

# Costing of losses due to quality problems and improvement in the management of productive processes of a baking company

Miguel Angel Rodriguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería<sup>1</sup>, Giam Pierre Anticonag-Gonzales, estudiante de Ingeniería Industrial<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, anticonag2901@gmail.com

*Abstract– In the present work, the general objective is to determine the impact of the improvement proposal in the production areas on the productivity of the company PANADERA in the city of Trujillo through the proposal of a quality management system. This study is diagnostic and proactive. In the first place, the diagnosis of the current situation of the company was made using the Ishikawa tool, managing to find the problems that are currently generating losses for the company. In addition, the Pareto Diagram was used to evaluate the importance in terms of the impact of each root cause found in the situational diagnosis. Then each root cause was monetized resulting in the company losing S/ 63,483.02. Subsequently, it was divided between variable and attributes allowing to apply the control charts for each root cause, to corroborate the data obtained, the Minitab software was used. On the other hand, a proposal was made where the AMFE matrix, quality house (QFD) and the DMAIC Six Sigma were used, where improvements were made taking into account the requirements and expectations of the client, the potential failures that the company could present and Z level was measured both before and after the improvements made. Finally, a projected cash flow was made where the analysis of the investment and operating expenses was carried out, resulting in a saving of S/ 27,195.83 from the losses that the company was having, it was determined that the proposal is viable because through a projection of 10 years the solution proposal generates a GO of S/44,358.11, an IRR of 58.27% and a PRI of 3.9 years.*

*Keywords- Quality process, Ishikawa Diagram, AMFE Matrix, DMAIC Six Sigma, Control Chart and Quality House (QFD).*

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).  
ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).  
DO NOT REMOVE

# Costeo de pérdidas por problemas en la calidad y mejora en la gestión de procesos productivos de una empresa panificadora

Costing of losses due to quality problems and improvement in the management of productive processes of a baking company  
Miguel Angel Rodriguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería<sup>1</sup>, Giam Pierre Anticon-Gonzales, estudiante de Ingeniería Industrial<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, anticonag2901@gmail.com

*Resumen- En el presente trabajo tiene como objetivo general, determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de producción sobre la productividad de la empresa PANADERA de la ciudad de Trujillo mediante la propuesta de un sistema de gestión de la calidad. Este estudio es de carácter diagnóstica y propositiva. En primer lugar, se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa utilizando la herramienta Ishikawa logrando encontrar los problemas que actualmente le está generando pérdidas a la empresa. Además, se hizo el uso del Diagrama Pareto para evaluar la importancia en cuanto al impacto que tiene cada causa raíz encontrada en el diagnóstico situacional. Después se monetizó cada causa raíz dando como resultado que la empresa perdía S/ 63,483.02. Posteriormente se dividió entre variable y atributos permitiendo aplicar los gráficos de control para cada causa raíz, para corroborar los datos obtenidos se utilizó el software Minitab. Por otra parte, se hizo una propuesta en donde se empleó la matriz AMFE, casita de calidad (QFD) y el DMAIC Six Sigma donde se realizaron mejoras teniendo en cuenta los requerimientos y expectativas del cliente, los fallos potenciales que podía presentar la empresa y se midió el nivel Z tanto antes como después de las mejoras realizadas. Finalmente, se hizo un flujo de caja proyectado donde realizó el análisis de la inversión y los gastos operativos dado como resultado un ahorro de S/ 27,195.83 de las pérdidas que estaba teniendo la empresa, se determinó que la propuesta es viable porque mediante una proyección de 10 años la propuesta de solución genera un VAN de S/44,358.11, un TIR de 58.27% y un PRI de 3.9 años.*

*Palabras claves: Procesos de calidad, Diagrama de Ishikawa, Matriz AMFE, DMAIC Six sigma, Gráfico de control y casita de calidad (QFD)*

*Abstract- In the present work, the general objective is to determine the impact of the improvement proposal in the production areas on the productivity of the company PANADERA in the city of Trujillo through the proposal of a quality management system. This study is diagnostic and proactive. In the first place, the diagnosis of the current situation of the company was made using the Ishikawa tool, managing to find the problems that are currently generating losses for the company. In addition, the Pareto Diagram was used to evaluate the importance in terms of the impact of each root cause found in the situational diagnosis. Then each root cause was monetized resulting in the company losing S/ 63,483.02. Subsequently, it was divided between variable and attributes allowing to apply the control charts for each root cause, to corroborate the data obtained, the Minitab software was used. On the other hand, a proposal was made where the AMFE matrix, quality house (QFD) and the DMAIC Six Sigma were used, where improvements were made taking into account the requirements and expectations of the client, the potential failures that the company could present and Z level was measured both before and after the improvements made.*

*Finally, a projected cash flow was made where the analysis of the investment and operating expenses was carried out, resulting in a saving of S/ 27,195.83 from the losses that the company was having, it was determined that the proposal is viable because through a projection of 10 years the solution proposal generates a GO of S/44,358.11, an IRR of 58.27% and a PRI of 3.9 years.*

*Keywords- Quality process, Ishikawa Diagram, AMFE Matrix, DMAIC Six Sigma, Control Chart and Quality House (QFD).*

## I. INTRODUCTION

Las pequeñas y medianas empresas de la industria panadera a menudo utilizan un enfoque de prueba y error para la producción y distribución de sus productos, lo que puede dificultar la determinación precisa de las ganancias potenciales. Esto puede llevar a problemas en la toma de decisiones operativas y a una falta de conocimiento sobre los factores limitantes y el beneficio real de cada producto. Como resultado, puede ser difícil para estas empresas determinar las cantidades óptimas a producir y maximizar sus ganancias. En el Perú en mayores porcentajes de panaderías se encuentra en Lima con un 43%. Después de Lima, la concentración de panaderías se ubica en Arequipa (7%), La Libertad y Piura (5%), Callao (4.5%), Lambayeque (4.4%), Junín (4%) y Cusco (3.2%). Las otras ciudades del país concentran menos del 3% del total de panaderías [1].

Es crucial que las empresas panaderas, adopten un método confiable para tomar decisiones informadas y mejorar sus resultados, lo que les permitirá perdurar en el tiempo y evitar el cierre de sus negocios. Esta necesidad se ve acentuada por la preocupación expresada por Pío Pantoja, el presidente de la Asociación Peruana de Panadería y Pastelería (ASPAN), quien señala que la apertura de cada nuevo supermercado resulta en el cierre de entre 20 y 30 panaderías. [2]. Para enfrentar este desafío, las empresas deben establecer estándares de calidad y planificación e implementar mecanismos que les permitan estar un paso adelante de su competencia. En el caso de la Panadería presentada en este estudio, actualmente enfrenta dificultades en el área de producción debido a la falta de organización en el área de amasado, lo que genera pérdidas debido a la falta de capacitación y entrenamiento de los trabajadores, así como a la falta de supervisión por parte del jefe del área. Esta falta de supervisión ha resultado en una pérdida significativa de S/ 15,203.69 soles,

Otro de los problemas es la falta de control estadístico del peso del pan, ha llevado a una producción con panes de tamaño incorrecto y un uso inadecuado de los insumos. Esto ha resultado en una pérdida del producto terminado, generando un exceso de pérdidas que ascienden a S/ 17,041.85 soles. Además, la empresa también tiene problemas con el mantenimiento de sus máquinas. La falta de mantenimiento ha llevado a paradas frecuentes y fallas en los hornos. El costo de estas paradas se estima en S/ 27,000.00 soles Finalmente,

otro problema que enfrenta la empresa es la falta de control de producción. Esta falta de control ha llevado a pérdidas debido a los insumos desperdiciados en los procesos de producción, lo que representa una pérdida anual de S/ 7,574.36 soles. Estos problemas subrayan la necesidad de mejorar los controles y procesos dentro de la empresa para reducir las pérdidas.

Para mejorar los procesos de la empresa, se utilizaron diferentes herramientas, entre las cuales se encuentra la herramienta Six Sigma. Esta metodología de mejora de procesos ayuda a las organizaciones a perfeccionar sus procesos de negocios. La aplicación fundamental de Six Sigma es establecer la uniformidad en los procesos para reducir la cantidad de variaciones del producto final. [3]. Además, Six Sigma es un enfoque de mejora continua de la calidad que se basa en hechos y datos para reducir errores y alcanzar altos objetivos de calidad. Este enfoque proporciona una estructura, un análisis y una racionalidad para el establecimiento de proyectos de mejora que están en línea con los objetivos planteados. Es decir, Six Sigma ofrece un marco para identificar variaciones en los procesos y reducirlas, lo que a su vez mejora la calidad del producto final. [4].

La herramienta Lean Manufacturing es una herramienta que ofrece un programa de mejora continua enfocado en eliminar el desperdicio en los procesos de producción. Esta herramienta se basa en los conceptos del Sistema de Producción Toyota (TPS) y proporciona un método estructurado, analítico y racional para optimizar los procesos de producción. [5], la cual permite agilizar los procesos de producción y mejorar la calidad del producto. De la misma forma, El análisis FODA es una herramienta que permite conocer la realidad de una organización y orientar su planificación estratégica. Consiste en identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que afectan a la organización. Esta herramienta ayuda a definir los objetivos, las estrategias y las acciones para mejorar el desempeño de la organización. [6].

Por otra parte, el diagrama de Ishikawa es una herramienta que permite analizar cualquier proceso o sistema, desglosando todos los factores que lo componen de manera jerárquica. Así, se puede visualizar las causas potenciales de un problema y encontrar las causas raíz. El diagrama de Ishikawa ayuda a mejorar la calidad y la eficiencia de los procesos [7]. Asimismo, el diagrama de Pareto, basado en el principio de Pareto o regla 80/20, permite identificar y priorizar los problemas más importantes en una organización. Su objetivo es ayudar a tomar decisiones informadas y enfocar esfuerzos en áreas de mayor impacto [8].

Asimismo, se hizo el uso de un histograma es donde el gráfico de barras muestra la distribución de frecuencias de un conjunto de datos. El objetivo es determinar la frecuencia de ocurrencia de los datos y también puede mostrar las discontinuidades en una base de datos obtenida de una población o muestra. Por otro lado, el diagrama de control es una herramienta que nos brindó gráficos por atributos para mejorar la calidad de los procesos con datos imprecisos y vagos. [9]. Además, se utilizó la matriz AMFE que identifica y prioriza los fallos de un producto o proceso. Su objetivo es prevenirlos o mitigarlos mediante acciones correctivas o preventivas. La matriz recoge información sobre el fallo, el efecto, la causa y el riesgo [10].

Como parte de los antecedentes se realizó la búsqueda de artículos de investigación donde hacen el uso de estas herramientas.

En su artículo de la Ref. [11] los autores revisan el uso de Six Sigma DMAIC y FMEA en el control de calidad de diferentes sectores industriales. Se obtuvo como resultado que estas herramientas mejoran la capacidad y el rendimiento de los procesos, y reducen los

defectos y los costos donde presentan casos de estudio exitosos en empresas de distinto tamaño.

Sumado a ello, en la Ref. [12] los autores, en su artículo, investigaron el impacto de una propuesta de mejora en las áreas de producción y calidad en la rentabilidad de la pesquera Jada S.A. en Chimbote, Perú en 2021. Para ello, utilizaron herramientas de mejora de calidad y pruebas estadísticas, como gráficos de control, QFD, FMEA, DMAIC y Lean Six Sigma. Los resultados mostraron una Tasa Interna de Retorno del 78.37% y un Valor Actual Neto (VAN) de S/35,799.48.

Seguidamente en la Ref. [13] en el artículo titulado “Waste Reduction of Molded Plastic Parts by Applying Principles of Six Sigma”, buscaron minimizar los productos no conformes y los residuos en el moldeo por inyección de plástico usando el enfoque Six Sigma DMAIC. Por ello, utilizaron herramientas como gráficos de control, diagramas de Pareto, histogramas, diagramas de Ishikawa, análisis del sistema de medición y listas de verificación. Los resultados muestran que el enfoque Six Sigma mejoró la calidad del producto final, redujo el DPMO (Defectos por Millón de Oportunidades) y aumentó el nivel sigma

Además, en la Ref. [14] en su artículo titulado “Analysis of production problems causing monetary losses at Los Jardines bakery, Trujillo, 2022”, tuvieron como objetivo principal analizar los fallos en la producción que causan pérdidas monetarias en la empresa. Para ello, utilizaron herramientas como gráficos de control, QFD, FMEA, DMAIC y Lean Six Sigma. Los resultados mostraron una Tasa Interna de Retorno del 65.89% y un Valor Actual Neto (VAN) de S/24,914.3, lo que indica que las medidas implementadas fueron rentables para la empresa.

También en la Ref. [15] en el artículo titulado “Application of quality management tools to reduce operating costs in the production of semi-trailer platforms in NASSI S.A.C. company Trujillo, 2021”, aplicaron herramientas de calidad y un Mapa de Ishikawa para mejorar la gestión de producción y reducir los costos operativos en la empresa. Los resultados mostraron que la propuesta era viable y rentable, con un Valor Actual Neto (VAN) de S/50,233.26, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 58.99% y un Beneficio/Costo (B/C) de S/. 1.20.

De igual manera, en la Ref. [16] en el artículo titulado “Implementation of quality processes to solve management problems in the company Sociedad Peruana de Ingeniería”, aplicaron herramientas de calidad para resolver los problemas de gestión de la empresa (SPII). Los resultados mostraron que se logró reducir las pérdidas económicas en un 36.5%, optimizar los indicadores y controlar los procesos de valor. La evaluación económica mostró que la propuesta generó un beneficio equivalente a S/. 134,540.70, lo que indica que la implementación de los procesos de calidad fue exitosa y rentable.

De igual forma, en la Ref. [17] en el artículo titulado “Improvement of profitability in quality management and production process in the Super Dorado poultry company. Trujillo, 2022”, crearon un plan para mejorar la rentabilidad en la gestión de calidad y el proceso de producción en la empresa. Debido a ello, aplicaron herramientas de calidad como el (QFD), el análisis (FMEA) y el método DMAIC Six Sigma. Los resultados mostraron que la propuesta generó un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 11,902.93, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 45.67% y un valor PRI (Período de Recuperación de la Inversión) de 261607.6, lo que indica que el plan fue viable y rentable para la empresa.

Igualmente, en la Ref. [18] en el artículo de investigación titulado “Proposal for improvement to reduce excess supply in the storage area of the company BON BEEF S.A.C. Trujillo, 2022”, determinaron una propuesta de mejora para reducir el exceso de abastecimiento en el almacenamiento de la empresa BON BEEF en Trujillo, Perú en 2022. Para ello, aplicaron herramientas de calidad como (QFD), (FMEA) y el método DMAIC Six Sigma. Los resultados mostraron que la propuesta logró optimizar el espacio de almacenamiento, reducir los costos operativos y mejorar la satisfacción del cliente.

Concerniente a otro de los artículos investigados, en la Ref. [19] los autores señalaron en su artículo de investigación titulado “Proposal for improvement through quality management to reduce costs in the company EASY PUBLICIDAD S.A.C. company Trujillo, 2022”, aplicaron herramientas de gestión de calidad y análisis de costos para calcular las pérdidas causadas por problemas en el proceso de producción y evaluar cómo reducirlas en la empresa. Utilizaron herramientas de mejora de calidad y pruebas estadísticas, incluyendo gráficos de control, QFD, FMEA, DMAIC y Lean Six Sigma. Se determinó que después de aplicar las herramientas de mejora, la cantidad total de pérdidas se redujo de S/. 15,434.69 a S/. 8,028.92, lo que representa un ahorro del 48%

Asimismo, en la Ref. [20] los autores lograron resolver el problema de la baja competitividad y la incertidumbre en el sector de las artes gráficas mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa Printer Colombiana S.A.S. Para ello, propusieron la creación de almacenes estacionales y la reubicación de pre-prensa, lo que redujo los tiempos de recorrido y alistamiento de la máquina, mejoró el tiempo de ciclo VSM y disminuyó los fallos en calidad. Además, diseñaron formatos de control en el proceso de impresión para mejorar el orden.

De la misma manera, en la Ref. [21] los autores indicaron en el artículo titulado “Continuous improvement of injection moulding using Six Sigma: case study”, buscaron mejorar la calidad del producto final en el molde por inyección de plástico eliminando defectos con métodos rentables. Para ello, utilizaron la metodología Six Sigma DMAIC, herramientas cuantitativas y cualitativas para identificar y eliminar las causas de los defectos y la variación en el proceso. Los resultados muestran que el enfoque Six Sigma redujo la tasa de rechazo, mejoró el nivel sigma de 4.06 a 4.5 y disminuyó el costo de la mala calidad en un 45%, lo que indica que la implementación de Six Sigma fue exitosa y rentable para la empresa.

Por consiguiente, en la Ref. [22] los autores en su artículo titulado “Implementation of quality management tools to reduce operating costs in the company inversiones postes sánchez S.A.C. 2021”, los autores tienen como objetivo desarrollar una propuesta de mejora para reducir los costos operativos de la empresa Inversiones Postes Sánchez S.A.C. Además, utilizaron herramientas de mejora de calidad y pruebas estadísticas, incluyendo gráficos de control, QFD, FMEA, DMAIC y Lean Six Sigma. La evaluación económica mostró una Tasa Interna de Retorno del 22.17% y un VAN de S/.1417.70

De este modo, en la Ref. [23] los autores en su artículo de investigación titulado “Proposal for improvement in the quality area to increase profitability in the company SEGUSA S.A.C. of the city of Trujillo, 2021”, el objetivo fue determinar una propuesta de mejora en el área de calidad para aumentar la rentabilidad en la empresa SEGUSA S.A.C. donde realizaron mejoras de calidad y pruebas estadísticas, incluyendo gráficos de control, QFD, FMEA, DMAIC y Lean Six Sigma. En los resultados, se obtuvo un beneficio de S/. 121,455.00 con un retorno del 34%

## II. METODOLOGIA

Esta investigación por naturaleza está basada en la ciencia exacta y formal, de tipo cuantitativo, alcance descriptivo, por diseño es una investigación propositiva y diagnóstica. Utilizando herramientas de mejora en las áreas de producción y calidad para incrementar la rentabilidad de una empresa.

La empresa se dedica al rubro de producción y ventas de panes, queques y bocaditos para diferentes eventos en la ciudad de Trujillo. Esta tiene como misión elaborar productos de panadería y pastelería de gran calidad y sabor con un servicio amable y oportuno. Por otra parte, la visión de la empresa es ser una de las mejores panaderías ofreciendo lo mejor para sus clientes y destacarse como una de las mejores en calidad, honestidad y responsabilidad.

Se llevó a cabo una evaluación de la situación actual de la compañía utilizando el esquema de Ishikawa, lo que nos permitió determinar los factores que están afectando negativamente las ganancias de la empresa, por otro lado, la propuesta de mejora se realizará a través del AMFE, Six Sigma y QFD, esto se detalla mejor en la tabla I sobre el procedimiento de esta investigación.

TABLA I  
PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

ETAPA	TECNICAS	DESCRIPCION
<b>Diagnostico</b>	Ishikawa	Se determinaron las diversas causas fundamentales de los problemas en la empresa
	Matriz de indicadores	Se clasificaron, describieron y se realizó la monetización de cada problema identificando.
	Monetización de pérdidas	Se estimó el monto monetario generado por cada causa
	Diagrama de Pareto	Se priorizó las causas que estaban generando una mayor pérdida monetaria.
	Gráfico de control estadístico	Se hizo un análisis sobre el control que tenía la empresa en sus procesos productivos.
<b>Solución propuesta</b>	QFD	Se hizo un análisis donde se pudo priorizar los requerimientos y expectativas de los clientes con relación a los requerimientos técnicos propuestos por la empresa.
	AMFE	Se evaluaron los posibles defectos que podrían presentarse en el proceso de producción
	DMAIC Six Sigma	Se hizo un análisis de la situación actual de la empresa, así como también se propuso las mejoras respectivas logrando unos mejores resultados en el nivel Z.
<b>Evaluación económica</b>	Flujo de caja proyectado	Se hizo un análisis de la inversión y los gastos operativos que iba a realizar la empresa para mejorar su rentabilidad con una proyección de 10 años.
	VAN	Se obtuvo un VAN de S/. 44,358.11.
	TIR	Se obtuvo un TIR de 58.27 % lo que hace viable a la propuesta de mejora.
	R B/C, ROI	Se obtuvo un B/c de 2.5.

### A. Diagnóstico de la empresa

Para iniciar el análisis de la situación de la empresa, se elaboró un Diagrama de Operaciones que muestra los procesos involucrados en la elaboración del pan de piso, con el objetivo de tener una comprensión más clara de los problemas identificados. Posteriormente, se utilizó el Diagrama de Ishikawa para determinar las causas subyacentes de la baja rentabilidad y los altos costos que estaban obstaculizando el crecimiento de la empresa. Esto permitió tener un enfoque más preciso sobre los problemas identificados y desarrollar soluciones efectivas.

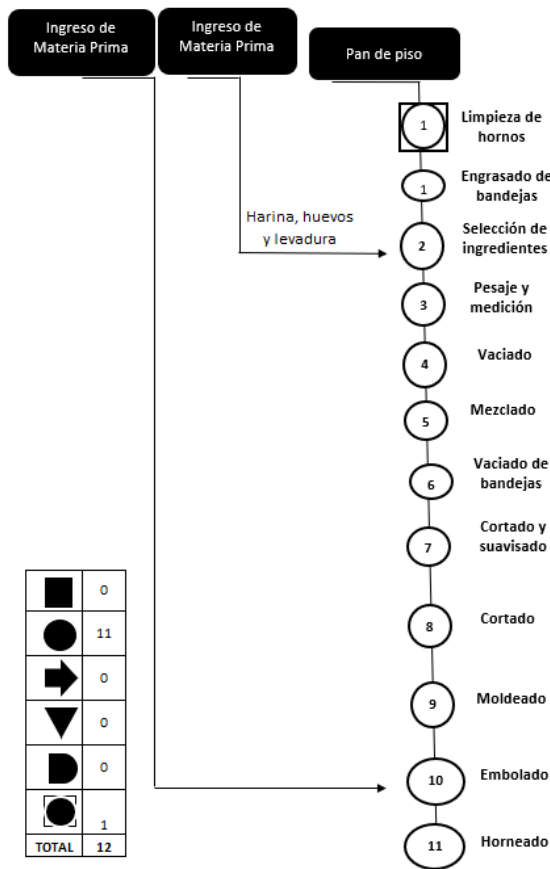


Fig. 1 Diagrama de Operaciones

Nota. En la presente figura se muestra el Diagrama de Operaciones del proceso productivo del pan de piso.

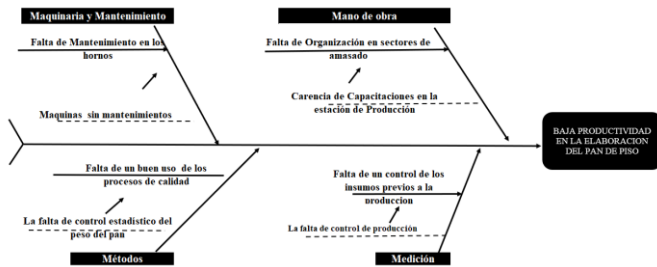


Fig. 2 Diagrama de Ishikawa

Nota. En la presente figura se muestra el Diagrama de Ishikawa identificando los problemas que actualmente están generando sobrecostos.

Después de desarrollar el diagrama Ishikawa y de identificar los problemas, encontramos 4 causas raíz que están generando pérdidas en la empresa. Estas son: falta de organización en el área de amasado, falta de control estadístico del peso del pan, falta de mantenimiento en las máquinas para la producción y falta de control de producción. Además, se desarrolló una matriz de indicadores para monitorear mejor estos problemas, como se puede ver en la Tabla II. Al abordar estas causas raíz, la empresa puede mejorar su eficiencia y reducir sus pérdidas.

TABLA II  
MATRIZ DE INDICADORES

CAUSA - RAÍZ	DESCRIPCIÓN	MONETIZACIÓN	VARIABLE
CR - 1	Falta de Organización en el área de amasado	Pérdidas por falta de capacitaciones y entrenamientos en los trabajadores, y del gestor por no supervisar dicha labor.	Carencia de Capacitaciones en la estación de Producción
CR - 2	La falta de control estadístico del peso del pan	Pérdida por falta de calidad en la producción, generando un stock bloqueado.	calidad baja
CR - 3	Falta de mantenimiento en las máquinas	Pérdidas por tiempo de paradas, por fallas debido al escaso mantenimiento.	Paradas anuales
CR - 4	La falta de control de producción	Pérdidas por los materiales e insumos deteriorados	Insumo Perdido

Una vez que se desarrolló la matriz de indicadores, se monetizaron las causas raíz presentadas en la Tabla II. Esto permitió cuantificar el impacto financiero de cada causa y priorizarlas de acuerdo con el costo que están generando para la empresa. Al abordar las causas con mayor impacto financiero primero, la empresa puede reducir sus pérdidas de manera más efectiva.

La primera causa raíz identificada fue la falta de organización en el área de amasado (CR1). A pesar de que la producción promedio era de 416 latas, la mala organización y la falta de capacitación generaban un 30% de producción fallida al mes, lo que equivale a 125 latas de pan de piso con mala calidad. Cada lata contenía 35 panes y el costo de producción de cada pan era de 0.29 soles. Esto resultaba en una deficiencia en la calidad y una pérdida anual de S/ 15,203.62 soles.

TABLA III  
MONETIZACION DE LA CAUSA RAÍZ 1

Mes	Latas	Producción		Ingreso Perdido
		Unidades Vendidas	Unidades dañadas	
1/01/2021	400.00	14,000.00	4,200.00	1,218.00
1/02/2021	500.00	17,500.00	5,250.00	1,522.50
1/03/2021	350.00	12,250.00	3,675.00	1,065.75
1/04/2021	350.00	12,250.00	3,675.00	1,065.75
1/05/2021	400.00	14,000.00	4,200.00	1,218.00
1/06/2021	380.00	13,300.00	3,990.00	1,157.10
1/07/2021	365.00	12,775.00	3,832.50	1,111.43
1/08/2021	350.00	12,250.00	3,675.00	1,065.75
1/09/2021	400.00	14,000.00	4,200.00	1,218.00
1/10/2021	398.00	13,930.00	4,179.00	1,211.91
1/11/2021	500.00	17,500.00	5,250.00	1,522.50
1/12/2021	600.00	21,000.00	6,300.00	1,827.00
<b>Promedio</b>	<b>416.08</b>	<b>14,562.92</b>	<b>4,368.88</b>	<b>1,266.97</b>
<b>Pérdida total por panes dañados y mala calidad</b>				<b>15,203.69</b>

El segundo problema identificado fue la falta de control estadístico del peso del pan de piso. Esto se debía a un mal control en la elaboración del pan, como la cantidad de harina utilizada y los pasos para lograr la forma y textura adecuadas. Como resultado, se generaba un stock bloqueado que no podía ser vendido debido a su mala calidad, lo que generaba una pérdida total de S/. 17,041.85 soles al año.

TABLA IV  
MONETIZACION DE LA CAUSA RAÍZ 2

Mes	Pan con el peso mal		Perdida por el pan
	Latas	Unidades	Unidades
1/01/2021	150	5250	1,522.50
1/02/2021	120	4200	1,218.00
1/03/2021	100	3500	1,015.00
1/04/2021	130	4550	1,319.50
1/05/2021	99	3465	1,004.85
1/06/2021	190	6650	1,928.50
1/07/2021	80	2800	812.00
1/08/2021	100	3500	1,015.00
1/09/2021	110	3850	1,116.50
1/10/2021	150	5250	1,522.50
1/11/2021	200	7000	2,030.00
1/12/2021	250	8750	2,537.50
<b>Promedio</b>	139.92	4,897.08	1,420.15
<b>Pérdida total por panes con mala calidad</b>			<b>S/. 17,041.85</b>

En tercer lugar, se identificó pérdidas debido a la falta de mantenimiento en las máquinas de producción. Este problema generaba paradas en la elaboración del pan, con un total de 38 paradas en un análisis inicial. Al no llevar un plan de mantenimiento preventivo, se generaban paradas diarias de alrededor de 3 horas sin producir pan para satisfacer la demanda. Esto generaba una pérdida total de S/. 27,000.00 soles al año.

TABLA V  
MONETIZACION DE LA CAUSA RAÍZ 3

Máquinas	Nº de paradas anuales	Precio Reparacion (S/)
1.Amasadora de pan	10	S/ 4,000.00
2.Divisor de masa	11	S/ 5,500.00
3.Horno a gas	8	S/ 7,600.00
4.Horno Eléctrico	9	S/ 9,900.00
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>S/ 27,000.00</b>

Por último, se identificó el problema de falta de control de producción. Este problema se generaba por un mal manejo de los insumos, que eran desperdiciados, tirados al suelo, mojados o almacenados incorrectamente. Un análisis inicial encontró que se perdía un promedio del 20% de los insumos utilizados para la producción al mes, incluyendo harina, sal, levadura, mantequilla, huevos y aceite. Esto generaba una pérdida anual de S/. 7,574.36 soles. Al mejorar el control de producción y manejo de los insumos, se podría reducir esta pérdida y aumentar la eficiencia en la producción.

TABLA VI  
MONETIZACION DE LA CAUSA RAÍZ 4

Mes	Costo de insumos desperdiciados					
	Harina	Sal	Levadura	Mantequilla	Huevos	Aceite
1/01/2021	S/101.40	S/4.00	S/1.00	S/75.00	S/182.52	S/208.80
1/02/2021	S/152.10	S/10.00	S/2.00	S/75.00	S/314.34	S/290.00
1/03/2021	S/50.70	S/20.00	S/3.00	S/50.00	S/91.26	S/208.80
1/04/2021	S/76.05	S/40.00	S/2.00	S/25.00	S/76.05	S/348.00
1/05/2021	S/101.40	S/30.00	S/2.00	S/60.00	S/81.12	S/232.00
1/06/2021	S/50.70	S/40.00	S/3.00	S/75.00	S/91.26	S/719.20
1/07/2021	S/76.05	S/50.00	S/1.00	S/50.00	S/101.40	S/174.00
1/08/2021	S/70.98	S/20.00	S/1.00	S/55.00	S/177.45	S/266.80
1/09/2021	S/65.91	S/30.00	S/1.00	S/75.00	S/76.05	S/232.00
1/10/2021	S/60.84	S/36.00	S/2.00	S/125.00	S/91.26	S/348.00
1/11/2021	S/55.77	S/64.00	S/1.00	S/60.00	S/101.40	S/348.00
1/12/2021	S/50.70	S/40.00	S/1.00	S/175.00	S/76.05	S/522.00
<b>TOTAL</b>	<b>912.60</b>	<b>384.00</b>	<b>20.00</b>	<b>900.00</b>	<b>1,460.16</b>	<b>3,897.60</b>
<b>Costo de insumos desperdiciados</b>						<b>7,574.36</b>

Finalizada la monetización de las causas raíces identificadas se procedió a realizar la importancia de cada una de las causas, se utilizó el Gráfico de Pareto. Con este método, se registraron y analizaron todos los problemas detectados en el esquema de Ishikawa, permitiendo así establecer prioridades en la resolución de los problemas.

TABLA VII  
TABULACION DEL DIAGRAMA PARETO

Causas	Costo	Costo acumulado	% Costo acumulado	80 - 20	% Nº De causas acumuladas
3 Falta de Organización en el área de amasado	S/ 27,000.00	S/ 27,000.00	40%	80%	75%
2 La falta de control estadístico del peso del pan	S/ 17,041.85	S/ 42,203.69	63%	80%	50%
1 Falta de mantenimiento en las máquinas	S/ 15,203.69	S/ 59,245.54	89%	80%	25%
4 La falta de control de producción	S/ 7,574.36	S/ 66,819.90	100%	80%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 66,819.90</b>				

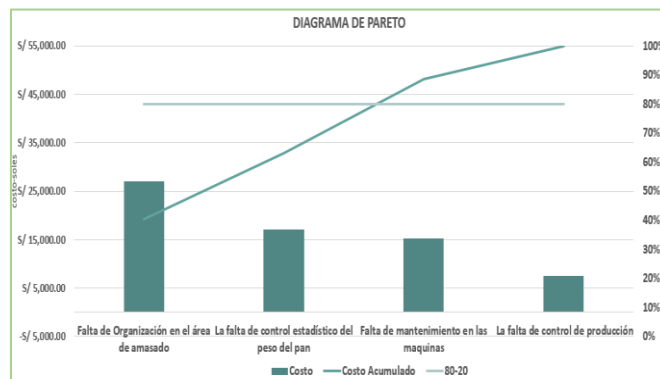


Fig. 3 Diagrama Pareto.

Además, se elaboraron gráficos de control para cada una de las causas raíz identificadas. Estos gráficos permiten monitorear y analizar las variables asociadas a cada problema, para así poder implementar acciones correctivas y preventivas. Para las causas raíz 1, 2, 3 y 4 se elaboraron gráficos específicos que permiten visualizar el comportamiento de las variables y tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia en la producción. Los datos obtenidos indican que el proceso actual para abordar cada una de las causas raíz no es efectivo. Por lo tanto, es necesario implementar herramientas de mejora, como la casita de calidad, el análisis de modo y efecto de falla (AMEF) y el método DMAIC Seis Sigma. Estas herramientas permiten analizar y mejorar los procesos para aumentar la eficiencia en la producción y reducir las pérdidas.

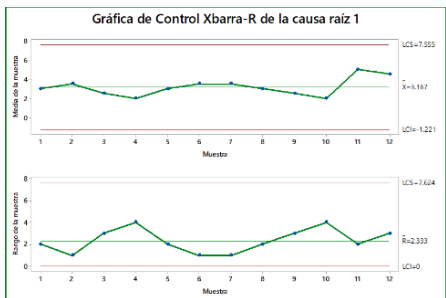


Fig. 4 Gráfica de Control CR 1

Nota. En la presente imagen se muestra que en cuanto a falta de organización en sectores de producción (capacitaciones al personal) en el año 2021 observamos que se encuentra por encima del control estadístico

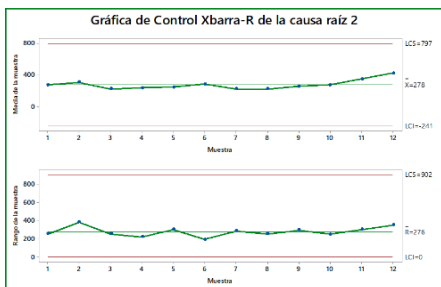


Fig. 5 Gráfica de Control CR 2.

Nota. En la presente imagen se muestra que, en cuanto a la característica de calidad de peso de las latas, se encuentra bajo control estadístico en cuanto a la centralidad y variabilidad. Estos gráficos se pueden utilizar para controles futuros.

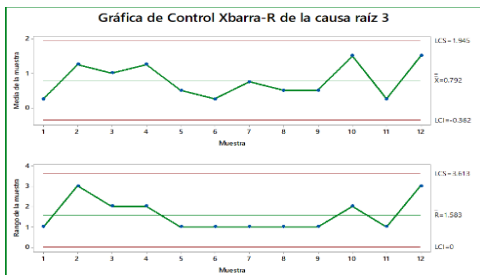


Fig. 6 Gráfica de Control CR 1

Nota. En la presente imagen se muestra que en cuanto la maquinaria y mantenimiento se encuentra bajo control estadístico en cuanto a la centralidad y variabilidad.

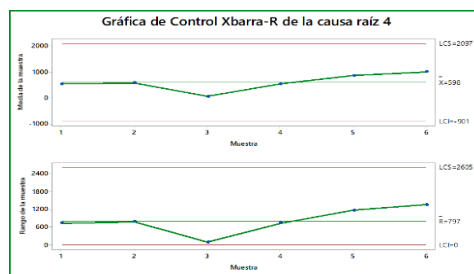


Fig. 7 Gráfica de Control CR 1

Nota. En la presente imagen se muestra que en cuanto a la característica de calidad sobre el control de insumos previa a la producción se encuentra bajo control estadístico en cuanto a la centralidad y variabilidad.

## B. Solución propuesta

Para mejorar la calidad, se desarrolló una propuesta que incluyó la aplicación de tres herramientas: el Despliegue de la Función de la Calidad (QFD), el Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMFE) y DMAIC Six Sigma. Como primer paso, se implementó la Casa de Calidad, que se basa en dos pilares fundamentales: los requerimientos del cliente y los requerimientos técnicos.

Esto permitió identificar las expectativas y necesidades de los clientes y desarrollar procesos orientados a satisfacerlas, mejorando así la satisfacción del cliente con los servicios que da la empresa y así poder incrementar las recomendaciones.

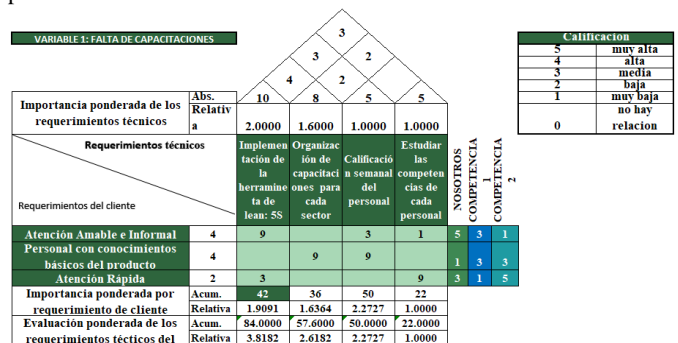


Fig. 8 QFD - Casita de Calidad CR1.

Nota. En la presente figura se identificó que el requisito técnico que tiene más relevancia fue la de implementación de la herramienta 5S logrando mejorar los procesos de producción.

Con la ayuda de la Casa de Calidad, se logró estandarizar los criterios exigidos por los clientes para cumplir con sus necesidades. Esta herramienta muestra los campos en los que debemos concentrar nuestros esfuerzos para lograr una mejora continua en la empresa. Asimismo, se realizó un diagrama de flujo para una mejor comprensión de los pasos a realizar en esta implementación.

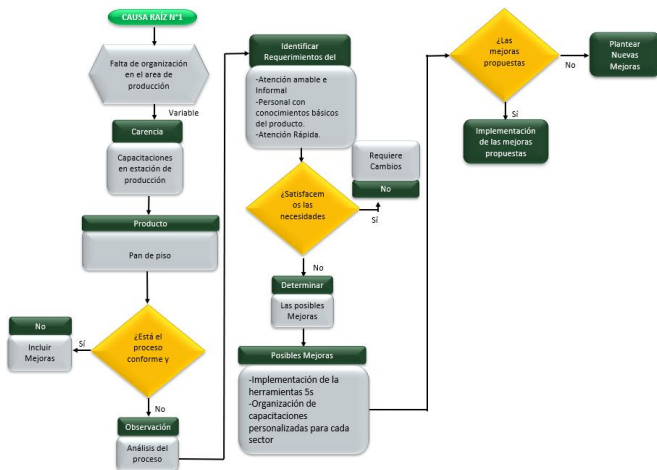


Fig. 9 Diagrama de Flujo CR1

Para aplicar el Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMFE) en el proceso productivo de la empresa, se analizaron los principales fallos y se determinó un NPR (Número Prioritario de Riesgo) a partir del producto de la ocurrencia, gravedad y detección de cada falla. Esto permitió identificar los fallos más relevantes y tomar medidas para disminuir el NPR, mejorar la satisfacción del cliente y reducir los costos productivos.

AMFE - DISEÑO		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES (DISEÑO)														
Nombre del sistema:	Supervisión en las Áreas de Producción y calidad	Nombre del proveedor exterior:	Producción y calidad		Nombre/Firma:	Anticona Gonzales Giam Pier										
Referencia subsistema:	Producción y calidad	Fecha de producción programada:	PAN DE PISO <th>Supervisor:</th> <td colspan="5">Anticona Gonzales Giam Pier</td>		Supervisor:	Anticona Gonzales Giam Pier										
Año	2021 <th>Fecha AMFE (original):</th> <td colspan="2">Abr-22 <th>Ultima revision</th> <td colspan="5">Nov-21 </td></td>	Fecha AMFE (original):	Abr-22 <th>Ultima revision</th> <td colspan="5">Nov-21 </td>		Ultima revision	Nov-21										
Nombre referencia de la pieza	Función de la pieza	Modo de fallo potencial	Efecto potencial de fallo	Causa potencial del fallo	Condiciones existentes				Resultados							
					Control es actual	Observación	Gravedad	Detección	NPR	Acción y estados recomendados	Área responsable de la acción correctora	Acción emprendida	Observación	Gravedad	Detección	NPR
1. Amasadora de pan	Amasar la masa del pan de piso	Tiempo de uso	No amasa uniformemente los ingredientes	Falta de mantenimiento	Ninguno	5	3	4	96	Tener supervisión registrada en el uso de la máquina	Área de Manteni.jento	Mantenimiento Correctivo inmediato	1	6	10	60
2. Divisor de masa	Dividir en porciones iguales la masa del pan de piso	Desigualdad en las porciones	Mala división	Falta de mantenimiento	Ninguno	8	3	3	72	Tener supervisión registrada en el uso de la máquina	Área de Manteni.jento	Mantenimiento Correctivo inmediato	1	6	10	60
3. Horno a gas	Levar uniformemente el pan en un tiempo establecido	No mantiene la temperatura correcta	Cocción inadecuada	Falta de mantenimiento	Ninguno	9	4	5	180	Tener supervisión registrada en el uso de la máquina	Área de calidad	Mantenimiento Correctivo inmediato	1	6	10	60
4. Horno Electrónico	Levar uniformemente el pan en un tiempo establecido	No mantiene la temperatura correcta	Masa encorvada	Falta de mantenimiento	Ninguno	8	2	2	32	Tener supervisión registrada en el uso de la máquina	Área de calidad	Mantenimiento Correctivo inmediato	1	6	10	60

Fig. 10 Matriz AMFE

Con el fin de conocer la variación en los procesos en relación con los requerimientos de los clientes, se utilizó la herramienta DMAIC Six Sigma. Se procedió a calcular el nivel Z, que es la distancia entre las especificaciones y la media u objetivo del proceso en unidades de desviación estándar. De esta manera, se determinó si las causas raíz cumplían con Six Sigma, con el objetivo de mejorar el proceso y aumentar la calidad de los productos de la empresa Panadera.

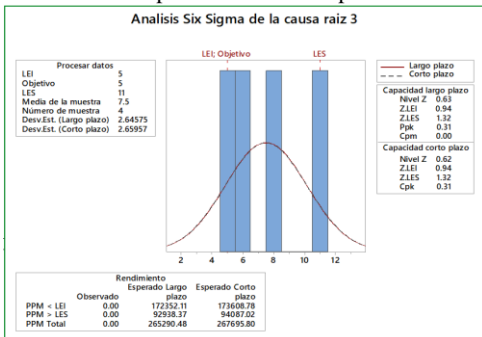


Fig. 11 Análisis Six Sigma CR3

Nota. En la presente figura se identificó el nivel Z que fue de 0.63 y los errores que llegaron a un total de 265,290.48 de oportunidades en un millón.

TABLA VIII  
ANÁLISIS SIX SIGMA DE TODAS LAS CAUSAS RAICES.  
ANÁLISIS DMAIC

CAUSA RAIZ	Falta de Organización en el área de amasado	La falta de control estadístico del peso del pan	Falta de mantenimiento en las máquinas	La falta de control de producción
D(definir)	Se identificó la desorganización de la empresa a base de la falta de capacitaciones a los empleados.	Se identificó la falta de buen uso de los procesos de calidad debido a la inexistencia de un control de pesos.	se identificó la falta de mantenimiento de maquinaria debido a las paradas anuales ocurridas en el 2021.	Se identificó la falta de un control de producción teniendo insumos deteriorados por el mal uso.
M(Medir)	Se obtuvo un Nivel de Z de 1.19 debido a la falta de capacitaciones	Se obtuvo un Nivel de Z de 0.84, debido a la falta del control estadístico para la producción.	Se obtuvo un Nivel de Z de 0.63, debido a la falta de mantenimiento que genera pérdidas monetarias.	Se obtuvo un Nivel de Z de 1.12, debido a un pésimo control de los insumos para la producción que genera pérdidas monetarias.
A(Análisis)	En la fase de Análisis, se estudió la baja rentabilidad en la elaboración del pan de piso	Se estudió la baja rentabilidad en la elaboración del pan de piso, identificando la mala calidad en los pesos previo a producción.	Se estudió la baja rentabilidad en la elaboración del pan de piso, identificando la falta de mantenimiento de las máquinas y las paradas anuales.	S Se estudió la baja rentabilidad en el área de producción, identificando como causa raíz el mal control de los insumos.
I(Optimizar)	Se implementó la herramienta Lean 5S, se reorganizaron las capacitaciones y se evaluaron semanalmente las competencias del personal. Se observó una reducción considerable tras implementar las herramientas de mejora, obteniendo un Nivel Z mejorado de 1.51	Se implementaron programas de planificación y se evaluaron semanalmente al personal.	e reorganizaron las maquinarias, se implementó un mantenimiento preventivo y se capacito al personal en el mejor manejo de estas.	Se implementó la metodología Jidoka y JIT en diferentes fases de la producción y se evaluaron semanalmente las competencias del personal.
C(Controlar)		Se observó una reducción considerable tras implementar las herramientas de mejora, obteniendo un Nivel Z mejorado de 1.04	Se observó una reducción considerable tras implementar las herramientas de mejora, obteniendo un Nivel Z mejorado de 0.90	Se observó una reducción considerable tras implementar las herramientas de mejora, obteniendo un Nivel Z mejorado de 1.54.

### C. Evaluación Económica

Con el fin de implementar las mejoras necesarias para abordar las causas raíz identificadas, se ha elaborado una propuesta de inversión que considera todos los equipos y herramientas indispensables para mejorar el rendimiento y reducir los sobrecostos innecesarios presentes en los procesos productivos de la empresa. Para la contratación de nuevo personal, incluyendo un practicante y un consultor de ingeniería industrial, se requerirá una inversión anual de S/. 3,240.00. El capacitador se encargará de realizar tres capacitaciones al año para asegurar una rentabilidad óptima y un desempeño mejorado.

TABLA IX  
INVERSIÓN PARA LA CONTRATACION DE PERSONAL

Contratación	CANT	Remuneración (S/. /Año)
Practicante de Ingeniería Industrial	1	S/. 1,500.00
Practicante de calidad	1	S/. 1,600.00
Capitador en el área de amasado	1	S/. 1,200.00
		S/. 4,300.00



Tras realizar la propuesta de mejora en esta investigación, se determinó la rentabilidad de la propuesta mediante la evaluación del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación (PRI).

TABLA X  
ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA PROPUESTA

VAN	S/. 44,358.11
TIR	58.27%
PRI	3.9 años

Con la evaluación económica, se determinó que la propuesta de mejora para la empresa es viable, ya que se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 44,358.11, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 58.27% y un Periodo de Recuperación de la Inversión de 3.9 años.

### III. RESULTADOS

A continuación, se hizo una comparación entre el costo perdido actual, costo perdido meta y el beneficio que se obtuvo gracias a la inversión propuesta lo cual mejorara la rentabilidad de la empresa solucionando cada uno de sus causas raíz.

TABLA XI  
PERDIDAS ACTUALES, MEJORADAS Y EL BENEFICIO DE LA PROPUESTA

CR	Descripción	Pérdida Actual (S./AÑO)	Pérdida mejorada (S./AÑO)	Beneficio (S./AÑO)
CR - 1	Falta de Organización en el área de amasado	S/15,203.69	S/10,642.58	S/4,561.10
CR - 2	La falta de control estadístico del peso del pan	S/17,041.85	S/9,373.02	S/7,668.83
CR - 3	Falta de mantenimiento en las máquinas	S/27,000.00	S/16,200.00	S/10,800.00
CR - 4	La falta de control de producción	S/7,574.36	S/3,408.46	S/4,165.90

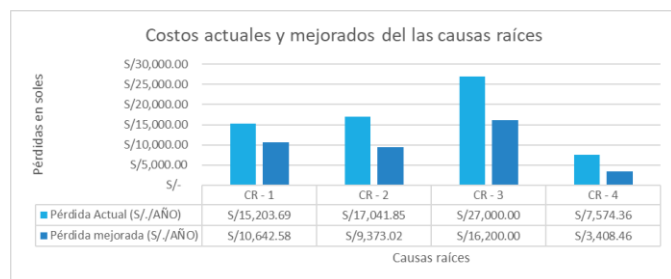


Fig. 12 Grafica de barras de los costos actuales y mejorados

Nota. En la presente imagen se muestra las diferencias obtenidas de los costos iniciales frente a los costos mejorados después de las mejoras realizadas

Se observa una disminución entre los costos actuales y los costos después de la mejora propuesta, gracias a las herramientas de mejora de cada causa raíz, así afirmamos que la propuesta de mejora funciona adecuadamente. Gracias a la herramienta Minitab, se pudo aplicar Six Sigma para encontrar la causa raíz 1 y obtener un nivel Z de 1.19. Esto permitió proponer procedimientos para mejorar la calidad en los

procesos productivos. Además, con la herramienta DMAIC Six Sigma, se logró una mejora en el nivel Z aumentando a 1.51, lo que indica una mayor calidad en los servicios.

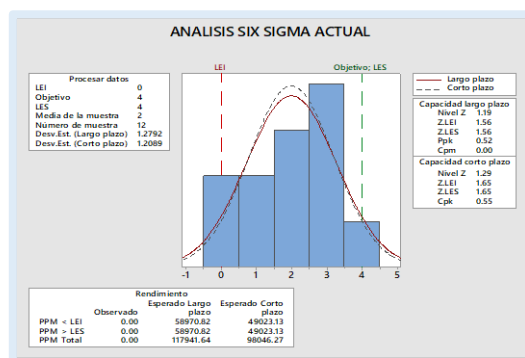


Fig. 13 Análisis Six Sigma CR1 actual

Nota. En la presente imagen se muestra el nivel Z que fue de 1.19 hallado gracias al Minitab

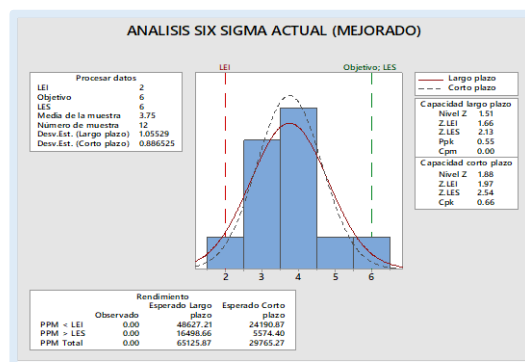


Fig. 14 Análisis Six Sigma CR1 mejorado

Nota. En la presente imagen se muestra el nivel Z que fue de 1.51 hallado gracias al Minitab

Se comparó el antes y después de la mejora de la causa raíz 1 con el Gráfico de control, utilizando Minitab. Se observó una mejora en el control del proceso.

Para las causas raíz 2, 3 y 4, se comparó el antes y después de la mejora con el Gráfico de control, utilizando Minitab. Se lograron mejoras como un mejor control de pesos con un proceso estandarizado para la elaboración, un mejor mantenimiento aplicando el mantenimiento preventivo, reduciendo las paradas de 38 a 13 y mejorando las mermas en el área de producción al estandarizar cada proceso para la elaboración del pan.

Los resultados de los gráficos Six Sigma y de control obtenidos con Minitab muestran una disminución de costos, lo que genera un beneficio para la empresa. Esto fue posible gracias al diagnóstico situacional realizado y a la implementación de herramientas como la Casa de calidad, AMFE y Six Sigma para mejorar en esta investigación.

### IV. DISCUSIÓN

En este estudio, se llevó a cabo un análisis detallado de la situación actual de la empresa Panadera, este análisis nos permitió identificar diversas causas fundamentales que estaban generando costos excesivos en el proceso productivo de la empresa. Para abordar estas causas, se emplearon herramientas de mejora específicas para cada una de ellas, identificadas a través del uso del diagrama de

Ishikawa. Los problemas existentes en la empresa son la falta de organización en el área de amasado, esto genera pérdidas por falta de capacitaciones y entrenamiento en los trabajadores y la falta de supervisión por parte del jefe de área por no supervisar dicha labor generando una pérdida de S/ 15,203.69 soles, después de realizar la implementación se logró reducir esta pérdida a un monto de S/ 10,642.58 obteniendo un beneficio de S/ 4,561.10.

Asimismo, otro de sus problemas es la falta de control estadístico del peso del pan, generando pérdidas de producto terminado que se elevaron a S/ 17,041.85 soles logrando reducir esta cantidad después de las mejoras realizadas a S/ 9,373.02, obteniendo un beneficio de S/ 7,668.83. Por otro lado, otro de los problemas es la falta de mantenimiento en las máquinas, generando pérdidas por tiempo de paradas, por fallas y escases de mantenimiento dando un costo igual a S/ 27,000.00 soles, después del uso adecuado de las herramientas se logró reducir esta pérdida a S/ 16,200.00 obteniendo un beneficio de S/ 10,800.00. Asimismo, otro de los problemas es la falta de control de producción que generó pérdidas por los materiales e insumos desperdiciados, entre otros, lo que representa una pérdida anual de S/ 7,574.36 soles, reduciéndolo a S/ 3,408.46 dando un beneficio de S/ 4,165.90.

Además, los gráficos de control elaborados antes y después de las mejoras implementadas muestran que algunos puntos estaban fuera de control antes de iniciar la propuesta de mejora. Esto indica dificultades para mantener el control de los procesos y productos. Sin embargo, después de la implementación de las mejoras, se logró un mayor control en los procesos, como se puede apreciar en los gráficos de control elaborados. En general, todos los puntos están dentro de los límites superior e inferior, lo que indica un mejor control en los procesos. De la misma manera en el artículo de la ref. [21] Se utilizaron gráficos de control X-R y NP para analizar las causas raíz que generaban costos excesivos en el proceso productivo de la empresa Inversiones Postes Sánchez S.A.C. Los gráficos de control mostraron que el proceso estaba fuera de control estadístico antes de la implementación de las mejoras propuestas, lo que indicaba una alta variabilidad y un bajo nivel de calidad. Sin embargo, después de la implementación de las mejoras, los gráficos de control mostraron que el proceso estaba dentro de los límites de control, lo que indicaba una menor variabilidad y un mayor nivel de calidad. Esto demuestra la efectividad de las herramientas de mejora utilizadas y la importancia de los gráficos de control para medir y mejorar el desempeño de los procesos productivos.

Con respecto a la herramienta Six sigma se aplicó a la causa raíz 1, debido a que esta causa raíz corresponde a una variable, en las cuales haciendo uso del programa Minitab se obtuvo un valor de nivel Z de 1.19 para la causa raíz 1 a largo plazo. Para mejorar el nivel Z de la causa raíz 1 se hizo uso de las herramientas tales como QFD y AMFE, de este modo se pudo obtener una mejora donde el nuevo valor Z obtenido con la implementación de la propuesta de mejora asciende a 1.51 en la capacidad con una perspectiva a largo plazo.

Así como en un artículo ref. [19] La mejora de procesos Six Sigma, permitió identificar la variabilidad de los datos recolectados de las variables y atributos de las causas diagnosticadas, entre los límites de especificación tanto a largo como a corto plazo. Asimismo, determinar el nivel Z en los que se encuentran los procesos para poder analizar las mejoras necesarias que permitan alcanzar un nivel Six Sigma a través del ciclo DMAIC. Este proceso se aplicó a cada una de

las 4 causas raíz donde obtuvieron el aumento de la calidad del 40% al 47%, en el área de producción 52% al 60% con una ganancia de 66.32%.

Por último, después de las propuestas implementadas en cada una de las causas raíz identificadas dentro del proceso productivos de la empresa Panadera, se pudo reducir los costos operativos que producir estos problemas, lo cual se puede obtener un VAN equivalente a S/ 44,358.11, un TIR que ascendía a un porcentaje equivalente al 58.27% con el Periodo de Retorno de Inversión (PRI) de 3.9 y un B/C de 2.5 años, lo cual nos dice que la propuesta es viable. Así como los resultados obtenidos en la ref. [17] donde los autores en su artículo proponen un plan de mejora para reducir el exceso de oferta en el área de almacenamiento de la empresa Bon Beef S.A.C. Trujillo, 2022, utilizando herramientas de calidad como QFD, Matriz AMFE, Six Sigma, entre otras. Estiman las pérdidas monetarias causadas por cuatro causas raíz que afectan el proceso productivo y priorizan la más grave. También realizan una evaluación económica y financiera del plan de mejora, encontrando un VAN positivo de S/ 1,137.70, un TIR de 22.17% y un periodo de recuperación de 8.7 años. Concluyen que el plan de mejora es factible y beneficioso para la empresa.

## V. CONCLUSIONES

Este estudio se centró en diagnosticar la situación actual del área de producción de una empresa panadera. Se utilizaron herramientas como el diagrama de Ishikawa y Pareto para llevar a cabo este diagnóstico. Sin embargo, la investigación enfrentó varias limitaciones. La accesibilidad y disponibilidad de datos fue un desafío, ya que la empresa no contaba con un sistema de registro o seguimiento detallado. Además, el tiempo para la recolección de datos fue limitado a solo cuatro horas al día.

A pesar de estas limitaciones, se logró identificar y priorizar cuatro causas raíz principales que afectaban la eficiencia de los procesos de producción. Estas incluyen la falta de organización en el área de amasado, la falta de control estadístico del peso del pan, la falta de mantenimiento en las máquinas y la falta de control de producción. Estos factores resultaron en clientes insatisfechos y una baja rentabilidad para la empresa panadera. Este diagnóstico proporciona una base sólida para futuras intervenciones y mejoras en los procesos de producción.

Tras identificar las limitaciones y las causas raíz de los problemas en la empresa panadera, se desarrolló una propuesta para implementar una Gestión de Calidad. Esta propuesta incluye la aplicación de diversas herramientas como AMEF, Gráficos de control, programa y registro de capacitaciones, QFD, diagramas de flujo y análisis Six Sigma. La implementación de estas herramientas tiene como objetivo mejorar cada etapa del proceso de producción. Se espera que esto resulte en la reducción de tiempos muertos y producción defectuosa. Además, se busca contar con un personal más preparado y calificado. De esta manera, a pesar de las limitaciones iniciales, se espera que la empresa panadera pueda mejorar su eficiencia y rentabilidad.

Finalmente, esta investigación tuvo un impacto positivo en las causas raíces, obteniendo un incremento en las capacitaciones, que pasaron de 24 al año a 52, logrando mejorar la efectividad en el área de amasado, pasando de un 30% de mala producción a un 15%. Asimismo, en el área de pesos se redujo el porcentaje de latas con mal peso, pasando de un 34% a un 20%. También se redujeron las fallas en las máquinas, que inicialmente eran 38 paradas al año y se redujeron a 20, incrementando la producción. Por otro lado, se redujo la merma por insumos perdidos, pasando de un 20% a un 8%, logrando

reducir las pérdidas. Así mismo, las herramientas de calidad Six Sigma, fue efectiva para incrementar los estándares de calidad en el proceso productivo de la empresa Panadera y reducir los costos. La propuesta de mejora es viable y rentable, generando un VAN de S/. 44,358.11, un TIR del 58.27% y un PRI de 3.9 años con una proyección a 10 años.

#### REFERENCIAS

- [1] Guzmán, J. (2020). Lima concentra el 43% de panaderías del Perú. PQS. <https://pqs.pe/actualidad/lima-concentra-el-43-de-panaderias-del-peru/>
- [2] Andina. (2020, marzo 12). Lima concentra el 43% de panaderías del Perú. PQS. <https://www.pqs.pe/actualidad/lima-concentra-el-43-de-panaderias-del-peru>.
- [3] Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(2), 277-288. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000200012>
- [4] Huerca, C., González, J., Blanco, P., (2012). El papel de la estadística en la metodología seis sigmas. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4608590.pdf>
- [5] Canahua Apaza, N. M. (2021). Implementación de la metodología TPM- Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica. *Industrial Data*, 24(1), 49–76. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>.
- [6] González, J. (2004). El análisis FODA en la gestión universitaria. *Revista de Ciencias Económicas*, 22(1), 129-142. <https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/00290.pdf>
- [7] Santos, G., & Campos, G. (2021). El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8232842.pdf>.
- [8] Orozco Ocegüera, J., Madrigal Estrada, K., Carrillo Gutierrez, T., Nakasima Lopez, M., & Beltrán Salomón, E. (2018). Manufactura esbelta: Caso de estudio en una empresa de productos eléctricos. *Universidad Autónoma de Baja California*. <http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/revistaaristas/numeros/N12/articulos/269-275.pdf>.
- [9] Chud, V. & Escobar, N. (2017). Gráficos difusos versus gráficos tradicionales para el control de procesos por atributos. *Mutis*, 7(1), 34-47. <https://doi.org/10.21789/22561498.11189>.
- [10] González, J. C., Myer, R. A., & Pachón, W. (2017). La evaluación de los riesgos antrópicos en la seguridad corporativa: del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) a un modelo de evaluación integral del riesgo. *Revista Científica General José María Córdova*, 15(19), 269-289. <https://doi.org/10.21830/19006586.81>.
- [11] Ishak, A., Siregar, K., Asfiryati, & Naibaho, H. (2019). Quality Control with Six Sigma DMAIC and Grey Failure Mode Effect Analysis (FMEA): A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1), 012057. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012057>.
- [12] Rodríguez-Alza, M. A., Domínguez-García, B. S., & Guerrero-Cárdenas, G. A. (2022). Improvement with quality tools in the fishery jada S.A. chimbote, 2021. In *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* (pp. 2022-July). <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.223>.
- [13] Shah, H., Karkera, S., & Vaity, S. (2023). Waste Reduction of Molded Plastic Parts by Applying Principles of Six Sigma. In *Proceedings of International Conference on Intelligent Manufacturing and Automation* (pp. 243-266). Springer.
- [14] Rodríguez-Alza, M. A., Aguilar-Portilla, P. A., & Fernández-Merino, M. E. (2022). Analysis of production problems causing monetary losses at los jardines bakery, trujillo, 2022. In *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* (pp. 2022-December). <https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.92>.
- [15] Rodríguez-Alza, M. A., Reyes-Hancco, A. S., & Salazar-Bacón, M. A. (2022). Application of quality management tools to reduce operating costs in the production of semi-trailer platforms in NASSI S.A.C. company trujillo, 2021. In *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* (pp. 2022-July). <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.250>.
- [16] Rodríguez-Alza, M. A., Armas-Martí, M. P. A., & Gavelán-Terry, P. J. (2022). Implementation of quality processes to solve management problems in the company sociedad peruana de ingeniería. In *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* (pp. 2022-December). <https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.44>.
- [17] Rodríguez-Alza, M. A., Lezama-Aliaga, D. S., & Sarabia-Espino, M. S. (2022). Improvement of profitability in quality management and production process in the super dorado poultry company. trujillo, 2022. In *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* (pp. 2022-December). <https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.117>.
- [18] Rodríguez-Alza, M. A., Cabello-Solórzano, M. A., & Lino-Tejeda, L. C. (2022). Proposal for improvement to reduce excess supply in the storage area of the company bon beef S.A.C. trujillo, 2022. In *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* (pp. 2022-December). <https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.157>.
- [19] Rodríguez-Alza, M. A., Aguirre-Irigoyen, G., & Salinas-Hernández, L. F. (2022). Proposal for improvement through quality management to reduce costs in the company EASY PUBLICIDAD S.A.C. company trujillo, 2022. In *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* (pp. 2022-December). <https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.120>.
- [20] Fuentes, E., Parra, C. & Cañón, O. (2022). DESARROLLO DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN PRINTER COLOMBIANA S.A.S. *Revista De Ingeniería, Matemáticas y Ciencias De La Información*, 9(17) <https://doi.org/10.21017/rimci.2022.v9.n17.a110>.
- [21] Maged, A., Haridy, S., Kaytbay, S., & Bhuiyan, N. (2019). Continuous improvement of injection moulding using Six Sigma: case study. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 32(2), 243-266.
- [22] Rodríguez-Alza, M. A., Chávez-Lázaro, D. A., & Vargas-Flores, J. W. (2022). Implementation of quality management tools to reduce operating costs in the company inversiones postes sánchez S.A.C. 2021. In *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* (pp. 2022-July). <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.400>.
- [23] Rodríguez-Alza, M. A., Alva-Lecca, W. J., & Carbajal-Arenas, P. A. (2022). Proposal for improvement in the quality area to increase profitability in the company SEGUSA S.A.C. of the city of Trujillo, 2021. In *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology* (pp. 2022-December). <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.339>.