



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Escuela Profesional de Ciencia de los Alimentos

Aplicación de la metodología DMAIC y su impacto en la reducción de mermas en una empresa panificadora

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Ciencia y
Tecnología de los Alimentos

AUTOR

Yessica Edhit ARÉVALO VEGA

ASESOR

Ing. Danny DOMÍNGUEZ DEL ÁGUILA

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Arévalo, Y. (2019). *Aplicación de la metodología DMAIC y su impacto en la reducción de mermas en una empresa panificadora*. [Tesis de investigación de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Ciencia de los Alimentos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Yessica Edhit Arévalo Vega
DNI	46803695
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0718-4810
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Danny Domínguez Del Aguila
DNI	10128456
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-3614-8280
Datos de coasesor	
Nombres y apellidos	No aplica
DNI	No aplica
URL de ORCID	No aplica
Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Pueblo Libre Latitud: -12.0766191 Longitud: -77.0640471
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2015 - marzo 2016
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería de procesos https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.04 . Alimentos y bebidas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.01 Ingeniería de producción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.03



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Decanato



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC Y SU IMPACTO EN LA REDUCCIÓN DE MERMAS EN UNA EMPRESA PANIFICADORA

Que presenta la Bachiller en Ciencia y Tecnología de los Alimentos:

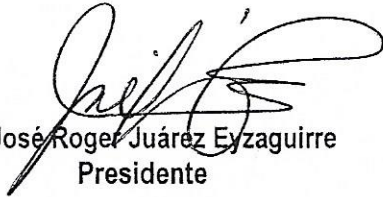
YESSICA EDHIT ARÉVALO VEGA

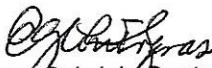
Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, y practicada la votación han obtenido la siguiente calificación:

APROBADO CON MENCIÓN (19)


en conformidad con el Art. 34.º del Reglamento para la obtención del Grado Académico de Bachiller en Ciencia y Tecnología de los Alimentos y Título Profesional de Licenciado (a) en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Lima, 03 de junio de 2019.


Dr. José Roger Juárez Eyzaguirre
Presidente


Ing. Eliana Gabriela Contreras López
Miembro


Q.F. Paúl Iván Gutiérrez Elescano
Miembro


Mg. Nelson Bautista Cruz
Miembro

“FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO”

Dedicatoria

A mis queridos Padres, **Ismael** por las ideas de superación y **Maritza** por el esfuerzo permanente.

A mis hermanos **Telasim, Mayra, Armando** por estar siempre presentes.

A mi sobrina **Giulia** por ser mi alegría.

Y a **Luís** por su apoyo constante en mi vida personal y profesional.

Agradecimientos

Al Ing. Danny Domínguez Del Águila, por haberme asesorado en el desarrollo del presente trabajo.

Al Ing. Luis Alfredo Chávez León por su apoyo constante como co-asesor de tesis.

A la Lic. Ángela Díaz García y a la Bach. Denisse Ávila Neira por su aporte y colaboración.

Índice

Índice de figuras	iv
Índice de tablas	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. Introducción	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo general	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.2 Hipótesis.....	2
II. Marco teórico.....	3
2.1 Históricos de la empresa panificadora	3
2.1.1 Número de empleados.....	3
2.1.2 Principales productos.....	4
2.1.3 Principales clientes	4
2.1.4 Proveedores de materias primas y material de empaque	4
2.1.5 <i>Lay out</i> planta de producción	4
2.1.6 Procedimiento de la línea de panificación.....	5
a. Formulación de ingredientes en la receta.....	5
b. Etapas del proceso de producción	6
2.2 Merma	8
2.2.1 Definición de merma	8
2.2.2 Tipos de merma	10
2.2.3 Costo de merma.....	10
2.2.4 Procesos	11
2.3 Mejora continua.....	13
2.3.1 Impacto en el sistema de gestión en la calidad.....	13
2.4 La automatización de procesos en el manejo de la información	14
2.4.1 Ventajas y desventajas.	14
2.5 Metodología DMAIC	14
2.5.1 Fundamentos de la metodología DMAIC	15
a. Fase Definir	16
b. Fase Medir.....	16
c. Fase Analizar.....	16

d. Fase Mejorar	17
e. Fase Controlar	17
2.6 Herramientas estadísticas de la calidad	17
2.6.1 Hoja de verificación	18
2.6.2 Diagrama de Pareto	19
2.6.3 Estratificación	19
2.6.4 Diagrama de Ishikawa	20
2.7 Inferencia estadística	20
2.7.1 Prueba t	20
2.7.2 Prueba t para muestras apareadas	20
2.7.3 Intervalo de confianza	20
III. Metodología	21
3.1 Fase definir	22
3.2 Fase medir	26
3.2.1 Análisis de mermas durante el periodo de estudio	26
3.2.2 Producción vs merma de los productos más producidos	26
3.2.3 Producto de mayor cantidad de merma promedio	27
3.3 Fase analizar	29
3.4 Fase mejorar	30
3.4.1 Evidencia estadística de la mejora	31
3.5 Fase controlar	31
IV. Resultados	32
4.1 Fase definir	32
4.2 Fase medir	32
4.2.1 Gráfico secuencial de la merma general	32
4.2.2 Consolidado semestral de merma en panes de mayor producción	33
4.2.3 Consolidado semestral de defectos de merma del francesito	33
4.2.4 Consolidado semestral de defectos de merma	34
4.2.5 Costos de merma	36
4.3 Fase analizar	36
4.3.1 Causas que generan merma por exceso de producción	36
a). Diagrama causa efecto de la merma por exceso	37
b). Diagrama de Pareto de las causas de merma por exceso	37
4.3.2 Causas de la merma por tamaño	39
a). Diagrama causa efecto de la merma por tamaño	40

b). Diagrama de Pareto de las causas de merma por tamaño	40
4.4 Fase Mejorar	42
4.4.1 Estandarizar recetas	42
4.4.2 Software de formulación	46
a. Lista maestra de productos	46
b. Porcentaje de merma asignado a cada producto	47
c. Plataforma de formulación	49
d. Hoja de impresión.....	52
e. Cuadro de consumo diario de insumos	53
4.4.3 Creación de plantillas de medida	53
4.4.4 Evidencia estadística de la mejora.....	55
a. Porcentaje general de merma post implementación.....	55
b. Consolidado semestral de merma en panes de mayor producción ...	57
c. Defectos de merma del francesito post implementación	59
d. Consolidado semestral de defectos de merma.....	59
e. Costos de merma	60
4.5 Fase controlar	62
4.5.1 Excel de manejo de datos	62
4.5.2 Procedimiento de manejo de datos.....	65
V. Discusión.....	66
VI. Conclusiones.....	68
VII. Recomendaciones	69
VIII. Referencias bibliográficas	70
IX. Anexos	74

Índice de figuras

Figura 1. Organigrama de la empresa	3
Figura 2. Lay out de la planta.	5
Figura 3. Diagrama de flujo de operaciones	9
Figura 4. Estructura DMAIC.....	15
Figura 5. Pan pita integral mermado	23
Figura 6. Pan francés 12 cm mermado	23
Figura 7. Merma promedio de los seis meses de seguimiento.....	27
Figura 8. Merma promedio de los productos más representativos	28
Figura 9. Control de merma mensual en el periodo de seguimiento	33
Figura 10. Defectos de merma durante el periodo de estudio.....	34
Figura 11. Defectos de merma de los quince productos más producidos	34
Figura 12. Diagrama causa-efecto de la merma por exceso.	37
Figura 13. Diagrama de Pareto causas de merma por exceso.....	38
Figura 14. Diagrama de Ishikawa mermas por tamaño.	40
Figura 15. Diagrama de Pareto causas de merma por tamaño.	41
Figura 16. Uso de las plantillas de medida por el personal operativo.....	54
Figura 17. Defectos de merma post implementación	59
Figura 18. Defectos de merma de los productos más producidos.....	60
Figura 19. Lista de productos	62
Figura 20. Base de datos	63
Figura 21. Merma general por día	63
Figura 22. Unidades mermadas por producto	64
Figura 23. Costo de merma por producto	64
Figura 24. Razones de merma por producto.	65
Figura 25. Pan francés, pan hot dog y pan hamburguesa.....	74
Figura 26. Pan francés, pan hot dog y pan hamburguesa	74
Figura 27. Cuestionario aplicado.	76
Figura 28. Ejemplos de defectos de merma por producto.	77
Figura 29. Ponderación de causas de merma según defecto crítico	78
Figura 30. Evidencia del seguimiento de recetas por producto.	79
Figura 31. Muestra de código de programación utilizado en VBA.....	79
Figura 32. Cuadro de medidas por producto y por cliente	80
Figura 33. Plantillas de medida de diferentes productos	81
Figura 34. Plantilla de medida	81
Figura 35. Prueba de plantilla de medida.	81
Figura 36. Prueba de Normalidad para % merma antes - % merma después de la Implementación	82
Figura 37. Prueba de Normalidad para % costo merma antes - % costo merma después de la Implementación	83
Figura 38. Formato de control para las mejoras implementada.....	84

Índice de tablas

Tabla 1. Ingredientes de panes suaves y crocantes.....	6
Tabla 2. Hoja de verificación	19
Tabla 3. Proceso en la etapa definir	23
Tabla 4. Formato control de stock diario	25
Tabla 5. Formato RCP	26
Tabla 6. Registro de motivos de merma, mes uno para pan francesito.....	29
Tabla 7. Registro de control de la producción	32
Tabla 8. Lista de panes de mayor producción en los meses de prueba.....	35
Tabla 9. Porcentaje de mermas en los panes de mayor producción.....	35
Tabla 10. Costos de merma del mes uno al mes seis	36
Tabla 11. El ¿Por qué? de las causas de merma.....	36
Tabla 12. Matriz de priorización de causas de merma por exceso.....	38
Tabla 13. Solución o contramedida a las causas del problema.....	39
Tabla 14. El ¿Por qué? de las mermas por tamaño	39
Tabla 15. Matriz de priorización de causas de merma por tamaño.	40
Tabla 16. Solución o contramedida a las causas del problema.....	41
Tabla 17. Cronograma de trabajo de los maestros panaderos.....	43
Tabla 18. Seguimiento de receta de pan francés	43
Tabla 19. Evaluación de la masa cruda al tacto	44
Tabla 20. Evaluación del producto terminado, pan francés	45
Tabla 21. Evaluación de la merma del día del pan francés	45
Tabla 22. Lista maestra de productos.	47
Tabla 23. Porcentaje de mermas asignado a cada producto.....	48
Tabla 24. Plataforma de formulación, muestra pandoro	50
Tabla 25. Plataforma de formulación: formulación con reproceso.....	51
Tabla 26. Modelo de hoja de impresión.....	52
Tabla 27. Cuadro de consumo diario de insumos	53
Tabla 28. Extracto del consolidado de medida de productos.	54
Tabla 29. Costos de propuesta.....	55
Tabla 30. Porcentaje de merma mensual en unidades	55
Tabla 31. Comparativo de merma pre y post implementación.....	56
Tabla 32. Prueba t con Statgraphcis Centurion XVII	57
Tabla 33. Producción y merma de los panes de mayor producción	58
Tabla 34. Porcentaje de merma en los panes de mayor producción.....	58
Tabla 35. Costos merma del mes 8 al mes 13	60
Tabla 36. Comparativo del porcentaje de costo de merma	61
Tabla 37. Prueba t con Statgraphcis Centurion XVII	62

Resumen

En la actualidad, uno de los retos de la industria panadera es elevar su competitividad, sin embargo, no cuenta con el personal capacitado para asumir los retos; la mayoría realiza el trabajo de forma empírica por lo que necesita de herramientas de gestión basadas en soluciones versátiles, que le ayuden al crecimiento económico sostenido enfocándose en los procesos claves. La metodología DMAIC se presenta como una gran alternativa. El objetivo del presente trabajo fue determinar el impacto de la aplicación de la metodología DMAIC en la disminución de mermas de una empresa panificadora, la cual, cuenta con un porcentaje de merma permitido por producto del 5%. La definición del problema mostró que el promedio de la merma durante el seguimiento antes de la implementación de las mejoras fue de 9,1%; es decir 4,1% por encima de lo permitido por la empresa. Se detectó que, los costos de merma están asociados directamente al porcentaje de merma y durante los 6 meses de seguimiento fue en promedio de 10,30%. Los defectos críticos de merma identificadas durante el estudio fueron el exceso de producto y productos fuera de tamaño ideal. Mediante herramientas de calidad se estableció las causas de generación de merma para cada defecto crítico para luego establecer contramedidas o soluciones a implementar como mejora; se implementó como herramientas de mejora la estandarización de recetas, el diseño de un software de formulación y la creación de plantillas de medida para cada producto; posteriormente se realizó un análisis post implementación para verificar el impacto de la mejora sobre el porcentaje de merma. El porcentaje de merma promedio post implementación fue de 4,5 %, por debajo del límite establecido por la empresa panificadora (5%), teniendo una reducción media mensual de 4,6%. Los costos de merma promedio post implementación fueron de 5,32%. Como último paso de la metodología DMAIC se estableció un formato de control para garantizar que la mejora sea sostenible en el tiempo.

Palabras clave: empresa panificadora, DMAIC, merma, costos.

Abstract

At present, one of the challenges of the baking industry is to elevate its competitiveness; however, it does not have the staff trained to take on the challenges; Most of them do the work empirically so they need management tools based on versatile solutions that will help them sustain economic growth by focusing on key processes. The DMAIC methodology is presented as a great alternative. The objective was to determine the impact of the application of the DMAIC methodology in the reduction of wastes of a bakery company, which has a percentage of reduction allowed per product of 5%. The definition of the problem showed that the average of the decrease during the follow-up before the implementation of the improvements was 9.1%; That is to say 4.1% above the company's allowed. It was detected that the costs of depletion are directly associated with the percentage of depletion and during the 6 months of follow up was on average of 10.30%. The critical defects of depletion identified during the study were excess product and products out of ideal size. By means of quality tools, the causes of loss generation were established for each critical defect and then to establish countermeasures or solutions to be implemented as improvement; It was implemented as a tool to improve the standardization of recipes, the design of a formulation software and the creation of measurement templates for each product; Subsequently, a post-implementation analysis was carried out to verify the impact of the improvement on the percentage of depletion. The percentage of average post-implementation decline was 4.5%, below the limit established by the bakery Company (5%), with a monthly average reduction of 4.6%. The costs of average post-implementation decline were 5.32%. As the last step of the DMAIC methodology, a control format was established to ensure that the improvement is sustainable over time.

Keywords: baking company, DMAIC, waste, costs.

Abreviaturas

- **Metodología DMAIC:** Es una metodología desarrollada por Motorola a principios de los 90's, y nace como una mejora del ciclo de Deming. Consta de 5 pasos estructurados de manera consecutiva: Definir, medir, analizar, implementar, controlar
- **RCP:** registro de control de la producción, utilizado por la empresa para la recopilación de datos.
- **Ciclo PHVA:** Conocido como ciclo de Deming, PHVA procede del acrónimo en español: Planificar, hacer, verificar, actuar.

I. Introducción

La Sociedad Nacional de Industrias (SNI) a fines del 2013, mencionó en un reporte que un 20% de la mano de obra en la industria panificadora es calificada¹, pero aun así ha seguido creciendo; el 2017 tuvo un crecimiento de 3,5 % y para el primer semestre del 2018 4,1%. Con visión a largo plazo, la SNI informa que la industria panificadora tiene un alto potencial de crecimiento, pero se requiere de personal capacitado, nuevas técnicas, maquinaria en el proceso y mayor profesionalización en la gestión de la empresa, con el objetivo de contar con reformas estructurales que eleven su competitividad ¹⁻⁴.

La aplicación de herramientas de gestión brinda soluciones versátiles, permitiendo obtener resultados a corto plazo que ayudan a la toma de decisiones. Durante el año 2014, la empresa Braselli S.A.C. presentaba problemas en la eficiencia de sus procesos. A partir de esta problemática se implementó la metodología PHVA, logrando el cumplimiento del objetivo de incrementar la productividad de 0,34 a 0,44 kg/s; teniendo como efecto la disminución en el índice de productos no conformes de 35,05 a 21,68%. Como consecuencia, se redujo el índice de costos de calidad de 16,65 a 13,93%; el indicador de eficiencia por producto mejoró en 20% al tener un mejor balance de materia ⁵.

La aplicación de la metodología PHVA logró que la empresa International Bakery S.A.C. resuelva los problemas de productividad en la línea de pan de molde que presentaba tiempos de producción prolongados y elevada cantidad de mermas; la cuantificación de la mejora mostró un incremento de la productividad de 0.01 soles, por kilogramo de pan ⁶.

Six Sigma, fue aplicado como metodología de mejora continua, seguido de la secuencia de los 5 pasos de la metodología DMAIC, permitiendo incrementar la satisfacción de clientes y la venta de dos productos en la empresa INPACAF S.A ⁷.

DMAIC, es una metodología enfocada a la mejora de procesos existentes, consta de 5 pasos: Definir el estado actual de la empresa, Medir la información estadística del problema, Analizar mediante la información obtenida en la etapa

anterior, Mejorar generando pruebas piloto, Controlar creando planes de prevención para las mejoras propuestas ⁸.

Este estudio se orienta a determinar el impacto de la aplicación de la metodología DMAIC en la disminución de mermas de una empresa panificadora. La empresa panificadora en estudio no cuenta actualmente con trabajos anteriores sobre aplicación de herramientas de gestión para mejora de procesos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Determinar el impacto de la metodología DMAIC en la reducción de mermas en una empresa panificadora.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el impacto de la implementación de metodología DMAIC en la reducción del porcentaje de merma post implementación de las mejoras.
- Identificar los defectos críticos de merma del pan de mayor producción pre y post implementación de las mejoras.
- Determinar el impacto de la implementación de metodología DMAIC en la reducción de costos de merma post implementación de las mejoras.

1.2 Hipótesis

La aplicación de la metodología DMAIC tiene un impacto positivo en la reducción de mermas de una empresa panificadora.

II. Marco teórico

2.1 Históricos de la empresa panificadora

La empresa panificadora fundada en el 2001, teniendo un enfoque exclusivamente para el desarrollo, innovación y enseñanza de productos de panadería de líneas tradicionales y por métodos artesanales. En el año 2009 se decide cambiar el enfoque de la empresa, hacia al desarrollo, elaboración y comercialización de productos de panadería a gran escala, dejando un área para desarrollo e innovación. Dentro de este nuevo concepto buscó posicionarse en el nicho de mercado de los restaurantes gourmet, con productos de alta calidad. Tiene una organización que se muestra en la figura 1.

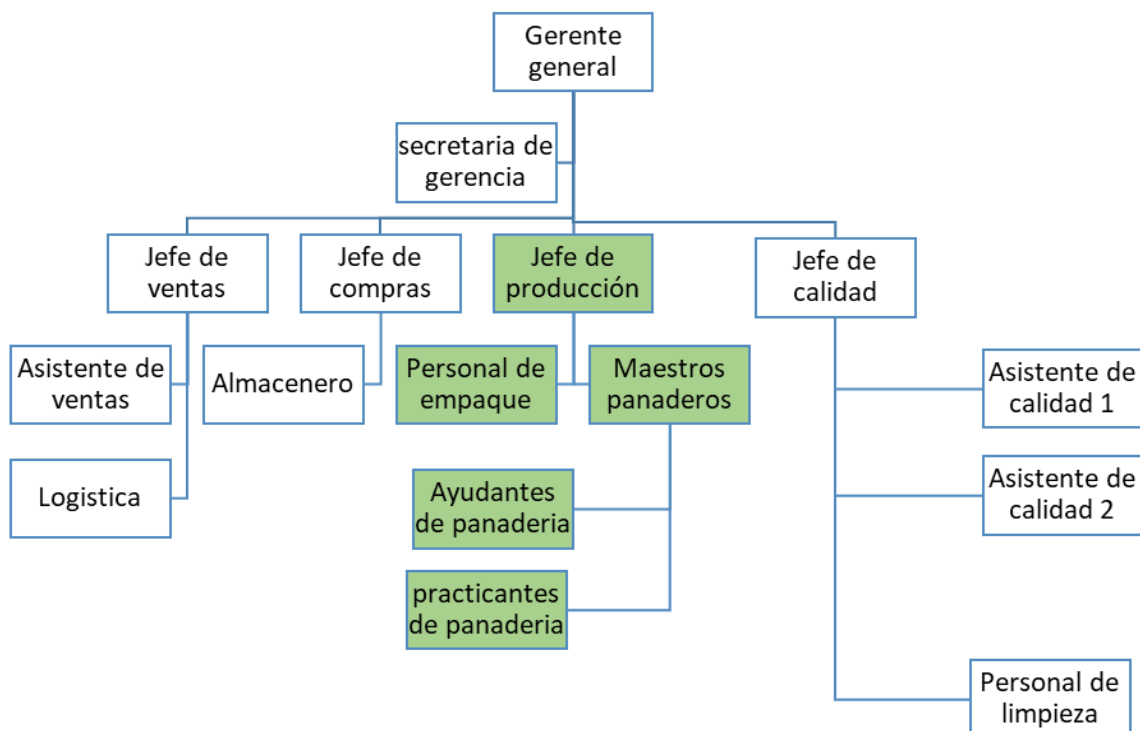


Figura 1. Organigrama de la empresa

Fuente: Reglamento interno de la empresa

2.1.1 Número de empleados

56 trabajadores distribuidos en diferentes áreas: 30 en producción, 8 en empaque, 3 en control de calidad, 3 en comercial, 2 en recursos humanos, 1 en almacén, 3 en mantenimiento y 6 en logística. La jefatura de producción gestiona al personal de producción y empaque

en 3 turnos, el mismo que puede rotar de turno según necesidad de los procesos claves.

2.1.2 Principales productos

La empresa tiene dos líneas importantes:

Panes salados

- Ciabatta blanca, ciabatta integral, ciabattita pre cocida, francés, francesito pre cocido, árabe blanco, árabe integral, negro ajonjolí, negro de avena, pan campesino clásico, pan campesino de hierbas, pan baguette, pan molido, crocantinis, crissinos de quinua, panini, masa de pizza.

Panes dulces

- Pandoro con cebolla, integralitos semidulce, hamburguesa papachos, hamburguesas clásicas, pullman blanco, pullman integral, pullman marmoleado, pan de maíz morado, pan de camote, croissant francés, croissant de mantequilla, croissant de jamón y queso, pan hot dog, pan de papa amarilla, petit pan, pan de maíz, chancay.

2.1.3 Principales clientes

Hoteles, restaurantes, estaciones de servicio, cines, catering.

2.1.4 Proveedores de materias primas y material de empaque

Molino el triunfo, Alicorp, Bakels, Fleischmann, Huevo de oro, Breadt, Master Martini, Puratos, Ely & Mar, Conexiones Alex, Trupal, Bolsas Peruanas.

2.1.5 Lay out planta de producción

La planta de la empresa cuenta con: almacén de insumos, área de producción de masas, área de laminado de croissant, preparación de productos de pastelería, sección de fermentación, horneado, enfriamiento, empaque, almacenamiento de producto terminado (figura 2).

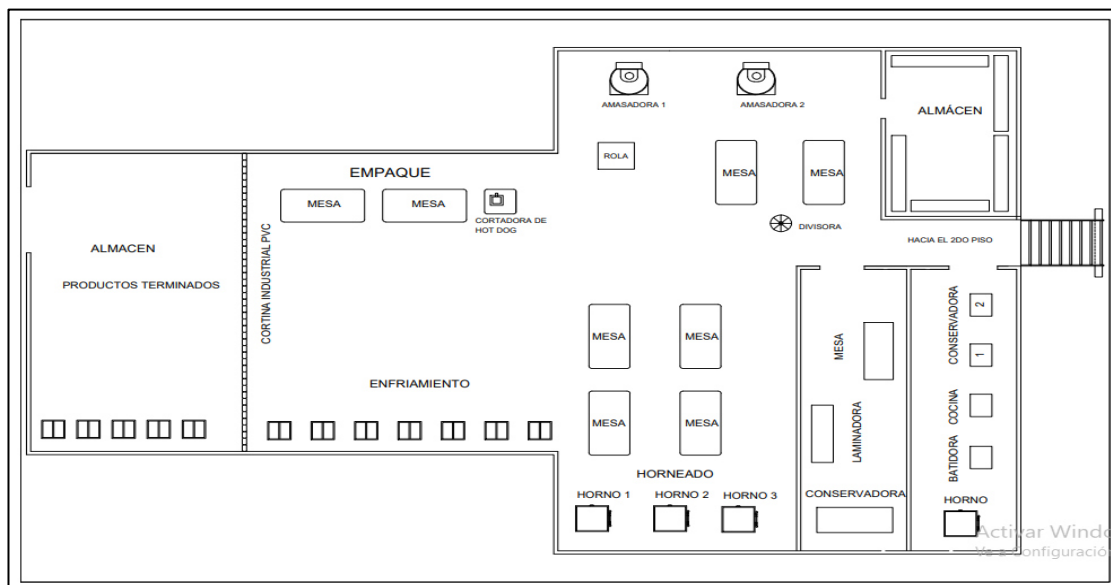


Figura 2. Lay out de la planta.

Fuente. Elaboración propia

2.1.6 Procedimiento de la línea de panificación

a. Formulación de ingredientes en la receta

La elaboración del pan comienza por los ingredientes: la harina es el insumo clave para panificación; se necesita que sea una mezcla de trigos, la sal se añade para generar y ayudar a la formación del gluten, el agua da consistencia es importante usar agua a temperatura menor a 10°C para controlar el aumento de temperatura en la masa, la levadura favorece la fermentación. Como las proporciones son las que determinan las características finales del producto es muy importante respetar los porcentajes establecidos para cada insumo según el género. Cada ingrediente está con relación al porcentaje panadero, la harina siempre representa el 100% en una receta. ^{4,10}.

La tabla 1 se muestra los dos géneros de panes sobre los que se elaboran las diferentes variedades, es el porcentaje de ingredientes el que diferenciará a uno de otro, en cuanto a características organolépticas se refiere.

Tabla 1. Ingredientes de panes suaves y crocantes

	Panes suaves		Panes crocantes	
	Insumo	Porcentaje	Insumo	Porcentaje
Ingredientes principales	Harina	100	Harina	100
	Levadura	01 a 04	Levadura	01 a 02
	Sal	01 a 1.5	Sal	2
	Agua	55 a 60	Agua	55 a 60
	Huevo	00 a 20		
	Grasa	05 a 15		
	Azúcar	05 a 15		
Ingredientes opcionales	leche en polvo	00 a 05	Azúcar	00 a 05
	mejorador	0,5 a 01	Grasa	00 a 05
	esencia	0,2		
	colorante	0,2		

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo, porcentaje panadero para pan de hamburguesa que lleva 1000 g de harina panadera y tiene una humedad de 55%, se va a necesitar la siguiente cantidad de ingredientes expresados en gramos

- Harina: 1000 100%
- Agua: 550 55%
- Sal: 20 2%
- Levadura: 20 2%
- Mejorador: 10 1%
- Azúcar: 120 12%

Como producto terminado crudo se obtiene una masa total de 1,720 kg. Si fuese el caso que alguno de los porcentajes no se respeta; el agua, por ejemplo, la masa saldría muy suelta y el pan no llegaría al tamaño ideal.

b. Etapas del proceso de producción

- **Recepción de materia prima:** el área de compras entrega al personal de almacén la orden de compra generada, él será responsable de verificar que lo que ingresa sea lo que dice en la orden de compra y de reportar si hay incongruencias.

- **Almacenamiento:** el personal de almacén es responsable de que los consumibles sean almacenados de acuerdo con el *lay out* del área, respetando las normas de almacenamiento. La función del personal termina cuando el maestro panadero solicita los ingredientes para la producción del día. Dentro de sus funciones está el cernido de la harina.
- **Dosificación:** el maestro panadero es responsable de la dosificación de ingredientes, basados en la formulación de cada producto, para ello deberá formular previamente basándose en la receta. Es una etapa crítica.
- **Mezclado:** fase de integración de los ingredientes, suelen haber una merma propia del proceso debido a la suspensión de sólidos por efecto del movimiento del equipo.
- **Amasado:** desarrollo del gluten, el maestro panadero es responsable de monitorear el trabajo del equipo.
- **Labrado:** fase de formado de producto, es algunos casos netamente manuales y dependerá mucho de la habilidad del operador, en otro es mixta es decir se usa una herramienta y la mano del operador, por ejemplo, el croissant. En esta etapa puede generarse una alta cantidad de merma si el personal no pone atención en las especificaciones del cliente.
- **Fermentado:** la etapa de fermentación se realiza en un equipo de condiciones controladas, pero requiere de la supervisión de un operador para verificar cuando el producto llegó a las especificaciones del cliente. En esta etapa puede generarse mermas, debido al exceso de fermentación.
- **Horneado:** la etapa se lleva a cabo en hornos eléctricos convencionales y en hornos de piso, son automáticos y básicamente el operador lo programa de acuerdo con el tipo de producto, pero debe estar atento para evitar productos quemados por excesos de tiempo.
- **Enfriamiento:** el producto pasará a un área ventilada para ser enfriado, la custodia está a cargo del área de empaque, hasta que alcanza la temperatura óptima de empaque.

- **Empaque:** una vez que el producto alcanzó la temperatura mínima de enfriamiento (25°C) se procede al empaqueo del producto según programación, es aquí donde se selecciona cada producto de acuerdo con las especificaciones del cliente, Los productos que no cumplan con las especificaciones deben ser considerados merma.
- **Despacho:** el área comercial coordina directamente con logística para la distribución de la mercadería, ante un incumplimiento o pedidos incompletos logística reporta directamente al área comercial y a producción.

En la figura 3 se observa cada operación unitaria y el tiempo que toma el total del proceso de elaboración de un pan.

2.2 Merma

2.2.1 Definición de merma

Es la pérdida de volumen, física, peso o cantidad de las existencias, ocasionada por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo, como se detalla a continuación¹¹:

- 1) **Mermas inherentes a su naturaleza:** constituyen una pérdida cuantitativa que no hace inútil la existencia para su utilización en el proceso de fabricación, producción o venta; la existencia sigue manteniendo las cualidades para un producto óptimo.

Por ejemplo: la pérdida de litros de gasolina, ocurrida en su distribución desde alguna refinería hacia un grifo, por efecto de la evaporación o volatilidad de la gasolina, produciéndose pérdidas en cantidad por la naturaleza de esta^{12,13}.

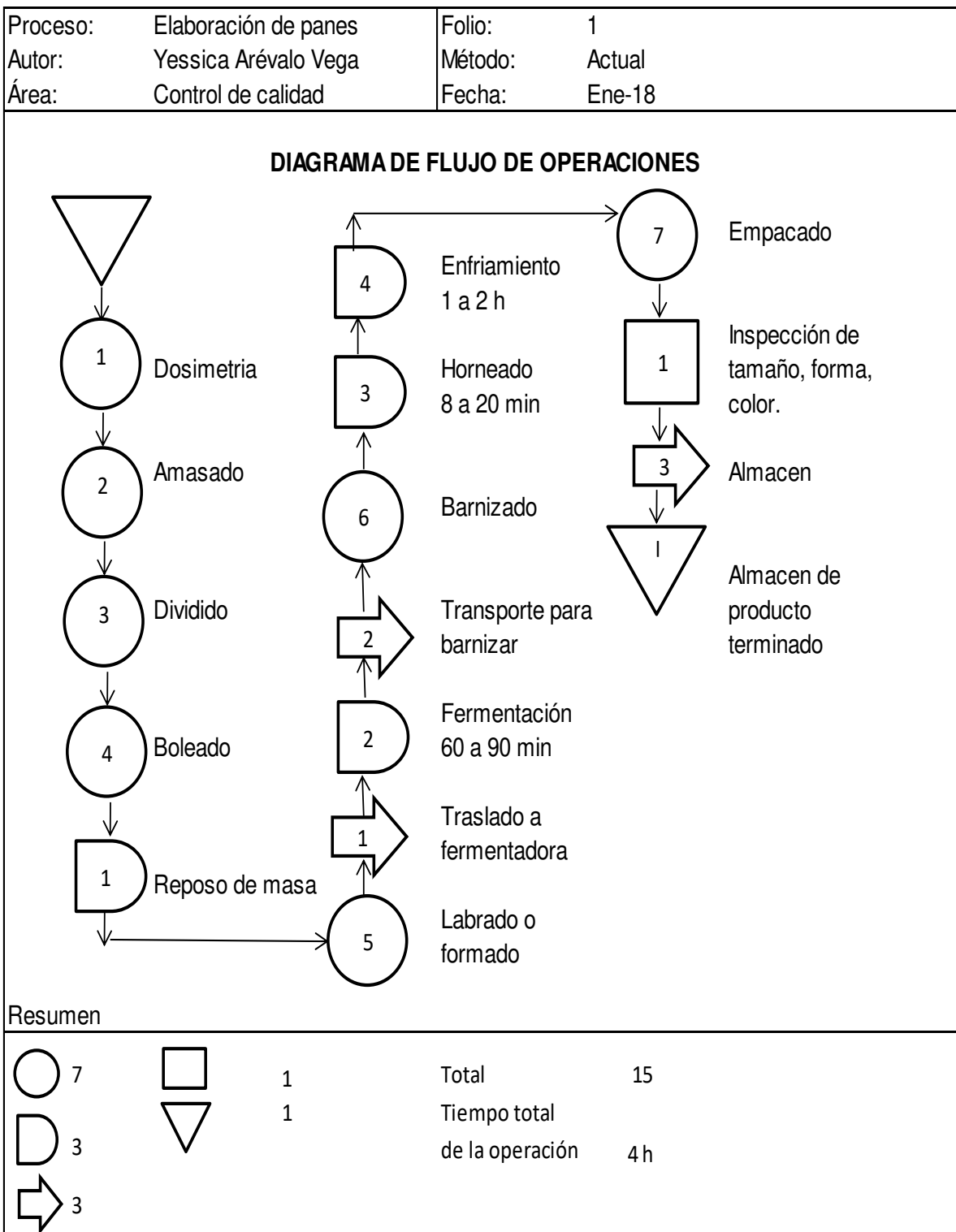


Figura 3. Diagrama de flujo de operaciones

Fuente. Elaboración propia

- 2) Mermas ocasionadas por el proceso productivo: son aquellas que por el proceso al que son sometidas sufren la pérdida de peso, volumen o cantidad. En este caso existen mermas que pueden comercializarse y otras que no se pueden.:
- Las mermas que pueden comercializarse comprenden a los subproductos, restos y desperdicios que por tener utilidad y valor monetario serán vendidas independientemente, cuando esto ocurre la merma no incrementa el costo de las piezas producidas.
 - Las mermas que no se pueden comercializar, corresponden a las cuentas de productos terminados ya que estas ocurren de manera inevitable, sus costos son absorbidos por las unidades producidas incrementando el costo unitario de las mismas.

Por ejemplo: la merma en productos del mar, después del desmembrado, cortado y desmenuzado de las vísceras, cabeza, aletas, en las fábricas de conservas de pescado¹¹⁻¹³.

2.2.2 Tipos de merma

- a. Mermas administrativas: estas son ocasionadas en los traslados u otros movimientos, en montos por cargos, errores en los cobros en cajas o debido a inadecuada recepción de la mercancía.
- b. Mermas operativas: son producidos por negligencias u omisiones del personal durante las operaciones, causando daños o destrucción a la mercancía.
- c. Mermas naturales: asociadas a los productos altamente perecederos; se les asocia una vida útil según el tipo de producto y se les debe dar rotación antes que se echen a perder.
- d. Mermas por robo: generadas durante la sustracción o robo de dinero y/o productos dentro de la empresa¹².

2.2.3 Costo de merma

La pérdida de un bien o servicio conlleva un costo, que es asumido por el producto o servicio o no puede ser asumido, sino que debe

cargarse como pérdida. La cuantificación en soles de las pérdidas es lo que se denominará en adelante costo de merma^{12, 13}.

2.2.4 Procesos

Comprende un conjunto ordenado de actividades repetitivas, con una secuencia específica e interactúan entre sí, estas transforman elementos de entrada en resultados. Los resultados que se obtienen poseen un valor intrínseco para el usuario o cliente¹⁴.

“Todos los procesos son una serie de operaciones unitarias con valor agregado, las cuales son secuenciales, para de un insumo obtener un producto, ya sea este resultado, un bien tangible o un servicio. Los procesos van desde simples actividades que se realizan día a día como preparar un café o hasta la fabricación de un automóvil”¹⁵.

Proceso es un conjunto de actividades que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en bienes o servicios capaces de satisfacer las expectativas de distintas partes interesadas: clientes externos, clientes internos, accionistas, comunidad, etc.

Características:

- Variabilidad: Realizar las mismas actividades dentro del proceso durante el día y todos los días va a generar pequeñas variaciones, y como consecuencia nos dará resultados variables.
- Repetitividad: se realiza con la finalidad de obtener el mismo resultado en un bien o servicio, que satisfaga la necesidad del cliente. El estudio de la repetitividad nos permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo¹².

❖ Tipos

Existen 3 tipos de procesos en una empresa: estratégicos, clave y de soporte, de acuerdo con el impacto que generan en el resultado final.

- Procesos estratégicos: están diseñados para planificar, medir, monitorear y controlar las actividades comerciales; garantizan que los demás procesos cumplan con los requisitos operativos, financieros, reglamentarios y legales. Estos procesos no

agregan valor directamente a los clientes, pero son necesarios para garantizar que la organización funcione de manera eficaz y eficiente.

- **Procesos clave:** Son procesos multifuncionales de extremo a extremo, van a entregar valor directamente a los clientes externos e intermedios. Los procesos estratégicos a menudo de los denomina procesos primarios ya que representan las actividades esenciales que realiza una organización para lograr sus metas y objetivos, cumplir su misión y alcanzar su visión. Están involucrados en el desarrollo y creación del producto o servicio, el marketing y la transferencia al beneficiario o comprador de este, así como la retroalimentación del cliente, en resumen, son los motores de la cadena de valor.
- **Procesos de soporte:** Son procesos habilitadores que están diseñados para brindar recursos e infraestructura a los demás procesos, se enfocan en agregar valor a los clientes internos. Cada uno de estos procesos de soporte puede implicar un ciclo de entrega de recursos y, a menudo, se asocian con áreas funcionales de la organización ^{13,14}.

❖ **Elementos y factores dentro de un proceso**

Todo proceso está compuesto de tres elementos fundamentales los cuales son los inputs o entradas, la secuencia de actividades, y finalmente, los outputs o salidas.

- “Las entradas se dividen en recursos e insumos. Los primeros permiten el desarrollo de las operaciones o tareas del proceso, y pueden ser tangibles o intangibles; asimismo, los recursos pueden ser de distintos tipos: financieros, humanos, espacio físico, energía, informáticos, marco legal, etc. Por otro lado, los insumos son bienes materiales que serán procesados para la obtención del producto final (salidas)”¹⁴⁻¹⁶.

- “La secuencia de actividades es el conjunto de operaciones o tareas, relacionadas entre sí, que se realizan para transformar las entradas y convertirlas en salidas”¹⁴⁻¹⁶.
- “Las salidas son los resultados o productos generados por la secuencia de actividades. El producto del proceso ha de tener un valor intrínseco, medible o evaluable, para su cliente o usuario”¹⁴⁻¹⁶.

La mano de obra, materiales o suministros, maquinaria y equipo, métodos, medios de control, medio ambiente son las herramientas principales para poder obtener los resultados esperados en la organización¹⁷.

2.3 Mejora continua

La mejora continua es parte importante de la historia dado que los humanos siempre están buscando una mejor manera de hacer las cosas, durante el último siglo con la fabricación industrial aparecieron algunos primeros programas de mejora, donde la empresa animaba a los empleados a proporcionar mejoras en los procesos y los motivaba con incentivos. Las metodologías de mejora continua siguieron evolucionando, logrando que las empresas mejoren los procesos con problemas crónicos y más importante aun sosteniendo la mejora a través del tiempo y viéndose cuantificados en la rentabilidad de esta. Los sistemas de fabricación en masas generan producciones repetidamente, las mismas que pueden ser controladas a tiempo real, para disminuir costos en la obtención de productos sin perjudicar la calidad del servicio ^{16,17}.

“La mejora continua, es entonces, una estrategia de gestión que consiste en el desarrollo de mecanismos que permitan mejorar el desempeño de los procesos y, a su vez, elevar la satisfacción de los clientes” ¹⁵.

2.3.1 Impacto en el sistema de gestión en la calidad

La mejora continua tiene como objetivos cumplir los requisitos del sistema de gestión de calidad:

- Incrementar los ingresos de la compañía al tener procesos más eficientes.

- Incrementar la rapidez de respuesta ante posibles cambios en la demanda y las expectativas del cliente.
- Incrementar la calidad del producto o servicio al cliente disminuyendo el porcentaje de defectos, errores, fallas o mal servicio.
- Disminuir las actividades que no generen valor agregado o disminuir los costos con el empleo de mejores prácticas.
- Disminuir en el tiempo de flujo del proceso, eliminando esperas o movimientos innecesarios^{18,19}.

2.4 La automatización de procesos en el manejo de la información

La automatización de procesos en las empresas consiste en el uso de la tecnología para ejecutar tareas o procesos recurrentes, con la finalidad de reemplazar el esfuerzo manual; tiene un impacto en la disminución de costos, incremento de la eficiencia y optimización de procesos. Dicha automatización también controla, corrige y hace visible el estado de los flujos de trabajo y tareas, así mismo genera reportes de todo el proceso ²⁰.

2.4.1 Ventajas y desventajas.

- **Ventajas:** reducción de costos operativos, sistemas que trabajan sin interrupciones, incremento de la productividad y eficiencia.
- **Desventajas:** el personal operativo tiende a asumir que la empresa prescindirá de sus servicios, costo de inversión inicial considerable, pérdida de flexibilidad ²¹.

2.5 Metodología DMAIC

“El Método DMAIC (acrónimo de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) nace con Six Sigma como disciplina de mejora continua; se inicia en los años ochenta como estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad en la empresa Motorola, cuando el ingeniero Mikel Harry, promovió como meta estimable en la organización”²²

Tradicionalmente, el enfoque debe aplicarse a un problema existente en el proceso, donde la variación es la principal causa, su diseño permite la flexibilidad y el trabajo iterativo. DMAIC resuelve problemas de defectos o fallas, desviaciones de un objetivo, excesos de costo o tiempos y deterioro.

La metodología de mejora de procesos tiene como estrategia clásica reducir la variación del proceso, a través de actividades y dentro de un paso, para volver a la meta o especificación del cliente. La finalidad es recuperar el control del proceso y como consecuencia abordar mejoras en:

- La productividad
- Finanzas de la empresa
- Calidad de producto o servicio
- Tiempos de entrega ²².

2.5.1 Fundamentos de la metodología DMAIC

La metodología DMAIC como parte de una estrategia de mejora continua se fundamenta en estadística (herramientas estadísticas de la calidad), la recolección de los datos y la veracidad de estos es de vital importancia como base de una mejora; cada paso de la metodología se enfoca en obtener los mejores resultados cuantificables y sostenibles para reducir la posibilidad de error²².

DMAIC, utiliza una estructura de pasos secuenciales, sin embargo, pueden ocurrir algunas actividades de varios pasos concurrentemente, Los 5 pasos generales se muestran en la figura 4.

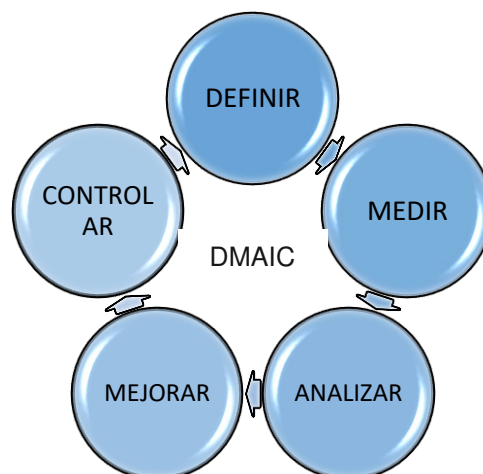


Figura 4. Estructura DMAIC
Fuente. Elaboración propia

a. Fase Definir

“Se refiere a entender los procesos importantes afectados y es donde se tienen los mayores problemas. Este paso se encarga de definir quién es el cliente, así como sus requerimientos y expectativas; además, se determina el alcance del proyecto, las fronteras que determinaran el inicio y el final del proceso que se busca mejorar”²².

b. Fase Medir

“El objetivo de esta etapa es recabar los datos que se obtiene del comportamiento del proceso que se está estudiando; posteriormente, se lleva a cabo el análisis de dicha información con la que cuenta la empresa, con el fin de determinar el desempeño actual del proceso en el cual se busca mejorar. Se utilizan los requisitos del cliente para determinar los indicadores y tipos de defectos que se utilizarán durante el proyecto. Posteriormente se diseña el plan de recolección de datos y se identifican las fuentes de estos, se llevan a cabo recolección de distintas fuentes. Por último, se cambiarán los resultados actuales con los requerimientos del cliente y se identifican y validan las causas de variación”²².

c. Fase Analizar

“Dentro de la fase del análisis se definen las estadísticas básicas a emplear para procesar la información obtenida en la etapa anterior y con ello se determinan las herramientas idóneas para identificar los factores que generan la problemática dentro del proceso de estudio.

En esta etapa se lleva a cabo el análisis de la información recolectada para determinar la causa - raíz de los defectos y oportunidades de mejora. Posteriormente se tamizan las oportunidades de mejora, de acuerdo con su importancia para el cliente, y se identifican y validan sus causas de variación”²².

d. Fase Mejorar

“Se diseñan soluciones que ataquen el problema raíz y lleve los resultados hacia las expectativas del cliente. También se desarrolla el plan de implementación proporcionando evidencia estadística que compruebe que la solución funciona.

Esta etapa es la más importante de todas, debido a que aquí se desarrollan y se plasman todas las ideas que se han ido analizando desde la primera fase”²².

e. Fase Controlar

“Tras validar que las soluciones funcionan, es necesario implementar controles que aseguren que el proceso se mantendrá en su nuevo rumbo. Para prevenir que la solución sea temporal, se documenta el nuevo proceso y su plan de monitoreo al ser la última etapa de la metodología se debe aclarar que para futuras mejoras esta etapa es crucial, ya que de aquí se desencadena el inicio de un nuevo ciclo, lo cual determina el inicio, mediciones y controles que servirán para el siguiente estudio” ²².

2.6 Herramientas estadísticas de la calidad

“En los 50 se comenzaron a aplicar en Japón las herramientas estadísticas de control de calidad, el profesor Kaoru Ishikawa extendió su utilización en las industrias manufactureras de Japón en los años 60, acuñando la expresión “7 herramientas para el control de calidad”¹². Estas son el diagrama Causa - Efecto, estratificación, hojas de verificación, diagrama de Pareto, histogramas, gráficos de control, diagramas de dispersión”^{12,23}.

“Estas herramientas pueden ser descritas genéricamente como método para la mejora continua y la solución de problemas. Consisten en técnicas gráficas que ayudan a comprender procesos de trabajo de las organizaciones para promover su funcionamiento. Son de reacción occidental, excepto el diagrama causa – efecto que fue ideado por Ishikawa”^{12, 23}.

Además, nos permiten agrupar, presentar e interpretar los datos medidos, de tal forma que nos ayuda a obtener información sobre la calidad del

producto, estudiar y corregir el funcionamiento de los procesos. Algunas de las herramientas agrupadas por el Dr. Kaoru Ishikawa son:

2.6.1 Hoja de verificación

“Es un formato construido para recolectar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y fácil de analizarlos. Una buena hoja de verificación debe reunir la característica de que, visualmente, permita hacer un primer análisis para apreciar las principales características de la información buscada. Algunas de las situaciones en las que resulta de utilidad obtener datos a través de las hojas de verificación son las siguientes:

- Describir el desempeño o los resultados de un proceso.
- Clasificar las fallas, quejas o defectos detectados, con el propósito de identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde proceden, etcétera.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora.

La finalidad de la hoja de verificación (tabla 2) es fortalecer el análisis y la medición del desempeño de los diferentes procesos de la empresa, a fin de contar con información que permita orientar esfuerzos, actuar y decidir objetivamente. Esto es de suma importancia, ya que en ocasiones algunas áreas o empresas no cuentan con datos ni información de nada. En otros casos, el problema no es la escasez de datos; por el contrario, en ocasiones abundan (reportes, informes, registros); el problema más bien es que tales datos están archivados, se registraron demasiado tarde, se colectaron de manera inadecuada o no existe el hábito de analizarlos y utilizarlos de manera sistemática para tomar decisiones, por lo que en ambos casos el problema es el mismo: no se tiene información para direccionar de forma objetiva y adecuada los esfuerzos y actividades en una organización” ²⁴.

Tabla 2. Hoja de verificación

Diagrama de actividades	En proceso	Revisado	P&R
	P	R	
1. Revisión bibliográfica			X
2. recolección y procesamiento de datos de la situación actual			X
3. aplicación de observación y encuestas			X
4. Definición de la situación actual		X	
5. Medición de la situación actual		X	
6. Análisis de la situación actual	X		
7. Implementación de mejoras	X		

Fuente. Elaboración propia

2.6.2 Diagrama de Pareto

“Es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista Italiano Wilfredo Pareto (1843-1923)”^{12, 24}.

2.6.3 Estratificación

“Estratificar es analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificándolos o agrupándolos de acuerdo con los factores que se cree pueden influir en la magnitud de estos, a fin de localizar las mejores pistas para resolver los problemas de un proceso. Por ejemplo, los problemas pueden analizarse de acuerdo con tipo de fallas, métodos de trabajo, maquinaria, turnos, obreros, materiales o cualquier otro

factor que proporcione una pista acerca de dónde centrar los esfuerzos de mejora y cuáles son las causas vitales”²³.

2.6.4 Diagrama de Ishikawa

“El diagrama de causa-efecto es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas”²⁵.

2.7 Inferencia estadística

2.7.1 Prueba t

Es una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias, se simboliza por la letra t ²⁶. La comparación se realiza sobre una variable (teóricamente dependiente). Si hay diferentes variables, se efectuaran varias pruebas t (una por cada variable), y la razón que motiva la creación de los grupos pueden ser una variable independiente²⁷.

2.7.2 Prueba t para muestras apareadas

Aparecen en los estudios de grupos de “antes y después”, es decir, cuando en un grupo tenemos las observaciones de una muestra antes del seguimiento, y en el segundo tenemos las observaciones tras el seguimiento²⁷.

2.7.3 Intervalo de confianza

Es un procedimiento de la estadística inferencial para construir un intervalo que indica con cierta seguridad o confianza un rango donde se localiza un parámetro²⁶.

III. Metodología

a) Materiales

- Formatos
 - Registro control de stock diario
 - Registro de control de la producción (RCP)
 - Tabla de medidas de los productos
 - Tabla de temperaturas y tiempo de horneado
- Instrumentos de recolección de información
 - La observación
 - La entrevista
 - Cuestionario
- Fuentes de información
 - Fuentes primarias

b) Método

El presente estudio se realizó en una empresa panificadora a la que haremos referencia en adelante como panadería X, durante el estudio participaron el 100% del personal involucrado directa o indirectamente con el proceso (56 personas), el periodo de estudio comprendió 6 meses previos a la implementación y 6 meses post implementación.

De acuerdo con el tipo de empresa, los recursos disponibles y la necesidad de la empresa se emplea la metodología DMAIC (acrónimo de los pasos de la metodología: Definir, medir, analizar, implementar y controlar), se definió ampliamente en el marco teórico.

Con la finalidad de respaldar estadísticamente los resultados obtenidos se trabajó con la prueba t de *student* para muestras pareadas.

c) Diagnóstico del problema

La empresa panificadora tenía establecido un 5% de merma como producto terminado para cada tipo de pan, este porcentaje pretendía cubrir mermas de posibles defectos ocasionados por la intervención del factor humano en el proceso de panificación, especialmente en el labrado que es la etapa donde se forma el pan según las especificaciones (defecto deforme) y dimensiones (defecto tamaño), eventos como sobre horneado (defecto

quemado) por fallas del equipo, así como identificar correcta formulación de la receta estandarizada (exceso). De estos 4 defectos establecidos que podían generar mermas el defecto deforme debía ser el que predominara según estaba establecido en el procedimiento de planificación de la producción BPM-PP-C-001 de la empresa panificadora, esto debido a que la cartera de clientes era muy exigente en cuanto a forma y tamaño de sus productos.

Los costos de merma que se generaban por el 5% establecido estaban cargados al costo unitario de los productos vendidos.

La empresa contaba con un formato, registro de control de stock diario, pero la información del formato no estaba siendo llenada correctamente y en el último año no había data procesada para evidenciar si la merma se encontraba bajo control. Por otro lado, de la observación diaria se evidenciaba unidades mermadas que en ocasiones superaba el 50% de la producción de un determinado producto, pedidos incompletos y doble producción de algunos productos, es por ello que se decide iniciar con un proceso de recolección de datos durante 6 meses para hacer un diagnóstico actual, previamente se tuvo que mejorar el formato, para obtener una data segura y confiable.

3.1 Fase definir

define el problema de la empresa mediante el análisis y el alcance de los esfuerzos del proyecto de mejora, la descripción del problema detecta las áreas de oportunidad en la empresa y/o clientes para la alineación de los procesos de elaboración de productos de panificación bajo la metodología DMAIC ²⁸. La tabla 3 muestra los objetivos de la etapa definir y las herramientas que se utilizaran para lograr el cumplimiento de los mismos.

Tabla 3. Proceso de la etapa definir

Objetivos específicos	Herramientas a utilizar
Definición de problema	Observación
Plazo de ejecución de actividades	6 meses de seguimiento pre implementación
Recopilación de datos	Formatos

Fuente. elaboración propia

a) Situación actual

El estudio del proyecto surge como resultado de la falta de procesamiento de información, que evidencie que el proceso se encontraba controlado, los datos estaban incompletos, existían errores de registro de información. El personal responsable de registrar la información manifestó que el formato era confuso para su llenado. La figura 5 muestra la merma de pita integral, el motivo de merma fue por diámetro y altura, defecto tamaño y la figura 6 muestra la merma de pan francés 12 cm, el motivo de merma fue por exceso de producción respecto al pedido del cliente, mayor evidencia en el anexo 1.



Figura 5. Pan pita integral mermado

Fuente. La empresa



Figura 6. Pan francés 12 cm mermado

Fuente. La empresa

b) Registros de control

➤ **Registro control de stock diario antiguo**

La recopilación de datos era confusa para el personal por los siguientes motivos:

- El listado de productos era general, no de la producción del día
- La lista de productos impresa en el formato no estaba actualizada
- Columnas innecesarias dentro del formato (costo de mermas, porcentaje de mermas)
- La información no se registraba a tiempo real.

Todo ello llevaba al personal al cometer el error de apuntar un producto donde no corresponde, generando distorsiones de información debidas al factor humano; en la tabla 4 se aprecia el formato original con el que contaba la empresa.

El formato fue mejorado para obtener una data ordenada y confiable. Renombrando el formato como registro de control de la producción (RCP).

➤ **Registro de control de la producción (RCP), nuevo formato**

El formato modificado (tabla 5) registró información del número de unidades producidas, pedido del cliente y merma del día por producto, además de identificar los motivos de merma de forma cualitativa. Con este formato se realizó el seguimiento por seis meses para la recolección de datos; la identificación de la merma estuvo a cargo del personal de empaque, ellos contaban con un vernier y una balanza como herramientas de medición, y con fichas técnicas donde estaba la información de peso, largo, ancho, alto y color del producto como ayuda visual. Todo producto que no cumplía con alguna de las especificaciones de la ficha técnica fue considerado merma.

Tabla 4. Formato de control de stock diario

Fecha:													
Item	Producto	Cliente	Producción	Despacho	Mermas	Costo de merma (S/)	Porcentaje de merma	Porcentaje de merma	Motivo de merma				Observaciones
									Deforme	Quemado	Exceso	Tamaño	
1	Ciabatitas	Regatas	180	110	70	3,5	0,0	38				x	
		Break				#¡DIV/0!	0,0	0					
2	Negrito ajonjolí	Regatas				#¡DIV/0!	0,0	0					
		Decimas				#¡DIV/0!	0,0	0					
	Break					#¡DIV/0!	0,0	0					
3	Pandoro	Huaca	356	350	6	0.016854	0,0	1,11					
4	Integralitos	Huaca				#¡DIV/0!	0,0	0					
5	Crissinos de quinua	Decimas				#¡DIV/0!	0,0	0					
		Huaca				#¡DIV/0!	0,0	0					
6	Pandoritos	Decimas				#¡DIV/0!	0,0	0					
		Casa de Barranco				#¡DIV/0!	0,0	0					
7	Superpullman blanco	New Café				#¡DIV/0!	0,0	0					
		sodexho				#¡DIV/0!	0,0	0					
8	Panini 18 cm	Carnal				#¡DIV/0!	0,0	0					
		Premium burger				#¡DIV/0!	0,0	0					
9	Panini 20cm	Uvk				#¡DIV/0!	0,0	0					
10	Crocantinis	Regatas				#¡DIV/0!	0,0	0					
		Carnal				#¡DIV/0!	0,0	0					
11	Hamburguesa	Regatas				#¡DIV/0!	0,0	0					
		Carnal				#¡DIV/0!	0,0	0					
		Casa de Barranco				#¡DIV/0!	0,0	0					

Fuente. Manual de buenas prácticas de manufactura

diagrama de Pareto se ha seleccionado los productos cuya producción representa 80% de la producción total con la finalidad de facilitar la presentación de tablas y ubicar con facilidad el producto más producido. Fueron quince los productos seleccionados.

La figura 7 muestra el promedio de producción y merma por producto de los seis meses de seguimiento. El francesito es el pan más producido por la empresa respecto a los demás productos; así mismo, se observa proporcionalidad en cuanto a la merma generada.

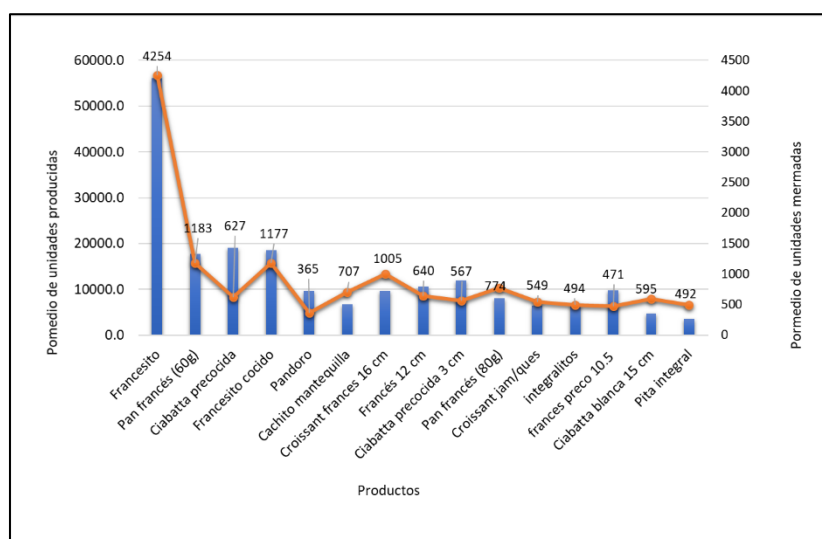


Figura 7. Merma promedio de los seis meses de seguimiento

Fuente. Elaboración propia

3.2.3 Producto de mayor cantidad de merma promedio

En la figura 8 se observa la cantidad de merma promedio de los 15 productos durante los seis meses de seguimiento, se ha representado las unidades mermadas como promedio para cada producto.

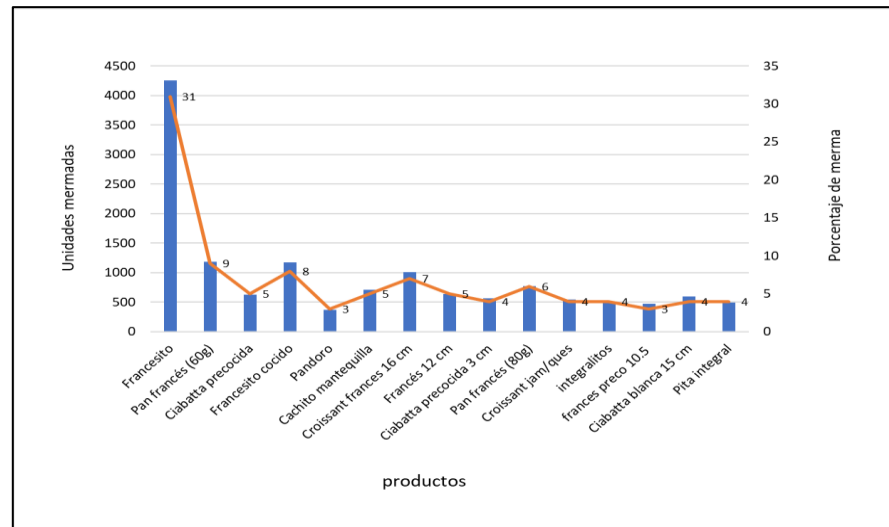


Figura 8. Merma promedio de los productos más representativos

Fuente. Elaboración propia

El francesito representa 31 % de la merma promedio del total; además, se procesa los martes, jueves y sábado, durante ocho horas continuas de trabajo, debido a su laboriosidad y tiempo demandado es que se eligió para el estudio de defectos críticos de merma, se trabajó de forma cuantitativa con este producto y con los catorce productos restantes se trabajó de forma cualitativa, es decir, se marcaba con un aspa si presentaba uno de los cuatro defectos mencionados, en algunos casos la merma generada podía tener más de un defecto asignado, por ejemplo: el pan ciabatta pudo ser mermado por tamaño y deforme.

Los defectos de merma se obtuvieron del formato RCP, el cual contaba con cuatro columnas de motivos de merma o defectos (quemado, exceso, deforme, tamaño), este cuadro era llenado por el personal de empaque quienes contabilizaban el total de la merma y luego informaban el o los defectos de merma por producto (tabla 6).

Tabla 6. Registro de motivos de merma, mes uno para pan francesito

Registro de control de la producción														
Fecha	Código	Producto	Producción	Despacho	Merma	Costo mermas (S/)	Merma por producto (%)	Deforme	Quemado	Exceso	Tamaño	Observaciones	Hora de empaque	Temperatura de empaque (°C)
02-Ene	55	Francesito	860	800	60	3,00	6,98			60			22:45:00	10
04-Ene	55	Francesito	3598	3200	398	19,90	11,06	133	66		199		19:15:00	8
06-Ene	55	Francesito	2400	2300	100	5,00	4,17	60			40		14:08:00	12
08-Ene	55	Francesito	8275	8200	75	3,75	0,91			43	32		13:41:00	15
11-Ene	55	Francesito	1405	1300	105	5,25	7,47	42			63		15:22:00	12
14-Ene	55	Francesito	1400	1000	400	20,00	28,57			400			15:39:00	17
16-Ene	55	Francesito	4070	4020	50	2,50	1,23			50			16:10:00	12
19-Ene	55	Francesito	5804	5600	204	10,20	3,51		41	163			20:13:00	13
21-Ene	55	Francesito	2950	2800	150	7,50	5,08			150			18:19:00	15
23-Ene	55	Francesito	2400	2300	100	5,00	4,17	40			60		17:37:00	13
26-Ene	55	Francesito	5404	5300	104	5,20	1,92			104			13:05:00	12
28-Ene	55	Francesito	5325	5200	125	6,25	2,35		125				14:20:00	10

Fuente: Elaboración propia

3.3 Fase analizar

Lo primero que se hizo fue reunir al personal involucrado para generar una lluvia de ideas que permita identificar las posibles causas que generan merma, estas pasaron por una fase de aclaración.

Mediante el diagrama causa - efecto se ubicará las causas secundarias dentro de las causas primarias (maquinaria, método, mano de obra, materia prima), e identificar su procedencia.

La aplicación del cuestionario sirve para ponderar las causas secundarias identificadas en la lluvia de ideas y mediante el diagrama de Pareto se procesa los datos para identificar las causas pocas, pero vitales; a las que se les buscare dar solución

a. Aplicación de cuestionarios al personal involucrado

Se realizó una reunión con el personal operativo, comercial, logístico, de empaque y supervisores de calidad. Se consideró su presencia por ser importante en la cadena del negocio: el personal operativo es el que realiza el proceso durante 24 horas en turnos de ocho horas, el personal de comercial recibe directamente los incumplimientos de entrega del producto, el personal de empaque selecciona los productos de acuerdo a las especificaciones establecidas y, los supervisores de calidad son los que conocen el proceso de forma general y tienen una visión integral del proceso.

b. Elaboración de cuestionario

Se elaboró un cuestionario cerrado, el cual limita las respuestas posibles del interrogado. Este tipo de cuestionario es el mejor método para obtener información sobre los hechos²⁷. A su vez, genera en los individuos tomar una posición y formarse opinión sobre los aspectos importantes.

Se diseñó un cuestionario de quince preguntas (Anexo 2), de opción múltiple, expresadas en opciones de respuesta que van de sí, no, o; poco, mucho, nada. Básicamente las preguntas buscan obtener datos de factor máquina, mano de obra, materiales, método donde puede ubicarse las causas de merma establecidas. Se agrega tres preguntas de cultura organizacional, con la finalidad de obtener información sobre el compromiso del personal para sumarse a la mejora que se busca implementar. El cuestionario está enfocado en obtener datos fáciles de procesar, tabular y analizar.

En una reunión con todos los encuestados se realizó la explicación del objetivo del cuestionario y, durante el llenado de este, se respondieron dudas respecto a las preguntas.

- Población: 56 personas
- Muestreo: no probabilístico
- Método: de campo y documental
- Técnica: cuestionario

3.4 Fase mejorar

La propuesta de mejora está encaminada a mejorar el proceso de elaboración de productos de panificación y garantizar así; el objetivo planteado para la reducción de mermas detectado en la empresa. Se definió las soluciones para las causas que generan las mermas de los defectos críticos identificados en la etapa anterior, en este capítulo se realizará la implementación de éstas.

La secuencia de la implementación de la propuesta será como se detalla a continuación: estandarizar las recetas que irán en el software como base de datos, diseñar un software de formulación y creación de plantilla de medida.

3.4.1 Evidencia estadística de la mejora

Se realizó un control de seis meses de seguimiento post implementación de las mejoras con la finalidad de evidenciar que las soluciones funcionan; al periodo de seguimiento se hizo referencia como mes: 8, 9, 10, 11, 12 y 13. Se valoró el porcentaje general de merma, porcentaje de merma de los productos más producidos, identificación de los defectos críticos en el producto más producidos y el porcentaje costo de merma general.

Se utiliza la prueba t de student para determinar si existen razones objetivas para señalar que la aplicación de la metodología DMAIC impacta de manera positiva en la reducción de mermas en la empresa panificadora.

3.5 Fase controlar

El objetivo del control es que los procesos sean estables y capaces, algunos elementos a considerar en esta fase son la estandarización, la documentación y el monitoreo o medición permanente. Para ello, se estableció el registro de control de la producción (RCP) de forma definitiva la recopilación de información; el almacenamiento y procesamiento es virtual en un libro de Excel. Así mismo se estableció un procedimiento de recopilación de información; para establecer responsabilidades en la recolección, procesamiento y manejo de los datos de producción, merma y costos de merma.

IV. Resultados

4.1 Fase definir

Del formato RCP se obtuvo información diaria de la producción, merma, costo de merma y factores de merma, tal como se evidencia en la tabla 7, la data será procesada en la siguiente etapa.

Tabla 7. Registro de control de la producción

Fecha	Código	Producto	Producción	Despacho	Merma	Costo de producción (S)	Costo de mermas (S)	Merma por producto (%)	Deforme	Quemado	Exceso	Tamaño	Observaciones	Hora de empaque	Temperatura de empaque (°C)
01-Ene	4	Negrito ajonjolí	220	200	20	17,60	1,60	9,09			X			22:45:00	22
01-Ene	6	Pandoro	760	700	60	98,80	7,80	7,89			X			19:15:00	18
01-Ene	7	Integralitos	450	400	50	22,50	2,50	11,11			X			14:08:00	20
01-Ene	8	Crisinos de quinua	280	150	130	5,60	2,60	46,43		X	X			13:41:00	15
01-Ene	10	Pandoritos	234	200	34	14,04	2,04	14,53			X			15:22:00	23
01-Ene	12	Superpullman blanco	4	4	0	14,28	0,00	0,00						15:39:00	21
01-Ene	34	Pullman Marmoleado	1	1	0	2,83	0,00	0,00						16:10:00	24
01-Ene	35	Pullman Blanco	1	1	0	2,91	0,00	0,00						20:13:00	21
01-Ene	37	Pullman c/ corteza blanco	1	1	0	2,91	0,00	0,00						18:19:00	26
01-Ene	38	Pullman c/corteza int.	1	1	0	2,96	0,00	0,00						17:37:00	18
01-Ene	42	Ciab blan 16cm precoc	20	10	10	3,60	1,80	50,00			X	X		13:05:00	25
01-Ene	44	Ciabatta integral 16 cm	15	10	5	2,70	0,90	33,33			X	X		14:20:00	19
01-Ene	45	Frances dulce	234	100	134	21,06	12,06	57,26			X	X	117 Und del primer lote salieron arrugados	18:45:00	18
01-Ene	48	Ciabat blan dulce 12cm	104	95	9	14,56	1,26	8,65			X	X		21:18:00	16
01-Ene	65	Ciabatta blanca 15 cm	517	344	173	108,57	36,33	33,46	X	X			160 Und mermaidas por estar quemadas	20:49:00	14
01-Ene	66	Ciabatta integral 15 cm	395	310	85	86,80	18,70	21,52			X	X		17:00:00	13
01-Ene	67	Croissant frances 16 cm	768	693	75	360,96	35,25	9,77			X	X		15:00:00	23
01-Ene	68	Cachito mantequilla	438	403	35	131,40	10,50	7,99				X		14:45:00	13

Fuente. Elaboración propia

4.2 Fase medir

4.2.1 Gráfico secuencial de la merma general

Se elaboró un gráfico resumen de la merma dentro de los seis meses de seguimiento, observándose que el porcentaje se encuentra por encima del establecido por la empresa. El promedio general, durante el periodo de seguimiento fue 9.1%.

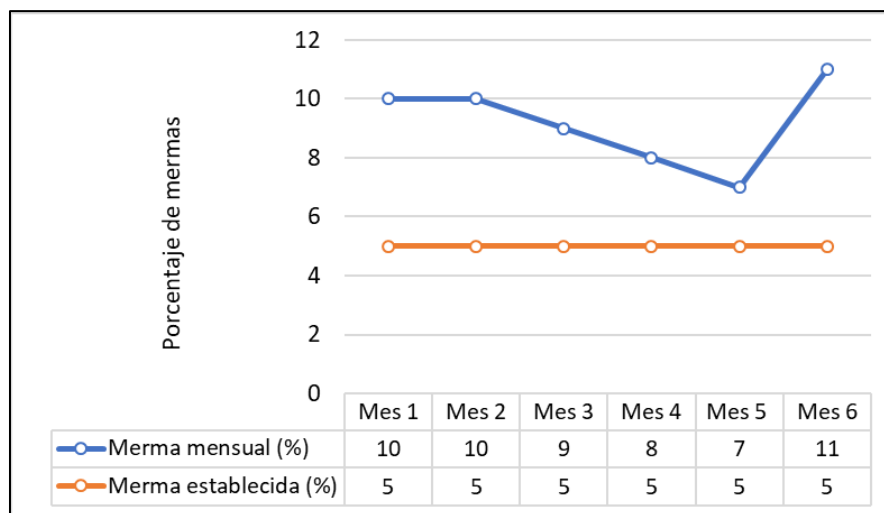


Figura 9. Control de merma mensual en el periodo de seguimiento

Fuente: Elaboración propia

Se observó en la figura 9 que, durante los seis meses, la merma establecida ha sido superada, el mes 1 y mes 2, 5%, el mes 3 y 4 con 4%, el mes 5, 2%, siendo el porcentaje más bajo del periodo estudiado, y el mes 6, 6%. En conclusión, existía un descontrol evidente del proceso y debía trabajarse en el problema detectado.

4.2.2 Consolidado semestral de merma en panes de mayor producción

Se realizó un consolidado para identificar la producción y merma de los panes más representativos durante los seis meses de seguimiento, de tal forma que nos permita ver el comportamiento de las mermas. En la tabla 8 se observa las unidades producidas y mermadas, la tabla 9 representa los porcentajes de merma.

4.2.3 Consolidado semestral de defectos de merma del francesito

La merma del francesito fue de 25 522 unidades durante los seis meses, es decir 7.6% del total de la producción; 336 127 unidades. En la figura 10 se observó que el exceso de productos representa 47%, tamaño 28%, deforme 14% y quemado 10% de la merma total generada. En este estudio se trabajó con dos estratos para darle una solución: exceso y tamaño, ambos acumulan 75.6% de la merma.

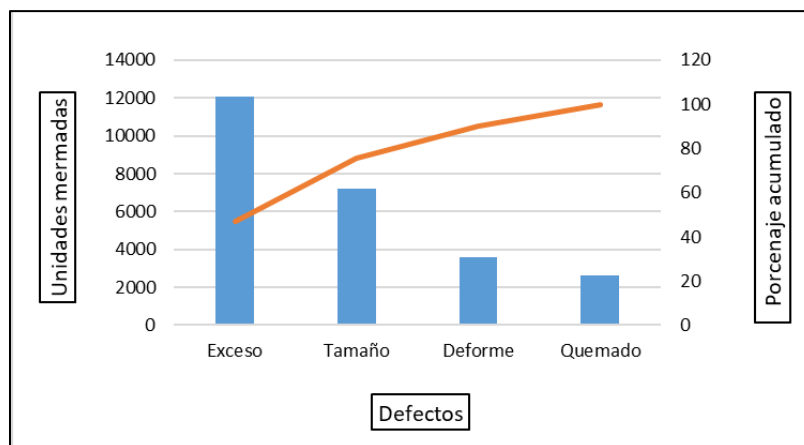


Figura 10. Defectos de merma durante el periodo de estudio.

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Consolidado semestral de defectos de merma

Para poder extrapolar los defectos críticos de merma hacia todas las líneas de producción, realizaremos el análisis de defectos de merma semestral de los quince productos más producidos por la empresa (figura 11).

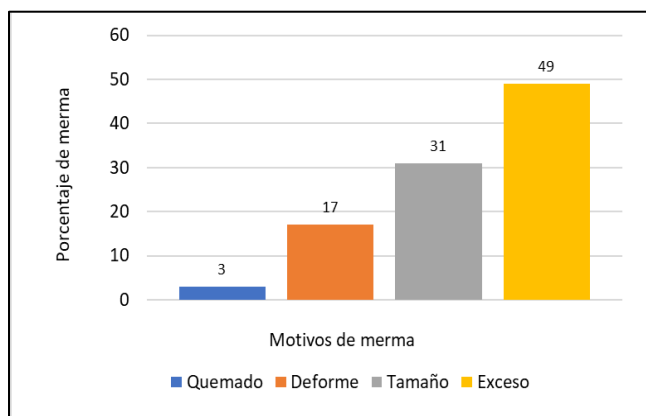


Figura 11. Defectos de merma de los quince productos más producidos

Fuente. Elaboración propia

Se corrobora que los defectos críticos de merma para los quince productos más producidos siguen siendo el exceso de productos y el tamaño. En el anexo 3 se puede visualizar algunos ejemplos individuales de productos, esto permite reafirmar que los defectos críticos son exceso y tamaño.

Tabla 8. Lista de panes de mayor producción en los meses de prueba

Producto	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5		Mes 6		Suma total	
	Producción	Merma	Producción	Merma	Producción	Merma	Producción	Merma	Producción	Merma	Producción	Merma	Producción	Merma
Francesito	43891	1871	38490	2790	88190	4740	56769	5969	48541	2241	60246	7911	336127	25522
Pan francés (60g)	20699	1564	20067	1689	21999	1605	19084	1007	13938	723	10569	509	106356	7097
Francesito cocido	10923	1183	17590	870	14935	1855	15405	705	17686	1056	14335	1395	90874	7064
Ciabatta precocida	16615	1415	12423	423	13423	423	11960	260	14575	275	9450	450	78446	3246
Ciabatta precocida 11 cm	10131	1531	13277	277	12337	237	18670	370	12880	680	7405	305	74700	3400
Francés 12 cm	10134	744	9204	599	9660	880	8615	641	17929	542	7905	434	63447	3840
Pandoro	10750	400	10024	568	10002	452	9720	210	9254	304	8258	258	58008	2192
Croissant francés 16 cm	10529	1065	8821	1453	11116	1064	10829	587	9414	994	6891	864	57600	6027
Pan francés (80g)	9763	858	8781	1097	9119	1145	7651	726	4964	454	3330	361	43608	4641
Cachito mantequilla	10630	1014	9137	1030	6481	781	5144	510	4753	507	4054	537	40199	4379
Integralitos	6749	349	6330	930	6805	455	6731	446	6458	378	5621	421	38694	2979
Croissant jam/ques	7758	654	3976	520	8441	585	9412	570	5196	459	3625	506	38408	3294
Ciabatta blanca 15 cm	5578	744	5166	962	3392	587	5165	422	4374	423	3587	380	27262	3518
Pita integral	5110	643	5366	598	4248	417	3220	445	3707	318	3429	532	25080	2953
Francés precoc 10.5 cm	6361	611	2540	281	1475	283	1544	405	1324	305	1065	289	14309	2174
Total	185621	14646	171192	14087	221623	15509	189919	13273	174993	9659	149770	15152	1093118	82326

Fuente. Elaboración propia

Tabla 9. Porcentaje de mermas en los panes de mayor producción

Producto	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5		Mes 6		Suma total	
	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)
Francesito	43891	4	38490	7	88190	5	56769	11	48541	5	60246	13	336127	7.59
Pan francés (60g)	20699	8	20067	8	21999	7	19084	5	13938	5	10569	5	106356	6.67
Francesito cocido	10923	11	17590	5	14935	12	15405	5	17686	6	14335	10	90874	7.77
Ciabatta precocida	16615	9	12423	3	13423	3	11960	2	14575	2	9450	5	78446	4.14
Ciabatta precocida 11 cm	10131	15	13277	2	12337	2	18670	2	12880	5	7405	4	74700	4.55
Francés 12 cm	10134	7	9204	7	9660	9	8615	7	17929	3	7905	5	63447	6.05
Pandoro	10750	4	10024	6	10002	5	9720	2	9254	3	8258	3	58008	3.78
Croissant francés 16 cm	10529	10	8821	16	11116	10	10829	5	9414	11	6891	13	57600	10.46
Pan francés (80g)	9763	9	8781	12	9119	13	7651	9	4964	9	3330	11	43608	10.64
Cachito mantequilla	10630	10	9137	11	6481	12	5144	10	4753	11	4054	13	40199	10.89
Integralitos	6749	5	6330	15	6805	7	6731	7	6458	6	5621	7	38694	7.70
Croissant jam/ques	7758	8	3976	13	8441	7	9412	6	5196	9	3625	14	38408	8.58
Ciabatta blanca 15 cm	5578	13	5166	19	3392	17	5165	8	4374	10	3587	11	27262	12.90
Pita integral	5110	13	5366	11	4248	10	3220	14	3707	9	3429	16	25080	11.77
Francés precoc 10.5 cm	6361	10	2540	11	1475	19	1544	26	1324	23	1065	27	14309	15.19
Total	185621	8.99	171192	9.81	221623	9.2	189919	7.99	174993	7.71	149770	10.43	1093118	8.58

Fuente. Elaboración propia

4.2.5 Costos de merma

La tabla 10 muestra los costos de las unidades mermadas, durante los seis meses de seguimiento, este asciende a 18 917 soles; 10.30 % del total de los costos de producción.

Tabla 10. Costos de merma del mes uno al mes seis

Mes	Antes		
	Costo de producción (Soles)	Costo de merma (Soles)	Porcentaje costo de merma
Mes 1	31453	3121	9,9
Mes 2	27297	3622	13,3
Mes 3	37042	3715	10,0
Mes 4	34163	2949	8,6
Mes 5	29464	2634	8,9
Mes 6	24172	2876	11,9
Total	183591	18917	10,30

Fuente. Elaboración propia

4.3 Fase analizar

4.3.1 Causas que generan merma por exceso de producción

Con la técnica de los por qué se busca aclarar las causas del problema para lograr ubicarlos con facilidad dentro de las cuatro categorías o causas primarias del diagrama de Ishikawa (Figura 12).

Tabla 11. El ¿Por qué? de las causas de merma

Problema	Causas del problema	¿Por qué?	¿Por qué?
Mermas por exceso	No existe planeación de la producción	Porque el maestro panadero formula al momento de preparar la masa	Porque no hay herramientas que faciliten la formulación
	Cada maestro panadero formula el pedido a su criterio	Porque no hay una receta estandarizada	-
	Falta estandarizar recetas para ver el rendimiento	-	-
	Formulan unidades por encima del pedido del cliente	Porque formulan en base a una receta estándar y la replican al doble o según el pedido	Porque así evitan los cálculos y ganan tiempo
	Stock de seguridad innecesarios	Porque no quieren volver a producir si hay faltantes por merma	-
	Se equivocan al leer la programación	Porque el personal se distrajo y leyó mal el pedido	-
	Adelanto de producción y luego cancelan el pedido	Porque quieren avanzar la producción del día siguiente	-
	El pedido es mínimo, debe aumentarse masa para poder amasar	Porque la amasadora tiene una capacidad mínima	-
No consideran adición de masas de reproceso.	-	-	

Fuente. Elaboración propia

a). Diagrama causa efecto de la merma por exceso

Las nueve causas de merma por exceso fueron ubicadas dentro del diagrama de Ishikawa. En el eje horizontal está el problema, mermas por exceso de producción, a este eje horizontal van llegando líneas oblicuas que son las causas valoradas o causas primarias, dentro de las cuales se ubicó las causas secundarias antes mencionadas, formándose grupos de causas secundarias con naturaleza en común (figura 12).

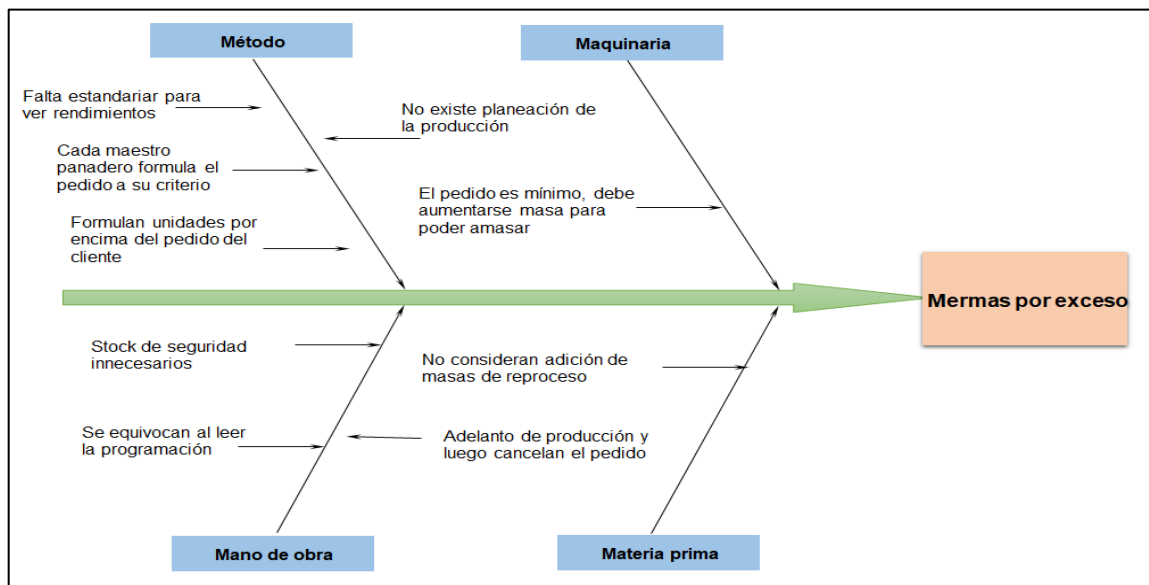


Figura 12. Diagrama causa-efecto de la merma por exceso.

Fuente. Elaboración propia

b). Diagrama de Pareto de las causas de merma por exceso

Se procesó los datos obtenidos del cuestionario para obtener el puntaje acumulado de las causas de la generación de mermas por exceso (tabla 12).

El puntaje fue asignado del uno al cinco, donde uno es el menor y cinco el mayor puntaje, obteniendo la siguiente información (anexo 4).

Tabla 12. Matriz de priorización de causas de merma por exceso.

Nº	Causas de la merma por exceso	Datos obtenidos	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Formulan unidades por encima del pedido del cliente	280	19,53	19,53
2	Falta estandarizar recetas para ver el rendimiento	280	19,53	39,05
3	No consideran la adición de masas de reproceso	279	19,46	58,51
4	No existe planeación de la producción	276	19,25	77,75
5	Cada maestro panadero formula a su criterio	80	5,58	83,33
6	Se equivocan a leer la programación	62	4,32	87,66
7	Stock de seguridad innecesarios	59	4,11	91,77
8	Adelanto de producción que luego es cancelada	59	4,11	95,89
9	El pedido es mínimo, debe aumentarse masa para poder amasar	59	4,11	100,00
	Total	1434	100,0	

Fuente. Elaboración propia

Las causas de merma por exceso se ordenan de acuerdo con el puntaje acumulado, de mayor a menor, la suma de los datos fue 1434; en la columna de porcentaje se estableció la representación de cada una dentro de los 1434, finalmente se estableció el porcentaje acumulado. Con estos datos se elaboró el diagrama de Pareto de la figura 13.

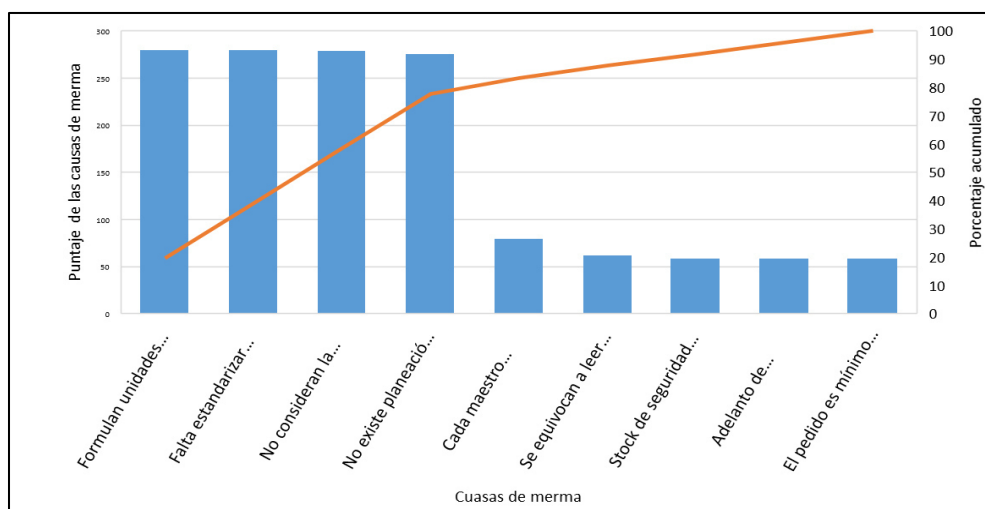


Figura 13. Diagrama de Pareto causas de merma por exceso.

Fuente. Elaboración propia

Del diagrama de Pareto puede decir que son cuatro las causas principales de generación de mermas por exceso, en la tabla 13 se planteó una contramedida con la finalidad de dar solución al problema.

Tabla 13. Solución o contramedida a las causas del problema

Causa del problema	Sub causa del problema	contramedida
Método	Formulan unidades por encima del pedido del cliente	Se diseñará un software de formulación para los cálculos
Método	Falta estandarizar las recetas para ver el rendimiento	Se estandarizará las recetas de todos los productos
Materia prima	No consideran la adición de masas de reproceso	El software diseñado contemplará la adición de masas en la formulación
Método	No existe planeación de la producción	El software de formulación permitirá formular con un turno de anticipación

Fuente. Elaboración propia.

4.3.2 Causas de la merma por tamaño

Se identificaron ocho causas de generación de mermas por tamaño.

A continuación, se hizo el estudio de los ¿por qué? (tabla 14) para aclarar las causas del problema y lograr ubicarlos con facilidad dentro de las cuatro categorías o causas primarias del diagrama de Ishikawa (figura 14).

Tabla 14. El ¿Por qué? de las mermas por tamaño

Problema	Causas del problema	¿Por qué?
Mermas por tamaño	Mal labrado del producto	Porque el personal esta cansado por las largas jornadas laborales
	Exceso de tiempo de fermentación	Porque el termostato de la fermentadora esta descalibrado
	No cortan el producto al tamaño adecuado	Porque el vernier no facilita la medición y prefieren no usarlo
	Pesado incorrecto de la masa	Porque la balanza no esta calibrada
	Compras de pánico que no garantizan la calidad de la harina	Porque hay un consumo excesivo de insumos a causa de las mermas
	Herramientas de medición poco manejables	Porque hay que medir una muestra representativa y el vernier o la regla lo dificulta
	Confusión de producto al momento del labrado	Porque el personal no revisa las especificaciones del cliente
	Uso en exceso de masas reprocesadas que alteran el comportamiento de la masa total	Porque no calculan el porcentaje adecuado

Fuente. Elaboración propia

a). Diagrama causa efecto de la merma por tamaño

Se ubicó las ocho causas dentro del diagrama causa – efecto.

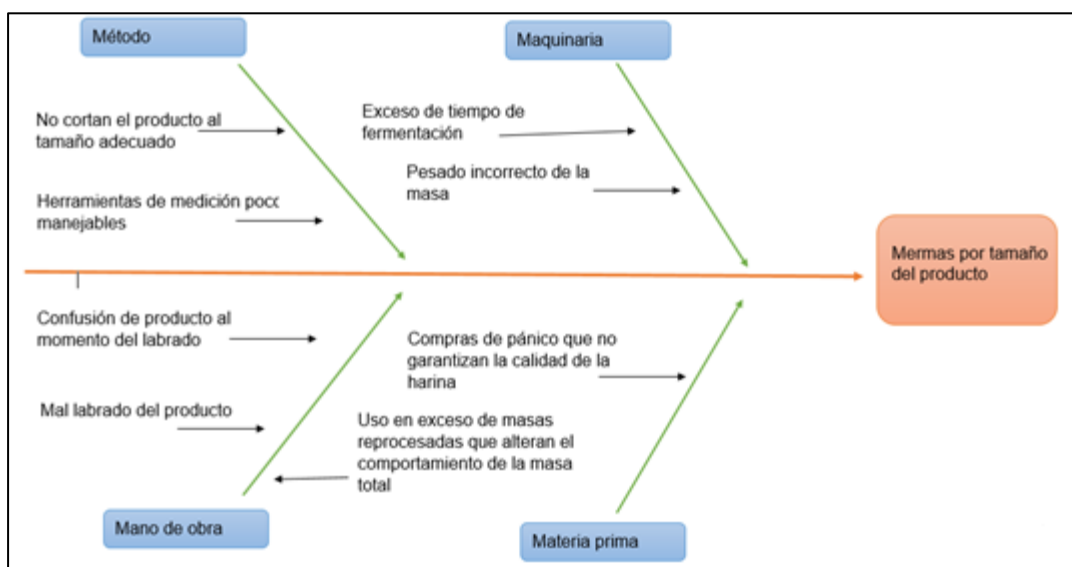


Figura 14. Diagrama de Ishikawa mermas por tamaño.

Fuente. Elaboración propia

b). Diagrama de Pareto de las causas de merma por tamaño

Se procesaron los datos obtenidos del cuestionario, donde se asignó el puntaje a las causas de la merma por tamaño con la finalidad de priorizarlas (anexo 4).

La calificación fue del uno al cinco donde uno es el menor y cinco es el mayor puntaje, obteniendo la siguiente información (tabla 15).

Tabla 15. Matriz de priorización de causas de merma por tamaño.

N°	Causas de la merma por tamaño	Datos obtenidos	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Herramientas de medición poco manejables	272	20,19	19,01
2	No cortan el producto al tamaño adecuado	270	20,04	39,05
3	Mal labrado del producto	268	19,90	58,95
4	Uso en exceso de masas reprocesadas que alteran el comportamiento de la masa total	250	18,56	77,51
5	Pesado incorrecto de la masa	90	6,68	84,19
6	Confusión de producto al momento del labrado	70	5,20	89,38
7	Compras de pánico que no garantizan la calidad de la harina	68	5,05	94,43
8	Exceso de tiempo de fermentación	59	4,38	98,81
	Total	1347	100,00	

Fuente. Elaboración propia

Las causas de la merma por tamaño se ordenaron de acuerdo con el puntaje acumulado, de mayor a menor, la suma de los datos obtenidos es 1347, en la columna de porcentaje se establece la representación de cada una dentro de los 1347, finalmente se establece el porcentaje acumulado.

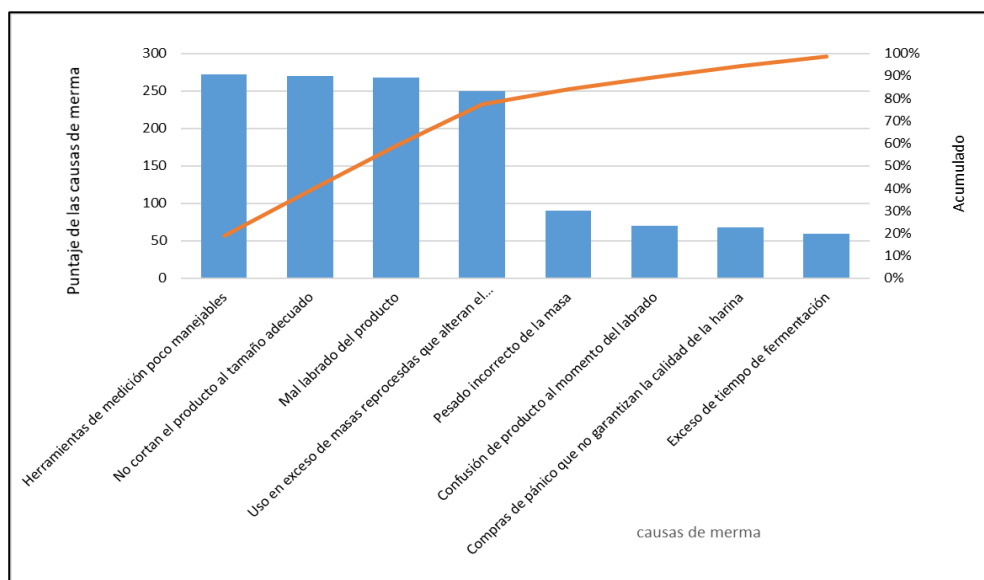


Figura 15. Diagrama de Pareto causas de merma por tamaño.

Fuente. Elaboración propia

Del diagrama de Pareto (figura 15) puede decir que son cuatro las causas principales de generación de mermas por exceso, se planteó una contramedida con la finalidad de dar solución al problema (tabla 16).

Tabla 16. Solución o contramedida a las causas del problema

Causa del problema	Sub causa del problema	Contramedida
Método	Herramientas de medición poco manejables	Se crearán plantillas de medida por producto
Método	No cortan el producto al tamaño adecuado	Se crearán plantillas de medida por producto
Materia prima	Mal labrado del producto	Se crearán plantillas de medida por producto
Mano de obra	Uso en exceso de masas de reproceso que alteran el comportamiento de la masa total	Se diseñará un software de formulación para los cálculos

Fuente. Elaboración propia

En el proceso de elaboración de productos de panificación existen diferentes factores que originan la merma, que lleva al personal a realizar un doble trabajo y como consecuencia a un cansancio por las largas jornadas laborales

para cubrir la demanda del cliente, por su parte la empresa asume los costos de las horas extras. Del análisis de datos obtenidos del RCP se evidencia una merma que representa 9.1% de la producción total, es decir cuatro puntos por encima del porcentaje establecido por la empresa.

Respecto a los motivos de merma en el producto terminado dentro de los cuatro estratos establecidos en el registro, las causas principales son el exceso de producción y, en segundo lugar, el tamaño del producto.

Del diagrama de Ishikawa se establece que las causas primarias de la generación de mermas por exceso son el método y materia prima, asimismo para las mermas por tamaño, son el método, materia prima y mano de obra.

El costo merma durante el periodo de seguimiento ascienden 10,30% de la producción total.

El diagrama de Pareto muestra cuatro causas principales para mermas por exceso y cuatro mermas principales para merma por tamaño; son las que representan las pocas, pero vitales. Se plantea una solución para todas ellas.

4.4 Fase Mejorar

4.4.1 Estandarizar recetas

La finalidad de estandarizar es seguir una misma receta para cada producto; independientemente de si una persona se enferma, renuncia o falta, cualquier otro personal pueda realizar el trabajo sin interrumpir la continuidad de la operación. También nos permite uniformizar la cantidad de productos obtenidos por receta.

Para lograr estandarizar las recetas se realizó el seguimiento durante una semana para cada producto, esto para verificar la variación que puede presentarse. La empresa cuenta con cuatro maestros panaderos como responsables de formulación, por lo que primero se planteó un cronograma de trabajo para cada maestro panadero para poder hacer seguimiento de cada receta que ellos manejaban (tabla 17).

Tabla 17. Cronograma de trabajo de los maestros panaderos

Maestros	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
m1	x			x			
m2		x			x		
m3			x			x	
m4							x

Fuente. Elaboración propia

El seguimiento era observacional, sin ningún tipo de intervención por parte del personal que tomaba los datos, consistía en apuntar todos los insumos que eran parte de la receta con sus respectivos pesos, mientras el maestro panadero producía. Posteriormente estos datos eran transformados en porcentaje, en base al total de la harina, lo que se conoce como porcentaje panadero.

A cada día de producción, asignado a un maestro panadero, se le hizo seguimiento a todo el proceso con la finalidad de evaluar el producto en proceso, producto terminado y la generación de mermas de cada uno de ellos. Se tomó el pan francés como referencia para mostrar la secuencia de trabajo seguida para la estandarización. El anexo 5 se observa el formato de seguimiento utilizado.

La tabla 18 muestra un ejemplo de las recetas a las que se les dio seguimiento.

Tabla 18. Seguimiento de receta de pan francés

Francés	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Sábado		Domingo	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Harina pastelera	25,000	100,00	25,000	100,00	20,000	100,00	30,000	100,00	30,000	100,00	25,000	100,00
Sal	0,500	2,00	0,500	2,00	0,400	2,00	0,600	2,00	0,650	2,17	0,500	2,00
Mejorador	0,164	0,66	0,250	1,00	0,225	1,13	0,198	0,66	0,300	1,00	0,300	1,20
Levadura	0,075	0,30	0,030	0,12	0,020	0,10	0,090	0,30	0,050	0,17	0,030	0,12
Manteca	0,250	1,00	0,250	1,00	0,200	1,00	0,300	1,00	0,300	1,00	0,250	1,00
Agua	13,750	55,00	14,000	56,00	10,850	54,25	16,500	55,00	17,000	56,67	13,800	55,20
Aceite de oliva	0,050	0,20	0,060	0,24	0,040	0,20	0,060	0,20	0,080	0,27	0,050	0,20
Total	39,79	159	40,09	160,00	31,74	159,00	47,75	159,00	48,38	161,00	39,93	160,00

Fuente. Elaboración propia

Finalizado el amasado todos los maestros panaderos hacían una evaluación al tacto de la masa cruda, sus características dependen directamente de la elección de ingredientes, del porcentaje de cada uno en la fórmula, del amasado y del proceso de fermentación, en este caso, el estudio se centró en el porcentaje de cada ingrediente en la receta.

Es crucial la evaluación de la masa, pues de aquí parte el proceso de producción y si está mal desde el principio no se espera que cambie durante el resto de las etapas del proceso. Las características para evaluar son: extensibilidad, elasticidad, fuerza de la masa y tenacidad de la masa cruda. Para saber cuál era la receta adecuada los maestros panaderos llenaban una ficha donde ponderaban la característica del uno al cinco, donde uno es la puntuación más baja y cinco la más alta. Estas cuatro características evaluadas en la tabla 19 corresponden para todo tipo de masas: dulces, saladas, crocantes o suaves.

Tabla 19. Evaluación de la masa cruda al tacto

Evaluación de la masa al tacto																												
Propiedad	Lunes				Martes				Miércoles				Jueves				Viernes				Sábado				Domingo			
	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4
Extensibilidad	5	4	5	5	3	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4
Elasticidad	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	5
Tenacidad	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Fuerza de la masa	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	3	4	3	5	4	3	4	3	4	4	3	4
Promedio total	5				4				4				5				4				4							

Fuente. Elaboración propia

La receta que obtuvo la ponderación más alta por unanimidad, por cumplir con las cuatro características evaluadas fue la de lunes y jueves, elaborada por el maestro panadero 1 (m1) (tabla 19).

Para la evaluación del producto terminado se tomó en cuenta cuatro características: elasticidad de miga, color, crocancia y humedad. La ponderación más alta la recibió la producción de los lunes y jueves; referente a los demás días se obtuvo panes poco desarrollados, con poca humedad, sin crocancia y sin brillo. Las características mencionadas en la tabla 20 son para panes crocantes o salados, en el caso de panes dulces o suaves se evalúa elasticidad de miga, color, humedad de miga y suavidad de corteza.

Tabla 20. Evaluación del producto terminado, pan francés

Evaluación del producto terminado																												
Propiedad	Lunes				Martes				Miércoles				Jueves				Viernes				Sábado				Domingo			
	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4
Elasticidad de miga	5	5	5	5	3	4	4	3	4	3	4	3	5	5	5	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3
Color	5	5	5	5	4	4	4	4	3	4	3	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Crocancia	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
Humedad de miga	5	5	5	5	4	3	4	3	3	4	4	3	5	5	5	5	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4
Promedio total	5				4				3				5				4				3				4			

Fuente. Elaboración propia

La generación de mermas en cada uno de los días de seguimiento de receta fue registrada bajo los cuatro criterios: quemado, deforme, tamaño y exceso. Como se puede ver en la tabla 21 todos los días se ha generado una cantidad significativa de merma; pero, analizando la tabla al detalle, se puede observar que el lunes se obtuvo una merma deforme y treinta por exceso, el jueves obtuvo dos unidades de merma por tamaño y por exceso treinta y cuatro, pero que estaban en óptimas condiciones, a diferencia de los otros días donde se ven productos defectuosos. Finalmente, la receta que obtuvo mejores resultados durante la semana en todo el proceso de evaluación fue considerada la receta adecuada y será la que se guardará para incorporarla en la base de datos del software de formulación. El mismo procedimiento se siguió para los 67 productos con que cuenta la empresa panificadora.

La evaluación de masa y producto terminado fueron evaluados internamente por los maestros panaderos, el estudio no recogió la opinión del público pues la venta es a un cliente, quien arma productos con agregados varios y luego destina a otro público.

Tabla 21. Evaluación de la merma del día del pan francés

Evaluación de la merma del día							
Motivos de merma	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Quemado	0	0	0	0	0	0	0
Deforme	1	12	13	0	14	17	14
Tamaño	0	16	17	2	13	14	19
Exceso	30	5	16	34	8	8	10
Total	31	33	46	36	35	39	43

Fuente. Elaboración propia

4.4.2 Software de formulación

Obtenidas las recetas estandarizadas para cada producto de panificación se enviaron al ingeniero encargado del diseño del software de formulación, para introducirlas como base de datos. Después de dos semanas fue entregado el programa, cuyo software está desarrollado en el entorno de VBA (Visual Basic Application), así mismo se utilizó herramientas del Excel, como: tablas y gráficos dinámicos, todo esto se interrelaciona ejecutando los datos de una manera práctica y ordenada (anexo 6).

El software diseñado consta de una lista maestra de productos, cuadro de mermas asignado de acuerdo con el estándar de la empresa, cuadro de formulación, hoja de impresión y cuadro de consumo de insumos diario. A continuación, se detalla cada ítem.

a. Lista maestra de productos

Es una lista de todas las líneas de productos, cada una de éstas tiene a su lado derecho un botón (IR) que lleva directamente a la plataforma de formulación del producto seleccionado (tabla 22). Cuando se mencionó la palabra línea de productos hace referencia a panes que llevan la misma formulación o receta, pero que pueden dar diferentes variedades de pan, ya sea en tamaño, peso o forma. Son 32 las líneas de productos ingresadas al momento del desarrollo del programa de formulación, pero es posible añadir más líneas, según, la necesidad de la empresa.

Tabla 22. Lista maestra de productos.

Lista de panes		
1	Pandoro	IR
2	Integralitos	IR
3	Crissinos de quinua	IR
4	Hamburguesa al 30%	IR
5	Ciabattitas	IR
6	Francés	IR
7	Crocantinis	IR
8	Panini	IR
9	Muffins de plátano	IR
10	Pullman Blanco	IR
11	Pullman Integral	IR
12	Pita Integral	IR
13	Ciabatta blanca	IR
14	Pan hot dog	IR
15	Negro de avena	IR

Fuente: Elaboración propia

b. Porcentaje de merma asignado a cada producto

Teniendo en cuenta que la empresa de panificación depende en su proceso del factor humano (amasado, labrado y horneado), y que por ello están sujetos a merma propia del producto, se asigna el porcentaje de merma estándar a cada producto. Esta merma es proporcional al número del pedido del cliente y mantiene un porcentaje en promedio de 5%. La tabla 23 muestra los límites de merma expresados en unidades para cada tipo de pan y según cantidad a producir.

Tabla 23. Porcentaje de mermas asignado a cada producto

Límites de merma por producto																						
Código	Producto	Rango de unidades a producir																				
		20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	> 1000
1	Pandoro Aji C/cebolla	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
2	Integralitos	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
3	Crissinos Quinoa	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
4	Hamburguesa 30% - 10.5 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
5	Hamburguesa Baby 8 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
6	Ciabattita Pre Cocida 7 x 5.5 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
7	Francesito Pre Cocido 7 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
8	Ciabattita Pre Cocida 7 x 5.5 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
9	Ciabatta Pre Cocida 12 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
10	Frances Pre Cocido 11 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
11	Campesino Redondo Tradicional	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
12	Crissinos Quinoa	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
13	Pandoritos Aji C/cebolla	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
14	Negro Ajonjolí	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
15	Frances Pre Cocido 12 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
16	Francés Cocido 13 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
17	Francés Cocido 11 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
18	Francés Cocido 9 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
19	Francés Cocido 12 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
20	Francés Cocido 10.5 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
21	Hamburguesa 30% - 10.5 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
22	Crocantinis	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
23	Crissinos Oregano	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
24	Panini 19 x 7 cm	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50
25	Muffins Chocolate - Grande	1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50

Fuente. Elaboración propia

c. Plataforma de formulación

Con la finalidad de hacer didáctica la información se realizó una prueba con la línea de producto pandoro. La plataforma de formulación de la tabla 24 contiene:

- Porcentaje base: es la receta estandarizada, sirve de matriz para alimentar las recetas por productos, que en este caso serían los cuadros pandoro huaca, pandoro hotel y décima, y como cada uno tiene peso diferente debe formularse por separado, pero manteniendo los porcentajes base.
- Masa total: es la sumatoria de los insumos que ingresan a cada una de las recetas expresada en kilogramos; en este cuadro se ha considerado redondear el último número a cero o cinco, debido a que la balanza no registra números intermedios.
- Datos por cliente: tiene el nombre del cliente, la pesada de masa total por producto y el número de unidades que rinde; este dato es el aprobado por el cliente.
- El cuadro de reproceso: las masas reprocesadas son resultado de cancelación de pedido de última hora, falla durante el proceso o exceso de fermentación; se digita la cantidad en kilogramos que queremos agregar, la misma que debe ser como máximo el 30% del total de la masa a preparar; se generará un descuento automático de los ingredientes que son parte de la receta. En la tabla 25 se observa cómo se realiza el descuento por la adición de 2 kg de masa reprocesada.
- El número de cuadro: indica la posición donde ubicaremos la receta (masa total) en la hoja al momento de la impresión.

Tabla 24. Plataforma de formulación, muestra pandoro

Pandoro												Datos del cliente					Reproceso
Porcentaje Base			Huaca		Hotel		Décima		Masa Total			Cliente	Pesada	Porcentaje merma	Pesada total	Unidades	
Material	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Material	Kg	%						
Harina panadera	16,734	100	8,873	100	7,861	100	0,000	100	Harina panadera	16,730	100	Huaca	1,500	5	1,575	30	
Sal	0,168	1,00	0,089	1,00	0,079	1,00	0,000	1,00	Sal	0,170	1,00	Hotel	1,300	5	1,365	30	
Azúcar	3,023	18,00	1,597	18,00	1,415	18,00	0,000	18,00	Azúcar	3,010	18,00	Décima	1,200	5	1,260	60	
Levadura	0,168	1,00	0,089	1,00	0,079	1,00	0,000	1,00	Levadura	0,170	1,00						
Huevos	2,015	12,00	1,065	12,00	0,943	12,00	0,000	12,00	Huevos	2,010	12,00						
Margarina	5,038	30,00	2,662	30,00	2,358	30,00	0,000	30,00	Margarina	5,020	30,00						
Aji Amarillo	1,679	10,00	0,887	10,00	0,786	10,00	0,000	10,00	Aji Amarillo	1,670	10,00						
Agua	5,038	30,00	2,662	30,00	2,358	30,00	0,000	30,00	Agua	5,020	30,00						
Mejorador	0,168	1,00	0,089	1,00	0,079	1,00	0,000	1,00	Mejorador	0,170	1,00						
Cebolla	1,679	10,00	0,887	10,00	0,786	10,00	0,000	10,00	Cebolla	1,670	10,00						
Total	35,77	2,13	18,90	2,13	16,74	2,13	0,00	2,13	Total	35,77	2,13						

Pedido				Número de cuadro
Cliente	Unidades	Merma	Total a producir	
Huaca	350	15	19,163	
Hotel	350	15	16,608	
Décima		0	0,000	

Imprimir

Fuente. Elaboración propia

Tabla 25. Plataforma de formulación: formulación con reproceso

Pandoro									Datos del cliente					Reproceso				
Porcentaje Base			Huaca		Hotel		Décima		Masa Total			Cliete	Pesada	Porcentaje merma	Pesada total	Unidades	2	
Material	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Material	Kg	%	Huaca	1,500	5	1,575	30	Número de cuadro A3 A23 Imprimir	
Harina panadera	16,734	100	8,873	100	7,861	100	0,000	100	Harina panadera	15,850	100	Hotel	1,300	5	1,365	30		
Sal	0,168	1,00	0,089	1,00	0,079	1,00	0,000	1,00	Sal	0,160	1,00	Décima	1,200	5	1,260	60		
Azúcar	3,023	18,00	1,597	18,00	1,415	18,00	0,000	18,00	Azúcar	2,850	18,00							
Levadura	0,168	1,00	0,089	1,00	0,079	1,00	0,000	1,00	Levadura	0,160	1,00							
Huevos	2,015	12,00	1,065	12,00	0,943	12,00	0,000	12,00	Huevos	1,900	12,00							
Margarina	5,038	30,00	2,662	30,00	2,358	30,00	0,000	30,00	Margarina	4,760	30,00							
Aji Amarillo	1,679	10,00	0,887	10,00	0,786	10,00	0,000	10,00	Aji Amarillo	1,590	10,00							
Agua	5,038	30,00	2,662	30,00	2,358	30,00	0,000	30,00	Agua	4,760	30,00							
Mejorador	0,168	1,00	0,089	1,00	0,079	1,00	0,000	1,00	Mejorador	0,160	1,00							
Cebolla	1,679	10,00	0,887	10,00	0,786	10,00	0,000	10,00	Cebolla	1,590	10,00							
Total	35,77	2,13	18,90	2,13	16,74	2,13	0,00	2,13	Total	33,78	2,13							
												Pedido						
												Cliete	Unidades	Merma	Total a producir			
												Huaca	350	15	19,163			
												Hotel	350	15	16,608			
												Décima		0	0,000			

Fuente. Elaboración propia

d. Hoja de impresión

Una vez establecida la formulación de las unidades a producir se presiona el botón imprimir, el cual traslada la información a una nueva hoja de Excel, que ordena las recetas en cuatro cuadrantes; según la cantidad de panes a producir se generará un número de páginas a imprimir. De tal forma que las recetas de la producción del día quedarán ordenadas y listas para su impresión y entrega al área de producción, según la tabla 26.

Tabla 26. Modelo de hoja de impresión

Ciabattitas			Francés		
Material	Kg	%	Material	Kg	%
Harina Panadera	19,890	100,00	Harina pastelera	45,670	100,00
Premezcla ciabatta	1,990	10,00	Sal	0,910	2,00
Levadura	0,200	1,00	Mejorador	0,300	0,66
Antimoho	0,040	0,20	Mejorador S 500	0,140	0,30
Agua	11,930	60,00	Levadura	0,050	0,10
			Manteca	0,460	1,00
			Agua	25,120	55,00
			Aceite de oliva	0,090	0,20
	34,050			72,740	
Total	34,05	1,71	Total	72,74	1,59

Cliente	Pesada	Cliente	Pesada
Huaca	1,670	Pasquale 13	3,000
La Carreta	1,670	Pasquale 11	2,300
Rocoto	1,670	Paulina 12	2,300
		Paulina 10,5	1,800

Panini			Francés dulce		
Material	Kg	%	Material	Kg	%
Harina panadera	22,340	100,00	Harina panadera	19,120	100,00
Mejorador	0,110	0,50	Azúcar	2,490	13,00
Levadura	0,220	1,00	Sal	0,190	1,00
Antimoho	0,220	1,00	Levadura	0,190	1,00
Sal	0,450	2,00	Antimoho	0,190	1,00
Agua	13,400	60,00	Mejorador	0,190	1,00
Manteca	0,450	2,00	Gluten	0,190	1,00
			Manteca	0,960	5,00
			Agua	9,560	50,00
	37,190			33,080	
Total	37,19	1,67	Total	33,08	1,73

Cliente	Pesada	Cliente	Pesada
Carnes y papas	2,800	News café	1,800
Carnal	1,800		
Premiun Burguer	1,700		

Fuente. Elaboración propia

El software permite hacer la planeación de la producción con un turno de anticipación; además de dar flexibilidad en cuanto a cambios o

modificaciones de pedido, pues basta con digitar el número del pedido para que la nueva formulación se encuentre lista.

e. Cuadro de consumo diario de insumos

Del software, además, se obtiene un cuadro de consumo diario de insumos, permitiendo tener una data histórica de consumo por día y proyectar las compras de acuerdo con los inventarios que la producción necesita. Esta hoja es impresa y entregada al personal de almacén al inicio de cada turno para la entrega de insumos a producción, permitiendo registrar entregas adicionales o devolución de insumos y el motivo de estas (tabla 27).

Tabla 27. Cuadro de consumo diario de insumos

Lista de insumos diario por producto					
Insumo	Peso (Kg)	Entrega (✓)	Adicional	Devolución	Motivo
Aceite	17,163				
Aceite de Oliva	0,250				
Agua	424,652				
Aji Amarillo	2,510				
Ajonjoli (T)	0,720				
Antimoho	3,718				
Azúcar	59,188				
Bicarbonato	0,036				
Bitter	0,710				
Camote	2,650				
Canela	0,197				
Caramelina	0,930				

Fuente. Elaboración propia

4.4.3 Creación de plantillas de medida

Tomando como referencia las especificaciones (largo, ancho, alto y diámetro) de la ficha técnica acordadas con el cliente y el margen de ± 0.3 cm para cada producto, se ha elaborado un cuadro de medidas por producto con la finalidad de disminuir la merma por tamaño, este fue colocado en el área de producción para que sirva de ayuda visual al personal durante el proceso de elaboración de panes. En la tabla 28, un extracto del cuadro de medidas. El anexo 7 se muestra la tabla completa de los 67 productos.

Tabla 28. Extracto del consolidado de medida de productos.

Medida de productos						
Ítem	Producto	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Peso (gr)	Diametro (cm)
1	Pandoro	-	-	-	44	7
2	Integralito	-	-	5	19	7
3	Ciabattita precocida	7,5	5	3,5	20	-
4	Francesito	7,5	7,3	3,5	25	-
5	Frances pre cocido 12 cm	12	11	5	55	-
6	Francés cocido 11 cm	11	10	5	55	-
7	Francés cocido 13 cm	13	12	5	77	-
8	Frances cocido 9 cm	9	8	4	-	-
9	Frances cocido 12 cm	12	11	5	55	-
10	Frances cocido 10.5 cm	10,5	9,5	4	-	-
11	Hamburguesa 10.5 cm	-	-	5,5	80	10,5
18	Pullman Blanco	32,5	14,5	14,8	1890	-
19	Pullman Marmoleado	32,5	14,5	14,8	2000	-
20	Pre pizza aceite de oliva	-	-	1,5	173	22
21	Panini 22 x 4.5	22	4,5	4	89	-
22	Ciabatta blan 16 cm precoc	16	7	4	106	-
23	Ciabatta integral 16 cm	16	7	4	106	-
24	Frances Dulce	11	9	4,5	55	-
25	Superpullman blanco	40	14,5	15	2.315	-
26	Superpullman integral	40	14,5	15	2.318	-

Fuente. Elaboración propia.

La figura 16 muestra las plantillas de medida que se mandaron a elaborar para todos los productos. Las plantillas fueron desarrolladas en números necesario para cubrir la demanda al momento de la producción; así mismo, han sido rotuladas con el nombre del producto, nombre del cliente y las medidas correspondientes, el anexo 8 muestra las plantillas iniciales.



Figura 16. Uso de las plantillas de medida por el personal operativo
Fuente. La empresa

Costos de la propuesta de mejora

A continuación, en la tabla 29 se mencionan los costos asociados a la implementación de mejoras detalladas en la presente etapa.

Tabla 29. Costos de propuesta

Concepto	N° horas	Costo por hora (S/)	Total (S/)	Responsable
Estandarización de recetas	56	10,00	560,00	Practicante de Control de calidad
Diseño de software de formulación	-	-	5000,00	Terceros
Creación de plantillas de medida	-	-	100,00	Terceros
Capacitación de software al personal	30	50,00	1500,00	Terceros
TOTAL			7160,00	

Fuente. Elaboración propia

4.4.4 Evidencia estadística de la mejora

a. Porcentaje general de merma post implementación

Se hizo un resumen de la merma dentro de los seis meses de seguimiento post implementación como se muestra en la tabla 30. También se observa que el porcentaje de merma mensual promedio se encuentra dentro de 5%.

Tabla 30. Porcentaje de merma mensual en unidades

	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Pormedio
Producción	324993	331814	337138	338054	339393	326466	332976
Merma	12800	15650	17500	16320	14730	12700	14950
Porcentaje de merma real	3,9	4,7	5,2	4,8	4,3	3,9	4,5

Fuente. Elaboración propia

El mes 10 hubo un ligero incremento por encima del porcentaje de merma establecido, cuando se indagó, se encontró que ese mes tuvo problemas técnicos el horno de 36 bandejas, lo que ocasionó mayor cantidad de merma por el defecto quemado.

En la tabla 31 se muestra una comparación pre y post implementación, en la cual se evidencia una reducción en el porcentaje general de merma, de 4,6 %.

Tabla 31. Comparativo de merma pre y post implementación

Resumen final de mermas		
	Mes	Mes
	01 al 06	08 al 13
Costo de producción	1457920	1997858
Costo de merma	132853	89700
Porcentaje de costo de merma	9,1	4,5

Fuente. Elaboración propia

➤ **Inferencia estadística para porcentajes de merma**

- Variable: % de merma antes y después de la implementación
- Valores: 6
- Se verificó que los datos de diferencia de porcentaje de mermas (% merma) siguen una distribución normal con la Prueba de Shapiro-Wilk y que existe homogeneidad de varianzas con la Prueba de Levene's. Los resultados del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII se presentan en el anexo 9.

Con la prueba estadística t- student (tabla 32), se determinó que existen razones objetivas para señalar que la aplicación de la metodología DMAIC disminuyó significativamente el porcentaje de mermas teniendo una media muestral de 4,7 según los resultados del programa estadístico, que significa el promedio de las diferencias mensuales de porcentaje de merma tanto seis meses antes como seis meses después de la implementación de la mejora.

Tabla 32. Prueba t con Statgraphcis Centurion XVII

Media muestral = 4,7
 Mediana muestral = 4,645
 Desviación estándar de la muestra = 1,629

Prueba t

Hipótesis nula: media = 0
 Alternativa: mayor que

Estadístico t = 7,066
 Valor-P = 0,000438

Al ser el valor-p < 0,05 (nivel de significancia): se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, de que la media pre implementación es mayor que la media post implementación.

Fuente. Elaboración propia

La media o el promedio poblacional de la reducción del porcentaje de merma con la aplicación de la metodología DMAIC estuvo entre 2,990 a 6,409 como se evidencia según el método de Intervalos de Confianza del 95% como se muestra a continuación:

Intervalos de confianza del 95,0% para % merma antes de I. - % merma después de la I. (media): 4,7 +/- 1,709 [2,990; 6,409]

b. Consolidado semestral de merma en panes de mayor producción

Aquí se identificó la producción, merma y porcentaje de merma de los panes de mayor producción durante los seis meses de seguimiento post implementación, de tal forma que permita ver el comportamiento de las mermas y compararlo respecto a los seis meses previos a la implementación. Respecto a los quince productos de producción más representativa en la empresa, el porcentaje de merma se encuentra dentro del límite establecido.

Tabla 33. Producción y merma de los panes de mayor producción

Producto	Mes 8		Mes 9		Mes 10		Mes 11		Mes 12		Mes 13		Suma total	
	Producción	Merma	Producción	Merma	Producción	Merma	Producción	Merma	Producción	Merma	Producción	Merma	Producción	Merma
Francesito Pre Cocido 7 cm	120028	4263	107820	5100	103740	6250	100800	4705	105310	4790	107024	3274	644722	28382
Hamburguesa Papachos Aro 11 c	25112	1371	27410	1640	27240	1621	30956	2018	26972	906	24862	1197	162552	8753
Francés Pre Cocido 12 cm	21787	309	22733	938	23554	490	26731	1564	30071	816	28762	1255	153638	5372
Ciabattita Pre Cocida 7x5.5 cm	20250	0	24420	530	24370	455	25620	5	21850	816	21691	588	138201	2394
Francesito Cocido 6 cm	18666	1221	18288	919	18526	670	20020	525	18528	908	19622	870	113650	5113
Croissant Francés 16 cm	12161	421	12080	377	12131	542	13495	736	16509	418	13148	522	79524	3016
Pandoro Aji C/Cebolla	8332	182	9515	215	9474	346	9368	188	10360	525	9621	136	56670	1592
Cachito de Mantequilla	11877	356	9096	288	11998	454	8993	561	7314	267	5487	356	54765	2282
Francés Cocido 11 cm	8005	488	8321	854	9024	573	9979	1094	9291	507	7991	466	52611	3982
Petitpan 6 cm	6959	339	7889	250	8081	404	7075	708	6926	486	7896	447	44826	2634
Ciabatta Blanca 15 cm	6543	649	7060	468	7725	769	4681	363	7324	353	6754	536	40087	3138
Integralitos	6169	169	6145	145	6728	385	6644	369	6678	176	6473	176	38837	1420
Crissinos Orégano	6200	0	6640	0	6550	50	6500	0	6500	0	5600	0	37990	50
Francés Cocido 12 cm	8186	432	9446	434	11089	536	5049	265	1368	54	1282	49	36420	1770
Total	280275	10200	276863	12158	280230	13545	275911	13101	275001	11022	266213	9872	1654493	69898

Fuente. Elaboración propia

Tabla 34. Porcentaje de merma en los panes de mayor producción

Producto	Mes 8		Mes 9		Mes 10		Mes 11		Mes 12		Mes 13		Suma total	
	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)	Producción	Merma (%)
Francesito Pre Cocido 7 cm	120028	3,6	107820	4,7	103740	6,0	100800	4,7	105310	4,5	107024	3,1	644722	4,4
Hamburguesa Papachos Aro 11 c	25112	5,5	27410	6,0	27240	6,0	30956	6,5	26972	3,4	24862	4,8	162552	5,4
Francés Pre Cocido 12 cm	21787	1,4	22733	4,1	23554	2,1	26731	5,9	30071	2,7	28762	4,4	153638	3,5
Ciabattita Pre Cocida 7x5.5 cm	20250	0,0	24420	2,2	24370	1,9	25620	0,0	21850	3,7	21691	2,7	138201	1,7
Francesito Cocido 6 cm	18666	6,5	18288	5,0	18526	3,6	20020	2,6	18528	4,9	19622	4,4	113650	4,5
Croissant Francés 16 cm	12161	3,5	12080	3,1	12131	4,5	13495	5,5	16509	2,5	13148	4,0	79524	3,8
Pandoro Aji C/Cebolla	8332	2,2	9515	2,3	9474	3,7	9368	2,0	10360	5,1	9621	1,4	56670	2,8
Cachito de Mantequilla	11877	3,0	9096	3,2	11998	3,8	8993	6,2	7314	3,7	5487	6,5	54765	4,2
Francés Cocido 11 cm	8005	6,1	8321	10,3	9024	6,3	9979	11,0	9291	5,5	7991	5,8	52611	7,6
Petitpan 6 cm	6959	4,9	7889	3,2	8081	5,0	7075	10,0	6926	7,0	7896	5,7	44826	5,9
Ciabatta Blanca 15 cm	6543	9,9	7060	6,6	7725	10,0	4681	7,8	7324	4,8	6754	7,9	40087	7,8
Integralitos	6169	2,7	6145	2,4	6728	5,7	6644	5,6	6678	2,6	6473	2,7	38837	3,7
Crissinos Orégano	6200	0,0	6640	0,0	6550	0,8	6500	0,0	6500	0,0	5600	0,0	37990	0,1
Francés Cocido 12 cm	8186	5,3	9446	4,6	11089	4,8	5049	5,2	1368	3,9	1282	3,8	36420	4,9
Total	280275	3,6	276863	4,4	280230	4,8	275911	4,7	275001	4,0	266213	3,7	1654493	4,3

Fuente. Elaboración propia

c. Defectos de merma del francesito post implementación

Se eligió mediante Pareto el producto francesito por continuar siendo el más producido por la empresa. Cabe mencionar que la producción se ha incrementado en 91,6% respecto a la etapa previa a la implementación.

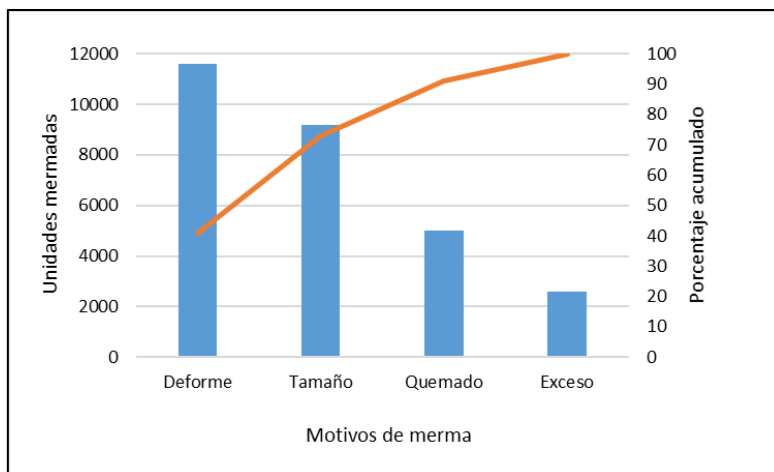


Figura 17. Defectos de merma post implementación

Fuente. Elaboración propia

La merma de francesito durante los seis meses post implementación fue 28 382, un 4,4% del total de la producción, 644 722 unidades. Teniendo en cuenta que las mermas post implementación se encuentran dentro del porcentaje establecido por la empresa, se continuó controlando los defectos; siendo los productos deformes 41 % del total de mermas, seguido del tamaño 32 %, quemado 18% y exceso 9% (figura 17). Al intervenir el factor humano en la etapa del proceso de formado final del producto, es predecible que el motivo de merma principal sea deforme.

d. Consolidado semestral de defectos de merma

Para poder extrapolar los defectos críticos de merma hacia todas las líneas de producción, realizaremos el análisis de defectos de merma semestral de los quince productos más producidos por la empresa, la figura 18 muestra que los defectos críticos de merma no coinciden con los del francesito, en este caso son el exceso de productos y tamaño. Esto es porque si el 5% de merma establecida está en óptimas

condiciones se contabiliza como exceso, este dato es importante dado que podría trabajarse un porcentaje de merma menor (3%) a futuro, pero esto sería parte de otro estudio.

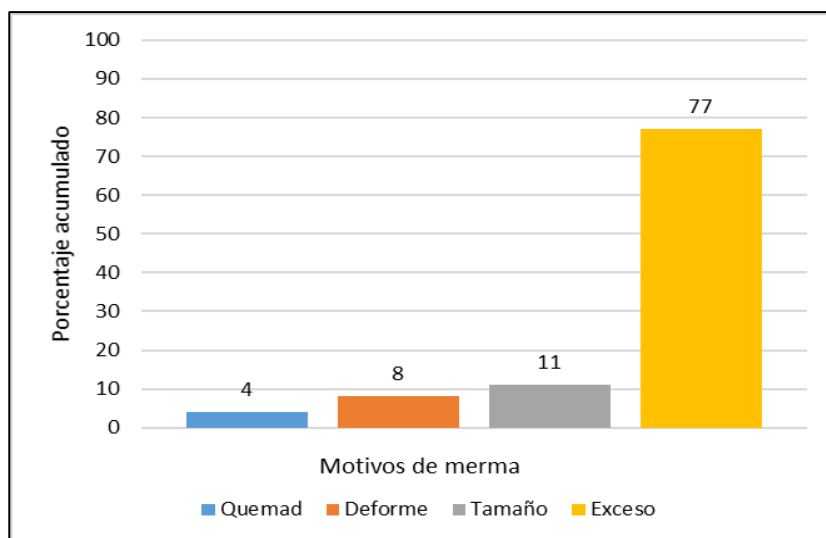


Figura 18. Defectos de merma de los productos más producidos

Fuente. Elaboración propia

e. Costos de merma

Con la finalidad de conocer el impacto de la aplicación de la metodología DMAIC sobre los costos de merma se realizó un análisis a los seis meses de seguimiento post implementación.

Tabla 35. Costos merma del mes 8 al mes 13

Mes	Después		
	costo de producción (S/)	costo de merma (S/)	Porcentaje costo de merma
Mes 8	32197	1725	5,36
Mes 9	32780	1715	5,23
Mes 10	33809	1726	5,11
Mes 11	35683	1944	5,45
Mes 12	37642	1781	4,73
Mes 13	32398	1998	6,17
Total	204509	10889	5,32

Fuente. Elaboración propia

La tabla 34 muestra los costos de las unidades mermadas, cuyo costo de merma de los seis meses de seguimiento asciende a 10 889 soles, 5,32 % del total de los costos de producción (tabla 36).

Tabla 36. Comparativo del porcentaje de costo de merma

Resumen final de costo de merma		
	Mes	
	01 al 06	08 al 13
Costo de producción	183591	204509
Costo de merma	18917	10889
Porcentaje del costo de merma	10,30	5,32

Fuente. Elaboración propia

Se observa una reducción promedio de 5% de los costos de merma.

➤ **Inferencia estadística para porcentaje de costo de merma**

- Variable: % costo de merma antes y después de la implementación
- Valores: cinco meses antes y seis meses después, no se consideró el valor de un mes del grupo de antes de la implementación por no ser homogéneo con respecto a los demás valores de ese grupo.
- Se verificó que los datos de diferencia de porcentaje costo de mermas (% costo de merma) siguen una distribución normal con la Prueba de Shapiro-Wilk y que existe homogeneidad de varianzas con la Prueba de Levene's (anexo 9).
- Con la prueba estadística t- student (tabla 37), se determina que existen razones objetivas para señalar que la aplicación de la metodología DMAIC disminuye significativamente el porcentaje de costo de mermas teniendo una media muestral de 4,708 según los resultados del programa estadístico, que significa el promedio de las diferencias mensuales de porcentaje de costo de merma antes y después de la implementación de la mejora.

Tabla 37. Prueba t con Statgraphcis Centurion XVII

Media muestral = 4,708
 Mediana muestral = 4,56
 Desviación estándar de la muestra = 1,498

Prueba t

Hipótesis nula: media = 0

Alternativa: mayor que

Estadístico t = 7,023

Valor-P = 0,00108

Al ser el valor-P < 0,05 (nivel de significación): se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, de que la media pre implementación es mayor que la media post implementación.

Fuente. Elaboración propia

La media o el promedio poblacional de la reducción del porcentaje de costo de merma con la aplicación de la metodología DMAIC estuvo entre 2,846 a 6,569 como se evidencia según el método de Intervalos de Confianza del 95% presentado a continuación:

Intervalos de confianza del 95,0% para % costo de merma antes de I. - % costo de merma después de I. (media): 4,708 +/- 1,861 [2,846; 6,569].

4.5 Fase controlar

4.5.1 Excel de manejo de datos

La primera hoja contará con la lista de productos como se aprecia en la figura 19, donde estará lista de productos, el cliente y el costo unitario de producción. Cada producto tiene asignado un código único.

Código	Producto	Cliente	Costo Unitario
1	Fransito Al UCEBolla	Huaca	S/ 0,1365
2	Integrantes	Huaca, Rospo	S/ 0,2046
3	Crisinos de Quinua	Huaca	S/ 0,0123
4	Chabartita Pre Cocida 7x5.5 cm	Huaca, La Carreta	S/ 0,0584
5	Fransito Pre Cocido 7 cm	Huaca, La Carreta, Romero	S/ 0,0842
6	Chabartita Pre Cocida 12 cm	La Carreta	S/ 0,3614
7	Fransito Pre Cocido 11 cm	La Carreta	S/ 0,0934
8	Campeño Clásico Redondo	La Carreta	S/ 2,0004
9	Fransito Pre Cocido 12 cm	Primas	S/ 0,0126
10	Fransito Cocido 13 cm	Passquiere	S/ 0,1121
11	Fransito Cocido 11 cm	Passquiere	S/ 0,0934
12	Fransito Cocido 09 cm	Passquiere	S/ 0,0718
13	Fransito Cocido 12 cm	Primas	S/ 0,0911
14	Fransito Cocido 10,5 cm	Bellarano, Rocca, Ormeno Sostenible	S/ 0,0718
15	Hamburguesa 10 % - 10,5 cm	Paulina	S/ 0,1863
16	Crisantinos	El Carnal	S/ 0,0074
17	Crisinos Diegano	El Carnal	S/ 0,0126
18	Panini 19 x 7 cm	El Carnal, Premium Burger	S/ 0,1164
19	Muffins Chocolate - Grande	Urk	S/ 0,6398
20	Muffins Chocochips - Grande	Urk	S/ 0,6095
21	Muffins Merguez - Grande	Urk	S/ 0,4961

Figura 19. Lista de productos

Fuente. Elaboración propia

La siguiente hoja (figura 20) es donde se llenan los datos de producción del día, la información es acumulativa, bastará con digitar el código del producto para obtener el nombre, cliente y costo de producción, las columnas sombreadas serán las columnas llenadas manualmente. Aquí es donde se traslada la data recopilada por el formato RCP.

FECHA	CÓDIGO	PRODUCTO	PRODUCCION	DESPACHO	MERMAS	Costo de Producción	Defome	Quemado	Exceso	Tamaño	Observaciones
01-Ene	1	Panadora Aj C/Cebolla	980	970	10	51,87				x	
01-Ene	2	Integralis	230	205	5	5,98				x	
01-Ene	4	Ciabatta Pre Cocido 7x5 cm	920	895	25	35,328				x	
01-Ene	5	Francesco Pre Cocido 7 cm	7020	6700	20	240,084				x	
01-Ene	9	Francesco Pre Cocido 12 cm	1080	1020	60	77,76				x	
01-Ene	10	Francesco Cocido 10 cm	120	110	10	14,925				x	
01-Ene	11	Frances Cocido 11 cm	306	290	16	28,584				x	
01-Ene	12	Frances Cocido 09 cm	36	36	0	2,6208					
01-Ene	25	Pullman Blanco	14	13	1	99,6198		x			
01-Ene	26	Pullman Integral	1	1	0	2,6952					
01-Ene	48	Panadora Aj S/ Cebolla	30	30	0	1,842					
01-Ene	49	Droissant Frances 30 g - 11 cm	137	110	27	12,6177				x	
01-Ene	76	Pan Mini Morado 8 cm	30	28	2	3,15				x	
01-Ene	93	Pan Camosa 30 g	28	28	1	2,9724				x	
01-Ene	50	Ciabatta Blanca 30 g	64	64	0	3,7632					
01-Ene	51	Integralis 30 g	45	42	3	1,3095				x	
01-Ene	52	Ciabatta Blanca 15 cm	80	80	0	15,728					
01-Ene	56	Integralis 12 cm	36	35	1	4,6188				x	
01-Ene	61	Hot Dog 19 x 4,5 cm	28	28	0	2,7636					
01-Ene	54	Droissant Frances 18 cm	20	20	0	5,988					

Figura 20. Base de datos

Fuente. Elaboración propia

La merma general será registrada de forma acumulativa, pero si se requiere visualizar de un día específico bastará con filtrar la información.

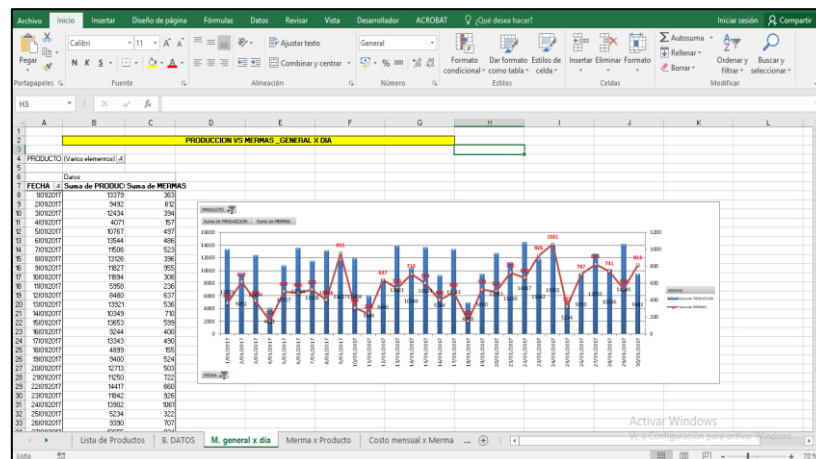


Figura 21. Merma general por día

Fuente. Elaboración propia

La figura 22 muestra la obtención de mermas por producto, el manejo de información es acumulativa y con opción a filtrar productos específicos.

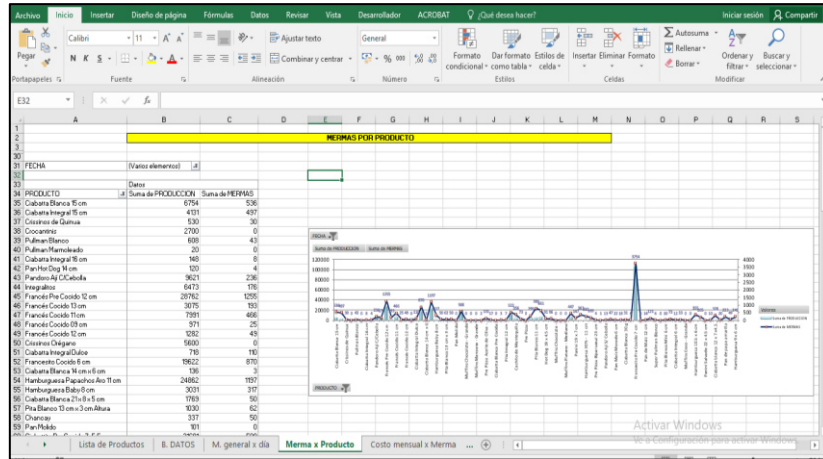


Figura 22. Unidades mermaadas por producto

Fuente. Elaboración propia

Los costos de merma por producto y las razones de merma por producto de la figura 23 y 24 respectivamente son hojas de Excel que están enlazadas a la información anteriormente descrita y se actualizarán automáticamente.

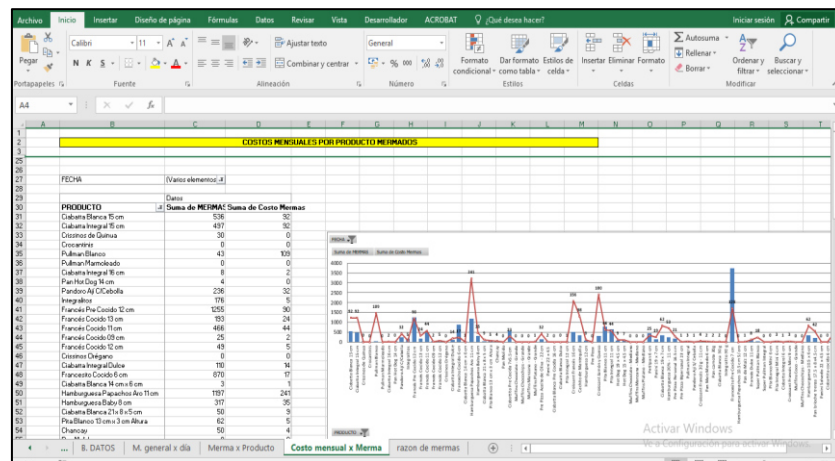


Figura 23. Costo de merma por producto

Fuente. Elaboración propia

V. Discusión

Se aplicó la metodología DMAIC y como resultado se obtuvo un porcentaje de merma promedio (seis meses) de 4,5%, por debajo del límite establecido por la empresa (%) respecto al 9,1% promedio previo a la implementación, logrando la reducción del porcentaje de merma aparente 4,6%, se observa en el mes 10 una merma promedio mensual de 5,19%, siendo ligeramente superior al límite. Durante ese mes se presentaron problemas técnicos en el horno de 36 bandejas, lo que ocasionó que hubiera mayor presencia del defecto quemado, incrementando la merma total. Siendo este valor una excelente señal del efecto de la metodología DMAIC; contrastando con otro trabajo de implementación de proyectos de mejora se evidenció un efecto reductor bajo, que va de 1,6 a 1,9%²⁹.

La merma se encuentra dentro del límite establecido, pero de igual forma se hizo un seguimiento post implementación del francesito para identificar el nuevo orden de los defectos que generan la merma. Se evidencia que el defecto “exceso de productos” fue reducido y pasó a cuarto lugar, pero el escenario cambia en el análisis de defectos semestral para los 15 productos más producidos donde el defecto crítico exceso ocupa el primer lugar, esto sucede dado que el 5% asignado como merma se contabiliza como exceso de producto

El defecto deforme fue la principal causa de merma para el francesito luego de la implementación de las mejoras, para los quince productos ocupa el tercer lugar, pero esto es predecible por el volumen de producción que se maneja a diferencia de los demás productos. Esto coincide con otra empresa, donde el defecto principal estaba representado con un 80% entre deformidades y variación de pesos ²⁹. La capacitación al personal en el proceso, uso de herramientas de medida y la calibración de maquinaria por el área de mantenimiento, son ejes centrales de las acciones correctivas para eliminar las causas asignables del defecto “deformes”.

El defecto tamaño, se mantuvo como la segunda causa de las mermas pre y post implementación de las mejoras, pero con la diferencia que post implementación las mermas se encontraban dentro del rango establecido, esto tras la creación de plantillas de medida por producto. El defecto quemado pasó del cuarto al tercer

lugar, debido a que el horno de 36 bandejas presentó fallas continuas durante el seguimiento post implementación.

Con la reducción del porcentaje de merma mensual también se logró la reducción del porcentaje de costo de merma mensual de 10,30% pre implementación a 5,32% post implementación. Con la aplicación de la prueba estadística t- student a los porcentajes de costo de mermas de los meses antes y después de implementación de las mejoras, se corroboró que la metodología DMAIC disminuyó significativamente el promedio de porcentaje de mermas. La reducción media poblacional es de $4,708 \pm 1,861$; y va estar entre los valores 2,846 a 6,569% estadísticamente hablando.

Finalmente, cabe mencionar que para la implementación de la mejora bajo la metodología DMAIC, fue necesario el compromiso de todos los colaboradores y la alta dirección, pues son los ejecutores de las acciones operativas y estratégicas respectivamente dentro del proceso.

VI. Conclusiones

1. La aplicación de las mejoras a través de la metodología DMAIC tuvo un impacto positivo en la reducción de merma en la empresa panificadora.
2. La aplicación de la metodología DMAIC tuvo un impacto positivo en la reducción del porcentaje de merma, post implementación el promedio de merma mensual fue de 4,5% respecto al 9,1% pre implementación, hubo una disminución de 4,6%. se logró reducir la merma dentro del rango de 5% establecido por la empresa panificadora.
3. Los defectos críticos asignados a la merma pre implementación: exceso y tamaño fueron atendidos y controlados de manera satisfactoria con las mejoras implementadas: estandarización de recetas y plantillas de medida respectivamente; logrando reducir la merma dentro del 5% permitido, donde los nuevos defectos críticos fueron deforme y tamaño.
4. La aplicación de la metodología DMAIC tuvo un impacto positivo en la reducción de costo de merma, post implementación el promedio fue de 5,32% respecto al 10,30% pre implementación, hubo una disminución de 4,98%. El costo de merma se reduce como consecuencia de una reducción de las unidades mermadas.

VII. Recomendaciones

- En futuros trabajos de aplicación de la metodología DMAIC en otras empresas, deberá cuantificarse los defectos de merma del 100% de productos con la finalidad de tener una data representativa y confiable. En el presente trabajo de tesis por disposición de recursos se trabajó de forma cuantitativa solo para el producto más producido, los demás productos se trabajaron cualitativamente.
- La recolección de la data debe ser de un año pre implementación y un año post implementación, esto permitiría comparar meses con características particulares como diciembre (mes festivo), enero (verano) que es donde generalmente se observa variaciones en los consumos, ya sea a favor o en contra.
- Volver a realizar un análisis del límite de porcentaje de merma establecido para todos los productos (5%) y reasignar un porcentaje específico por producto, debido a que existe casos como el pandoro que por su forma (amorfa) no tiene merma y el 5% de merma será por exceso generalmente, en el caso del integralito por la simplicidad de su forma y la accesibilidad del cliente, la merma es solo por exceso. Por otro lado, el porcentaje de merma de los demás productos podría reducirse a 3%, previo estudio para no afectar la calidad del servicio con el cliente.

VIII. Referencias bibliográficas

1. Perú 21. Industria panadera creció 4,1% en la primera mitad del 2018 [internet]. Lima: Diario Perú 21. [2018]. Recuperado de: <https://peru21.pe/economia/industria-panadera-crecio-4-1-primer-semester-nndc-425975>
2. América E. Negocio del pan en Perú factura alrededor de US\$6.000M anuales [Internet]. Lima: América Economía. [2010; 2017]. Recuperado de: <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/negocio-del-pan-en-peru-factura-alrededor-de-us6000m-anuales>.
3. América E. Consumo per cápita de pan en el Perú se incrementará en 3% durante este año [Internet]. Lima: América Economía. [2013; 2017]. Recuperado de: <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/consumo-capita-de-pan-en-el-peru-se-incrementara-en-3-durante-este-año>.
4. Municipalidad Lince. Crece en el Perú consumo per cápita de pan [Internet]. Lima: Municipalidad de Lince. [2016; 2017]. Recuperado de: <http://www.munilince.gob.pe/articulo/crece-en-el-peru-consumo-per-capita-de-pan>.
5. Cabrera G, Gonzales F. Mejora de la Productividad del área de producción de tortas finas en la empresa pastelería Briselli SAC aplicando metodología PHVA. (tesis de pregrado). Lima: Universidad de San Martín de Porres, Perú. 2015.
6. Pineda S, Cárdenas O. Implementación de Mejora Continua Aplicando la Metodología PHVA de la empresa International Bakery SAC. (tesis de pregrado). Lima: Universidad de San Martín de Porres, Perú. 2013.
7. Trujillo D. Análisis y mejoramiento de satisfacción al cliente de dos productos de INPACAF S.A., utilizando herramientas de diseño por six sigma y del mejoramiento de procesos six sigma. (tesis de pregrado). Quito: Universidad de San Francisco de Quito, Ecuador. 2011.
8. Herrera R, Fontalvo T. Seis sigma: Métodos estadísticos y sus aplicaciones [Internet]. B- Eumed 2000. Universidad de Cartagena; 2000 [2011; 2017]. Disponibilidad:http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55821.pdf

9. Pérez L, García C. Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores Fanal. (tesis de maestría). Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 2014
10. McGee H. La cocina y los alimentos: enciclopedia de la ciencia y la cultura de la comida [On food and cooking: The science and lore of the kitchen]. Toronto; 2004. 544 p. New York.
11. Ynca L, Gonzales F. El tratamiento de las mermas y desmedros en el impuesto a la renta: principales problemas y propuestas de solución. (tesis de maestría, escuela de posgrado). Lima: Universidad de Lima. Perú 2017. Recuperado de: http://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/ulima/6626/Ynca_C%C3%B3rdova_Lourdes_Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
12. Hernandez E, Cano J, *et al.* propuesta de reducción de mermas en la producción de una empresa de productos lácteos bajo la metodología DMAIC. (tesis de pregrado). Toluca: Instituto politécnico nacional, Toluca, Edo.2010. México.
13. Escobar G, Quemba R. Diseño de un plan de acción para disminuir la variación por sobrepeso en la producción de pan integral uva en la empresa pricesmart de Colombia. (Tesis de pregrado). Universidad de San Buenaventura Cali, 2016. Colombia.
14. Bravo J. Gestion de Procesos (Alineados con la estrategia) 4ta edición; 2011. 38 p, 40 p. Santiago de Chile. Disponibilidad: http://www.evolucion.cl/resumenes/Resumen_libro_Gesti%F3n_de_procesos_JBC_2011.pdf
15. Alvarez C, De La Jara P. Analisis y mejora de procesos de una empresa embotelladora de bebidas rehidratantes. (tesis de pregrado). Lima: Pontificia universidad católica del Perú, Perú. 2012.
16. Krajewski L, Ritzman L, Malhotra M. Administración de operaciones: procesos y cadena de valor [Internet]. Pearson educación México 2008. Instituto tecnológico autónomo de México; 2008. Disponibilidad: http://www.academia.edu/8583854/Administracion_De_Operaciones_-_LEE_J._KRAJEWSKI_1_.

17. Delgado E. Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología six sigma en una planta de productos plásticos. (tesis de pregrado). Lima: Pontificia universidad Católica del Perú, Lima. 2015.
18. Pellegrero X. Aplicación de la metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad. (tesis de pregrado). Escuela politécnica superior [Escola Politecnica Superior, UVIC]. Junio, 2015. España.
19. Paz K. Propuesta de mejora del proceso productivo de la panadería el progreso E.I.R.L. para el incremento de la producción. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo. Chiclayo, 2016. Perú.
20. Mendoza A. Automatización de procesos: ventajas y desventajas [Internet]. Lima: Gb advisors. [2017]. Recuperado de: <http://www.gb-advisors.com/es/automatizacion-de-procesos/>.
21. Administración y gerencia de marketing [internet]. Lima: Administración de operaciones: reingeniería de procesos. [mayo 2016]. Recuperado de: <http://admymercadeo.blogspot.pe/2016/05/administracion-de-operaciones-reingenieria-de-procesos.html>.
22. Hernández C. La metodología Lean Seis Sigma, sus herramientas y ventajas. Xalapa. (Tesis de post grado). Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática Xalapa. Veracruz, 2014. México. Disponibilidad: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/47599/HernandezMartinezCuauhtemoc.pdf;jsessionid=56FB0643D9D4E6DF4883D715E53CB9BF?sequence=1>
23. Benaducci R. Reducción del inventario no productivo en un centro de distribución del sector automotriz aplicando la metodología DMAIC, Perú. (Tesis de pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad de Ingeniería. Lima, 2017. Perú.
24. Gutiérrez H, De La Vara R. control estadístico de la calidad y Seis Sigma [Internet]. The McGraw Hill companies. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería; Universidad de Guadalajara, México 2009. Disponibilidad: <https://kenyjose2110.files.wordpress.com/2014/04/control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>

25. Joseph A, Torres C. Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC. (tesis de pregrado). Lima: Pontificia universidad católica del Perú, Perú; 2013.
26. Hernández S, Fernández C, Baptista L. Metodología de la investigación [Internet]. 4ta edición. Iztapalapa. México. McGraw-Hill Interamericana [2006; 2017]. Recuperado de: file:///E:/Info-Tesis/BIBLIO/LIBROS/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006_ocr.pdf.
27. Huamanchumo R, Rodríguez F. Metodología de la investigación en las organizaciones. primera edición. Lima, 2015. 166p, 216p. Perú
28. Barahona C, Navarro I. Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología lean six sigma. (tesis de pregrado). Lima: Pontificia universidad católica del Perú, Perú. 2013.
29. Chimarro C. Reducción del nivel de rechazo de pan fresco en la empresa panificadora Moderno Alimentos S.A. (tesis de pregrado). Quito: Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador. 2013.

IX. Anexos

1. Mejoras logradas en el producto terminado, ejemplo pan francés

En la figura 25 se observa a la izquierda el pan francés con defecto de forma, al medio pan hot dog con defecto de tamaño y forma, a la derecha pan hamburguesa con defecto sobre horneado.



Figura 25. Pan francés, pan hot dog y pan hamburguesa

La figura 26 muestra el pan francés a la izquierda con la forma, color y tamaño característico de la ficha técnica, pan hot dog al medio en tamaño y forma, pan hamburguesa del diámetro y color según requerimiento del cliente.



Figura 26. Pan francés, pan hot dog y pan hamburguesa

2. Cuestionario de control interno

CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO			
1. ¿Considera que la organización es un buen lugar para trabajar?			
Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
2. ¿Conoce y comprende la visión y misión de la empresa?			
Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
3. ¿Está satisfecho y comprometido con su trabajo?			
Poco	<input type="text"/>	Mucho	<input type="text"/>
		Nada	<input type="text"/>
4. ¿Su supervisor lo mantiene bien informado sobre la producción del día?			
Siempre	<input type="text"/>	Nunca	<input type="text"/>
		A veces	<input type="text"/>
5. De los factores que se menciona. ¿Cuál cree que afecta el de desempeño de trabajo en su área?			
Factores internos:			
Maquinaria	<input type="text"/>	Humano	<input type="text"/>
Factores externos:			
Insumos	<input type="text"/>	otros	<input type="text"/>
6. ¿Conoce la importancia que tiene el no utilizar correctamente la materia prima durante el proceso de producción?			
Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
¿Por qué?			
7. ¿Conoce la importancia que tiene el que haya merma de productos terminados y materiales de empaque?			
Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
¿Por qué?			
8. ¿Cuenta con las herramientas (calculadoras, reglas, instructivos, capacitaciones) necesarias para trabajar?			
Siempre	<input type="text"/>	Nunca	<input type="text"/>
		A veces	<input type="text"/>
9. ¿De los motivos que se mencionan, ¿Cuáles son las causas que considera origina la merma por exceso? Asignar un número de 1 al 5, donde 1 es el menos importante.			
()	No existe planeación de la producción		
()	Cada maestro panadero formula el pedido a su criterio		
()	Falta estandarizar recetas para ver el rendimiento		
()	Formulan unidades por encima del pedido del cliente		
()	Stock de seguridad innecesarios		
()	Se equivocan al leer la programación		
()	Adelanto de producción y luego cancelan el pedido		
()	El maestro panadero formula en base a 50 o 100 unidades		
()	No consideran adición de masas de reproceso.		

10 ¿ De los motivos que se mencionan, ¿Cuáles son las causas que considera originan la merma por tamaño? Asignar un número de 1 al 5, donde 1 es el menos importante.

- () Mal labrado del producto
- () Exceso de tiempo de fermentación
- () No cortan el producto al tamaño adecuado
- () Pesado incorrecto de la masa
- () Compras de pánico que no garantizan la calidad de la harina
- () Herramientas de medición poco manejables
- () Confusión de producto al momento del labrado
- () Uso en exceso de masas reprocesadas que alteran el comportamiento de la masa total

12. ¿Cree que el maestro panadero que maneja la maquina es el unico responsable de la producción y lo que pase con ella?

Si

No

13. ¿Existen procedimientos escritos de las actividades y procesos?

Si

No

14. ¿Considera que hace falta herramientas que faciliten la programación (calculos) de la producción del día?

Si

No

15. ¿ Está dispuesto a apoyar un proyecto de mejora para disminuir la cantidad de merma generada?

Si

No

Figura 27. Cuestionario aplicado.

Fuente. Elaboración propia

3. Razones de merma por producto

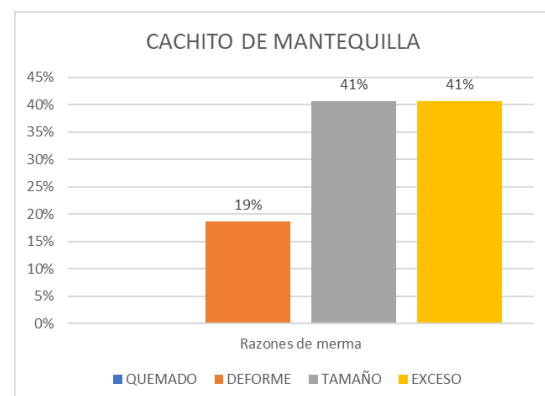
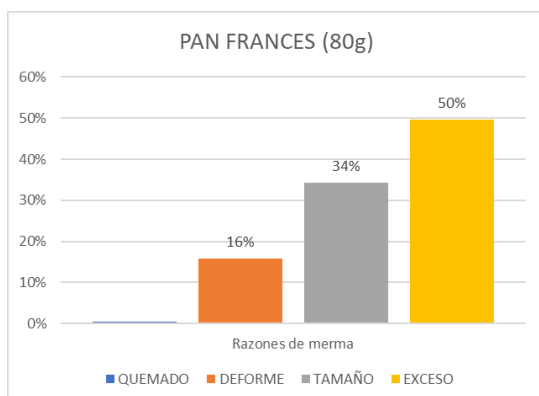
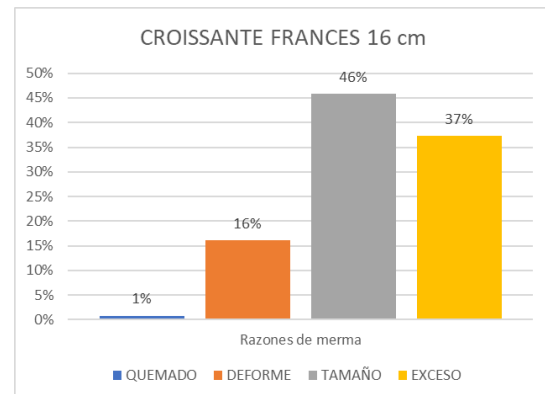
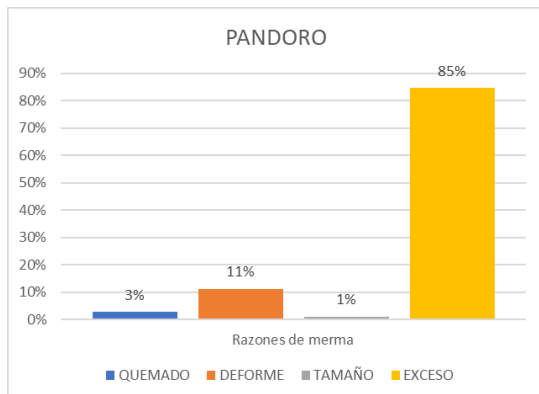
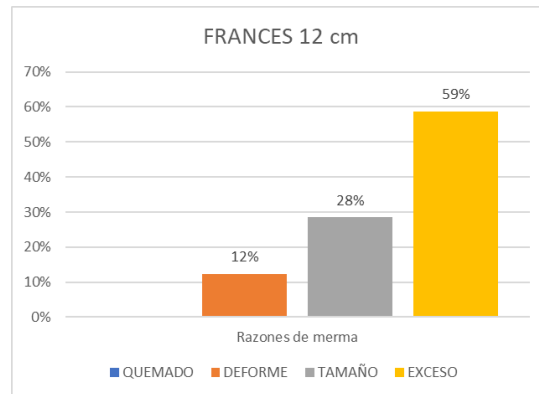
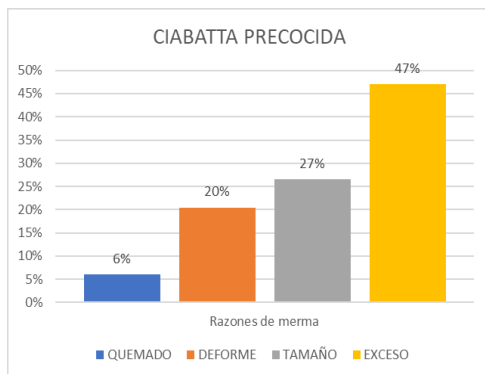


Figura 28. Ejemplos de defectos de merma por producto.

Fuente. Elaboración propia

5. Cuadro de seguimiento para la estandarización de las recetas

En la figura 28 se observa un ejemplo del formato donde se dio seguimiento para la estandarización de recetas, el espacio vacío significa que ese día no se realizó producción.

FRANCES			FRANCES PRIMAX - PASQUALE - PAULINA - ROCOTO					
			LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
MATERIAL	KG	%	KG	KG	KG	KG	KG	KG
Harina Pastelera	1.000	100.00%	25 kg	25 kg	25 kg	25 kg		20 kg
Sal	0.020	2.00%	0.500	0.500	0.500	0.500		0.400
Mejorador A	0.012	1.20%	0.280	0.280	0.280	0.280		0.225
Levadura	0.007	0.10%	0.025	0.025	0.025	0.030		0.020
manteca	0.010	1.00%	0.250	0.250	0.250	0.250		0.200
agua	0.570	57.00%	13.750	13.750	13.750	13.750		11.000
ACEITE OLIVA	0.002	0.20%	0.010	0.010	0.010			0.010 = 0.040
TOTAL	1.62	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 30. Evidencia del seguimiento de recetas por producto.

Fuente. Elaboración propia

6. Código de Programación Utilizado en visual basic.

```

Microsoft Visual Basic para Aplicaciones - Plantilla final [Módulo2 (Código)]
Archivo Edición Ver Insertar Formato Depuración Ejecutar Herramientas Complementos Ventana Ayuda
Proyecto - PAN_PLINAS (General) panini_1
Sub panini_1()
Dim xl, z1 As String
xl = Sheets("CUADROS").Range("B16").Value
z1 = Sheets("CUADROS").Range("B17").Value

Sheets("CUADROS").Select
Range("B6:B19").Select
Selection.Copy
Sheets("IMPRESION").Select
Range(xl).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Range(xl).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone, _
SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Sheets("CUADROS").Select
Range("B6:B12").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("IMPRESION").Select
Range(z1).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Range(z1).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone, _
SkipBlanks:=False, Transpose:=False
End Sub

```

Figura 31. Muestra de código de programación utilizado en VBA.

7. Tabla de medidas para los productos de la empresa panificadora

MEDIDAS DE PRODUCTOS						
ITEM	PRODUCTO	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	PESO (gr)	DIAMETRO (cm)
1	Pandoro	-	-	-	44	7
2	Integralito	-	-	5	19	7
3	Ciabattita precocida	7.5	5	3.5	20	-
4	Francesito	7.5	7.3	3.5	25	-
5	Frances pre cocido 12 cm	12	11	5	55	-
6	Francés cocido 11 cm	11	10	5	55	-
7	Francés cocido 13 cm	13	12	5	77	-
8	Frances cocido 9 cm	9	8	4	-	-
9	Frances cocido 12 cm	12	11	5	55	-
10	Frances cocido 10.5 cm	10.5	9.5	4	-	-
11	Hamburguesa 10.5 cm	-	-	5.5	80	10.5
18	Pullman Blanco	32.5	14.5	14.8	1890	-
19	Pullman Marmoleado	32.5	14.5	14.8	2000	-
20	Pre pizza aceite de oliva	-	-	1.5	173	22
21	Panini 22 x 4.5	22	4.5	4	89	-
22	Ciabatta blan 16 cm precoc	16	7	4	106	-
23	Ciabatta integral 16 cm	16	7	4	106	-
24	Frances Dulce	11	9	4.5	55	-
25	Superpullman blanco	40	14.5	15	2.315	-
26	Superpullman integral	40	14.5	15	2.318	-
27	Ciabatta integ dulce 12 cm	12	9	4	75	-
28	Ciabat blan dulce 12cm	12	9	4	75	-
29	Pan Hot Dog	14	5	3	47	-
30	Pita integral	-	-	3	60	12
31	Pan maiz	-	-	3	64	12
33	Panini con salvado	14	4	3.5	50	-
34	Pandoro s/ cebolla	-	-	4	40	Copa: 6.3 / Base: 5.5
35	Maiz morado	-	-	4	50	9
36	Ciabatta Blanca 30 gr	9 - 9.5	5.5 - 6	4	40	-
37	Camote	11	5.5	3.5	40	-
38	Integralito 30 gr	-	-	5	36	7
39	Croissant Frances 30gr	11	5.5	4.5	30	-
40	Pullman blan c/cort c/vert	32.5	14.5	15	1840	-
41	Pullman inte c/cort c/vert	32.5	14.5	15	1840	-
42	Croissant Frances	16	8	5	90	-
43	Croissant Mantequilla	14	8	5	95	-
44	Hamburguesa 12 cm	-	-	5	60	12
45	Ciabatta Blanca	15	8	5	95	95
46	Ciabatta Integral	15	8	5	95	-
47	Pita Salvado	-	-	3	55	11
48	Pita Blanco	-	-	3	55	11
49	Prepizza 26 cm	-	-	1.5	395	34.5
50	Croissant Jamon/Queso	15.5	8	5	124	-
51	Hamburguesa 12 cm	-	-	5.5	85	12
52	Pan Hot Dog 19x5 cm	19	5	4.5	70	-
53	Pan Hot Dog 15x 4.5 cm	15	4.5	4	40	-
54	Croissant Frances 16 cm	16	8	4.5	90	-
55	Muffins Chocolate - m	-	-	6.5	95	copa: 7.5 / base: 5
56	Muffins Chocochip-m	-	-	6.3	103	copa:7.5 / base: 5
57	Muffins Manzana	-	-	5.9	99	copa: 7.5 / base: 5
58	Muffins Platano	-	-	5.7	98	copa: 7.5 / base: 5
59	Ciabatta Blanca	15	8	4.5	80	-
60	Pan pita blanco 11 cm	-	-	3	55	11
61	Panini 18 x 5	18	5	4	59	-
62	Francesito cocido	5	4	-	-	-
63	Frances cocido 12 cm	12	11	5	-	-
64	Hamburguesa 12 cm	-	-	5	60	12
65	Petipan 6 cm	-	-	-	-	6
66	Pita blanco mini 6 cm	-	-	-	-	6

Figura 32. Cuadro de medidas por producto y por cliente

Fuente. Elaboración propia

8. Plantillas de medida



Figura 33. Plantillas de medida de diferentes productos



Figura 34. Plantilla de medida



Figura 35. Prueba de plantilla de medida.

9. Verificación de la distribución normal y homogeneidad de varianza de los datos

a. Prueba de Normalidad para % de merma antes- después de la Implementación

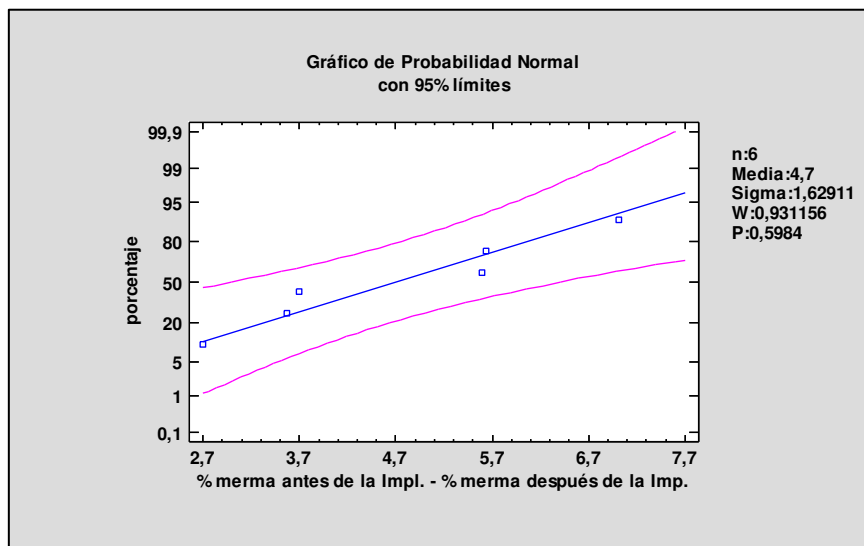


Figura 36. Prueba de Normalidad para % merma antes - % merma después de la Implementación

Nota:

- W: Estadístico W de Shapiro-Wilk
- P: Valor P
- Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que la diferencia de % costo de merma antes y después de la Implementación proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

b. Prueba de homogeneidad de varianza para % de merma antes- después de la Implementación

	Prueba	Valor-P
Levene's	4,13965	0,0693

Tabla de Verificación de Varianza

Nota: Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

c. Pruebas de Normalidad para % costo de merma antes- después de la Implementación

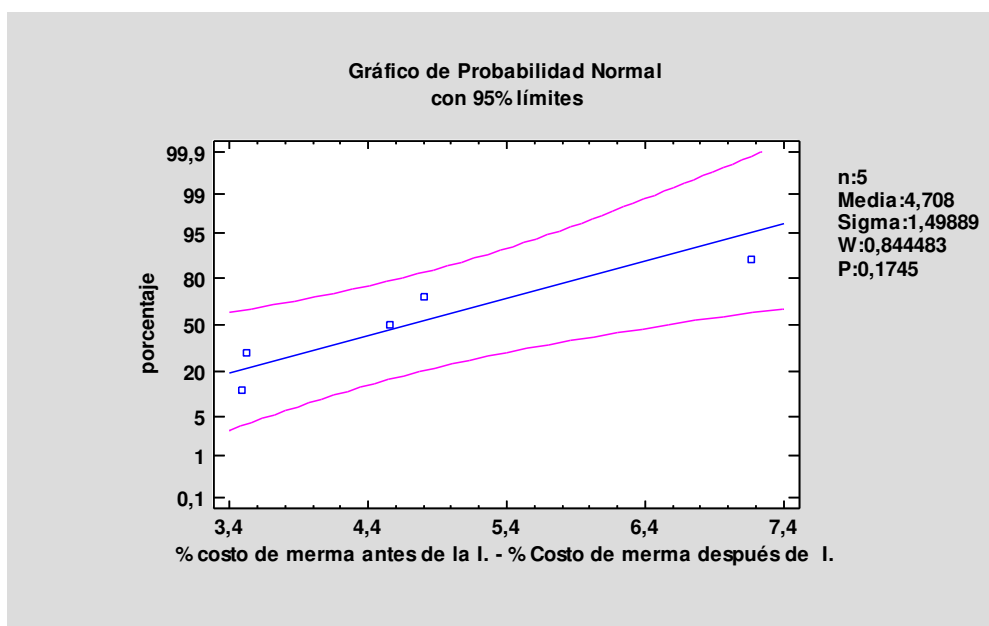


Figura 37. Prueba de Normalidad para % costo merma antes - % costo merma después de la Implementación

Nota:

- W: Estadístico W de Shapiro-Wilk
- P: Valor P
- Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que la diferencia de % costo de merma antes y después de la Implementación proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

d. Prueba de homogeneidad de varianza para % de costo de merma antes- después de la Implementación

	Prueba	Valor-P
Levene's	2,400	0,155

Tabla de Verificación de Varianza

Nota: Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza.

10. Procedimiento de manejo de información

<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE INFORMACIÓN DEL REGISTRO DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN</p> <p>1. OBJETIVO</p> <p>Mantener bajo control la mejora implementada a través la metodología DMAIC para la reducción de mermas de la empresa panificadora.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Este control se aplica a todos los panes que la planta produce.</p> <p>3. RESPONSABILIDAD</p> <ul style="list-style-type: none">• Es personal de empaque es el responsable del llenado del formato RCP• El personal de control de calidad verifica durante su recorrida en planta el llenado correcto y a tiempo real de los datos.• El personal de calidad procesa los datos obtenidos al final de cada turno.• El personal de calidad y el jefe de producción son responsables de evaluar e interpretar los indicadores de merma por producto y merma total de día. Ambos son responsables de tomar acciones inmediatas ante las desviaciones• El personal de calidad entregará un informe de las mermas mensuales al gerente general junto con las acciones tomadas frente a desviaciones.• El jefe de producción comunicará al inicio de cada turno a su personal en una reunión de 5 min, los indicadores de merma del turno anterior y firmarán una hoja de capacitación que será archivada dentro de la BPM de capacitación del personal.• El personal de calidad deberá convocar a reunión de urgencia a la gerencia, jefatura de calidad, jefatura de producción y mantenimiento de equipos ante la persistencia de una desviación, con la finalidad de encontrar la causa raíz del problema y darle solución inmediata.
--

Figura 38. Formato de control para las mejoras implementada.

Fuente. Elaboración propia