERVACIONES
3. PRUEBAS APLICADAS Y RESULTADOS						
4. RECOMENDACIONES						
5. CONSTANCIAS						
ELABORADO POR:		APROBADO POR:				
CARGO:		CARGO:				
FIRMA:		FIRMA:				

ANEXO 18
SCAMPER BOARD

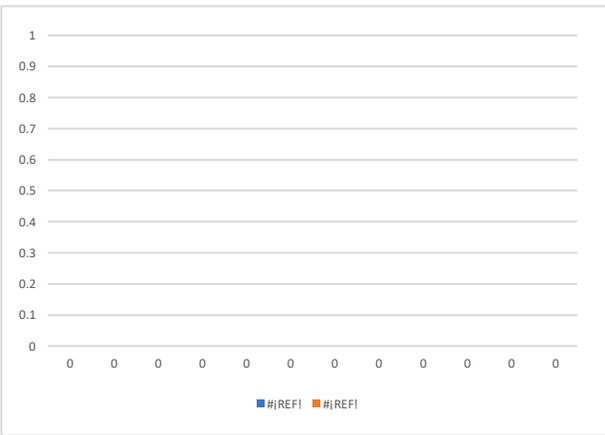
		SCAMPER BOARD				Pág. 1 de 1	
		CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	20/06/2024	REVISIÓN	0.1	
		PT-FL-SC001-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0	
ETAPA	S	C	A	M	P	E	R
	Sustituir ¿Qué puede ser reemplazado?	Combinar ¿Qué se puede combinar? para obtener algo diferente?	Adaptar ¿Qué se puede adaptar o copiar de otros entornos?	Modificar ¿Qué característica puede ser modificado o ampliado?	Poner otros usos ¿Cómo puede ser usado de manera diferente?	Eliminar ¿Qué se puede eliminar o reducido al mínimo?	Reorganizar ¿Cómo se puede organizar de otra manera? ¿Se puede revertir la propuesta?
Descripción							
Resultados							

ANEXO 19

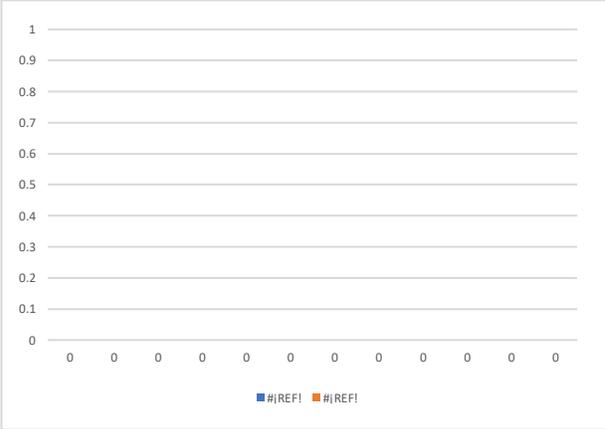
Estrategia 1: Capacitación a Operarios

FICHA DE INDICADOR				Pág. 1 de 1	
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1	
FIN-FL-J003-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0	
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR					
NOMBRE DEL INDICADOR					
Capacitación a operarios					
OBJETIVO			PROPÓSITO		
Capacitar al 80% del personal que se encuentra en el área de hilado con la finalidad de cumplir con el plan de capacitación de la estrategia 1.			META	PLAZO	VIGENCIA
			80% del personal	2 semanas	6 meses
			TIPO DE INDICADOR		
			Gestión RRHH		
DATOS DE SEGUIMIENTO DEL INDICADOR					
FRECUENCIA	UNIDAD DE MEDIDA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS		INTERESADOS EN EL RESULTADO	
Trimestral	%	Instructores Técnicos		Jefe de planta y responsable de RRHH	
FUENTE DE INFORMACIÓN			FÓRMULA DE CÁLCULO		
Registro de asistencia			$\frac{N^{\circ} \text{ de operarios capacitados}}{N^{\circ} \text{ de operarios del área de hilado}} \times 100\%$		
PARÁMETROS			Ninguno		
MEDICIÓN					
MESES	DATO	OBJETIVO			
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
ANÁLISIS					
OBSERVACIONES					
RESULTADOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	SATISFACTORIO		

Medición de eficiencia en la satisfacción con los planes de capacitación

FICHA DE INDICADOR			Pág. 1 de 1		
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1	
FIN-FL-J004-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0	
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR					
NOMBRE DEL INDICADOR					
Medición de eficiencia en la satisfacción con los planes de capacitación					
OBJETIVO		PROPÓSITO			TIPO DE INDICADOR
Evaluar al personal del área de hilado tras la capacitación teórica y práctica recibida con anterioridad.		META	PLAZO	VIGENCIA	
		80% de la nota total	2 semanas	6 meses	Gestión RRHH
DATOS DE SEGUIMIENTO DEL INDICADOR					
FRECUENCIA	UNIDAD DE MEDIDA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS		INTERESADOS EN EL RESULTADO	
Trimestral	%	Instructores Técnicos		Jefe de planta y responsable de RRHH	
FUENTE DE INFORMACIÓN		FÓRMULA DE CÁLCULO			
Informe de resultados y retroalimentación		$\frac{\sum \text{Respuestas positivas}}{\sum \text{Puntaje máximo}} \times 100\%$			
PARÁMETROS		Ninguno			
MEDICIÓN					
MESES	DATO	OBJETIVO			
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
ANÁLISIS					
OBSERVACIONES					
RESULTADOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	SATISFACTORIO		

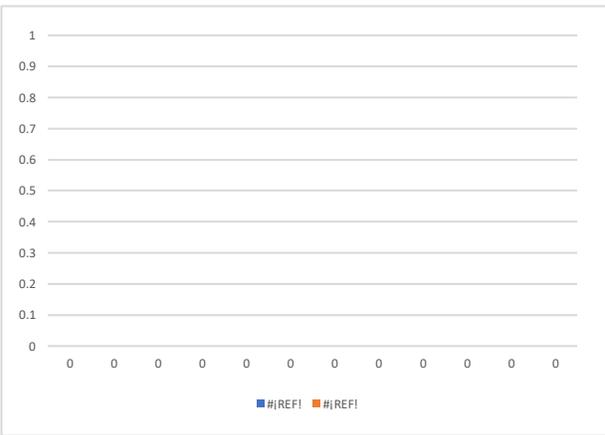
Estrategia 2: MTBF

FICHA DE INDICADOR			Pág. 1 de 1		
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1	
FIN-FL-J005-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0	
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR					
NOMBRE DEL INDICADOR					
Tiempo medio entre fallas					
OBJETIVO		PROPÓSITO			TIPO DE INDICADOR
Calcular el tiempo inactivo del instrumento de medición durante la jornada laboral que se encuentra en el área de hilado.		META	PLAZO	VIGENCIA	
		85% tiempo productivo	3 meses	9 meses	Mantenimiento
DATOS DE SEGUIMIENTO DEL INDICADOR					
FRECUENCIA	UNIDAD DE MEDIDA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS		INTERESADOS EN EL RESULTADO	
Mensual	hora	Técnicos		Jefe de planta y producción	
FUENTE DE INFORMACIÓN			FÓRMULA DE CÁLCULO		
Reporte de pruebas y cartas de control			$\frac{\text{Tiempo Disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas}}$		
PARÁMETROS			Tiempo disponible 336 horas		
MEDICIÓN					
MESES	DATO	OBJETIVO			
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
ANÁLISIS					
OBSERVACIONES					
RESULTADOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	SATISFACTORIO		

MTTR

FICHA DE INDICADOR			Pág. 1 de 1		
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1	
FIN-FL-J005-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0	
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR					
NOMBRE DEL INDICADOR					
Tiempo medio de reparación					
OBJETIVO		PROPÓSITO			TIPO DE INDICADOR
Calcular el tiempo que tardan los técnicos en reparar el instrumento cuando ocurre un fallo.		META	PLAZO	VIGENCIA	
		5% tiempo inactivo	3 meses	9 meses	Mantenimiento
DATOS DE SEGUIMIENTO DEL INDICADOR					
FRECUENCIA	UNIDAD DE MEDIDA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS		INTERESADOS EN EL RESULTADO	
Mensual	hora	Técnicos		Jefe de planta y producción	
FUENTE DE INFORMACIÓN			FÓRMULA DE CÁLCULO		
Reporte de pruebas y cartas de control			$\frac{\text{Tiempo de inactividad}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas}}$		
PARÁMETROS			Ninguno		
MEDICIÓN					
MESES	DATO	OBJETIVO			
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
ANÁLISIS					
OBSERVACIONES					
RESULTADOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	SATISFACTORIO		

Disponibilidad

FICHA DE INDICADOR			Pág. 1 de 1		
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1	
FIN-FL-J005-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0	
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR					
NOMBRE DEL INDICADOR					
Disponibilidad					
OBJETIVO		PROPÓSITO			TIPO DE INDICADOR
Calcular el porcentaje de disponibilidad del instrumento implementado en el área de hilado.		META	PLAZO	VIGENCIA	Mantenimiento
		85% tiempo productivo	3 meses	9 meses	
DATOS DE SEGUIMIENTO DEL INDICADOR					
FRECUENCIA	UNIDAD DE MEDIDA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS		INTERESADOS EN EL RESULTADO	
Mensual	%	Técnicos		Jefe de planta y producción	
FUENTE DE INFORMACIÓN		FÓRMULA DE CÁLCULO			
Reporte de pruebas y cartas de control		$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$			
PARÁMETROS		Ninguno			
MEDICIÓN					
MESES	DATO	OBJETIVO			
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
ANÁLISIS					
OBSERVACIONES					
RESULTADOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	SATISFACTORIO		

Estrategia 3: Nivel de Calidad

FICHA DE INDICADOR			Pág. 1 de 1		
CÓDIGO	F. ELABORACIÓN	09/06/2024	REVISIÓN	0.1	
FIN-FL-J006-24	F. APROBACIÓN	11/06/2024	VERSIÓN	1.0	
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR					
NOMBRE DEL INDICADOR					
Nivel de calidad					
OBJETIVO		PROPÓSITO			TIPO DE INDICADOR
Calcular el nivel de calidad de los lotes de queso de pasta hilada tras la implementación de la nueva tina en la etapa de acidificación		META	PLAZO	VIGENCIA	Productividad
		95% liberar producto	14 meses	24 meses	
DATOS DE SEGUIMIENTO DEL INDICADOR					
FRECUENCIA	UNIDAD DE MEDIDA	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS		INTERESADOS EN EL RESULTADO	
Mensual	%	Ingeniero de calidad		Equipo de producción	
FUENTE DE INFORMACIÓN			FÓRMULA DE CÁLCULO		
Cartas de control y registro de liberación del producto			$\frac{\text{Total de productos sin defectos}}{\text{Total de producto elaborados}} \times 100\%$		
PARÁMETROS			Ninguno		
MEDICIÓN					
MESES	DATO	OBJETIVO			
ENERO					
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL					
MAYO					
JUNIO					
JULIO					
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
ANÁLISIS					
OBSERVACIONES					
RESULTADOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	SATISFACTORIO		