



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA  
OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA  
PROCESADORA DE ALIMENTOS,  
JULIACA, 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

JULIACA – PERÚ

2025



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA**  
**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA**  
**PROCESADORA DE ALIMENTOS,**  
**JULIACA, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:  
**Bach. TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE :

  
Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

PRIMER MIEMBRO :

  
M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

SEGUNDO MIEMBRO :

  
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ASESOR DE TESIS :

  
M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTION DE OPERACIONES Y PROCESOS – P20

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 302-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 14 de mayo del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025- CU-2275 presentado por el (la) Bachiller: **TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Industrial**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.** - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI
- \* **1er Miembro** : M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA
- \* **2do Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

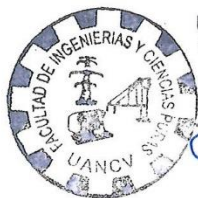
**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Industrial**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : jueves 22 de mayo del 2025
- \* **HORA** : 10:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 204 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.** - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VIANONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1875-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 27 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 16574 por el señor (a): **TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1547 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 38- 2024 del integrante del comité de investigación **EPII** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Ricardo Anibal Maldonado Mamani** de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 38- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, con el Tema Titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024** correspondiente a la línea de investigación **GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la), M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DR. MILTAM QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 919-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 29 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-10757, presentado el señor (a) **TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 855-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 26-2024 del integrante del comité de investigación EPII de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Ricardo Anibal Maldonado Mamani** de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 26-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, con el Tema Titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024** correspondiente a la línea de investigación **GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"  
Dr. Efraín Pajillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



# 16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 11% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

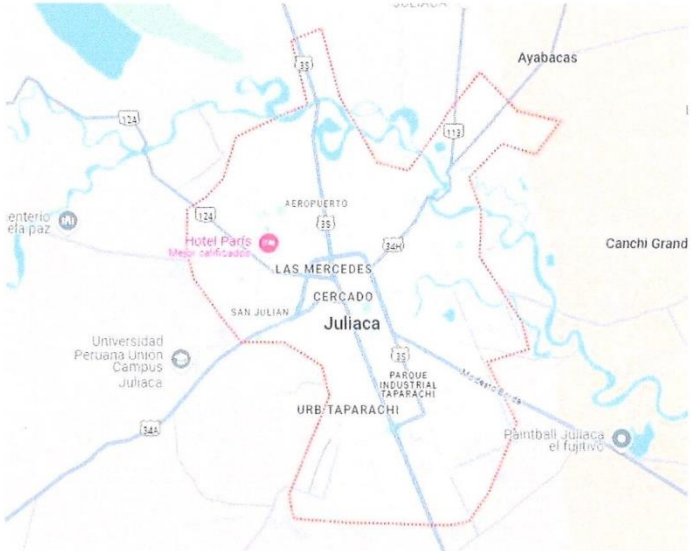
Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



### Metadatos complementarios

<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS JULIACA 2024	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71935642
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0007-9793-799X">https://orcid.org/0009-0007-9793-799X</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4595-7589">https://orcid.org/0000-0003-4595-7589</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429806
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40198643
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROCESOS – P20
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú  Departamento: Puno  Provincia: San Román  Distrito: Juliaca</p> <p>Coordenadas:  Latitud: S 15° 29' 27''  Longitud: O 70° 07' 37''  <a href="https://maps.app.goo.gl/SzdNXP6bcEb9EEJQ8">https://maps.app.goo.gl/SzdNXP6bcEb9EEJQ8</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Septiembre 2024 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p><b>Ingeniería, Tecnología</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00</a></p> <p><b>Ingeniería industrial</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04</a></p>



UNIVERSIDAD ANDINA "NUESTRO SEÑOR DE LOS RÍOS"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

*[Signature]*  
**Dr. Fritz Willy Mamani Apaza**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA, identificado con DNI  
Nro. 71935642 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional  
 Programa de Segunda Especialidad,  
 Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA INDUSTRIAL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024

Asesorado por: M. S. C. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 01 de setiembre del 2025

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

El presente trabajo investigado se lo dedico principalmente a Dios, a mi familia, mi padre, hermanas por sus paciencias, amor y ser fuente inspiradora y darme las fuerzas para poder obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre que me guía desde lo más lejos.



## AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por guiarme mi camino día a día y por permitirme tener y disfrutar a mi familia, agradezco a mi padre, hermanas por ser apoyo en cada decisión y culminar mi proyecto y estar en los momentos más difíciles y felices de mi vida.



## ÍNDICE

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO.....ii

ÍNDICE ..... iii

ÍNDICE DE TABLAS .....vii

ÍNDICE DE FIGURAS .....viii

RESUMEN.....ix

ABSTRACT ..... x

INTRODUCCIÓN .....xi

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema..... 1

1.2. Formulación del problema..... 2

    1.2.1. Problema general ..... 3

    1.2.2. Problemas específicos ..... 3

1.3. Objetivos de la investigación ..... 3

    1.3.1. Objetivo general ..... 3

    1.3.2. Objetivos específicos ..... 3

1.4. Justificación de la investigación ..... 4

    1.4.1. Justificación teórica ..... 4

    1.4.2. Justificación metodológica..... 5

    1.4.3. Justificación práctica ..... 5

1.5. Limitaciones del estudio ..... 6



- 1.5.1. Limitación temporal ..... 6
- 1.5.2. Limitación espacial ..... 6
- 1.6. Hipótesis de estudio ..... 7
  - 1.6.1. Hipótesis general..... 7
  - 1.6.2. Hipótesis específica..... 7
- 1.7. Variables ..... 7
  - 1.7.1. Variable independiente..... 7
  - 1.7.2. Variable dependiente ..... 7
  - 1.7.3. Operacionalización de variables ..... 8

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

- 2.1. Antecedentes de la investigación ..... 9
  - 2.1.1. Antecedentes internacionales ..... 9
  - 2.1.2. Antecedentes nacionales ..... 14
- 2.2. Marco teórico ..... 15
- 2.3. Marco conceptual ..... 26
  - 2.3.1. Demora..... 26
  - 2.3.2. Operación ..... 26
  - 2.3.3. Estandarización ..... 26
  - 2.3.4. Manejo de materiales ..... 26
  - 2.3.5. Decisión ..... 26
  - 2.3.6. Estándar de tiempo ..... 26
  - 2.3.7. Transporte ..... 27
  - 2.3.8. Productividad ..... 27



2.3.9. Diagrama de flujo.....	27
2.3.10. Voz del cliente .....	27
2.3.11. Repetibilidad.....	27
2.3.12. Reproductibilidad.....	27
2.3.13. Gráfica de Pareto .....	28
2.3.14. Calidad.....	28
2.3.15. Control .....	28
2.3.16. Desperdicio.....	28

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación.....	29
3.2. Tipo de la investigación .....	30
3.3. Nivel de la investigación .....	30
3.4. Diseño de la investigación.....	31
3.5. Población y muestra .....	31
3.5.1. Población.....	32
3.5.2. Muestra.....	32
3.6. Técnicas e instrumentos de investigación.....	32
3.6.1. Técnicas .....	32
3.6.2. Instrumentos.....	32

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de la empresa .....	33
4.1.1. Actividad económica .....	33



4.1.2. Número de trabajadores.....	34
4.1.3. Producción.....	35
4.1.4. Procesos.....	35
4.2. Propuesta de metodología DMAIC.....	40
4.2.1. Etapa: Definir.....	40
4.2.2. Etapa: Medir .....	40
4.2.3. Etapa: Analizar .....	50
4.2.4. Etapa: Mejorar .....	53
4.1.5. Resumen de productividades luego de aplicado la mejora .....	58
4.2.5. Etapa: Control.....	60
4.3. Consolidado comparativo de métodos antes y después de la aplicación de la metodología DMAIC .....	64
4.4. Discusión .....	66
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES .....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	75



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables de investigación.....	8
<b>Tabla 2</b> Trabajadores por áreas .....	34
<b>Tabla 3</b> Volumen de producción aprox. (Lotes).....	35
<b>Tabla 4</b> Producción por lote .....	36
<b>Tabla 5</b> Determinación de tiempos estándares – método actual .....	41
<b>Tabla 6</b> Resumen de indicadores .....	43
<b>Tabla 7</b> Muestras de peso en gramos de queso fresco – método actual .....	45
<b>Tabla 8</b> Valores de la capacidad de proceso .....	48
<b>Tabla 9</b> Valores de la capacidad de proceso .....	48
<b>Tabla 10</b> Capacidad actual del proceso .....	49
<b>Tabla 11</b> Productividades – método actual .....	49
<b>Tabla 12</b> Herramienta 5 porqués .....	50
<b>Tabla 13</b> AMFE de procesos críticos.....	52
<b>Tabla 14</b> Producción por lote – Método mejorado.....	53
<b>Tabla 15</b> Matriz de priorización de mejoras.....	55
<b>Tabla 16</b> Escala de likert.....	55
<b>Tabla 17</b> Matriz de priorización de mejoras.....	56
<b>Tabla 18</b> Estudio de tiempo para el método propuesto.....	57
<b>Tabla 19</b> Resumen de indicadores .....	58
<b>Tabla 20</b> Toma de peso de queso fresco – método mejorado.....	61
<b>Tabla 21</b> Comparación de método actual y método mejorado y variaciones .....	64
<b>Tabla 22</b> Resumen de capacidad de proceso. ....	65



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ciclo DMAIC.....	17
<b>Figura 2</b> Ejemplo de Diagrama de flujo.....	18
<b>Figura 3</b> Tipos de variaciones .....	22
<b>Figura 4</b> Tipos de variaciones .....	23
<b>Figura 5</b> Organigrama de la empresa .....	36
<b>Figura 6</b> Flujograma de la producción de queso fresco.....	38
<b>Figura 7</b> Capacidad de proceso y principales graficas de control – método actual....	47
<b>Figura 8</b> Diagrama Causa – Efecto.....	51
<b>Figura 9</b> Capacidad de proceso – método mejorado.....	63



## RESUMEN

La presente investigación titulada: "Aplicación de la metodología DMAIC en la optimización de los procesos de la empresa procesadora de alimentos, Juliaca, 2024", tiene como objetivo determinar los efectos de la aplicación de la metodología DMAIC en los procesos de la empresa Granja Don Bosco S.A.C., siendo esta herramienta parte de la filosofía SIX Sigma, la cual está trabajando en torno a cinco principios de la metodología DMAIC, las cuales consisten en Definir, medir, analizar, mejorar y controlar, cada una aplicando distintas herramientas destinadas a la mejora continua. Esta investigación es de enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, de tipo aplicativo y de nivel explicativo. Las técnicas e instrumentos para la obtención de datos se basan en herramientas de la calidad, además de la observación y análisis documental de algunas de las estadísticas previas, las cuales se usarán a manera de diagnóstico como fuentes secundarias, además de la observación directa para determinar el peso de los productos. La investigación se basará en la línea de producción de lácteos, específicamente en la producción de quesos, los cuales tienen una secuencia de procesos a los cuales se aplicará las etapas del ciclo DMAIC. Por lo que al final se explicará los efectos de la aplicación de esta metodología en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C.

**Palabras clave:** Metodología DMAIC, definir, medir, analizar, mejorar, control, proceso, optimización



## ABSTRACT

The present research entitled: "Application of the DMAIC methodology in the optimization of processes in a food processing company". during the year 2024", aims to determine the effects of the application of the DMAIC methodology in the processes of the company Granja Don Bosco S.A.C., this tool being part of the Six Sigma philosophy, which is working around five principles of the DMAIC methodology, which consists of Define, measure, analyze, improve and control, each applying different tools aimed at continuous improvement. This research is quantitative, non-experimental in design, application type and explanatory level. The techniques and instruments for obtaining data are based on quality tools, in addition to the observation and documentary analysis of some of the previous statistics, which will be used as a diagnosis as secondary sources, in addition to direct observation to determine the weight of the products. The research will be based on the dairy production line, specifically in the production of cheeses, which has a sequence of processes to which the stages of the DMAIC cycle will be applied. So at the end the effects of the application of this methodology in the optimization of the processes of the company GRANJA DON BOSCO S.A.C. Keywords:

**Keywords:** DMAIC Methodology, define, measure, analyze, improve, control, process, optimization



## INTRODUCCIÓN

La presente investigación de título: “Aplicación de la metodología DMAIC en la optimización de los procesos de la empresa procesadora de alimentos, Juliaca 2024”, tiene el objetivo de explicar los efectos de la metodología DMAIC, en la optimización de los procesos de la empresa Granja Don Bosco S.A.C. la cual se dedica al rubro de la producción de lácteos, siendo sus principales productos, como leche, queso, mantequilla, yogurt, entre otros similares.

La metodología DMAIC, utiliza herramientas en cada etapa de su ciclo, este le permite definir las variables de control, con respecto al queso, las propiedades organolépticas que se manejan son humedad, color, tamaño, peso, entre otras, las cuales pueden ser determinadas mediante observación y el uso de instrumentos como balanzas para la medición del peso, los cuales deben estar entre los límites de control, los cuales deben ser satisfacer a los clientes.

Esta investigación tiene una estructura formada por capítulos, que siguen la siguiente secuencia:

Capítulo I: Trata del problema a investigar, la formulación y planteamiento del problema, la enunciación de los objetivos, la justificación y las hipótesis, además de la presentación de las variables y su operacionalización.

Capítulo II: Trata acerca del marco teórico, entre ellos los antecedentes a los que se recurrió para la elaboración de esta investigación, tanto de índole local, regional e internacional, también presente el marco conceptual.

Capítulo III: Trata de la metodología de investigación, desde el enfoque se va a tomar, las características como el diseño, el nivel y el tipo de investigación. Muestra parte de la población y la muestra de las que se realizarán la investigación,



presenta las técnicas e instrumentos para la recolección, análisis, procesamiento e interpretación de la información.

Capítulo IV: Trata acerca de los resultados de la investigación, parte del diagnóstico, situación actual, análisis e interpretación, para su correspondiente discusión de resultados, comparándolas con otros trabajos previos.

Luego de ello trata acerca de las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó con la investigación.

Para culminar presenta la bibliografía y las fuentes de información con las cuales se realizó la investigación.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema

Según **Hernández et al., (2014)**, el planteamiento del problema se basa en una minuciosa, exhaustiva y analítica revisión de los fundamentos y criterios teóricos, con el objetivo de darle una explicación de los fenómenos, también tiende a describir y predecir eventos relacionados con el problema de investigación, el cual debe estar centrado en base a las variables, siendo su particularidad la de poseer atributos a las cuales se les pueda medir a fin de tener un medio de observación tanto indirecta o directa. (p. 14)

la metodología DMAIC, es un ciclo repetitivo de acciones de parte de la definición de parámetros a evaluar, los cuales deben de medirse a fin de tener información o variables a las cuales se pueda analizar, para luego realizar una serie de acciones sobre ellas, a fin de mejorar la situación actual y mantener esos niveles por los cuales tener el principio de mejora continua de manera permanente.

Para el sector de los lácteos, uno de los problemas principales es el control de las variables, específicamente los parámetros de calidad en los distintos procesos, como la temperatura, niveles de pH, entre otros. Los cuales son



percibidos por los clientes, para la presente investigación, una de las variables a trabajar será el peso del producto final, los cuales deberán de mantener un nivel de variabilidad aceptable, el cual le permita mantener un estándar, a fin de lograr mejorar la productividad en los procesos, específicamente estandarizar los tiempos de procesamiento para la línea de producción de quesos de la empresa Granja Don Bosco S.A.C.

Las herramientas de calidad son la base para la recolección, análisis y procesamiento de los variables a investigar, siendo ellas utilizadas en cada etapa de la implementación de la metodología DMAIC, inicialmente para determinar los parámetros a estudiar, como el peso del producto final, la cual se va a medir mediante otras técnicas, además de definir las causas que afectan a esa variable, en la cual se determinará mediante muestreo, el cual permitirá tener mejor control sobre los defectos que puede producirse, además de optimizar mejor los recursos para la producción de queso.

La metodología DMAIC, permitirá el control sobre las variabilidades, además de optimizar los procesos, volviéndolas más eficientes, por lo que se beneficiará a los objetivos y metas con respecto a la calidad de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C.

## 1.2. Formulación del problema.

Según **Hernández et al., (2014)**, la formulación del problema es parte esencial en el planteamiento del problema, pues facilita la guía de los cómo lograr los objetivos por medio de la generación de preguntas, siendo esto las que tratarán de solucionar los problemas principales encontrados, tratando de generar



preguntas sobre ellas de manera particular y tener algún criterio de controversia sobre el estudio.(p. 34)

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son los efectos de la aplicación de la metodología DMAIC en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo son los efectos del análisis de variables críticas de la calidad en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024?
- ¿De qué manera afecta la estandarización de tiempos en la productividad de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Explicar los efectos de la aplicación de la metodología DMAIC en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar los efectos del análisis de variables críticas de la calidad en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024
- Analizar los efectos estandarización de tiempos en la productividad de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024



## 1.4. Justificación de la investigación

Para **Hernández et al., (2014)**, la justificación dentro de una investigación tiene que la razón por la que se realizó la investigación, por medio de criterios, siendo entre ellos explicar la relevancias que tiene, a la vez explicar la importancia y aporte dentro del campo de la investigación, siendo aspectos como la parte teórica, practica, la parte metodología y la orientación que puede dar a futuros trabajos de investigación. (p. 40).

### 1.4.1. Justificación teórica

La justificación teórica según menciona **Hernández et al., (2014)**, son las que tienen como objetivo llenar los vacíos de conocimiento que se tiene, mediante la generación de mayor conocimiento y teóricas, a fin de ser soporte teórico para otras investigaciones venideras, siendo material de sugerencias e hipótesis. (p. 40)

La empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C., cuenta con área de producción, de la cuales se elaboran productos como quesos, yogurt, y otros, tomando como materia prima principal la leche, por lo que tiende a tener ciertas mermas en cada uno de sus procesos, siendo evidente optimizar dichos procesos, una de las formas más prácticas es la utilización de la metodología DMAIC, que permite no solo el análisis de la producción y sus variables, si no también permite encontrar las causas que relacionadas a los problemas de producción, pues por medio de la aplicación de sus herramientas soporte permite identificar las razones de los problema, con el fin de reducir los problemas o defectos encontrados dentro de los procesos principales, por lo que es una herramientas que trabaja con la filosofía de la mejora continua y además permite controlar los parámetros de calidad que se definan.



### **1.4.2. Justificación metodológica**

Para **Hernández et al., (2014)**, la justificación metodológica está relacionado con la generación de un medio innovador que permita la recolección de información y datos, las cuales se analizarán, siendo a veces material de experimentación para encontrar niveles óptimos en las variables de investigación. (p. 40)

Para la presente investigación, la metodología sigue también la secuencia del ciclo DMAIC, que permite tener un diagnóstico de la situación actual, debido a que permite definir los parámetros a estudiar, medirlos, analizarlos, establecer una serie de acciones a fin de mejorar y mantener bajo límites de control, asimismo lograr la mejora continua con relación a los procesos en general.

### **1.4.3. Justificación práctica**

Según **Hernández et al., (2014)**, las justificaciones prácticas a las que se somete la investigación tiene que ver con la finalidad de como ayuda a la vida práctica en relación a la solución y explicación de los fenómenos, es decir sirve de soporte para generar hipótesis y conseguir más beneficios y soluciones prácticas a problemas similares.(p. 40)

La presente investigación sobre la aplicación de la metodología DMAIC, busca optimizar los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO SAC, por lo que la razón esencial es la optimización de procesos, es decir tener tiempos de procesamiento menores, con el mismo nivel de producción o si es posible incrementar los niveles de productividad por factor y de manera genérica, siendo estos tomado de forma directa por medio de la observación.



## 1.5. Limitaciones del estudio

Según **Hernández et al., (2014)**, las limitaciones a las que una investigación se somete es en relación a los conceptos a las que aborda el problema de investigación, también pueden ser las de criterio temporal, de localización, de las cuales se añaden las limitaciones financieras. (p. 48)

### 1.5.1. Limitación temporal

Una limitante temporal según lo que expresa **Fuentes et al., (2020)**, es el fragmento de tiempo utilizado para realizar la investigación, siendo este factor relevante para lograr determinar cuándo inicia y finaliza la investigación, lo cual facilita para su análisis y resolución como problema de investigación. (p. 47)

La aplicación de la metodología DMAIC, tomará datos relevantes de las características de la línea de producción de quesos del año 2023, siendo la aplicación para el primer semestre del año 2024, por lo que es evidente, tener en consideración los tiempos de cada uno de los procesos.

### 1.5.2. Limitación espacial

Según lo que menciona **Fuentes et al., (2020)**, las limitaciones que una investigación tiene con relación al espacio, se refiere a la localización geográfica del problema, que será sujeto a investigación. (p. 47)

Por lo tanto, la ubicación de la investigación serán las instalaciones de la empresa GRANJA DON BOSCO, de las cuales se analizarán los procesos y sus correspondientes líneas de procesamiento, específicamente la línea de producción de quesos.



## 1.6. Hipótesis de estudio

Las hipótesis de investigación para **Hernández et al., (2014)**, tiene que ver con la comprobación y verificación de la posible solución al problema de investigación, es por ello que se para investigaciones de nivel explicativo, se encuentran la relación causa efecto entre las variables. (p. 104)

### 1.6.1. Hipótesis general

La aplicación de la metodología DMAIC tiene un efecto directo en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024

### 1.6.2. Hipótesis específica

- Los efectos del análisis de variables críticas de la calidad tienen un efecto directo en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024
- La estandarización de tiempos tiene un efecto directo en la productividad de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024

## 1.7. Variables

Las variables para **Hernández et al., (2014)**, son las características que poseen dos atributos como son la medición y la fluctuación de valores con respecto al tiempo, estas variables pueden ser medibles mediante instrumentos. (p.105)

### 1.7.1. Variable independiente

Metodología DMAIC

### 1.7.2. Variable dependiente

Procesos



## 1.7.3. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables de investigación*

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Metodología DMAIC	1.1 Definir	1.1.1. Variable crítica de control	Porcentaje
	1.2 Medir	1.2.1. Peso de producto final	Porcentajes
		1.2.2. Tiempo de procesamiento	Cantidad
	1.3 Analizar	1.3.1. Causas raíces	Porcentajes
		1.3.2. Límites de control	Cantidad
1.4 Mejorar	1.4.1. Tiempo estándar de producción	Porcentajes	
	1.4.2. Peso estándar	Cantidad	
	1.5 Controlar	1.5.1. Tiempo total de producción	Porcentajes
1.5.2. Límites de control		Cantidad	
Procesos	2.1 Proceso productivo	2.1.1. Productividad de mano de obra	Porcentaje
		2.1.2. Productividad de la materia prima	Cantidad
		2.1.3. Productividad total	



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

**Conterón, (2021)**, realizó una investigación: "Mejora de procesos basado en la metodología DMAIC para la empresa Gisell ubicada en la Ciudad de Otavalo", cuyo objetivo fue mejorar los procesos productivos por mediante la aplicación de la metodología DMIAC, que le permite definir las características de su producción, además de medir y analizar la variabilidad en sus procesos, a fin de mejorar y tener control sobre ellos. La metodología aplicada a esta investigación es descriptiva, el análisis de documentos como medio de recopilación de información de las principales estadísticas de los procesos, además uso las técnicas de investigación como la observación para evidenciar los procedimientos de cada proceso. Como conclusión: Se logró mejorar el problema en el cuello de botella de la organización como fue identificado el proceso de tejido, en el cual se logró controlar la variabilidad, se optimizó el índice de capacidad de proceso ( $C_p$ ).

**Benalcázar, (2021)**, en su investigación: "Propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos



en la empresa "Tejidos Parwall" ubicado en Atuntaqui.", cuyo objetivo es mejorar el proceso productivo de las prendas de vestir de la empresa Parwall, así mismo reducir los defectos y fallas, a fin de ofrecer mayor valor añadido a los productos y evitar los riesgos potenciales a la empresa. El método de trabajo que realizó fue un diagnóstico de la actual situación de la empresa, por medio de la caracterización de los procesos y áreas, a fin de identificar los problemas críticos, es ahí donde ha aplicado la metodología DMAIC. Como conclusiones llegó a que la metodología Lean Six Sigma, tiene un enfoque práctico, pues fomenta a realizar las cosas de mejor manera y con las seguridades y características que elevan la calidad de los productos,

**Pozo, (2019)**, en su investigación: "Implementación de la metodología DMAIC para la mejora de capacidad de producción en la elaboración de prototipos de madera plástica", su objetivo fue incrementar la capacidad productiva de madera plástica reciclada, por medio de la aplicación de la metodología DMAIC. Por medio del estudio de trabajo se determinó el tiempo de producción de 214.3 min con una tolerancia de 20min, por lo que se logró calcular los índices de capacidad de  $C_p=0.91$ ,  $C_{pk}=0.46$  y  $C_{pm}=0.56$ , que indican que la producción en cuanto a sus tiempos no son los más adecuadas, debido a la cantidad excesiva de variabilidad en el tiempo de producción. Finalmente, la producción se incrementó, pues con la aplicación de la metodología DMAIC, tuvo una mejora del 19%, lográndose ahora la producción en un ciclo de 173.4 min, y los índices como el  $C_p=1.09$ ,  $C_{ok}=0.99$  y  $C_{pm}=1.04$ , siendo estos mejores antes de la aplicación de la mejora.

**Cabezas, (2021)**, en su investigación: "Propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma para reducir el reproceso en la empresa de confección "Acuatex" ubicado en la ciudad de Atuntaqui", donde el problema se identificó en



los procesos de confección y estampado, a la vez esto permite reducir los niveles de reproceso en las prendas. El objetivo de esta investigación se centra en la mejora de los procesos productivos donde se encuentran cuellos de botella. El método de trabajo para la realización de esta investigación fue la siguiente: la parte bibliográfica y algunos datos secundarios se obtuvo mediante el análisis documental, luego se realizó la investigación de campo para obtener datos de fuentes directas que permitan aplicar la metodología Lean Six Sigma, además de la observación, encuesta y entrevista, a la vez, el uso de sus respectivos instrumentos como cuestionario, guía de observación, finalmente se aplicó la metodología DMAIC. Finalmente llegó a la conclusión de que el rango de tallas 2 a talla 6 estos procesos están bajo control, el proceso de confección se encuentra en la categoría 2, y requiere de mejoras, siendo el tiempo de cuello de botella equivalente a 6.83 min y el tiempo de 69.18 min, que es un tiempo excesivo para el proceso de estampado, por lo que es evidente realizar mejorar, acciones como la aplicación de SMED y sus herramientas, las 5'S, el control visual, balanceo de operaciones entre otras.

**Córdova, (2020)**, en su investigación: "Diseño de un sistema de control estadístico de la calidad para el área de producción en la fábrica de medias Gardenia", donde se aplicó la metodología DMAMC, que permite mejorar los procesos, el cual usa técnicas de control estadístico. Su objetivo de investigación fue la de diseñar el sistema de control de calidad para el área de producción, el tipo de investigación aplicado, fue al campo para medir la cantidad de desperdicio, la investigación documental y la investigación aplicada para mejorar los procesos y solucionar el problema de defectos que se encontraron, su enfoque es cuantitativo y las técnicas fueron las de observación y la encuesta. Llegando a las siguientes



conclusiones, con el Diagrama de Pareto, encontró que el 20% de las prendas genera el 80% de ingresos para la fábrica, en especial el producto acrílico pupiada colegial, con la cantidad de 59 013 docenas. Se desarrolló un Análisis de Modo y Efecto de Falla para priorizar los defectos, de determinó mejorar el mantenimiento de máquina y mejorar las condiciones de herramientas, útiles y materiales para el proceso de confección.

**Taimal, (2019)**, en su investigación: "Implementación del control estadístico de la calidad en la elaboración de madera plástica del Laboratorio de proceso físicos de la Universidad Técnica del Norte", donde su objetivo fue implantar el control de calidad por medio de la aplicación de graficas de control que permitan estandarizar el proceso. La metodología aplicada fue una investigación experimental en su diseño, de enfoque cuantitativo, de nivel correlacional, de tipo aplicada. Por lo que la investigación empezó con el diagnóstico inicial, por medio de la medición de las características de productos, entre ellos el volumen, las dimensiones largo y ancho, el peso, entre otros de la madera plástica. Finalmente se llegó a las conclusiones de que las dimensiones estándares será de 370mm tanto para el ancho y el largo, con un espesor de 8.5 mm, además de la densidad de 1.71 g/cm<sup>3</sup>, resistencia máxima de 751.03 N y resistencia a la ruptura de 316.16 N, los tiempos para el moldeado de 36 min y para el proceso de prensado de 26 min, la temperatura estándar de 150°C, y una dureza de 4.76 bares.

**Moreno & Materón, (2018)**, realizaron una investigación: "Reducción del tiempo de ciclo para el aumento de la productividad en el proceso de elaboración de concentrado para gallinas ponedoras", donde se plantear incrementar el nivel de productividad específicamente en el proceso de concentrado de alimentos para gallinas. Para su investigación se realizó en el enfoque cuantitativo, con diseño



experimental, la población de estudio fueron las personas involucradas con la línea de producción, llegando a las conclusiones con la aplicación de DMAIC como alternativa para la mejora de procesos, se logró mejorar en un 21% la producción promedio de toneladas diarias.

**García, (2017)**, en su investigación: "Reducción de sobrepeso en masas procesadas por la máquina boleadora en la línea de panadería de la empresa Paniqueso", estudio el problema de variabilidad en el peso de la línea de procesos como es la panadería, siendo su objetivo la de reducir el peso excesivo en la masa que entra a la máquina boleadora, por lo que esto mejoraría la productividad de la empresa. La aplicación de herramientas como los Cinco Porqués, los diagramas de causa y efectos, usadas para encontrar una alternativa de solución, para la evaluación de las variables se usó VOC, SIPOC, y para el análisis de datos, se usó MINITAB. Se concluye que redujo el peso en un 17.36%, siendo el peso inicial de 368.56g a 351.20g, significando un ahorro promedio mensual de 3 380 672, pesos colombianos.

**Gaviria, (2018)**, en su investigación sobre "Análisis de calidad y evaluación en el proceso de Trilla del arroz para observar la producción de grano partido y harina de arroz evitando así pérdidas económicas", en el cual determinó que los principales indicadores de calidad, entre ellos las impurezas, la humedad, granos con fracturas, por medio de la utilización de la metodología Seis Sigma, además de la metodología DMAIC, por la cual determinó objetivos y metas para estandarizar los procesos, entre estos indicadores se tiene que lograr el 4% en impurezas con un máximo tolerable del 10%, con respecto a la humedad de la materia prima no debe superar el 27%, con relación al grano partido no debe superar el 30%, y la humedad para el producto final no debe superar el 13%.



**Rivera, (2020)**, en su investigación: "Análisis de la variabilidad en la elaboración de helados utilizando herramientas de la metodología Six Sigma en la empresa "Productora y comercializadora de los helados de Salcedo Corpicecream S.A.", su objetivo es analizar la variabilidad en la producción de helados, con lo cual aplicó los procedimientos de la metodología Six Sigma, específicamente el ciclo DMAIC que implica realizar la definición, el análisis, la mejora y control. La investigación es de enfoque mixto, por medio de un muestreo conglomerado, para el procesamiento de los datos se aplicaron los softwares MS Excel y Minitab, llegando a los siguientes resultados en el proceso de desmoldado con el 0.515% y en el sellado y enfundado del 0.3157%, totalizando el 0.85%, el nivel sigma es de 3.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Ponce, (2017)**, en su investigación "Mejoras en el proceso de producción e hojuelas para minimizar la merma en la empresa NIISA Corporation S.A.", en el cual se trazó el objetivo de mejorar el proceso de producción en la línea de hojuelas de cereales, por lo que recurrió a la estrategia de reducir la merma, durante las actividades de materia prima, en el proceso de mezclado, en el proceso de laminado, en el proceso de adición de vitaminas y en los correspondientes empaques, a la vez identifico cuatro tipos de desperdicios en entre ellos el polvo, el particulado, la humedad y el rechazo en los productos. Por lo que determinó que la merma existente es de unos 13 788.16 kilogramos mensuales, esto siendo el 6.73% de la producción total de hojuelas.

**Arevalo, (2019)**, en su investigación: "Aplicación de la metodología DMAIC y su impacto en la reducción de mermas en una empresa panificadora", en su



objetivo es la disminución de las mermas presentes entre los procesos, siendo estas en promedio del 9.1%, muy encima de la meta permitida del 5%. La metodología de estudio se basa en 6 meses de estadísticas anteriores a la implementación y 6 meses después de la implementación. Como conclusiones menciona que los defectos fueron atendidos, estandarizando las recetas para poder disminuir y mantener las mermas en un rango menor a los 5%.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Seis Sigma

**Gutiérrez, (2010)**, Seis Sigma es una de las mejores estrategias para lograr la ansiada mejora continua para las empresas, debido a que buscar incrementar el desempeño de los procesos, además de reducir las variabilidades encontradas, siendo el punto de partida las necesidades y requerimientos de los clientes, quienes identifican defectos o atributos salidos de las especificaciones. (p. 280).

**Pérez, (2013)**, expresa que sigma en la gestión de calidad, específicamente mide la capacidad de producción de bienes o servicios, con los requisitos específicos. Por lo tanto, Seis Sigma es el grupo integral de técnicas y herramientas con el complemento de la estadística para reducción la variabilidad de los procesos, a la vez incrementar la capacidad y lograr la satisfacción del cliente. (p. 18)

**Carro & González, (2018)**, Seis Sigma es una estrategia que permite incrementar la competitividad mediante la mejora continua, con ayuda de la aplicación de las herramientas estadísticas a fin de eliminar los errores o defectos en sus procesos. (p. 20)

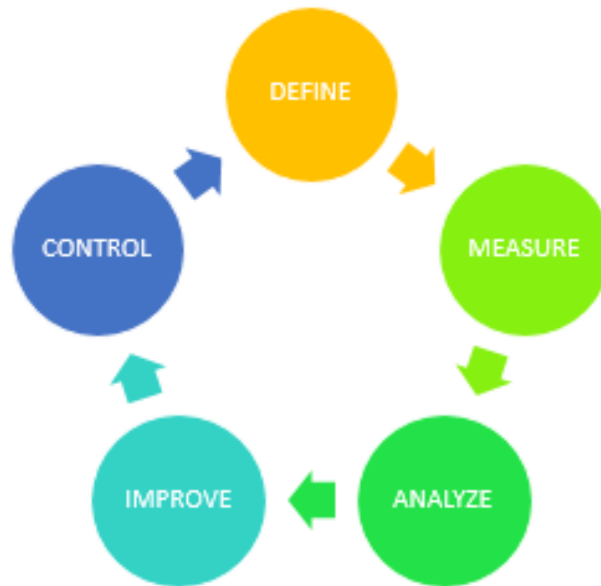


## 2.2.1.1. Metodología DMAIC

**Gutiérrez, (2010)**, menciona que el DMAMC, del inglés (DMAIC), (define, Measure, Analyze, Improve and Control), siendo está una metodología robusta que el Seis Sigma usa como herramienta. (p. 285)

- Definir, en este paso se define los datos para trabajar en general las variables críticas de la calidad (VCC), es decir el problema, siendo estos los modos como afecta al cliente y además se puede plantear los beneficios que hay sobre él, con el proceso esperado.
- Medir, en esta etapa se mide las variables críticas de la calidad, a modo de diagnóstico que facilita ver la situación actual en la que se encuentra el proceso.
- Analizar, en esta se localizan las causas raíz que genera el problema y las variabilidades.
- Mejorar. Este paso consiste en la evaluación de posibles soluciones y si correspondiente implementación, con la finalidad de minimizar o eliminar los defectos antes hallados.
- Controlar, en esta parte donde se debe de mantener las mejores obtenidas.

**Pérez, (2013)**, menciona que el ciclo DMAIC, (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), es el conjunto de herramientas y técnicas estadísticas utilizadas para lograr los objetivos del proceso. (P. 25)

**Figura 1***Ciclo DMAIC*

**Carro & González, (2018)**, Seis Sigma usa la metodología rigurosa que le permite definir tanto problemas como situaciones, también permite la medición de datos y obtención de información, luego analizarla, también permite la incorporación de mejoras y su respectivo control, a este conjunto de pasos se le conoce como ciclo o esquema DMAIC (p. 20)

#### **2.2.1.1.1. Definir**

**Render & Heizer, (2007)**, es similar al marco de un proyecto, en el cual se definen los objetivos, el alcance, los beneficios potencias y los responsables de la implementación. (p. 291)

**Pérez, (2013)**, parte donde se definen los involucrado con el equipo de trabajo, y las variables críticas de la calidad, tiene una serie de pasos entre ellos están: (p. 25)

- Selección del proyecto

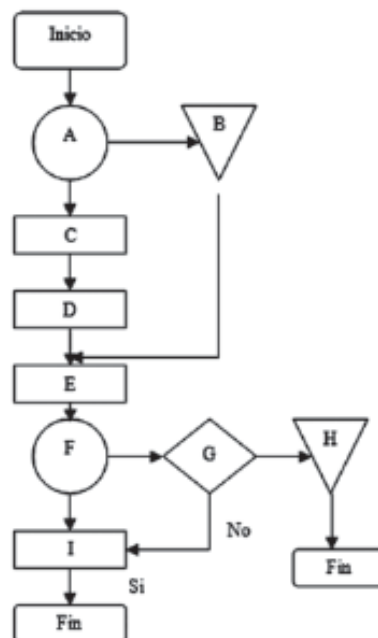
- Identificar las variables críticas de calidad, establecidas por las necesidades y requerimiento de los clientes.
- Identificar y localizar los problemas de mayor impacto
- Realizar la contrastación de las correlaciones entre las variables críticas de la calidad con los problemas identificados.
- Seleccionar los integrantes del equipo de trabajo

## Herramientas

- Diagrama de flujo, su objetivo es evidenciar los pasos y secuencia de actividades mediante simbología definida, permite obtener información y validarla.

## Figura 2

### *Ejemplo de Diagrama de flujo*



De la figura anterior, tanto inicio como fin, son símbolos de comienzo y termino de procesos, los símbolos A, F, son inspecciones, C, D, E e I, son símbolos



que representan operaciones o actividades, el símbolo G, son símbolos que determinan decisiones, o indican preguntas cerradas con si y no como respuesta, los símbolos B y H son símbolos de almacenamiento.

- Encuesta, su objetivo es la generación de información requerida por los clientes y sus necesidades.
- La tormenta de ideas, o lluvia de ideas, permite definir las variables críticas para analizar.

### **2.2.1.1.2. Medir**

**Render & Heizer, (2007)**, en esta parte de hace el entendimiento y la cuantificación de las características del problema, además de mapear los procesos de forma detallad, mediante técnicas como el AMEF y las métricas propias del Seis Sigma. (p. 291)

**Pérez, (2013)**, en este paso se usan las herramientas estadísticas con la finalidad de probar las variables críticas de calidad, también tiene una secuencia que esta siguiente: (p. 26)

- Definir las variables crítica de la calidad más adecuada.
- Cálculo del nivel de sigma
- Escoger el objetivo del proyecto

Herramientas.

- Diagrama de Pareto, permite categorizar las causas del problema por incidencia o impacto, permite describir la situación del problema, luego las desglosa para mejor tratamiento y análisis.
- Cálculo del nivel sigma
- Histograma
- Rendimiento del proceso



### **2.2.1.1.3. Analizar**

**Render & Heizer, (2007)**, en esta parte se debe de localizar las causas raíces de los problemas, y diferenciar las que causen mayor efecto, en esta parte se pueden usar herramientas como la lluvia de ideas, los diagramas de Ishikawa, diagramas de Pareto entre otros, cinco porqués entre otros. (p. 192)

**Pérez, (2013)**, con relación al análisis, permite la búsqueda de las causas raíces y las variables críticas de la calidad y que aspectos las afectan más. (p. 27)  
Herramientas.

- Diagrama de Ishikawa
- Habilidad del proceso

### **2.2.1.1.4. Mejorar**

**Render & Heizer, (2007)**, en esta etapa se hace la propuesta de mejora y su implementación correspondiente, a fin de atender las causas raíces y eliminar o reducir los efectos del problema. Aquí se pueden aplicar herramientas como técnicas de creatividad, diseño de experimentos, hojas de verificación entre otros. (p. 193)

**Pérez, (2013)**, en la acción de mejorar se define el plan de acciones con el fin de trabajar con la causa raíz, por medio del seguimiento con las herramientas estadísticas, tiene dos aspectos importantes entre tomar acciones correctivas y las verificaciones de la efectividad de las acciones tomadas. (p. 28)

Herramientas.

- Diseño de experimentos
- Tabla de Anova
- Experimento factorial
- Análisis de interacciones



### 2.2.1.1.5. Controlar

Para **Render & Heizer, (2007)**, Esta etapa comprende lograr las mejoras deseadas, es decir que eviten las causas que hacen que el proceso o productos tenga defectos, también, es esencial que los controles ahora prevengan la ocurrencia de los problemas, a fin de mantener los avances y mantener el desempeño actual a fin de motivar para la mejora continua. (p. 193)

**Pérez, (2013)**, con la parte de controlar, se debe tener un enfoque preventivo a fin de mantener la mejora continúa lograda hasta ese entonces. (p. 28)

Herramientas.

- Gráficas de control

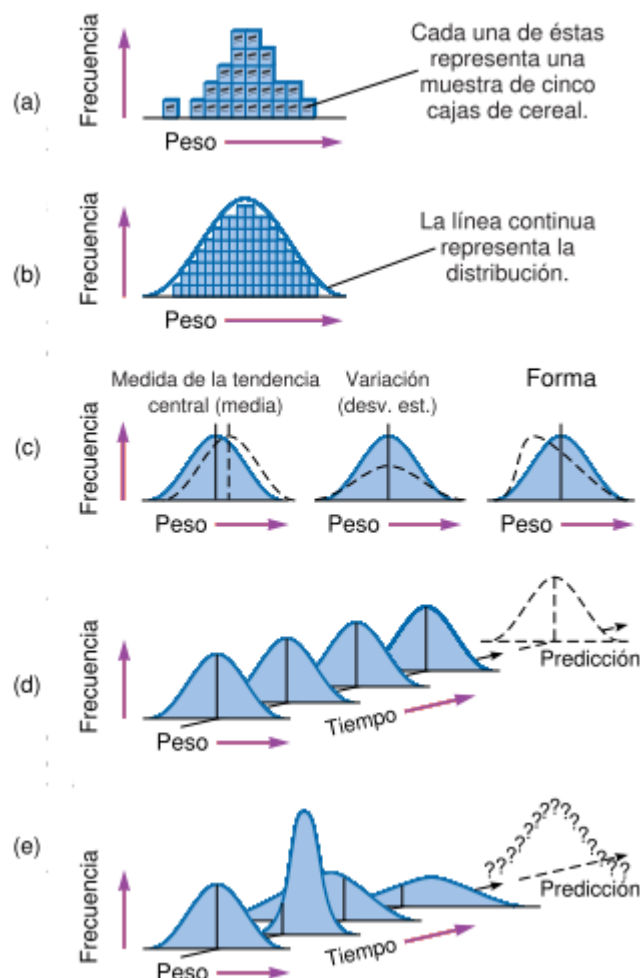
### 2.2.1.2. Control estadístico de procesos

**Render & Heizer, (2007)**, menciona que es una de las técnicas estadísticas frecuentemente utilizadas para asegurar el cumplimiento de los estándares para los procesos, siempre en cuando estos presenten variabilidad en alguna medida, generalmente son usados para medir el desempeño de cada uno de los procesos, siendo está herramientas las gráficas de control. (p. 410)

Existen variaciones naturales y variaciones asignables según **Render & Heizer, (2007)**, las primeras atribuidas a variaciones que sufre el proceso que son de esperar y que influyen en cierto grado, es por ello que otro termino aparece como la distribución, este se caracteriza por tener una media y una desviación, siempre que estas medidas se encuentren bajo los niveles específicos, el proceso está bajo control. Por otro lado, las variaciones asignables, surgen a causa de encontrar la causa raíz, siendo mayormente los factores productivos los que están inmersos en ello, por lo tanto, ambos criterios permiten que asegurar los límites de control de los procesos e identificar las posibles causas de variabilidad (p. 411).

### Figura 3

*Tipos de variaciones*



Nota. Render & Heizer, (2007)

La grafica 1, proporciona datos acerca de los tipos de variaciones que se presentan en los procesos, entre ellos (a) que representa muestras de productos, que pueden varían en algunas de sus características como el peso, luego esta (b), donde se puede apreciar la línea continua es la representación de la distribución, con las muestras suficientes que forman una patrón, (c), proporciona valores referidos al cambio proporcional de la distribución, entre ellos las variaciones de tendencias, desviación estándar, (d), muestra las causas naturales de la variación, siendo está de alguna forma estable, que puede predecirse con relación al tiempo.

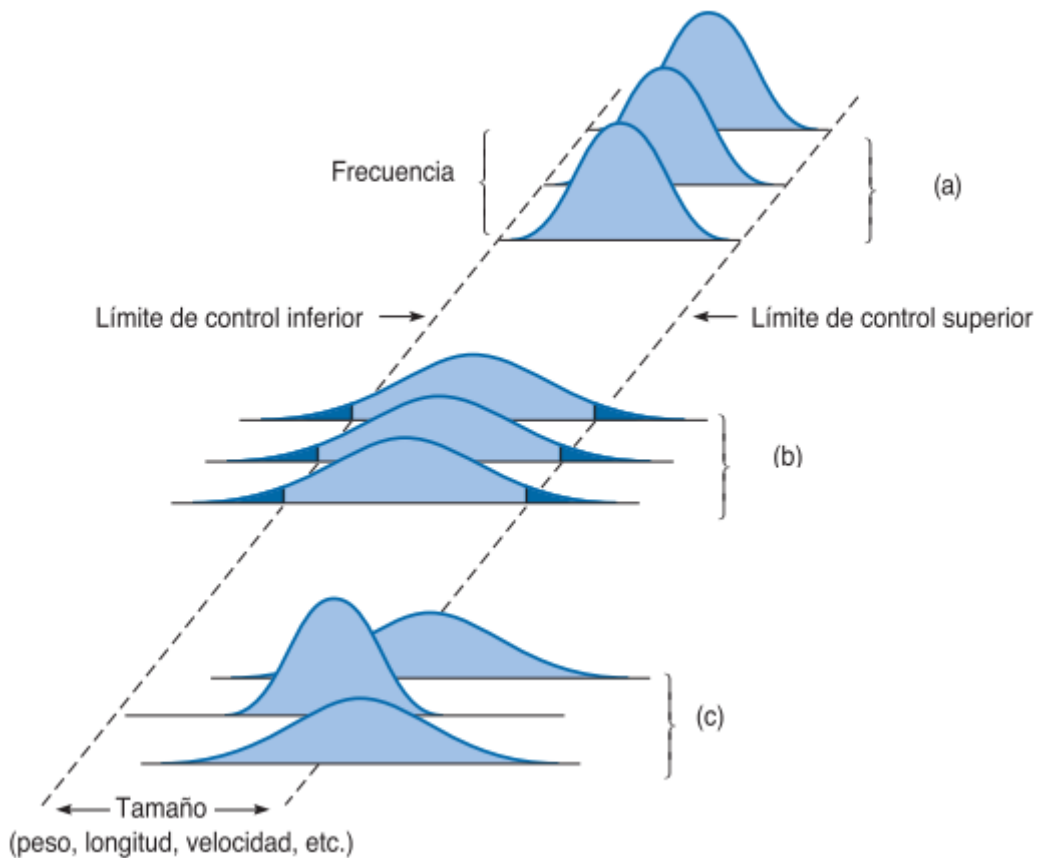
(e), muestra las variaciones que se asignan, este sí, presentan variaciones en la desviación estándar y hasta en la forma de a distribución.

### 2.2.1.2.1. Gráficas de control

Render & Heizer, (2007), las gráficas de control con herramientas que permiten evidenciar las variaciones naturales y diferenciarlas con las variaciones asignables, de ahí, se crea dos tipos de gráficas  $\bar{x}$ , que representa la gráfica destinada al control de calidad, en ocasiones que haya variaciones de la tendencia central, la gráfica R, representa el control que se le hace al rango relacionado a la muestra, permite evidenciar la ganancia o pérdida en función de la uniformidad. (p .375)

**Figura 4**

*Tipos de variaciones*



Nota: Render & Heizer, (2007)

En la gráfica anterior se puede apreciar los procesos, en sus características como peso, velocidad, longitud, tiempo, todos pues ser establecido bajo un criterio de limitantes, entre ellos un límite superior de control y un límite inferior de control. (a) es un proceso que solamente posee causas naturales de variación, por lo que se mantiene bajo los límites de control, (b), son procesos bajo control, sin embargo, no están dentro de los límites de control establecidos y el caso (c) son procesos que están fuera de control, debido a que presenta variaciones asignables.

- Límites de grafica de la media (gráficas  $\bar{x}$ )
  - Límites de control superior (LCS) =  $\bar{\bar{x}} + z\sigma_{\bar{x}}$
  - Límites de control inferior (LCI) =  $\bar{\bar{x}} - z\sigma_{\bar{x}}$

Donde:

$\bar{\bar{x}}$  = media de las medias (muestra)

$\sigma$  = Desviación estándar del proceso

$z$  = Número de desviación estándar

$\sigma_{\bar{x}}$  = Desviación estándar de las medias de la muestra =  $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$n$  = Tamaño de la muestra

- Límites de gráfica del rango (gráficas R)
  - Límites de control superior (LCS<sub>R</sub>) =  $D_4\bar{R}$
  - Límites de control inferior (LCI<sub>R</sub>) =  $D_3\bar{R}$

Donde:

$R$  = rango promedio

$D_3, D_4$ , son factores de rango superior e inferior respectivamente.

### 2.2.1.2.2. Secuencia para hacer Gráficas de control

**Render & Heizer, (2007)**, presenta pasos para la realización de gráficas de control, que son las siguientes:

- Recolección de 25 o 20 muestras, con n igual a 5 o 4,

### 2.2.1.3. Índice de habilidad de proceso ( $C_{pk}$ )

**Render & Heizer, (2007)**, con relación al índice de habilidad del proceso, es un indicador cuya función es medir las diferencias entre las dimensiones deseadas y las dimensiones reales de los productos.

$$C_{pk} = \text{mínimo de} \left[ \frac{\text{Límite de especificación superior} - \bar{X}}{3\sigma}, \frac{\bar{X} - \text{Límite de especificación inferior}}{3\sigma} \right]$$

Donde:

$\bar{X}$ : Media del proceso

$\sigma$ : Desviación estándar

Por lo tanto, el índice  $C_{pk} = 1$ , es un indicador que define que hay 2700 defectos por millón, un  $C_{pk} = 2$ , indica que hay 3.4 defectos por millón.

### 2.2.1.4. Razón de habilidad de proceso ( $C_p$ )

**Render & Heizer, (2007)**, la habilidad del proceso, es una medida que indica el cumplimiento de las especificaciones en el diseño de un producto o sobre las condiciones de prestación de algún servicio, en otras palabras, las variaciones naturales deben de ser lo más insignificantes, a fin de la calidad y los estándares cumplan con las tolerancias de diseño. (p. 423)

La razón para determinar la habilidad del proceso tiene la siguiente forma:

$$C_p = \frac{\text{Especificación superior} - \text{Especificación inferior}}{6\sigma}$$

Para los procesos, el indicador  $C_p$ , el cual determinar si el valor de variabilidad es alto o bajo, siendo  $C_p=1$ , indicador de que hay 2.7 unidades en 1000



que están fuera de las especificaciones, en tanto un criterio del  $C_p$  de 1.33, indica 64 unidades por millón que se encuentran fuera de las especificaciones.

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Demora**

Todo tipo de retraso que afecta la normal realización de procedimientos y operaciones (Jácome, 2015).

### **2.3.2. Operación**

Acción que permite la realización de métodos y procedimientos (Vera, 2018).

### **2.3.3. Estandarización**

Método que comprende procedimientos necesarios para la ejecución de actividades, esto conlleva a la mejora continua de los procesos, deben de ser monitorizados periódicamente una vez establecidos (Aguirre, 2019).

### **2.3.4. Manejo de materiales**

Es la acción de manipular los elementos, tanto los factores y los equipos que componen ellos (Angamarca, 2019).

### **2.3.5. Decisión**

Selección de una alternativa para la ejecución de la misma (Córdova, 2020).

### **2.3.6. Estándar de tiempo**

Ciclo necesario en el que se termina de realizar o producirse una unidad de producción, dentro de un lugar de trabajo, siempre en cuando haya tres características, las habilidades del operario, el ritmo de trabajo que desempeña el operario y la orden de ejecución de una actividad o tarea (Angulo, 2022).



### **2.3.7. Transporte**

Movimiento o flujo de recursos, ya sea humano, equipo o material (Bedoya, 2017).

### **2.3.8. Productividad**

Indicador que mide los resultados frente a los recursos que se emplearon para su producción, tiene la capacidad de medirse en forma global o multifactorial y también puede medirse de forma específica es decir para un solo factor (Bolívar, 2017).

### **2.3.9. Diagrama de flujo**

Esquema que muestra los pasos que se hacen en cada proceso, puede ser un análisis SIPOC, el cual depende de proveedores, insumos, los procesos, los productos y los clientes (Garza et al., 2016).

### **2.3.10. Voz del cliente**

Conocido también como VOC, es una forma de definir al cliente, tomando en consideración su opinión, el cual expresa sus necesidades, por ello influye en la calidad (Alvines, 2021).

### **2.3.11. Repetibilidad**

Variación dentro de las mediciones de manera sucesiva de un objeto mediante el instrumento, respetando las condiciones, todas hechas por un mismo operador (Cárdenas, 2020).

### **2.3.12. Reproducibilidad**

Conjunto de variaciones o errores en la medición, de un determinado objeto con la particularidad de que las condiciones cambian, una de ellas es que las mediciones se hacen por distintos operarios (Arestegui & Jimenez, 2019).



### **2.3.13. Gráfica de Pareto**

Herramienta de la calidad que permite encontrar efectos comunes debido a un índice pequeño de causas (Moreno & Materón, 2018).

### **2.3.14. Calidad**

Conjunto de requerimientos y necesidades que proporciona el cliente, acorde a sus expectativas, estos pueden cumplirlas o no, siendo atribuibles a los bienes o servicios (García et al., 2019).

### **2.3.15. Control**

Garantía de realización de actividades establecidas según los procedimientos y la planificación (Rivera, 2020).

### **2.3.16. Desperdicio**

Restante, merma, residuo, resultante de una actividad, el cual no tiene o posee poco índice de recuperación económica (Conterón, 2021).



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo para **Hernández et al., (2014)**, a diferencia del cualitativo, describe la realidad, debido a que permite comprobar y explicar los fenómenos que se investigan, además de las causas involucradas con el efecto, además el enfoque cuantitativo usa la lógica y las estadísticas como soporte para el análisis de datos. (p. 11)

La aplicación de la metodología DMAIC, debido a las herramientas que usa, muchas de ellas son estadísticamente analizadas, como el Diagrama de Pareto, que cuantifica frecuencias y niveles de participación, también en relación con las variables críticas de la calidad, en este caso el peso de los quesos producidos son datos e información de carácter cuantitativo, también los tiempos de procesamiento y ciclo productivo con datos cálculos en forma numérica, por lo tanto esta investigación busca determinar los efectos de la aplicación de la metodología en la optimización de recursos de los procesos de la empresa Granja DON BOSCO S.A.C.



### 3.2. Tipo de la investigación

**Fuentes et al., (2020)**, menciona que los tipos de investigación como las de tipo aplicativo, son esenciales para el trabajo de campo, es decir la información recopilada, sirve para la solución de problemas reales, los cuales fueron planteados en el planteamiento del problema, siendo esto evidenciados con la contracción de hipótesis respectiva. (p.27)

Para el caso de Granja DON BOSCO S.A.C. la empresa dedicada a la producción de lácteos, entre ellos quesos y yogures, las herramientas de la metodología DMAIC, permiten definir el problema, generalmente los defectos y desperdicios que existen dentro del proceso de producción, para luego analizar la causa raíz, a fin de tomar acciones sobre ellas, siendo los variables a controlar el peso de los quesos, los cuales deberán estar en los límites tolerables que presenta el producto, siendo estos controlados bajo criterios que el cliente requiera, a fin de satisfacer sus necesidades, con ello tener la capacidad de incrementar la productividad de la empresa. Por ello, esta investigación es aplicativa, debido a que toma datos a través de la observación a fin de conseguir la optimización de los procesos.

### 3.3. Nivel de la investigación

Para **Hernández et al., (2014)**, los niveles de investigación como lo son el nivel explicativo, tienen el fin de generar las respuestas específicas sobre la causalidad, en otras palabras explicar por qué ocurre tal situación, generalmente son dos variables, a las cuales aplicar el criterio de causa y efecto. (p. 98)

Para el caso del DON BOSCO S.A.C., las variables involucradas son la metodología DMAIC, la cual tiene cinco pasos, entre el definir el problema y las variables críticas de la calidad, a las cuales medir, para luego analizarlas, además



de mejorar con ayuda de ciertas herramientas de mejora para luego tenerlas variables bajo control es por ello que esto tiene efecto en los procesos, generalmente permite la optimización de los recursos, lo cual también significaría incrementar niveles de productividad..

### 3.4. Diseño de la investigación

Los diseños de investigación muchos de ellos tienen que ver con las variables a investigar, para **Hernández et al., (2014)**, uno de estos tipos son los diseños no experimentales, que específicamente observan el fenómeno y sus variables de tal manera que solo permitan describir los efectos y causas que se producen, mas no tener control para su manipulación en ninguna de las dos variables. (p.152)

Para el caso de la investigación, la metodología DMAIC, permite evidenciar a través de sus herramientas, los fenómenos tal como son, por lo que no hay intervención dentro de ellas tampoco se manipulara los efectos, el incremento o la optimización de las capacidades en los procesos, solo serán observadas. Por ellos para el caso de DON BOSCO S.A.C. el diseño será no experimental para su investigación respectiva.

### 3.5. Población y muestra

La población es uno de los aspectos más importantes sobre una investigación por ello para **Hernández et al., (2014)**, viene a ser el universo de características, entidades, datos o información, que tienen carácter de relevancias e importancias, los cuales tienen un atributo similar, también deben tener un criterio de pertenencia y ubicación, además deben de ser fluctuantes en cuanto a sus valores en el tiempo. la muestra es una parte representativa de la población, en algunos casos se muestrea de forma no probabilística, acorde a los requerimientos de la investigación. (p 173-174)



### **3.5.1. Población**

Para la investigación, la población de estudio son todos los elementos, procesos y recursos dentro de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C.

### **3.5.2. Muestra**

La muestra con el que se trabajará será los procesos de la producción de queso de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C.

## **3.6. Técnicas e instrumentos de investigación**

Las técnicas de investigación tienen relación con el enfoque de investigación **Hernández et al., (2014)**, permite el recojo de información tanto de fuentes primarias como secundarias, mediante el uso de sus instrumentos respectivos. (p.217).

### **3.6.1. Técnicas**

Por ello para el caso de la empresa Granja DON BOSCO S.A.C., las técnicas utilizadas, tienen que ver mucho con las herramientas de calidad, ya que la metodología DMAIC, permite usar una serie de técnicas para la recolección de información, siendo la observación la técnica utilizada, acompañada del análisis documental, que permitirá tener estadísticas previas al estudio y análisis del problema.

### **3.6.2. Instrumentos**

En la investigación, para la recolección de datos, se usarán instrumentos como una balanza electrónica que permita medir el peso de los productos, las cuales serán registrada en un formato. Para los tiempos y movimientos se dispone de formato para el recojo de información sobre tiempo de producción, los diagramas correspondientes fin de tener datos para realizar las mejoras correspondientes



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción de la empresa

##### 4.1.1. *Actividad económica*

#### **GRANJA DON BOSCO S.A.C.**

Empresa dedicada a la producción y venta de productos alimenticios del rubro de lácteos en el mercado local y regional, cuenta como productos como quesos, leche y yogurt's.

#### **Visión**

La empresa **GRANJA DON BOSCO S.A.C.**, busca ser reconocida en toda la región, mediante el trabajo organizado y competitivo, y ofreciendo el mejor valor agregado en sus productos a un costo justo.

#### **Misión**

La empresa **GRANJA DON BOSCO S.A.C.**, produce y vende productos alimenticios de tipo lácteos que cumplen con el requerimiento de calidad y que satisfacen las necesidades de nuestros clientes. Trabajamos con proveedores que garantizan la inocuidad alimentaria, permitiéndonos también satisfacer tanto a nuestros clientes internos como externos.

Valores



- Trabajo en equipos
- Competitividad
- Responsabilidad
- Proactividad
- Pensamiento en la mejora continua

#### 4.1.2. Número de trabajadores

**Tabla 2**

*Trabajadores por áreas*

Área	Operativa	Administrativa	Total	% Part.
Administrativa		2	2	4.88%
Producción	15	1	16	39.02%
Logística	5	1	6	14.63%
Ventas	6		6	14.63%
Finanzas	1	1	2	4.88%
Aseguramiento de la calidad	2	1	3	7.32%
Recursos Humanos	2	1	3	7.32%
Servicios complementarios	2	1	3	7.32%
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>8</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

De la tabla 2, se pueden el área de producción en el cual el 39.02% del personal corresponde al área de producción, dentro de las líneas de producción de la empresa que elabora quesos y yogurt, es por ello que 5 de ellos están exclusivamente enfocado en la elaboración del queso.

#### 4.1.3. Producción

La empresa **GRANJA DON BOSCO S.A.C.**, produce y vende productos alimenticios de tipo lácteos acorde a:

**Tabla 3**

*Volumen de producción aprox. (Lotes)*

Producto	Cantidad (Kg)	% de producción
Queso	720	54.79%
Yogurt	320	24.35%
Leche UHT	150	11.42%
Mantequilla	124	9.44%
TOTAL	1298	100.00%

De la tabla 3, muestra la distribución de productos para la empresa, dentro de las que se puede apreciar que la empresa tiende a producir más quesos frescos en un 54.79%, yogurt en un 24.35% y el resto otros como mantequilla o leche tratada.

#### 4.1.4. Procesos

La empresa **GRANJA DON BOSCO S.A.C.**, determina la producción de quesos y demás productos acordes a la siguiente especificación, dentro de los tipos de procesos.

Siendo la línea de producción de quesos frescos, en el cual laboran 5 de las 15 personas encargadas para el área de producción. Siendo el peso aproximado de cada unidad de 1000 gramos, por lo cual aproximadamente se procesan entre 6000 a 7000 litros de leche por lote, siendo un aproximado de 700 unidades por lote.

**Tabla 4**

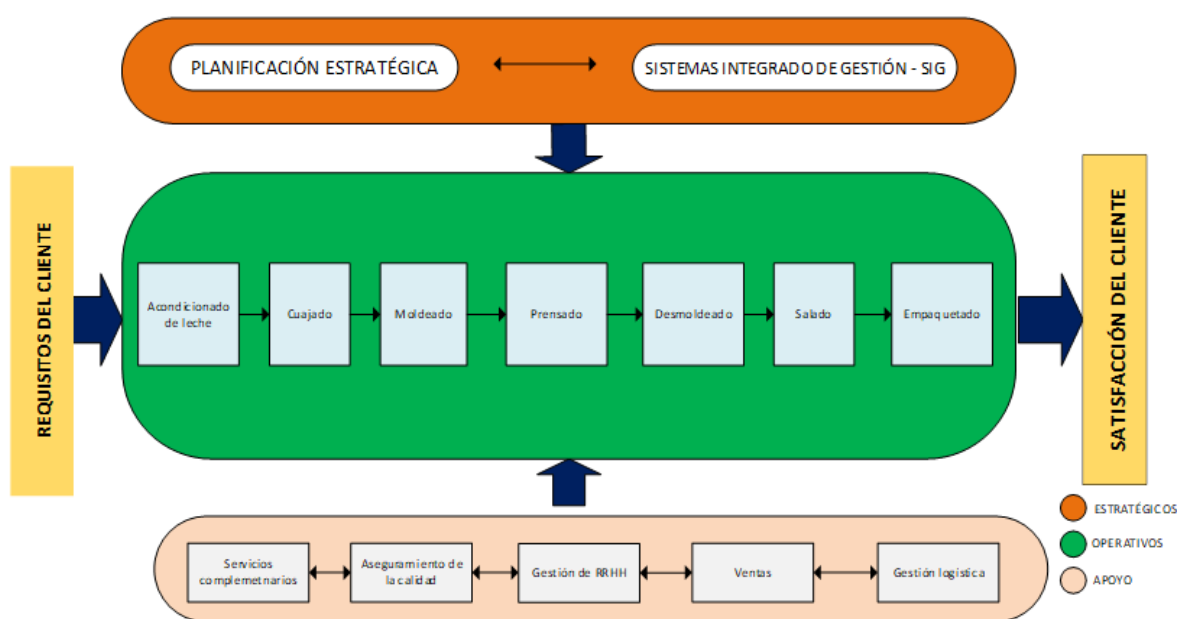
*Producción por lote*

	<b>Cantidad</b>
Materia Prima:	
Leche (litros)	6000
Número de bandejas	60
Número de queso por bandeja	12
<b>Total, de quesos</b>	<b>720</b>

De la tabla 4, proporciona la cantidad de materia procesada, en un aproximado, siendo la de 6000 litros por lotes, en unas 60 bandejas con capacidad de soporta 12 unidades de queso fresco (docenas), de 1000g cada una, totalizando una producción de 720 unidades procesadas por lote.

**Figura 5**

*Organigrama de la empresa*



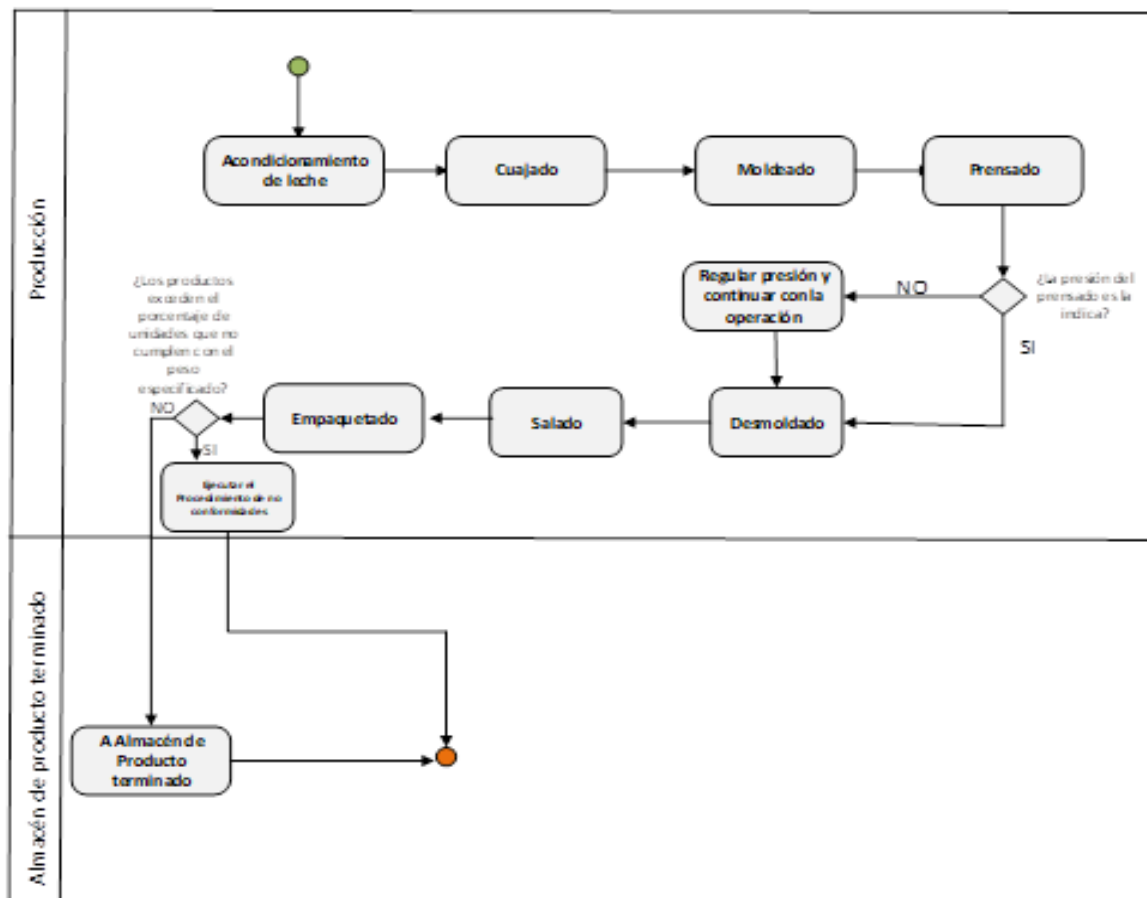


La figura 5, muestra el mapa de procesos, de donde se puede desprender que los procesos que comprende a la empresa, dentro de ellos los procesos estratégicos que comprende la parte de Sistema Integrado de Gestión, entre ellos buscan la calidad e inocuidad del productos, que son del rubro alimenticio, también muestra el proceso operativo principal, donde se puede evidenciar los subproceso con las que cuenta la producción de quesos, desde el acondicionamiento y tratamiento térmico de la materia prima, la adición de cuajo a la leche, su posterior corte de la cuajada, su desuerado, el moldeado de la cuajada, el prensado y el empacado correspondiente, también muestra los proceso de soporte, que son complementarios el funcionamiento de los demás procesos y sirven de proveedores para las demás actividades.

La empresa **GRANJA DON BOSCO S.A.C.**, tiene un flujograma para el procesamiento de queso fresco que es el siguiente.

**Figura 6**

*Flujograma de la producción de queso fresco*



La gráfica 6, muestra el flujo por que cual pasa los procesos de producción, y sus correspondientes subprocesos, en el cual permite tomar decisiones en el proceso de prensado, sin embargo, este proceso es manual, por lo que se hace de manera empírica, es por ellos que también tiene a variar el peso en los productos finales, siendo por ello verificados en el proceso de empaquetado, donde se hace las mediciones correspondientes al peso.

## Procesos para la elaboración de leche

### Acondicionamiento de leche.

Una vez que se recepción la materia prima esta se toma una muestra para el análisis fisicoquímico e identificar las propiedades de la leche, en donde se toma



los parámetros de calidad e inocuidad de la leche, siendo los parámetros más recurrentes a tomar la densidad y el pH (acidez) de leche, siempre en cuando cumpla con las propiedades esta pasa a ser un producto conforme, los cuales se registran y documentan, en caso de que no se cumplan se devuelve al proveedor.

Dicho esto, el acondicionamiento se basa en la deposición de la leche en un contenedor este se procede a pasteurizar por un periodo de tiempo de 30 minutos a 70°C y su enfriamiento a 40°C.

### **Cuajado.**

En este proceso se añade cuajo a la leche y se hace una remoción por tiempo de 1 a 2 minutos, luego se hace reposar hasta que cuaje y luego se el corte de la cuajada, a manera de cubitos, una vez realizado esta operación se procede al desuerado, quedando la totalidad de cuajo para el siguiente proceso.

### **Moldeado**

Este proceso consiste en colocar el cuajado en moldes que luego son recubiertos para luego ser prensados.

Prensado.

Este proceso comprende en aplicar una presión adecuada por un tiempo prudencial ya establecido.

### **Desmoldado**

Esta operación consiste en sacar el queso del molde para luego ser trasladado a la otra operación que es el salado.

### **Salado**

Comprende la actividad de aplicación de la salmuera a los productos, en el cual se adición sal al producto, por tiempo prudencial para luego ser empacados.



## 4.2. Propuesta de metodología DMAIC

### 4.2.1. Etapa: Definir

#### Definición del problema:

- El problema a tratar es el peso del producto en la línea de producción de queso fresco, debido a que generar unidades fuera de las indicaciones requeridas por los clientes, siendo estos rechazados y generan pérdidas económicas a la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C.

#### Objetivo

- Optimizar los procesos de la línea de producción de quesos frescos, a fin de incrementar los niveles de productividad de la mano de obra y la materia prima, por medio de la aplicación de la metodología DMAIC, esto con fines de que los productos cumplan con las especificaciones que el cliente requiere.

Esta se basará en las siguientes actividades.

- Por lo que la variable crítica de control será el peso del queso fresco, la cual ya se estableció, en el diagnóstico inicial,
- Determinación de la causa raíz a fin de analizarla y determinar las mejoras.
- Implementación de las acciones a mejoras.
- Realización del control, mediante graficas de capacidad de proceso y graficas de control de procesos.

### 4.2.2. Etapa: Medir

Identificar los tiempos de cada operación, con la finalidad de medir los tiempos de producción, también el pesado de los productos, siendo la variable crítica a analizar el peso de los quesos frescos.



## Estudio de tiempos

**Tabla 5**

*Determinación de tiempos estándares – método actual*

Actividades	Tiempo observado (to) minutos										TOP	Factor de Tiempo valoración normal	Total suplemento	Tiempo estándar	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
Tratamiento térmico	30	29	28	27	31	32	30	31	28	29	29.5	1.05	31.0	11%	34.4
Adición de cuajo	5	5	4	5	4	3	5	6	7	6	5	1.05	5.3	11%	5.8
Espera	25	27	29	25	26	24	23	24	25	23	25.1	1.05	26.4	11%	29.3
Cortar cuajada	15	14	13	15	14	16	16	17	15	14	14.9	1.05	15.6	11%	17.4
Desuerado	15	14	15	15	16	17	21	14	13	10	15	1.05	15.8	11%	17.5
Colocado de bandejas en dosificadora	10	9	8	12	13	11	14	15	16	17	12.5	1.05	13.1	11%	14.6
Poner cuajada en moldes	10	12	11	11	10	10	8	10	12	12	10.6	1.05	11.1	11%	12.4
Colocar moldes en mesa de trabajo	20	18	19	21	22	23	24	20	25	22	21.4	1.05	22.5	11%	24.9
Colorar tela y llevar a prensa	15	14	16	13	15	15	14	13	14	15	14.4	1.05	15.1	11%	16.8
Prensar quesos	60	55	56	50	62	56	58	60	70	72	59.9	1.05	62.9	11%	69.8
Retirar tela	10	15	9	8	7	6	5	7	8	5	8	1.05	8.4	11%	9.3
Colocar queso en mesa de trabajo	10	8	8	9	11	12	10	10	11	11	10	1.05	10.5	11%	11.7
Llevar a saladero	10	15	14	12	13	14	15	11	8	10	12.2	1.05	12.8	11%	14.2



Aplicar salmuera	10	15	15	14	15	15	14	15	15	10	13.8	1.05	14.5	11%	16.1
Dejar reposar el queso	150	120	140	150	155	135	140	150	140	145	142.5	1.05	149.6	11%	166.1
Retirar quesos del saladero	25	32	35	20	25	22	24	28	32	30	27.3	1.05	28.7	11%	31.8
Traslado a zona de empaque	15	10	12	14	13	14	15	13	10	10	12.6	1.05	13.2	11%	14.7
Empaquetado	30	25	22	23	26	24	25	25	30	25	25.5	1.05	26.8	11%	29.7
											Minutos	460.20	483.21		536.36
											Horas	7.67	8.05		8.94

La tabla 5, proporciona las actividades que involucran la producción de quesos frescos, tomando 536.36 minutos de ciclo para la producción de lote de 720 quesos, equivalente a 8.94 horas de trabajo.



**4.2.1.1. Resumen de principales indicadores**

**Tabla 6**

*Resumen de indicadores*

Indicadores	
Unidades producidas por lote	720
Costo unitario (S./unidad)	15.00
Ingresos por ventas (S/.)	10800.00
Horas de trabajo por lote (HH)	8.94
Costo de mano de obra (S./HH)	4.00
Número de trabajadores	5.00
Costo (S/.)	178.79
Litros procesados (Lote)	6000.00
Costo de MP (S./litro)	0.80
Costo de materia prima por Lote (S/.)	4800.00
Productividad HH (Ingresos por venta de lote/Costo de HH/lote)	60.41
Productividad MP (Ingresos por venta de lote /Costo de MP/lote)	2.25
Productividad (HH y MP) (Ingresos por venta de lote/(Costo de HH/lote + Costos de MP/lote)	2.17

La tabla 6, muestra los resultados de los principales indicadores, siendo el diagnóstico inicial, donde se puede ver la productividad por lote de mano de obra con 60.41, la productividad de la materia prima con 2.25 y la productividad (factor mano de obra y materia prima) con el 2.17.

#### 4.2.1.2. Índice de capacidad

Para el muestreo se tomará acorde a la fórmula:

n: Muestra

Z= Nivel de confianza al 95%, siendo el valor de 1.96

p=0.5

q=0.5

N=720 unidades/lote

E=0.05 = 5%

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$
$$n = \frac{1.96^2 \cdot (0.5)(0.5) \cdot 720}{0.05^2 \cdot (720 - 1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$
$$n = 250.73 \text{ Unidades} = 251 \text{ unidades}$$

Entonces n=251 unidades (muestra)

Por lo que n'= 5 subgrupos

Luego k=n/n'=251/5=50.2=50 (Número de muestra)

La frecuencia de toma de muestras se realizará terminado cada operación de empaquetado es decir 30min/50muestras=0.6minutos/muestra, es decir cada medio minuto aproximado se realizará el muestreo, por lo que determinará las 50 muestras.



**Tabla 7**

*Muestras de peso en gramos de queso fresco – método actual*

N° (muestra)	1	2	3	4	5	Rango (R)	Media (X)
1	995.6	999.6	995.8	1012.5	1005.2	16.9	1001.74
2	994.2	985.6	998.6	998.5	990.1	13	993.4
3	998.5	998.5	1012.3	1009.5	1006.5	13.8	1005.06
4	994.6	998.6	995.8	985.2	985.7	13.4	991.98
5	998.8	1018.1	1005.2	1009.2	995.6	22.5	1005.38
6	1005.2	1000.9	1008.5	1003.5	995.6	12.9	1002.74
7	1003.2	1010.3	1014.1	1008.4	1015.6	12.4	1010.32
8	1006.5	989.6	998.7	999.5	985.8	20.7	996.02
9	998.9	1011.5	1000.6	1015.8	1001.5	16.9	1005.66
10	998.9	1020.5	1003.2	989.3	990.9	31.2	1000.56
11	998.5	988.5	995.8	986.5	996.2	12	993.1
12	998.9	1000	995.6	996.5	995.5	4.5	997.3
13	996.3	986.5	1000.1	994.6	990.5	13.6	993.6
14	996.5	998.5	980.6	993.5	997.4	17.9	993.3
15	994.5	996.5	985.8	998.3	999	13.2	994.82
16	999.6	1032.6	1045.6	1002.9	995.6	50	1015.26
17	1012.6	1025.2	1005.6	1016.8	1025.7	20.1	1017.18
18	1002.3	998.6	998.6	985.6	994.8	16.7	995.98
19	1003.6	989.5	999.8	994.8	995.8	14.1	996.7
20	1005.3	987.6	996.87	989.7	999.5	17.7	995.794
21	988.9	995.8	986.5	998.5	996.8	12	993.3
22	995.8	1019.8	1000.6	1005.8	1005.6	24	1005.52
23	999.6	1012.5	1002.6	998.5	988.5	24	1000.34
24	998.6	1000.2	1009.6	983.8	999.8	25.8	998.4
25	1011.6	986.5	998.6	999.6	996.9	25.1	998.64
26	1009.6	989.6	985.8	989.9	1001.5	23.8	995.28
27	984.5	1000.6	1028.9	1000.8	1006.5	44.4	1004.26
28	996.3	1025.3	1003.8	996.6	984.6	40.7	1001.32

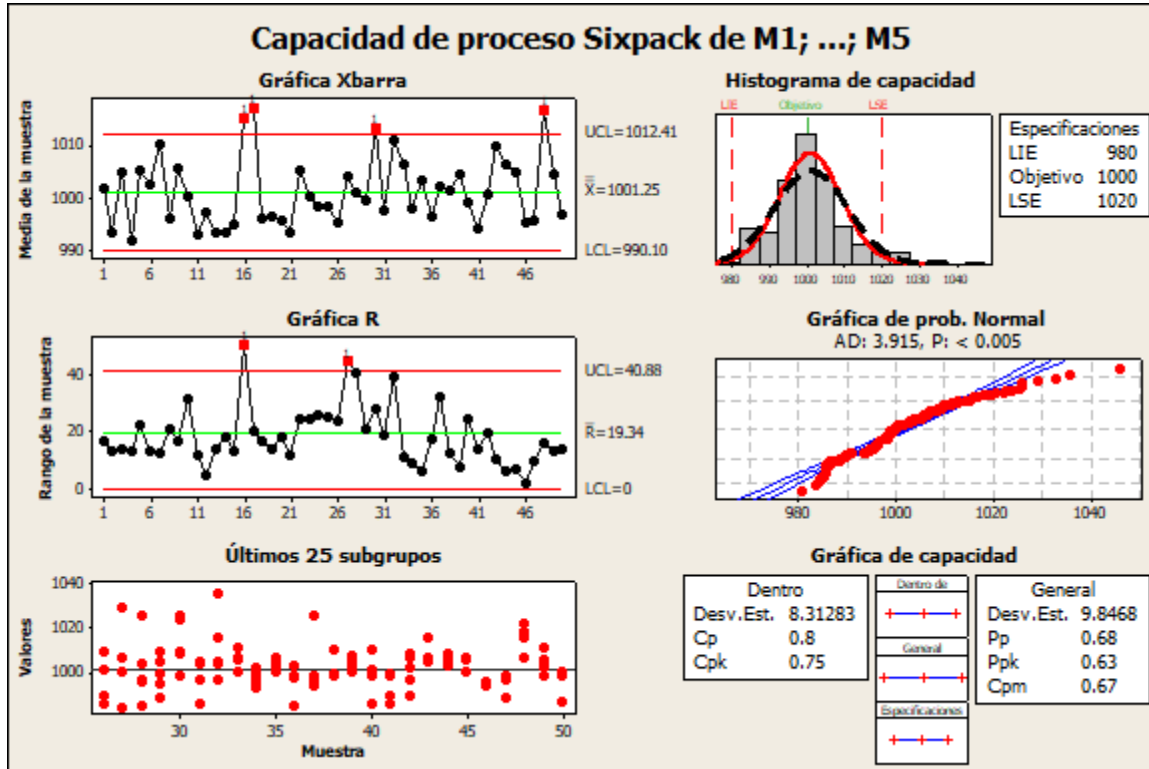


29	999.8	1009.5	1004.6	995.3	988.6	20.9	999.56
30	998.2	1009.8	1008.9	1023.6	1025.8	27.6	1013.26
31	996.5	1003.8	1004.9	985.9	996.8	19	997.58
32	996.6	1015.5	1035.6	1003.8	1004.9	39	1011.28
33	1011.5	1006.2	1006.9	1000.5	1006.8	11	1006.38
34	1002.3	999.3	998.4	993.6	995.9	8.7	997.9
35	1006.8	1003.5	1005.5	1000.9	1000.5	6.3	1003.44
36	998.6	998.6	997.8	985.4	1002.9	17.5	996.66
37	998.5	998.56	995.5	993.8	1025.8	32	1002.432
38	999.8	998.6	999.6	998.4	1010.6	12.2	1001.4
39	1000.5	1007.8	1006.9	1002.9	1005.5	7.3	1004.72
40	1000.9	985.6	998.8	1000.6	1009.9	24.3	999.16
41	989.6	998.5	999.4	998.8	985.7	13.7	994.4
42	1008.9	1006.8	1002.5	989.5	996.5	19.4	1000.84
43	1005.2	1015.6	1015.8	1006.8	1005.8	10.6	1009.84
44	1008.5	1002.9	1005.6	1008.8	1006.5	5.9	1006.46
45	1006.8	1000	1005.6	1005.8	1006.9	6.9	1005.02
46	995.8	995.6	995.4	996.2	994.25	1.95	995.45
47	997.8	996.8	998.3	996.6	988.8	9.5	995.66
48	1022.3	1006.5	1022.2	1015.3	1018.2	15.8	1016.9
49	1011.6	1003.9	1005.9	1002.5	998.7	12.9	1004.52
50	998.5	1000.2	986.5	1000.3	998.5	13.8	996.8

La tabla 7, proporciona las mediciones de peso, en subgrupos de 5, totalizando 250 medición.

**Figura 7**

*Capacidad de proceso y principales graficas de control – método actual*



La figura 7, muestra el compilado de las principales gráficas de control sobre el peso de los quesos frescos, donde la gráfica Xbarra, proporcionada datos sobre la media de la muestra, en el cual el límite superior es de 1021.41 gramos, la media es de 1001.25 gramos y el límite inferior es de 990.10 gramos, además se observa que hay 4 puntos ubicados, que sobre pasan los limites superiores de control, además se observa gran concentración de unidades por debajo del peso objetivo de 1000g, por lo que se debe de regular este parámetro. Con relación a la gráfica R de rangos, estos mantienen una variación muy elevada. En cuando a la distribución de datos, no mantienen una distribución debido a que, en el gráfico de probabilidad normal, el valor de  $p < 0.05$ , no cuenta con la distribución normal.

**Tabla 8**

*Valores de la capacidad de proceso*

Valor de Cp	Clase	Descripción
Cp igual o mayor a 2	Clase mundial	Calidad Seis Sigma
Cp > 1.33	1	Adecuado
1 < Cp < 1.33	2	Parcialmente adecuado, necesita de control riguroso
0.67 < Cp < 1	3	No adecuado para trabajar, requiere de análisis del proceso para mejora la calidad
Cp < 0.67	4	No adecuado para el trabajo, requiere modificaciones

**Tabla 9**

*Valores de la capacidad de proceso*

VALOR DEL ÍNDICE (CORTO PLAZO)	PROCESO CON DOBLE ESPECIFICACIÓN (ÍNDICE $C_p$ )		CON REFERENCIA A UNA SOLA ESPECIFICACIÓN ( $C_{p1}$ , $C_{p2}$ , $C_{pk}$ )	
	% FUERA DE LAS DOS ESPECIFICACIONES	PARTES POR MILLÓN FUERA (PPM)	% FUERA DE UNA ESPECIFICACIÓN	PARTES POR MILLÓN FUERA (PPM)
0.2	54.8506%	548 506.130	27.4253%	274 253.065
0.3	36.8120%	368 120.183	18.4060%	184 060.092
0.4	23.0139%	230 139.463	11.5070%	115 069.732
0.5	13.3614%	133 614.458	6.6807%	66 807.229
0.6	7.1861%	71 860.531	3.5930%	35 930.266
0.7	3.5729%	35 728.715	1.7864%	17 864.357
0.8	1.6395%	16 395.058	0.8198%	8 197.529
0.9	0.6934%	6 934.046	0.3467%	3 467.023
1.0	0.2700%	2 699.934	0.1350%	1 349.967
1.1	0.0967%	966.965	0.0483%	483.483
1.2	0.0318%	318.291	0.0159%	159.146
1.3	0.0096%	96.231	0.0048%	48.116
1.4	0.0027%	26.708	0.0013%	13.354
1.5	0.0007%	6.802	0.0003%	3.401
1.6	0.0002%	1.589	0.0001%	0.794
1.7	0.0000%	0.340	0.0000%	0.170
1.8	0.0000%	0.067	0.0000%	0.033
1.9	0.0000%	0.012	0.0000%	0.006
2.0	0.0000%	0.002	0.0000%	0.001

**Tabla 10***Capacidad actual del proceso*

Variable crítica de la calidad: Peso	
Indicador	Valor
Cp	0.8
Cpk	0.75
Pp	0.68
Ppk	0.63
Cpm	0.67

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 10, en el diagnóstico inicial se encontró un  $C_p=0.8$ , el cual indica que el proceso tiene una categoría de 3, es decir que no están acorde a las especificaciones de trabajo, y generalmente requiere de un análisis del proceso, también necesita realizarse modificaciones para lograr la calidad.

En tanto los indicadores de productividad

**Tabla 11***Productividades – método actual*

Indicadores	
	60.4
Productividad HH (Ingresos por venta de lote/Costo de HH/lote)	1
Productividad MP (Ingresos por venta de lote /Costo de MP/lote)	2.25
Productividad (HH y MP) (Ingresos por venta de lote/(Costo de HH/lote + Costos de MP/lote)	2.17

De la tabla 11, indica que la productividad de la mano de obra es de 60.41, la productividad de Materias primas es de 2.25 y la productividad de ambos factores es de 2.17, siendo datos relevantes que serán comprados después de las mejoras aplicadas.



**4.2.3. Etapa: Analizar**

**Los 5 porqués:**

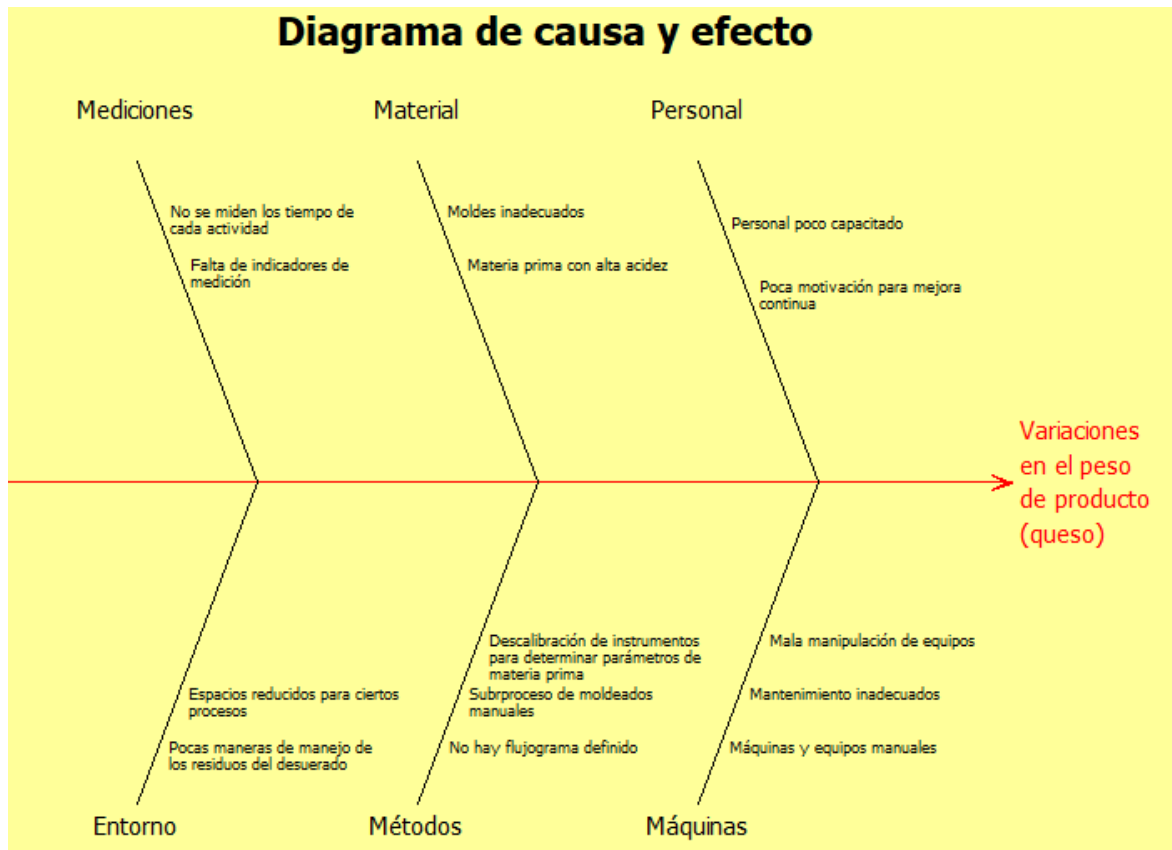
**Tabla 12**

*Herramienta 5 porqués*

5 porqués
<p>¿Por qué causa los pesos sobrepasan el peso especificado por la empresa?</p> <p>Porque los procesos son manuales, tanto en el moldeado, además de que aún falta estimar los tiempos de algunos procesos para que no sobrepasen y también por los moldes no están adecuados para los procesos</p>
<p>¿Por qué los moldes no están en condiciones adecuadas?</p> <p>Porque los moldes ya cumplieron con la vida útil de han tenido y deben de ser renovados</p>
<p>¿Por qué existe mucha variabilidad en el peso de los productos?</p> <p>Porque los procesos no cuentan con la estandarización de tiempos para su ejecución y no hay mucho control en la materia prima que se está utilizando, como en el proceso de cuajado, cortado o prensado</p>
<p>¿Por qué no se cuenta con la estandarización de tiempos?</p> <p>Porque los procesos no cuentan con el estudio de tiempos adecuados</p>
<p>¿Por qué no se han tenido los tiempos controlados de alguna manera?</p> <p>Porque falta de liderazgo y porque los procesos no tienen un sistema para temporizar los procesos en cada actividad que se realizará</p>

**Figura 8**

*Diagrama Causa – Efecto*



De la figura 8, podemos mencionar que las principales causas para que el peso del producto presente variaciones, son a falta de control de tiempo de procesos, los tiempos de moldeado y los equipos con las que cuenta, y la falta de lugares adecuados para la realización de actividades, además de la falta de estandarización de tiempos.

Análisis modal de causas y efectos:

**Tabla 13**

*AMFE de procesos críticos*

PROCESO	Operación/Subproceso y Funcionalidad	Modo de fallo	Efecto	Causa	Controles Actuales	VALORACIÓN				Acciones a tomar	VALORACIÓN			
						Gravedad (G)	Ocurriencia (O)	Detectabilidad (D)	NRT=GxOxD		Gravedad (G)	Ocurriencia (O)	Detectabilidad (D)	NRT=GxOxD
Cuajado	Tiempo de actividad incompleto			Tiempo insuficiente para la operación	Ninguno	8	4	7	224	Estandarización de tiempos de proceso	8	3	3	72
				Producto fuera de especificaciones	Moldes inadecuados	Ninguno	6	5	5	150	Implementación de moldes adecuados	6	3	2
Moldeado	Colocado de cuajad en moldes	Baja Calidad		Sistema de trabajo manual	Ninguno	7	4	5	140	Implementación de dosificador automática	7	3	2	42
				Tiempo insuficiente para la operación	Ninguno	5	7	6	210	Estandarización de tiempos de proceso	5	3	3	45
Prensado	Aplicación de prensa manual	Baja Calidad	Producto fuera de especificaciones	Tiempo insuficiente para la operación	Ninguno	5	7	6	210	Estandarización de tiempos de proceso	5	3	3	45

De la tabla 13, de la Matriz de Análisis Modal de fallas y efectos se puede determinar que los procesos donde presenta mayor variabilidades y causas para que el queso no tenga los pesos definidos, siendo estos los tiempos de estas actividades como el colocado de cuajado dentro de los moldes, que son inadecuados para los procesos, también los tiempos de procesamientos de estas actividades no están bien definidos, por lo que se procederá a estandarizarlos.



#### 4.2.4. Etapa: Mejorar

La empresa **GRANJA DON BOSCO S.A.C.**, determina la producción de quesos y demás productos acordes a la siguiente especificación, dentro de los tipos de procesos.

Siendo la línea de producción de quesos frescos, en el cual laboran 5 de las 15 personas encargadas para el área de producción. Siendo el peso aproximado de cada unidad de 1000 gramos, por lo cual aproximadamente se procesan entre 6000 a 7000 litros de leche por lote.

**Tabla 14**

*Producción por lote – Método mejorado*

	<b>Cantidad</b>
Materia Prima:	
Leche (litros)	6000
Número de bandejas	60
Número de queso por bandeja	12
Total, de quesos	744



Oportunidades de mejora:

La lluvia de ideas (Brainstorming)

Para los procesos de cuajado, moldeado y prensado, se tiene que buscar alternativas de mejora, por lo que la lluvia de ideas, es una herramienta que permite establecer una solución a las faltas de cumplimiento de especificaciones y variaciones por el peso.

- La implementación de una dosificadora automática, la que permitirá una dosificación de la porción de cuajado específicamente para el molde.
- El cambio de moldes, que permitan tener mejor control sobre los pesos y sus variaciones.
- Estandarización de proceso de cuajado y prensado, las cuales mejorarán los niveles.
- La verificación del tamaño del molde.

Matriz

Para los procesos de cuajado, moldeado y prensado, se tiene que buscar alternativas de mejora, por lo que la lluvia de ideas, es una herramienta que permite establecer una solución a las faltas de cumplimiento de especificaciones y variaciones por el peso.

- La implementación de una dosificadora automática, la que permitirá una dosificación de la porción de cuajado específicamente para el molde.
- El cambio de moldes, que permitan tener mejor control sobre los pesos y sus variaciones.
- Estandarización de proceso de cuajado y prensado, las cuales mejorarán los niveles.
- La verificación del tamaño del molde.

La matriz de priorización.

Para la implementación de las soluciones, se debe de establecer criterios, entre ellos y los más importantes son el tiempo que se tomará para su implementación, también los costos a los que se llegará y el impacto que tendrán dentro la perspectiva que tendrá en los clientes.

**Tabla 15**

*Matriz de priorización de mejoras*

Oportunidad de mejora	Facilidad	Impacto	Rapidez	Mejora	Menos Costoso	Promedio
Estandarización de tiempos	5	4	5	5	3	4.4
Plan de mantenimiento de equipos	5	3	4	3	4	3.8
Cambio de moldes	5	5	4	5	4	4.6
Implementación de dosificadora	5	4	5	3	1	3.6
Capacitaciones	5	5	4	3	3	4

**Tabla 16**

*Escala de likert*

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

De la tabla 15, se puede apreciar que las soluciones propuestas, de las cuales las que tiene mayor promedio, son las que se pueden adoptar en el corto plazo, ya que permiten un costo menor para su implementación, como el caso de la estandarización de tiempos que un método fácil de implementar, tiene un impacto directo sobre el ciclo productivo, en este caso en la elaboración de queso para DON BOSCO S.A.C., también estaría la mejora en el cambio de moldes, debido al costo menor, también está en la capacitaciones constantes sobre el método de trabajo propuesto por el estudio de tiempos.

Sobre las mejoras, se debe de realizar la implementación.

**Tabla 17**

*Matriz de priorización de mejoras*

Oportunidad de mejora	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Encargado
Estandarización de tiempos	X	X				Jefe de planta
Cambio de moldes	X	X				Jefe de planta
Capacitaciones	X	X	X	X	X	Jefe de planta

De la tabla 17, acciones correctivas a implementar están acorde a la disminución de los tiempos y movimientos innecesarios que no aportan valor agregado al ciclo de productivo, y que causan variación en el peso del producto final el cual causa insatisfacción en los clientes externos.

Las capacitaciones que se brindarán al personal, específicamente a los operarios de la parte de desuerado, moldeo y prensado, siendo estas actividades críticas.



## Estudio de tiempos

**Tabla 18**

*Estudio de tiempo para el método propuesto*

Actividades	Tiempo observado (to) minutos										Factor de valoración	Tiempo normal	Total suplemento	Tiempo estándar	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					TOP
Tratamiento térmico	25	23	24	26	23	23	24	20	26	25	23.9	1.05	25.1	11%	27.9
Adición de cuajo	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4.7	1.05	4.9	11%	5.5
Espera	20	25	20	20	20	22	22	20	20	20	20.9	1.05	21.9	11%	24.4
Cortar cuajada	10	12	10	9	10	11	11	10	12	10	10.5	1.05	11.0	11%	12.2
Desuerado	10	9	8	10	10	9	10	10	10	10	9.6	1.05	10.1	11%	11.2
Colocado de bandejas en dosificadora	12	12	10	12	12	12	15	15	15	18	13.3	1.05	14.0	11%	15.5
Poner cuajada en moldes	12	11	10	10	9	15	10	12	12	13	11.4	1.05	12.0	11%	13.3
Colocar moldes en mesa de trabajo	10	10	12	15	10	10	15	16	17	15	13	1.05	13.7	11%	15.2
Colorar tela y llevar a prensa	10	15	15	17	10	15	14	15	15	16	14.2	1.05	14.9	11%	16.6
Prensar quesos	45	65	45	55	50	52	55	52	52	55	52.6	1.05	55.2	11%	61.3
Retirar tela	10	9	10	11	10	8	8	9	12	13	10	1.05	10.5	11%	11.7
Colocar queso en mesa de trabajo	10	8	8	9	11	12	10	10	11	11	10	1.05	10.5	11%	11.7
Aplicar salmuera	5	5	4	6	7	5	6	5	6	6	5.5	1.05	5.8	11%	6.4
Dejar reposar el queso	90	100	90	100	95	105	100	90	90	90	95	1.05	99.8	11%	110.7
Retirar quesos del saladero	32	30	33	25	36	36	28	29	30	31	31	1.05	32.6	11%	36.1
Empaquetado	25	25	20	30	25	25	30	20	25	5	23	1.05	24.2	11%	26.8
											Minutos		348.6		366.0
											Horas		5.81		6.1
															406.3
															6.77



**4.1.5. Resumen de productividades luego de aplicado la mejora**

**Tabla 19** *Resumen de indicadores*

Indicadores	Antes	Después	Variación
Unidades producidas por lote	720	744	3.33%
Costo unitario (S./unidad)	15.00	15.00	
Ingresos por ventas (S./.)	10800.00	11160	3.33%
Horas de trabajo por lote (HH)	8.94	6.77	-24.27%
Costo de mano de obra (S./HH)	4	4	
Número de trabajadores	5	5	
Costo HH/lote (S./.)	178.79	135.43	-24.25%
Litros procesados (Lote)	6000	6000	
Costo de MP (S./litro)	0.80	0.80	
Costo de materia prima por Lote (S./.)	4800	4800	
Productividad HH (Ingresos por venta de lote/Costo de HH/lote)	60.41	82.40	36.40%
Productividad MP (Ingresos por venta de lote /Costo de MP/lote)	2.25	2.32	3.11%
Productividad (HH y MP) (Ingresos por venta de lote/(Costo de HH/lote + Costos de MP/lote)	2.17	2.26	4.15%

La tabla 19, muestra el incremento de la producción en un 3.33%, siendo esto resultado de la optimización de los procesos, ahora permite elaborar dos bandejas (2 docenas) extras de producción, en cuanto a los tiempos de procesamientos estos se trabajan en menos tiempo es decir se disminuyó en 24.27%, el tiempo de producción, esta vez de manera estandarizada. Además, con la



eliminación de actividades que no añaden valor, el costo de hora hombre, para la producción de lote es 24.25% menor. En cuanto a las productividades la productividad de mano de obra se incrementó en un 36.40%, la productividad de materia prima se incrementó en un 3.11% y la productividad bifactorial de mano de obra y materias primas se incrementó en un 4.15%, siendo resultados de la optimización de los procesos de desuerado, moldeado y prensado respectivamente.

#### 4.2.5. Etapa: Control

##### 4.2.5.1. Seguimiento de acciones correctivas.

La finalidad de control

##### 4.2.5.2. Índice de capacidad

Para el muestreo se tomará acorde a la fórmula:

n: Muestra

Z= Nivel de confianza al 95%, siendo el valor de 1.96

p=0.5

q=0.5

N=720 unidades/lote

E=0.05 = 5%

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot (0.5)(0.5) \cdot 744}{0.05^2 \cdot (744 - 1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$$n = 253.57 \text{ Unidades} = 253 \text{ Unidades}$$

Entonces n=253 unidades (muestra)

Por lo que n'= 5 subgrupos

Luego k=n/n'=253/5=50.6=51 (Número de muestra)

La frecuencia de toma de muestras se realizará terminado cada operación de empaquetado es decir 30min/50muestras=0.6minutos/muestra, es decir cada medio minuto aproximado se realizará el muestreo, por lo que determinará las 50 muestras.



**Tabla 20**

*Toma de peso de queso fresco – método mejorado*

N° (muestra)	1	2	3	4	5	Rango (R)	Media (X)
1	989.6	999.8	997.8	1002.3	1001.4	12.7	998.18
2	989.9	992.5	999.4	1001.9	1002.1	12.2	997.16
3	1005.1	1000.3	1000.9	998.2	997.6	7.5	1000.42
4	1005.6	1006.2	1003.9	1005.3	997.6	8.6	1003.72
5	1000.3	1000.5	998.6	996.3	998.9	4.2	998.92
6	1013.2	1010.9	998.5	996.9	1005.8	16.3	1005.06
7	1005.6	1000.2	996.6	998.7	1001.2	9	1000.46
8	1003.5	1004.9	1011.9	998.6	999.8	13.3	1003.74
9	1011.2	1002.5	1005.9	995.9	1004.5	15.3	1004
10	998.5	993.8	996.8	1006.9	1013.2	19.4	1001.84
11	1000.8	998.5	998.4	996.8	998.4	4	998.58
12	1003.2	1000.1	1001.5	1004.1	999.5	4.6	1001.68
13	997.6	997.8	999.6	999.8	998.9	2.2	998.74
14	1001.8	998.5	998.6	997.5	996.8	5	998.64
15	1006.5	1000.8	1014.6	1010.1	1000.2	14.4	1006.44
16	999.6	1003.9	1002.3	1002.9	1000.6	4.3	1001.86
17	1004.9	1003.6	1005.5	1006.9	1008.1	4.5	1005.8
18	1002.3	998.6	998.9	997.6	999.8	4.7	999.44
19	1003.6	999.8	999.8	999.8	999.4	4.2	1000.48
20	1001.9	1005.1	1009.1	1005.1	999.5	9.6	1004.14

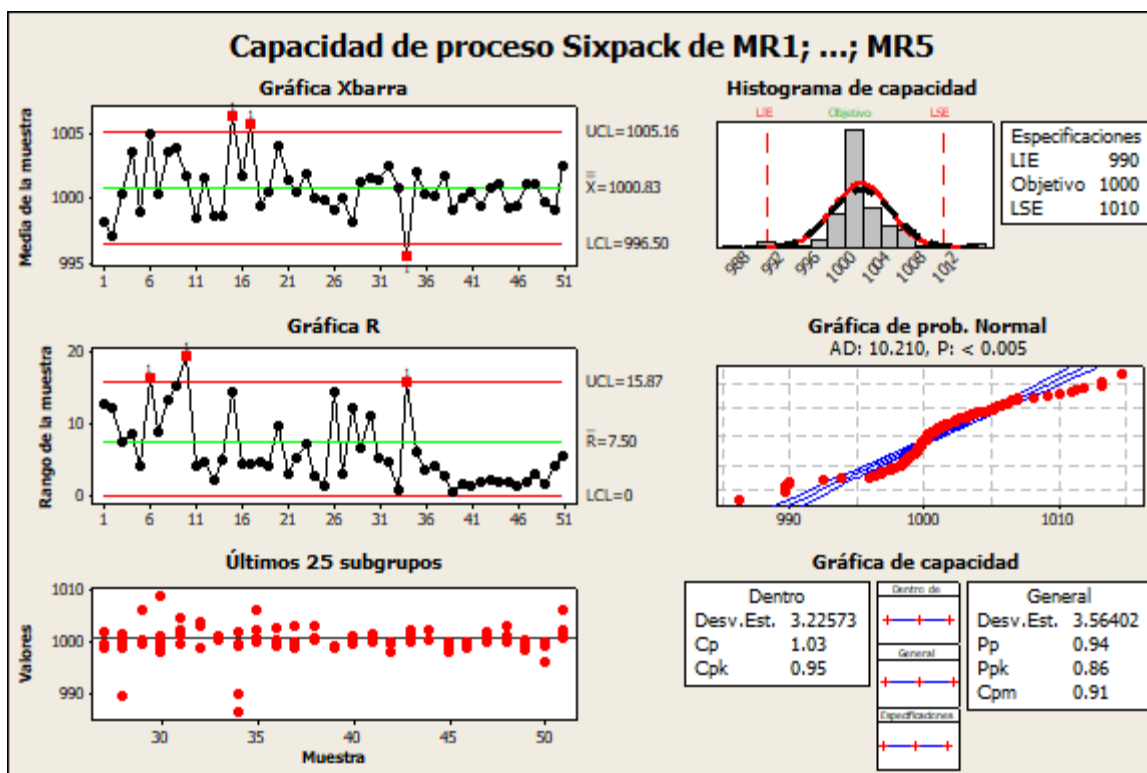


21	1002.1	1003.2	1000.9	1000.2	1000.8	3	1001.44
22	999.7	998.9	998.3	1003.6	1002.5	5.3	1000.6
23	999.6	1000.2	1005.1	1006.2	998.9	7.3	1002
24	999.6	1001.8	999.2	999.9	999.8	2.6	1000.06
25	1000.8	999.5	999.6	999.6	999.8	1.3	999.86
26	1001.4	999.8	989.6	1000.6	1004.1	14.5	999.1
27	999.5	999.5	999.8	999.1	1002.2	3.1	1000.02
28	999.8	1001.8	1000.5	999.1	989.6	12.2	998.16
29	999.8	1000.2	1006.3	1000.2	1000.5	6.5	1001.4
30	999.9	999.3	998.2	1009.2	1001.3	11	1001.58
31	999.6	1001.2	1004.9	1002.3	999.6	5.3	1001.52
32	1003.2	1003.2	1003.2	1003.8	999.1	4.7	1002.5
33	1001.3	1000.9	1000.5	1000.5	1001.2	0.8	1000.88
34	999.8	999.4	989.9	986.3	1002.2	15.9	995.52
35	1002.3	1006.3	1000.2	1000.5	1000.9	6.1	1002.04
36	1000.5	999.6	999.5	999.2	1002.9	3.7	1000.34
37	999.3	999.5	999.1	1003.2	1000.2	4.1	1000.26
38	1000.8	1000.5	1003.3	1000.9	1003.2	2.8	1001.74
39	999.3	998.9	999.3	999.2	999.3	0.4	999.2
40	1000.2	1001.2	999.7	999.8	999.5	1.7	1000.08
41	1000.5	1000.3	1001.5	1000.3	1000.2	1.3	1000.56
42	1000.1	998.3	999.8	999.6	999.5	1.8	999.46
43	1000.2	1002.3	1000.1	1001.2	1000.6	2.2	1000.88
44	1000.6	1002.3	1000.3	1002.3	1000.3	2	1001.16
45	1000.2	999.5	998.2	999.6	998.9	2	999.28

46	1000.1	998.8	998.9	999.8	999.9	1.3	999.5
47	1000.2	1001.3	1001.9	1002.1	1000.6	1.9	1001.22
48	1003.2	1000.2	1001.1	1000.9	1000.5	3	1001.18
49	1000.3	1000.2	1000.3	999.3	998.6	1.7	999.74
50	999.8	999.2	1000.2	1000.1	996.2	4	999.1
51	1001.6	1002.6	1001.6	1006.3	1000.9	5.4	1002.6

**Figura 9**

*Capacidad de proceso – método mejorado*



#### 4.3. Consolidado comparativo de métodos antes y después de la aplicación de la metodología DMAIC

**Tabla 21***Comparación de método actual y método mejorado y variaciones*

Indicadores	Variación		
	Antes	Después	%
Unidades producidas por lote	720	744	3.33%
Costo unitario (S./unidad)	15.00	15	0.00%
Ingresos por ventas (S/.)	10800.00	11160	3.33%
Horas de trabajo por lote (HH)	8.94	6.77	-24.27%
Costo de mano de obra (S./HH)	4.00	4	0.00%
Número de trabajadores	5.00	5	0.00%
Costo (S/.)	178.79	135.43	-24.25%
Litros procesados (Lote)	6000.00	6000	0.00%
Costo de MP (S./litro)	0.80	0.8	0.00%
Costo de materia prima por Lote (S/.)	4800.00	4800	0.00%
Productividad HH (Ingresos por venta de lote/Costo de HH/lote)	60.41	82.40	36.40%
Productividad MP (Ingresos por venta de lote /Costo de MP/lote)	2.25	2.32	3.11%
Productividad (HH y MP) (Ingresos por venta de lote/(Costo de HH/lote + Costos de MP/lote)	2.17	2.26	4.15%

De la tabla 21, podemos mencionar que la producción incremento en un 3.33% de con relación al método actual, además el tiempo de procesamiento del lote ha disminuido en un 24.27%, la productividad de la mano de obra se ha incrementado en un 36.40%, la productividad de la materia prima se incrementó en un 3.11% y la productividad global de mano de obra y materia prima se incrementó en un 4.15%.



**Tabla 22**

*Resumen de capacidad de proceso.*

Variable crítica de la calidad: Peso		
Indicador	Valor	
	Antes	Después
Cp	0.8	1.03
Cpk	0.75	0.95
Pp	0.68	0.94
Ppk	0.63	0.86
Cpm	0.67	0.91

En cuando a la capacidad de proceso, el indicador de Cp, se ha incrementado a 1.03, pasando de una categoría de 2, que es parcialmente adecuado, en relación a el valor anterior de Cp=0.8, que necesitada analizar los proceso y evidenciar las causas de variabilidad, que era de categoría 3



#### 4.4. Discusión

**Rivera, (2020)**, en su investigación sobre la variabilidad en la elaboración de helados, en la cual aplicó la metodología Six Sigma para dicho análisis en cual sus mayores defectos fueron la de rotura del soporte de madera que acompaña al helado, otro de los defectos es el mezclado de sabores, siendo los procesos de desmoldado, enfundado y sellado los procesos son incidencia en presentar defectos con el 0.515% y 0.3157%. con relación a  $C_p$ , los procesos se encuentran en la categoría 3, con un valor de capacidad de proceso de 0.67. Siendo importante la determinación de los niveles iniciales para establecer donde aplicar la metodología DMAIC.

En caso de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C, la empresa como un valor inicial de capacidad de proceso ( $C_p$ ) de 0.80, que implica estar en la categoría 3, por lo que con las mejoras propuestas de cambio de molde y el control de tiempos de cada actividad y su estandarización incremento el índice de capacidad a 1.03 pasando a la categoría 2, donde el proceso es aceptable y tiene que tener control en cuando a las variaciones que presenta el peso de queso fresco, siendo evidencias de las ventajas que se realiza al aplicar la metodología DMAIC; que permite identificar los principales problemas y solucionar las causas raíces de los problemas de variabilidad.

**Taimal, (2019)**, en su investigación sobre el control estadístico de la calidad en el proceso de producción de madera plásticas, siendo las variables críticas de calidad que investigó como la fuerza máxima, la cual mejoró en un 24%, el alargamiento en fuerza incremento en un 17.11%, la fuerza a la ruptura en un 28.88% fue disminuida, se incrementó la densidad, con relación a la densidad esta



disminuyó en 50 gramos, siendo estos resultado de mayor control que se aplicó gracias a la metodología DMAIC.

Para el caso de la empresa Granja DON BOSCO S.A.C., se redujo los tiempos de procesamiento del lote en un 24.27%, disminuyendo actividades no esenciales y que no añade valor al producto como son los transporte y demoras, las productividades de mano de obra se incrementaron en un 36.40% y las productividades de materia prima se incrementó en un 3.11%, y la productividad bifactorial de mano de obra y materia prima incremento en un 4.15%, siendo evidencias de un método de trabajo más óptimo que permitió procesar 2 bandejas extras de productos, que son 24 unidades, la cual incremento los índices de producción. Además de reducir el tiempo de producción de 8.94 horas a 6.77 horas. Por lo que la metodología DMAIC, permitió definir la variable asociadas a la calidad e identificar las causas raíces para luego establecer acciones de mejora que permite incrementar la capacidad de proceso y disminuir las variabilidades de peso del producto.



## CONCLUSIONES

**Primero:** La metodología DMAIC, es una herramienta para la calidad, que permite definir las variables que el cliente percibe como importante, para este caso el peso es uno de los requisitos importantes, siendo el objetivo que se desea de 1000gramos por unidad, es por ello que la medición se hace por las muestras, analizar las causas por que se presentan las variaciones y luego aplicar las mejoras, que para este caso fueron la estandarización de tiempos y la disminución de actividades que no añaden valor al producto, el control se hacen en un margen del 10 gramos por debajo y empieza del objetivo de 1000 gramos.

**Segundo:** Con relación a la capacidad del proceso, el índice  $C_p$ , paso de 0.8 en el diagnostico (categoría 3) a  $C_p = 1.03$  que es de categoría 2, siendo la anterior valoración requerida de mejoras en el proceso, debido a las variabilidades en el peso de productos, para la categoría 2, es evidente que el proceso cumple con lo necesario, pero está sujeta a control y monitoreo necesario para no escapar de los estándares logrados.

**Tercero:** Con relación a las productividades, estas se incrementaron en un 36.40% con la productividad de la mano de obra, esto debido a que ahora producen un 3.33% de productos más y el tiempo de proceso del lote paso de 8.94 horas a 6.77 horas, siendo esto un 24.27 de disminución en el ciclo de producción, la productividad de materias primas se incrementó en un 3.11% y la productividad bifactorial (mano de obra y materia prima) se incrementó en un 4.15%.



## RECOMENDACIONES

**Primero:** Se recomienda establecer el seguimiento continuo a las mejoras en cuanto a los tiempos y procedimientos del proceso de producción, para mantener la mejora continua, así evaluar el seguimiento de los principales indicadores, como el tiempo estándar de producción, las productividades parciales y la capacidad de proceso.

**Segundo:** Se recomienda la capacitación constante en herramientas de la calidad, que permitan al personal, mantener los estándares de calidad y mejorar los niveles de cultura y responsabilidad con la calidad entregada en el producto, tanto entre personal interno y los clientes externos. Además de establecer parámetros relacionado con la inocuidad alimentaria que permita tener productos más seguros y que no produzcan ningún riesgo a la salud de los clientes.

**Tercero:** Se recomienda el análisis de otras variables críticas de calidad, que permitan tener una investigación más completa, como son la humedad, forma, densidad y demás variables organolépticas, que puedan influencias en los requerimientos de los clientes, y así tener mejores factores para análisis y seguir con la mejora continua de los procesos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, D. F. (2019). *Estandarización del proceso del área de inyección de productos plásticos en la empresa Texticom. Cia. Ltda.*  
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9376>
- Alvines, M. (2021). *Aplicación de DMAIC para mejorar la productividad en una línea de yogurt bebible de una empresa láctea. Lima , 2021.*
- Angamarca, J. (2019). *Diseño del control estadístico de calidad en la línea de producción de sacos de lana de la empresa GABYTEX mediante la metodología DMAMC para el mejoramiento de la capacidad del proceso.*  
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9261>
- Angulo, B. (2022). *Diseño de un sistema de gestión por procesos basado en la norma Iso 9001:2015.*
- Arestegui, J., & Jimenez, D. (2019). *Estandarizacion del nivel de llenado para el formato vidrio 330 ml sin gas mediante la metodologia DMAIC en la empresa Cervecerías Cusco SAC, 2019.*  
[https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3485/José\\_Daniel\\_Tesis\\_bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3485/José_Daniel_Tesis_bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arevalo Vega, Y. E. (2019). *Aplicación de la metodología DMAIC y su impacto en la reducción de mermas en una empresa panificadora.*  
[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16888/Arevalo\\_vy.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16888/Arevalo_vy.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bedoya, M. (2017). *Estandarización del proceso de producción de queso fresco mediante la aplicación de la metodología DMAIC en la empresa El granjerito.*
- Benalcázar, A. V. (2021). *Propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos en la empresa*



"Tejidos Parwall" ubicado en Atuntaqui.

<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11057>

Bolívar, D. (2017). *Diseño de un plan de mejora para el incremento de ventas de las categorías de preparados y comidas rápidas en las tiendas de conveniencia Altoque utilizando metodología Seis Sigma.*

Cabezas, J. L. (2021). *Propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma para reducir el reproceso en la empresa de confección "Acuatex" ubicado en la ciudad de Atuntaqui.* <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10863>

Cárdenas, J. (2020). *Diseño en mejora de procesos basados en la metodología DMAIC para la optimización del uso de materias prima en la producción de una línea de cereales en una planta de la ciudad de Guayaquil.*

Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2018). *Administración De La Calidad Total.* <https://doi.org/10.31381/gbaj.v2i1.1454>

Conterón, J. L. (2021). *Mejora de procesos basado en la metodología DMAIC para la empresa Gisell ubicada en la Ciudad de Otavalo.* <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11569>

Córdova, F. (2020). *Diseño de un sistema de control estadístico de la calidad para el área de producción en la fábrica de medias Gardenia.* <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10511>

Fuentes, D., Toscano, A. E., Malvaceda, E., Díaz, J. L., & Díaz, L. (2020). *Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables.* In *Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables.* <https://doi.org/10.18566/978-958-764-879-9>

García Castro, S. M. (2017). *Reducción de sobrepeso en masas procesadas por la*



*máquina boleadora en la línea de panadería de la empresa Paniqueso.*

García, H., Campos, J., Cervantes, M., & Romero, M. (2019). Implementación de las etapas Definir y Medir de la metodología DMAMC en una línea de producción. *Revista de Ingeniería Industrial*, 3(8), 14–20.  
<https://doi.org/10.35429/jie.2019.8.3.14.20>

Garza, R., González, C., Rodríguez, E., & Hernández, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Metodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 22(1), 19–35.

Gaviria Buitrago, M. F. (2018). *Análisis de calidad y evaluación en el proceso de Trilla del arroz para observar la producción de grano partido y harina de arroz evitando así perdidas económicas.*  
<http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?EbscoContent=dGJyMNLe80Sep7Q4y9f3OLCmr1Gep7JSsKy4Sa6WxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGptk%2B3rLJNuePfgex43zx1%2B6B&T=P&P=AN&S=R&D=buh&K=134748798%0Ahttp://amg.um.dk/~media/amg/Documents/Policies and Strategies/S>

Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad.*

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación.*

Jácome, E. (2015). *Implementación de la metodología DMAMC en la empresa INPROLAC S.A. en la línea de producción de queso fresco de productos DULAC´S para el mejoramiento de procesos y de la productividad.*

Moreno, A. F., & Materón, C. (2018). *Reducción del tiempo de ciclo para el aumento de la productividad en el proceso de elaboración de concentrado para gallinas ponedoras.*



<http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?EbscoContent=dGJyMNLe80Sep7Q4y9f3OLCmr1Gep7JSsKy4Sa6WxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGptk%2B3rLJNuePfgeyx43zx1%2B6B&T=P&P=AN&S=R&D=buh&K=134748798%0Ahttp://amg.um.dk/~media/amg/Documents/Policies and Strategies/S>

Pérez Urrego, M. L. (2013). *Seis sigma*.

Ponce Gutierrez, M. A. (2017). *Mejoras en el proceso de producción e hojuelas para minimizar la merma en la empresa NIISA Corporation S.A.*

Pozo, E. (2019). Implementación de la metodología DMAIC para la mejora de capacidad de producción en la elaboración de prototipos de madera plástica. .  
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9401>

Render, B., & Heizer, J. (2007). Administración de la producción. In *Ingeniería Industrial* (Vol. 25, Issue 3).

Rivera, C. A. (2020). *Análisis de la variabilidad en la elaboración de helados utilizando herramientas de la metodología Six Sigma en la empresa "Productora y comercializadora de los helados de Salcedo Corpicecream S.A.*

Taimal Cuasapud, L. P. (2019). *Implementación del control estadístico de la calidad en la elaboración de madera plástica del Laboratorio de proceso físicos de la Universidad Técnica del Norte.*

Vera, K. (2018). *Metodología Lean Six Sigma Para Mejorar La Eficiencia De Los Procesos Productivos De La Empresa "Corporación Textil Mishell."*  
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8477?mode=full>



# ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de consistencia

### APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES				METODOLOGÍA
			VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE VALORACIÓN	
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	V.I.				<b>Método</b> -Cuantitativo <b>Diseño</b> -Diseño no experimental <b>Tipo</b> -Aplicativo <b>Nivel</b> -Explicativo <b>Población</b> -Peso de unidades de producción empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C <b>Muestra</b> - 250 unidades de producción de empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C <b>Técnicas</b> -Observación -Análisis documental -DMAIC herramientas <b>Instrumentos</b> -Guías de observación Guías de análisis documental -Herramientas DMAIC.
¿Cuáles son los efectos de la aplicación de la metodología DMAIC en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024?	Explicar los efectos de la aplicación de la metodología DMAIC en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024	La aplicación de la metodología DMAIC tiene un efecto directo en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024	Metodología DMAIC	1.1 Definir 1.2 Medir 1.3 Analizar 1.4 Mejorar 1.5 Controlar	1.1.1. Variable crítica de control 1.1.1. Peso de producto final 1.1.2. Tiempo de procesamiento 1.3.1. Causas raíces 1.3.2. Límites de control 1.4.1. Tiempo estándar de producción 1.4.2. Peso estándar 1.5.1. Tiempo total de producción 1.5.2. Límites de control	Porcentaje Porcentajes Cantidad Porcentajes Cantidad Porcentajes Cantidad Porcentajes Cantidad	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>	V.D.	2.1 Proceso productivo			- 250 unidades de producción de empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C <b>Técnicas</b> -Observación -Análisis documental -DMAIC herramientas <b>Instrumentos</b> -Guías de observación Guías de análisis documental -Herramientas DMAIC.
¿Cómo son los efectos del análisis de variables críticas de la calidad en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024? ¿De qué manera afecta la estandarización de tiempos en la productividad de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024?	Determinar los efectos del análisis de variables críticas de la calidad en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024  Analizar los efectos estandarización de tiempos en la productividad de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024	Los efectos del análisis de variables críticas de la calidad tienen un efecto directo en la optimización de los procesos de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024  La estandarización de tiempos tiene un efecto directo en la productividad de la empresa GRANJA DON BOSCO S.A.C. durante el año 2024	Procesos operativos		2.1.1. Productividad de mano de obra 2.1.2. Productividad de la materia prima 2.1.3. Productividad total	Porcentaje Cantidad Porcentaje	





### Formato de recolección de pesos de productos:

N° (muestra)	1	2	3	4	5	Rango (R)	Media (X)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							



## Anexo 3:

### Procesamiento de datos.

Actividades	Tiempo observado (to) minutos										TOP	Factor de valoración	Tiempo normal	Total, suplemento	Tiempo estándar
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
Tratamiento térmico	30	29	28	27	31	32	30	31	28	29	29.5	1.05	31.0	11%	34.4
Adición de cuajo	5	5	4	5	4	3	5	6	7	6	5	1.05	5.3	11%	5.8
Espera	25	27	29	25	26	24	23	24	25	23	25.1	1.05	26.4	11%	29.3
Cortar cuajada	15	14	13	15	14	16	16	17	15	14	14.9	1.05	15.6	11%	17.4
Desuerado	15	14	15	15	16	17	21	14	13	10	15	1.05	15.8	11%	17.5
Colocado de bandejas en dosificadora	10	9	8	12	13	11	14	15	16	17	12.5	1.05	13.1	11%	14.6
Poner cuajada en moldes	10	12	11	11	10	10	8	10	12	12	10.6	1.05	11.1	11%	12.4
Colocar moldes en mesa de trabajo	20	18	19	21	22	23	24	20	25	22	21.4	1.05	22.5	11%	24.9
Colorar tela y llevar a prensa	15	14	16	13	15	15	14	13	14	15	14.4	1.05	15.1	11%	16.8
Prensar quesos	60	55	56	50	62	56	58	60	70	72	59.9	1.05	62.9	11%	69.8
Retirar tela	10	15	9	8	7	6	5	7	8	5	8	1.05	8.4	11%	9.3
Colocar queso en mesa de trabajo	10	8	8	9	11	12	10	10	11	11	10	1.05	10.5	11%	11.7
Llevar a saladero	10	15	14	12	13	14	15	11	8	10	12.2	1.05	12.8	11%	14.2



Aplicar salmuera	10	15	15	14	15	15	14	15	15	10	13.8	1.05	14.5	11%	16.1
Dejar reposar el queso	15	12	14	15	15	13	14	15	14	145	142.5	1.05	149.6	11%	166.1
Retirar quesos del saladero	25	32	35	20	25	22	24	28	32	30	27.3	1.05	28.7	11%	31.8
Traslado a zona de empaque	15	10	12	14	13	14	15	13	10	10	12.6	1.05	13.2	11%	14.7
Empaquetado	30	25	22	23	26	24	25	25	30	25	25.5	1.05	26.8	11%	29.7
										Minutos	460.20		483.21		536.36
										Horas	7.67		8.05		8.94

### Recolección de pesos de productos:

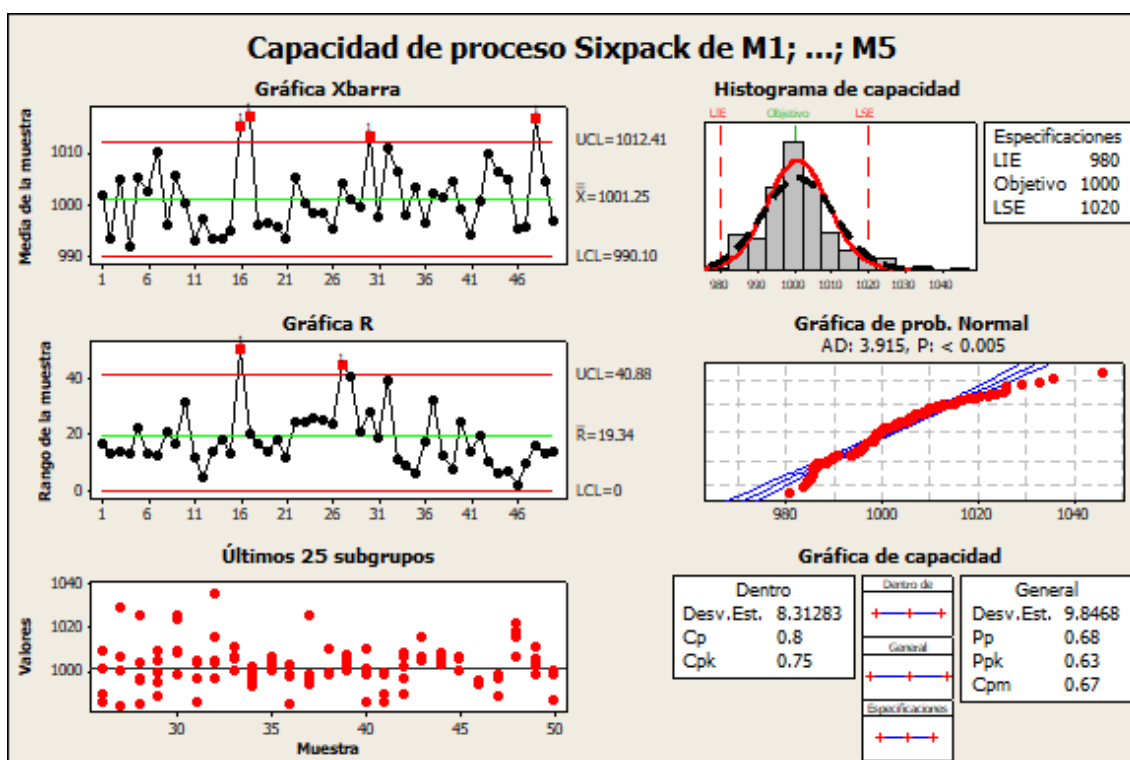
N° (muestra)						Rango (R)	Media (X)
	1	2	3	4	5		
1	995.6	999.6	995.8	1012.5	1005.2	16.9	1001.74
2	994.2	985.6	998.6	998.5	990.1	13	993.4
3	998.5	998.5	1012.3	1009.5	1006.5	13.8	1005.06
4	994.6	998.6	995.8	985.2	985.7	13.4	991.98
5	998.8	1018.1	1005.2	1009.2	995.6	22.5	1005.38
6	1005.2	1000.9	1008.5	1003.5	995.6	12.9	1002.74
7	1003.2	1010.3	1014.1	1008.4	1015.6	12.4	1010.32
8	1006.5	989.6	998.7	999.5	985.8	20.7	996.02
9	998.9	1011.5	1000.6	1015.8	1001.5	16.9	1005.66
10	998.9	1020.5	1003.2	989.3	990.9	31.2	1000.56
11	998.5	988.5	995.8	986.5	996.2	12	993.1
12	998.9	1000	995.6	996.5	995.5	4.5	997.3



13	996.3	986.5	1000.1	994.6	990.5	13.6	993.6
14	996.5	998.5	980.6	993.5	997.4	17.9	993.3
15	994.5	996.5	985.8	998.3	999	13.2	994.82
16	999.6	1032.6	1045.6	1002.9	995.6	50	1015.26
17	1012.6	1025.2	1005.6	1016.8	1025.7	20.1	1017.18
18	1002.3	998.6	998.6	985.6	994.8	16.7	995.98
19	1003.6	989.5	999.8	994.8	995.8	14.1	996.7
20	1005.3	987.6	996.87	989.7	999.5	17.7	995.794
21	988.9	995.8	986.5	998.5	996.8	12	993.3
22	995.8	1019.8	1000.6	1005.8	1005.6	24	1005.52
23	999.6	1012.5	1002.6	998.5	988.5	24	1000.34
24	998.6	1000.2	1009.6	983.8	999.8	25.8	998.4
25	1011.6	986.5	998.6	999.6	996.9	25.1	998.64
26	1009.6	989.6	985.8	989.9	1001.5	23.8	995.28
27	984.5	1000.6	1028.9	1000.8	1006.5	44.4	1004.26
28	996.3	1025.3	1003.8	996.6	984.6	40.7	1001.32
29	999.8	1009.5	1004.6	995.3	988.6	20.9	999.56
30	998.2	1009.8	1008.9	1023.6	1025.8	27.6	1013.26
31	996.5	1003.8	1004.9	985.9	996.8	19	997.58
32	996.6	1015.5	1035.6	1003.8	1004.9	39	1011.28
33	1011.5	1006.2	1006.9	1000.5	1006.8	11	1006.38
34	1002.3	999.3	998.4	993.6	995.9	8.7	997.9
35	1006.8	1003.5	1005.5	1000.9	1000.5	6.3	1003.44
36	998.6	998.6	997.8	985.4	1002.9	17.5	996.66
37	998.5	998.56	995.5	993.8	1025.8	32	1002.432
38	999.8	998.6	999.6	998.4	1010.6	12.2	1001.4
39	1000.5	1007.8	1006.9	1002.9	1005.5	7.3	1004.72
40	1000.9	985.6	998.8	1000.6	1009.9	24.3	999.16
41	989.6	998.5	999.4	998.8	985.7	13.7	994.4

42	1008.9	1006.8	1002.5	989.5	996.5	19.4	1000.84
43	1005.2	1015.6	1015.8	1006.8	1005.8	10.6	1009.84
44	1008.5	1002.9	1005.6	1008.8	1006.5	5.9	1006.46
45	1006.8	1000	1005.6	1005.8	1006.9	6.9	1005.02
46	995.8	995.6	995.4	996.2	994.25	1.95	995.45
47	997.8	996.8	998.3	996.6	988.8	9.5	995.66
48	1022.3	1006.5	1022.2	1015.3	1018.2	15.8	1016.9
49	1011.6	1003.9	1005.9	1002.5	998.7	12.9	1004.52
50	998.5	1000.2	986.5	1000.3	998.5	13.8	996.8

## Datos de capacidad de proceso





VALOR DEL ÍNDICE (CORTO PLAZO)	PROCESO CON DOBLE ESPECIFICACIÓN (ÍNDICE $C_p$ )		CON REFERENCIA A UNA SOLA ESPECIFICACIÓN ( $C_{p1}$ , $C_{p2}$ , $C_{pk}$ )	
	% FUERA DE LAS DOS ESPECIFICACIONES	PARTES POR MILLÓN FUERA (PPM)	% FUERA DE UNA ESPECIFICACIÓN	PARTES POR MILLÓN FUERA (PPM)
0.2	54.8506%	548506.130	27.4253%	274253.065
0.3	36.8120%	368120.183	18.4060%	184060.092
0.4	23.0139%	230139.463	11.5070%	115069.732
0.5	13.3614%	133614.458	6.6807%	66807.229
0.6	7.1861%	71860.531	3.5930%	35930.266
0.7	3.5729%	35728.715	1.7864%	17864.357
0.8	1.6395%	16395.058	0.8198%	8197.529
0.9	0.6934%	6934.046	0.3467%	3467.023
1.0	0.2700%	2699.934	0.1350%	1349.967
1.1	0.0967%	966.965	0.0483%	483.483
1.2	0.0318%	318.291	0.0159%	159.146
1.3	0.0096%	96.231	0.0048%	48.116
1.4	0.0027%	26.708	0.0013%	13.354
1.5	0.0007%	6.802	0.0003%	3.401
1.6	0.0002%	1.589	0.0001%	0.794
1.7	0.0000%	0.340	0.0000%	0.170
1.8	0.0000%	0.067	0.0000%	0.033
1.9	0.0000%	0.012	0.0000%	0.006
2.0	0.0000%	0.002	0.0000%	0.001



### ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

### AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 01-09-2025

#### 1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: TANIA LISBETH MARROQUIN HUANCA

Dirección: JIRON DOS DE MAYO – DISTRITO COASA-PROVINCIA CARABAYA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71935642

Teléfono: 941503188 email: taniamarhuanca@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO INDUSTRIAL

Asesor: M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS, JULIACA, 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): METODOLOGÍA DMAIC, PROCESOS, OPTIMIZACIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



### 2. Referencia de tesis:

Bachiller     Título     2da Especialidad     Maestría     Doctorado

### 3. Licencias:

#### a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

#### **Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

#### b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

#### **¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



### Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: GESTION DE OPERACIONES Y PROCESOS – P20

Firma de Autor



huella digital

01 de setiembre del 2025

Fecha