

Proposal for improvement to reduce costs in the production line of a baking company in the city of Trujillo, 2024

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, Melany Georgette Reyes-Muñoz, estudiante de Ingeniería Industrial¹, Diana Zayth Torres-Romero, estudiante de Ingeniería Industrial¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, n00293718@upn.pe, n00294640@upn.pe

Abstract– The research aimed to analyze the implementation of improvements in the production line to reduce costs for the baking company using quality management tools. The study was quantitative and descriptive in nature, with a diagnostic and propositional design. An in-depth analysis of the company's current state was conducted using the Ishikawa diagram, successfully identifying the causes of a loss of S/. 68,803.69, which were: lack of training at the production station, lack of production control, lack of preventive maintenance, and lack of supervision of the oven temperature. To present the improvement proposal, the following engineering methodologies were utilized: Quality Function Deployment (QFD), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), and DMAIC-Six Sigma. These tools helped optimize the company's operational process, ensuring that the product was consistently manufactured while preventing errors and reducing high costs. As a result, a reduction of S/. 21,884.63 in the company's losses was achieved, along with an increase in Cpk values and Z-level in each of the indicators. Additionally, an economic/financial evaluation of the improvement proposal was conducted, resulting in a Net Present Value (NPV) of S/. 27,624.53, an Internal Rate of Return (IRR) of 86.49%, recovering the total investment in 2.1 years, concluding that the proposal was feasible.

Keywords– QFD, AMFE, DMAIC-Six Sigma, Management, Quality

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

Propuesta de mejora para reducir costos en la línea de producción de una empresa panificadora en la ciudad de Trujillo, 2024

Proposal for improvement to reduce costs in the production line of a baking company in the city of Trujillo, 2024

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, Melany Georgette Reyes-Muñoz, estudiante de Ingeniería Industrial¹, Diana Zayth Torres-Romero, estudiante de Ingeniería Industrial¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, n00293718@upn.pe, n00294640@upn.pe

Resumen– La investigación tuvo como objetivo analizar la implementación de mejoras en la línea de producción para reducir los costos de la empresa panificadora mediante herramientas de gestión de la calidad. El estudio fue de naturaleza cuantitativa y descriptiva, con un diseño de carácter diagnóstico y propositivo. Se realizó un análisis a profundidad del estado actual de la empresa utilizando el diagrama de Ishikawa, logrando identificar las causas que generaron una pérdida de S/. 68,803.69, las cuales fueron: falta de capacitación en la estación de elaboración, falta de control de producción, falta de mantenimiento preventivo y falta de supervisión en la temperatura del horno. Para presentar la propuesta de mejora se utilizaron las siguientes metodologías de ingeniería: Casa de calidad (QFD), Análisis de Modos de Fallos y Efectos (AMFE), DMAIC-Six Sigma. Estas herramientas ayudaron a optimizar el proceso operativo de la empresa, asegurar que el producto se fabricara de manera consistente, previniendo errores y los costos elevados. Como resultados, se obtuvo una reducción de S/. 21,884.63 en las pérdidas de la empresa y un aumento de los valores Cpk y nivel Z en cada uno de los indicadores. Además, se realizó una evaluación económica/financiera de la propuesta de mejora, obteniendo un VAN de S/. 27,624.53, un TIR del 86.49%, recuperando el total de la inversión en 2.1 años, concluyendo que la propuesta fue factible.

Palabras Clave-- QFD, AMFE, DMAIC-Six Sigma, Gestión, Calidad

Abstract– The research aimed to analyze the implementation of improvements in the production line to reduce costs for the baking company using quality management tools. The study was quantitative and descriptive in nature, with a diagnostic and propositional design. An in-depth analysis of the company's current state was conducted using the Ishikawa diagram, successfully identifying the causes of a loss of S/. 68,803.69, which were: lack of training at the production station, lack of production control, lack of preventive maintenance, and lack of supervision of the oven temperature. To present the improvement proposal, the following engineering methodologies were utilized: Quality Function Deployment (QFD), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), and DMAIC-Six Sigma. These tools helped optimize the company's operational process, ensuring that the product was consistently manufactured while preventing errors and reducing high costs. As a result, a reduction of S/. 21,884.63 in the company's losses was achieved, along with an increase in Cpk values and Z-level in each of the indicators. Additionally, an economic/financial evaluation of the improvement proposal was conducted, resulting in a Net

Present Value (NPV) of S/. 27,624.53, an Internal Rate of Return (IRR) of 86.49%, recovering the total investment in 2.1 years, concluding that the proposal was feasible.

Keywords-- QFD, AMFE, DMAIC-Six Sigma, Management, Quality

I. INTRODUCCION

Actualmente, la industria panadera desempeña un papel crucial en la economía global al proporcionar alimentos básicos consumidos diariamente por millones de personas. En países como Perú, las panificadoras enfrentan desafíos para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos sin afectar la calidad de sus productos. Respecto a ello, esta investigación tiene como objetivo identificar prácticas efectivas que puedan aplicarse en el sector panadero para mejorar su sostenibilidad económica y competitividad en el mercado.

La empresa panadera destaca por su compromiso y variedad de productos horneados. Sin embargo, afronta desafíos significativos como los costos elevados en su línea de producción, retrasos en las entregas, defectos en las empanadas y el desperdicio de insumos. Estas dificultades impiden que la empresa mantenga su rentabilidad y cumpla con las expectativas de sus clientes.

Para mejorar los procesos de la empresa, se utilizan herramientas de gestión de calidad, entre las cuales se encuentra el diagrama de Ishikawa, una técnica que permite la identificación y clasificación de ideas e información relacionadas con las causas de los problemas [10]. Del mismo modo, el diagrama de Pareto permite identificar el problema principal y ayuda a localizar la causa más importante con el principio de Pareto, también conocido como la ley del 80-20. El 20% de tus problemas generan el 80 % de tus pérdidas [5].

Asimismo, el histograma es un gráfico de barras que presenta los datos de una empresa de manera ordenada con el propósito de determinar la frecuencia con la que ocurren ciertos eventos [13]. Por otra parte, el gráfico de control brinda una información detallada sobre los estándares de calidad establecidos, lo que permite conocer las desviaciones presentes y comparar los resultados obtenidos dentro del gráfico [8].

Otra herramienta importante es la casa de calidad, una matriz donde se determina la relación entre los atributos requeridos por el cliente y los elementos de medición de lo que la empresa puede proporcionar. Esto se debe a que las

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

percepciones de los clientes son fundamentales para definir qué ofrecer a los consumidores y cómo hacerlo [3].

La matriz AMFE es una herramienta de prevención que permite identificar los posibles fallos de un proceso, ya sea nuevo o existente, determinando sus causas [6]. Su propósito es definir acciones para reducir o minimizar los riesgos [5]

Adicionalmente, se utiliza Six Sigma, un sistema de gestión que emplea técnicas de mejora de calidad para reducir defectos y, de esta manera, incrementar la eficiencia de los procesos y máquinas [12]. Acompañando a Six Sigma está el método DMAIC, el cual, a través del desarrollo de cinco etapas, logra establecer, identificar y mejorar un sistema funcional, o colaborar en el diseño y desarrollo de uno nuevo [4].

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

En su artículo, Ref. [2], los autores utilizan herramientas de calidad como QFD, AMFE y DMAIC - Six Sigma para determinar el impacto de la propuesta de mejora en el área de producción sobre la productividad de la empresa panadera. Los resultados obtenidos incluyen un VAN de S/. 44,358.11, un TIR de 58.27% y un periodo de recuperación de la inversión de 3.9 años.

Además, en la Ref. [1], en el artículo titulado “Análisis de los problemas en la producción que causan pérdidas monetarias dentro de la Pastelpan Los Jardines, Trujillo, 2022”, se aplican metodologías de ingeniería para reducir costos operacionales. Los resultados mostraron un VAN de S/. 24,914.3, mayor a la inversión inicial de s/. 15,330.00, con un TIR de 65.89% y un PRI de 3 años.

Finalmente, en la Ref. [11], los autores, en su artículo titulado “Implementación de herramientas de gestión de la calidad para incrementar la productividad en la empresa GLÜCK DULCES DETALLES E.I.R.L. 2022”, determinan una mejora en los indicadores del proceso productivo, obteniendo un beneficio de S/. 39,703.70, además de un VAN de S/. 118,901.71, un TIR de 187.08% y un PRI de 9 años.

Considerando lo mencionado anteriormente, se resalta la importancia de implementar un sistema de gestión de calidad para abordar los problemas que generan el aumento de los costos operativos en la empresa.

II. METODOLOGIA

Este estudio empleó una metodología basada en la ciencia formal y exacta, con un enfoque cuantitativo y descriptivo, de tipo diagnóstica y propositiva. Estuvo orientada a la implementación de herramientas de mejora en las áreas de producción y calidad para aumentar la rentabilidad de la empresa.

Asimismo, los recursos utilizados en la investigación incluyeron una laptop Acer Corei5, el programa Microsoft Office Excel y el software Minitab, donde se procesaron los datos obtenidos. La fuente de información abarcó tesis, artículos de investigación y libros obtenidos de base de datos

científicas. A continuación, se detallan las etapas para el proceso de investigación.

TABLA I
PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION

ETAPA	TECNICAS	DESCRIPCION
Diagnóstico	Diagrama de Ishikawa	Se identificaron las causas raíz de la problemática.
	Matriz de indicadores	Se clasificaron, describieron y se realizó la monetización para cada una de ellas.
	Diagrama de Pareto	Se priorizaron las causas que generan mayor pérdida monetaria.
Solución propuesta	QFD	Se determinaron los principales requerimientos de los clientes y sus requerimientos técnicos.
	AMFE	Se identificaron las fallas en el proceso, con el objetivo de reducirlas.
	DMAIC - Six Sigma	Se planteo soluciones para mejorar los resultados en el nivel Z.
Evaluación económica	VAN	Se calcula el Valor Neto Actual, que indica cuanto se va ganar o perder con la inversión realizada.
	TIR	Se determina la Tasa Interna de Retorno para saber si el proyecto es rentable.
	PRI	Se evalúa el tiempo de recuperación de la inversión.

A. Diagnóstico de la empresa

Se comenzó con un análisis de la situación actual de la empresa, utilizando el diagrama de Ishikawa para poder identificar las causas raíz que generaban altos costos operacionales en la panificadora. En este proceso se identificaron factores relacionados con la mano de obra, medición, maquinaria y métodos.

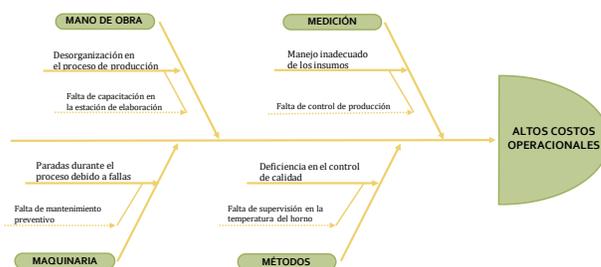


Fig. 1 Diagrama de Ishikawa

Nota. En la presente figura se muestra el Diagrama de Ishikawa señalando los problemas que están generando pérdidas.

Tras aplicar el diagrama de Ishikawa, se identificaron cuatro causas raíz que estaban generando pérdidas en la empresa. Además, cada una de ellas fue monetizada adecuadamente, como se puede ver en la Tabla II.

La primera fue la falta de capacitación en la estación de elaboración, ya que el personal no contaba con el conocimiento necesario sobre el uso de los equipos de medición, lo que provocaba una pérdida anual aproximada del 23.87%.

En segundo lugar, la falta de control en la producción, ocasionada por una deficiente organización en el área de almacén, generaba una pérdida total de S/1,439.92 al año.

La tercera causa fue la falta de supervisión en la temperatura del horno, debido a la distracción del personal durante el tiempo de horneado de las empanadas, lo que resultaba en un promedio de 4,249 unidades quemadas al año.

Por último, la falta de mantenimiento preventivo ocasionaba retrasos en la línea de producción debido a las frecuentes paradas de máquinas.

TABLA II
MATRIZ DE INDICADORES Y MONETIZACIÓN

CAUSA RAIZ	DESCRIPCION	MONETIZACIÓN	PÉRDIDA ANUAL
CR - 1	Falta de capacitación en la estación de elaboración	Pérdida por falta de capacitación al personal, debido a que no saben emplear las cantidades correctas.	S/.9,271.10
CR - 2	Falta de control en la producción	Pérdida por insumos desperdiciados, debido a que un porcentaje de ellos no fueron almacenados adecuadamente.	S/.1,439.92
CR - 3	Falta de supervisión en la temperatura del horno	Pérdida por la falta de calidad en la producción, provocando que las unidades afectadas no sean vendidas	S/.3,526.67
CR - 4	Falta de mantenimiento preventivo	Pérdida por el tiempo (días) de paradas por fallas, debido al escaso mantenimiento que les brindan a las maquinarias	S/.54,566.00

Después de evaluar económicamente las causas, empleamos el diagrama de Pareto para determinar cuál de ellas tenía un impacto significativo en las pérdidas de la empresa. Esto nos permitió establecer prioridades en la resolución de los problemas.

TABLA III
TABULACION DEL DIAGRAMA PARETO

Causas	Costo	Costo acumulado	% Costo acumulado	% N° de causas acumuladas
CR - 4	S/.54,566.00	S/.54,566.00	79%	25%
CR - 1	S/.9,271.10	S/.63,837.10	93%	50%
CR - 3	S/.3,526.67	S/.67,363.77	98%	75%
CR - 2	S/.1,439.92	S/.68,803.69	100%	100%
TOTAL	S/.68,803.69			

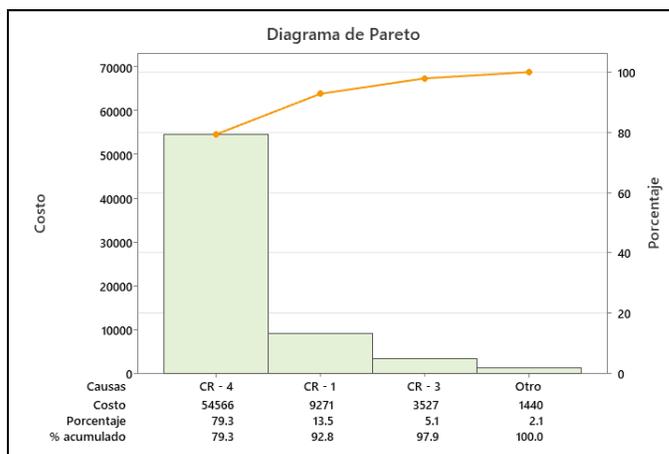


Fig. 2 Diagrama de Pareto
Nota. En la presente figura se muestran las causas raíz ordenadas de forma descendente según las pérdidas que generan.

Además, los datos fueron evaluados mediante el uso de histogramas y gráficos de control para analizar el rendimiento de nuestros procesos. Los índices de capacidad del proceso (Cp) y de capacidad ajustada (Cpk) arrojaron valores menores a 1, lo que indicó que el proceso no era capaz de cumplir con las especificaciones.

TABLA IV
ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

CAUSA RAIZ	DESCRIPCION	Cp	Cpk
CR - 1	Falta de capacitación en la estación de elaboración	0.16	-4.34
CR - 2	Falta de control en la producción	0.06	-0.09
CR - 3	Falta de supervisión en la temperatura del horno	0.14	-1.30
CR - 4	Falta de mantenimiento preventivo	0.37	-0.18

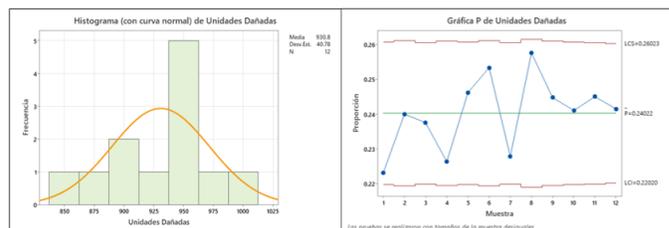


Fig. 3 Histograma y Grafico de control P (CR1 - Atributo)
Nota. En la figura se muestran el histograma y el gráfico de control de las unidades dañadas.

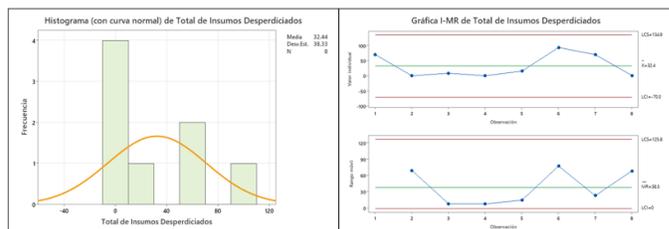


Fig. 4 Histograma y Grafico de control I-RM (CR2 - Variable)
Nota. En la figura se muestran el histograma y el gráfico de control de los insumos desperdiciados.

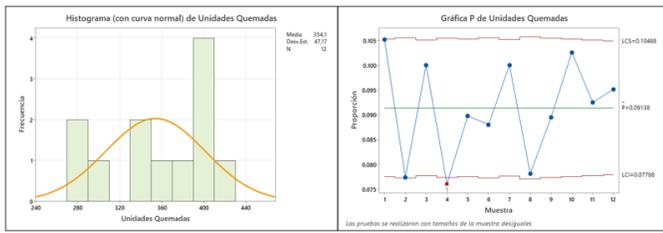


Fig. 5 Histograma y Grafico de control P (CR3 - Atributo)
 Nota. En la figura se muestran el histograma y el gráfico de control de las unidades quemadas.

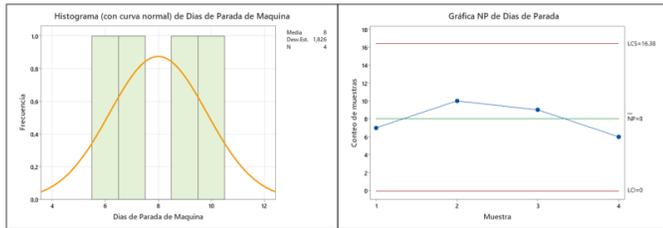


Fig. 6 Histograma y Grafico de control NP (CR4 - Atributo)
 Nota. En la figura se muestran el histograma y el gráfico de control de los días de parada.

B. Solución propuesta

Para la propuesta de mejora se utilizaron tres herramientas clave: el Despliegue de la Función de la Calidad (QFD), el Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMFE) y DMAIC-Six Sigma. En primer lugar, se implementó la Casa de la Calidad, tomando en cuenta tanto los requerimientos del cliente como los técnicos.

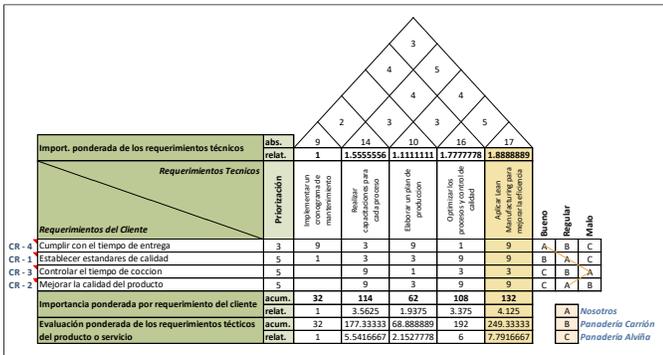


Fig. 7 QFD – Casita de calidad
 Nota. En la presente figura se muestra la Casita de Calidad, basada en los requerimientos de los clientes y requerimientos técnicos.

El Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMFE) permitió identificar los principales fallos en la línea de producción, identificando las áreas que necesitaban atención urgente para mejorar la fiabilidad y seguridad del proceso.

Proceso	Fallos Potenciales			Condiciones existentes			N° Prioridad de riesgo (RPN)	Acciones recomendadas	Responsable de la acción correctiva	Resultados					
	Modo de fallo	Efectos	Causas	Método de detección	Gravidad	Frecuencia				Gravidad	Frecuencia	N° Prioridad de riesgo (RPN)			
Recepción de insumos	Insumos en mal estado	Mala calidad del producto	Mala capacitación en el almacenamiento	Inspección semanal de la materia prima	7	5	1	70	Planificación de producción	Supervisor	Implementación de un plan de materia prima	5	1	5	25
Pesado de ingredientes	Variación en el peso de las empaques	Proporción de ingredientes mal medido	Poco conocimiento de los instrumentos de medición	Validar en la consistencia de la masa	5	6	3	90	Capacitación a los trabajadores	Supervisor	Capacitación a los trabajadores	5	2	7	35
Asesado	Parada por desgaste de la rueda de rodamiento	Retraso en la línea de producción	Falta de mantenimiento	Cantidad de paradas	10	5	1	50	Plan de mantenimiento preventivo	Trabajador	Mantenimiento a máquina	4	2	1	8
Refino de empuje	Cantidad de refino irregular	Clientes inconformes	Falta de estandarización	Notable al momento del empuje del producto	4	4	4	128	Emplear utensilios de medición	Trabajador	Proporcionar cucharas medidas	5	2	3	30
Horneado	Abrasion en la temperatura y tiempo de horneado	Empaques quemados o rotos	Difusion de los trabajadores	Notable al retirar de las bandejas	9	7	2	126	Implementación de alarmas	Trabajador	Colocar alarmas visuales	6	4	2	48

Fig. 8 Matriz AMFE
 Nota. En la presente figura se muestra el NRP antes y después de las recomendaciones.

Para evaluar la variación de los procesos en relación con los requerimientos de los clientes, se utilizó la herramienta DMAIC-Six Sigma. Esto permitió aumentar la eficiencia, reducir los defectos, mejorar el rendimiento y satisfacer las necesidades del cliente.

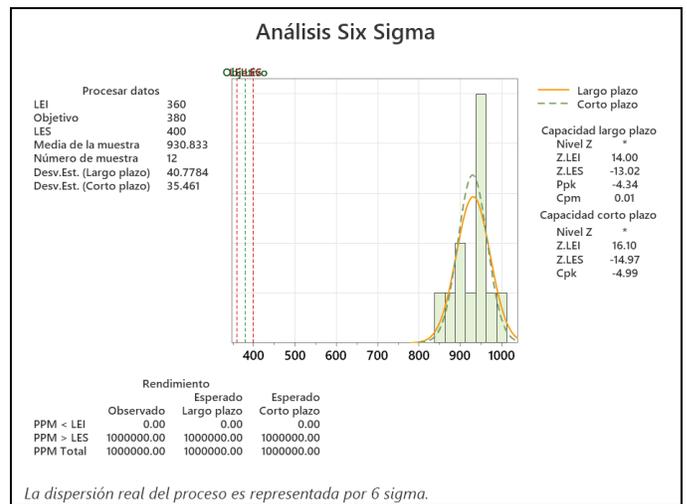


Fig. 9 Análisis Six Sigma – CR1
 Nota. En la presente figura se muestra el Análisis Six Sigma de las unidades dañadas antes de la mejora.

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (definir)	Productos defectuosos y altos costos Falta de capacitacion del personal Proporciones inadecuadas de los ingredientes
M (Medir)	Pérdida economica de unidades no vendidas Reducción de unidades dañadas Tiempo dedicado a las capacitaciones
A (analizar)	Diagrama de Ishikawa Grafico de analisis de capacidad Six Sigma Histograma de frecuencias de unidades dañadas
I (optimizar)	Implementar un plan de capacitación en la precision del pesaje Estandarizar las cantidades de ingredientes que se emplearán
C (controlar)	Monitorear la eficacia de la nueva capacitacion Control sobre los insumos que se utilizarán

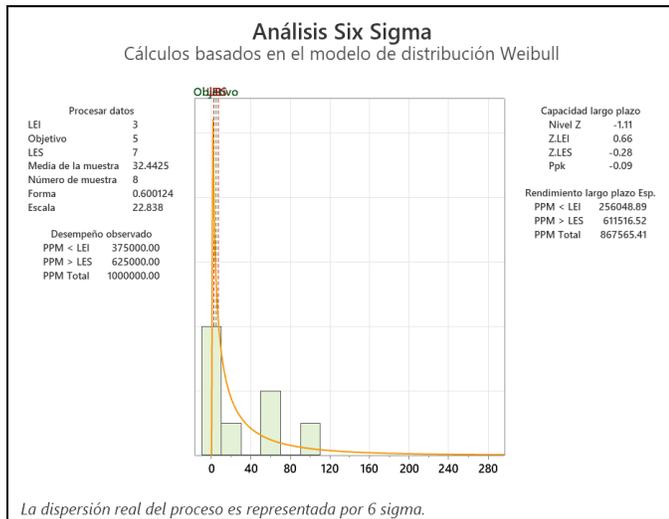


Fig. 10 Análisis Six Sigma – CR2
 Nota. En la presente figura se muestra el Análisis Six Sigma de los insumos desperdiciados antes de la mejora.

TABLA VI
 METODOLOGIA DMAIC – CR2

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (definir)	Desperdicio de insumos por mal almacenamiento
	Retraso en la línea de producción
	Mala organización en el almacén
M (Medir)	Cantidad de insumos desperdiciados (kg)
	Reiteración en los errores de almacenamiento
A (analizar)	Diagrama de Ishikawa
	Gráfico de control de insumos desperdiciados
I (optimizar)	Implementación de un sistema de gestión de inventarios
	Rediseñar layout para facilitar la organización
C (controlar)	Asegurarse que los insumos más antiguos se usen primero
	Supervisar semanalmente la organización del almacén

TABLA VII
 METODOLOGIA DMAIC – CR3

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (definir)	Empanadas quemadas o mal cocidas
	Deficiente control sobre el tiempo de cocción
	Trabajadores distraídos
M (Medir)	Pérdida económica de unidades no vendidas
	Reducción de unidades quemadas
A (analizar)	Gráfico de control de unidades quemadas
	Histograma de frecuencia
	Diagrama de Ishikawa
I (optimizar)	Colocar alarmas visibles
C (controlar)	Implementar sistemas de control de temperatura en el horno
	Supervisar el nuevo sistema y control de temperatura
	Realizar auditorias periodicas del equipo

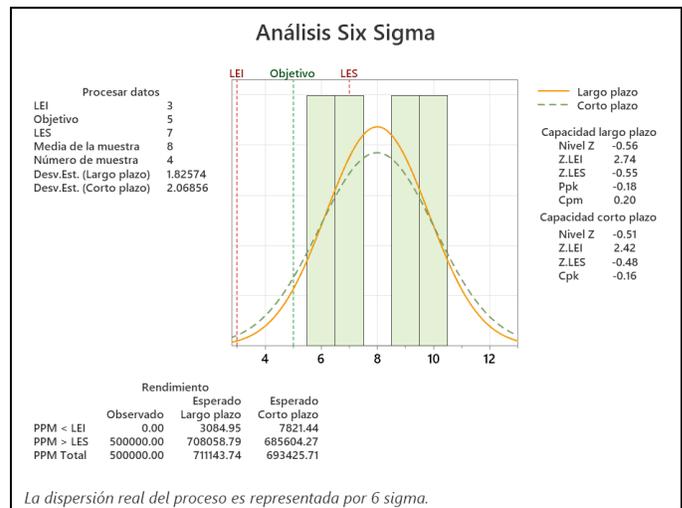


Fig. 12 Análisis Six Sigma – CR4
 Nota. En la presente figura se muestra el Análisis Six Sigma de los días de parada antes de la mejora.

TABLA VIII
 METODOLOGIA DMAIC – CR4

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (definir)	Retraso en la línea de producción
	Número de paradas por fallas
	Disminucion de la vida util de las máquinas
M (Medir)	Frecuencia de paradas de maquinaria
	Costos de reparación
A (analizar)	Diagrama de frecuencia de números de paradas anuales
	Despliegue de Funcion de Calidad
I (optimizar)	Implementar un programa de mantenimiento preventivo
	Implementar capacitaciones sobre mantenimiento basico a los operarios
C (controlar)	Establecer un plan de monitoreo del plan de mantenimiento
	Retroalimentación continua de los trabajadores

C. Evaluación económica

Una vez definida la propuesta, se elaboró un presupuesto para la implementación de las mejoras, detallando los costos estimados para cada etapa. Este contempló gastos en equipos tecnológicos, apoyo de especialistas y mobiliario.

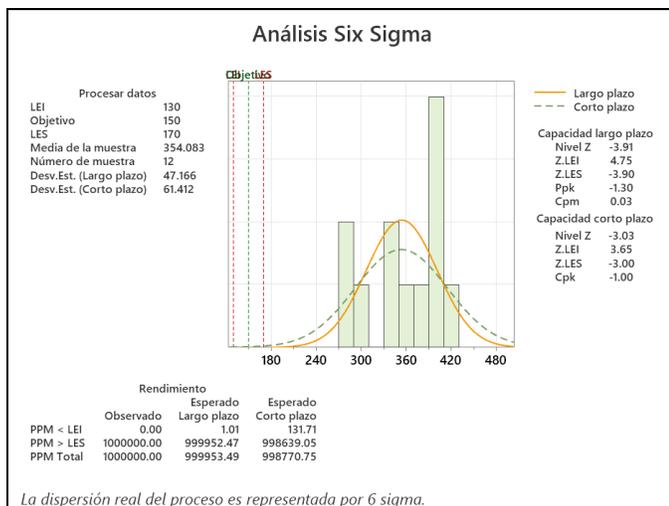


Fig. 11 Análisis Six Sigma – CR3
 Nota. En la presente figura se muestra el Análisis Six Sigma de las unidades quemadas antes de la mejora.

TABLA IX
INVERSION TOTAL

Descripción	Nº	Costo mensual	Costo unitario	Costo anual
Practicante de calidad (QFD)	1	S/1,500.00	-	S/1,500.00
Practicante de Ing. Industrial (AMFE)	1	S/1,750.00	-	S/1,750.00
Ingeniero Industrial (DMAIC- Six Sigma)	1	S/3,500.00	-	S/3,500.00
Laptop	3	-	S/1,400.00	S/4,200.00
Escritorio	3	-	S/180.00	S/540.00
Impresora	1	-	S/450.00	S/450.00
Sillas de oficina	3	-	S/100.00	S/300.00
TOTAL				S/12,240.00

Para la evaluación económica/financiera realizamos una proyección de 7 años, considerando un costo de oportunidad del 20%.

AÑO	ESTADO DE RESULTADOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Ingresos		S/ 21,884.63	S/ 22,978.86	S/ 24,127.80	S/ 25,334.49	S/ 26,600.80	S/ 27,930.95	S/ 29,327.50
Costos operativos		S/ 6,750.00	S/ 7,087.50	S/ 7,441.88	S/ 7,813.97	S/ 8,204.67	S/ 8,614.90	S/ 9,045.65
Depreciación activos		S/ 1,302.50						
GAV		S/ 675.00	S/ 708.75	S/ 744.19	S/ 781.40	S/ 820.47	S/ 861.49	S/ 904.56
Utilidad antes de impuestos		S/ 13,157.13	S/ 13,880.11	S/ 14,639.24	S/ 15,436.33	S/ 16,273.27	S/ 17,152.06	S/ 18,074.79
Impuestos (30%)		S/ 3,947.14	S/ 4,164.03	S/ 4,391.77	S/ 4,630.90	S/ 4,881.98	S/ 5,145.62	S/ 5,422.44
Utilidad después de impuestos		S/ 9,209.99	S/ 9,716.08	S/ 10,247.47	S/ 10,805.43	S/ 11,391.29	S/ 12,006.44	S/ 12,652.35

Fig. 13 Estados de resultados

AÑO	FLUJO DE CAJA							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Utilidad después de impuestos		S/ 9,209.99	S/ 9,716.08	S/ 10,247.47	S/ 10,805.43	S/ 11,391.29	S/ 12,006.44	S/ 12,652.35
Depreciación		S/ 1,302.50						
Inversión		S/ 12,240.00	S/ 10,512.49	S/ 11,018.58	S/ 11,549.97	S/ 12,109.79	S/ 12,688.94	S/ 13,294.85

Fig. 14 Flujo de caja

Tras la implementación de la propuesta de mejora, evaluamos su rentabilidad mediante indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación (PRI).

TABLA X
INDICADORES ECONOMICOS

VAN	S/27,624.53
TIR	86.49%
PRI	2.1 años

III. RESULTADOS

Se presentan los costos actualizados después de implementar las herramientas en la panificadora. Estos resultados reflejaron una reducción en las pérdidas asociadas a cada causa raíz, generando un beneficio de S/. 21,884.63.

TABLA XI
PERDIDA ACTUAL, MEJORADA Y BENEFICIO

Causas	Pérdida actual (S./AÑO)	Pérdida mejorada (S./AÑO)	Beneficio (S./)	Inversión (S./)
CR - 4 : Falta de mantenimiento preventivo	S/ 54,566.00	S/ 39,027.00	S/ 15,539.00	S/ 12,240.00
CR - 1 : Falta de capacitación en la estación de elaboración	S/ 9,271.10	S/ 5,121.10	S/ 4,150.00	
CR - 3 : Falta de supervisión en la temperatura del horno	S/ 3,526.67	S/ 2,397.87	S/ 1,128.80	
CR - 2 : Falta de control de producción	S/ 1,439.92	S/ 373.09	S/ 1,066.83	

A partir de los datos obtenidos, se realizaron gráficos comparando los costos actuales y los mejorados para cada causa.

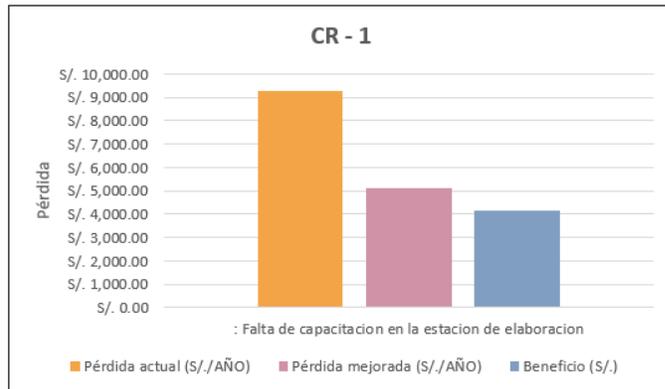


Fig. 15 Comparación de pérdidas – CR1

Nota. En la figura se muestra la comparación de las pérdidas económicas generadas por las unidades dañadas.

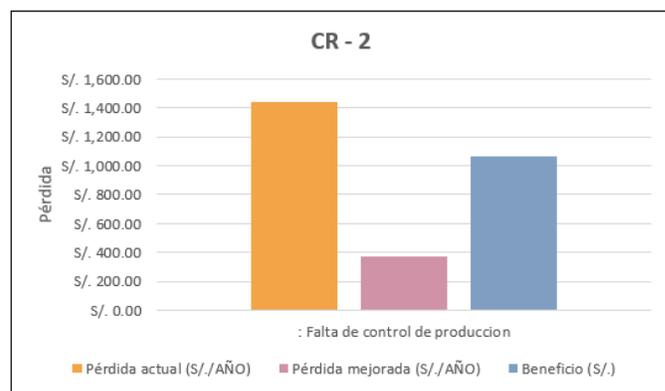


Fig. 16 Comparación de pérdidas – CR2

Nota. En la figura se muestra la comparación de las pérdidas económicas generadas por los insumos desperdiciados.

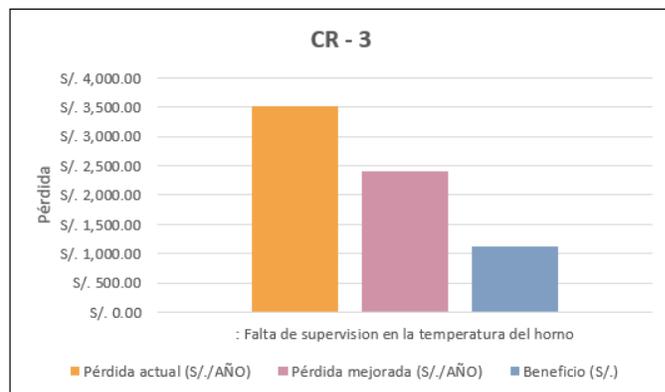


Fig. 17 Comparación de pérdidas – CR3

Nota. En la figura se muestra la comparación de las pérdidas económicas generadas por las unidades quemadas.

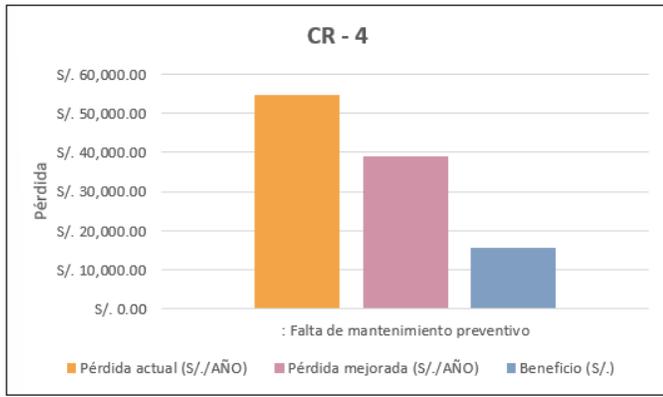
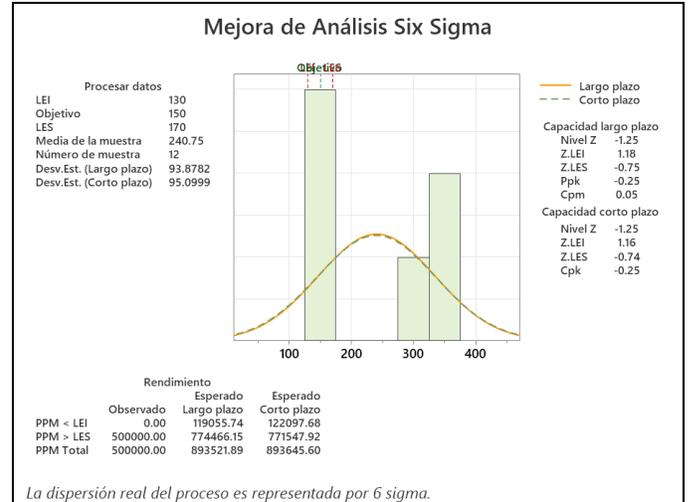


Fig. 18 Comparación de pérdidas – CR4

Nota. En la figura se muestra la comparación de las pérdidas económicas generadas por los días de parada.

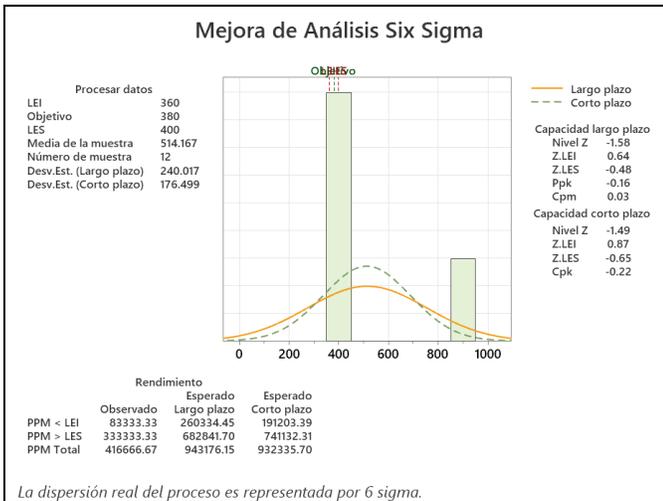
Además, con la herramienta DMAIC-Six Sigma, se logró aumentar los valores Cpk y nivel Z en cada uno de los indicadores.

Fig. 20 Análisis Six Sigma Mejorado – CR2



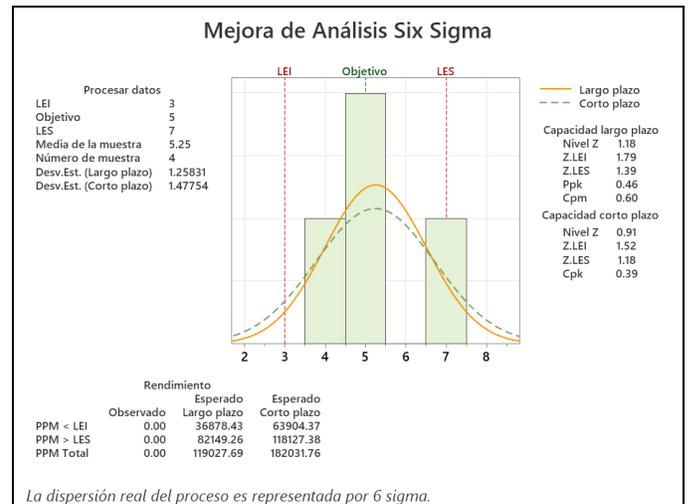
La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Fig. 21 Análisis Six Sigma Mejorado – CR3



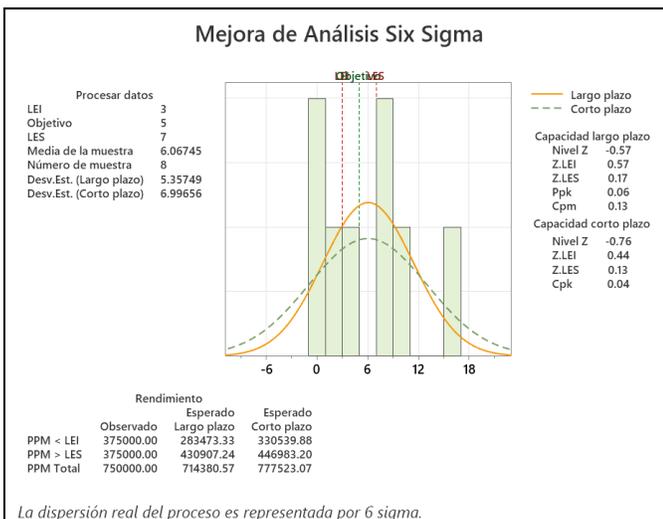
La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Fig. 19 Análisis Six Sigma Mejorado – CR1



La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Fig. 22 Análisis Six Sigma Mejorado – CR4



La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Después de la mejora, se llevó a cabo una comparación entre el Cpk y el nivel Z respecto a su estado previo.

TABLA XII
COMPARACION DE CAPACIDAD SIX SIGMA

Causa	Indicador	Inicial		Mejora	
		S/	Cpk	S/	Cpk
CR - 4	Días de parada	S/ 54,566.00	- 0.18	S/ 39,027.00	0.46
CR - 1	Unidades dañadas	S/ 9,271.10	- 4.34	S/ 5,121.10	- 0.16
CR - 3	Unidades quemadas	S/ 3,526.67	- 1.30	S/ 2,397.87	- 0.25
CR - 2	Insumos desperdiciados	S/ 1,439.92	- 0.09	S/ 373.09	0.06
TOTAL		S/ 68,803.69		S/ 46,919.06	

IV. DISCUSIONES

En esta investigación se emplean el diagrama Ishikawa y el diagrama de Pareto para identificar los problemas principales que generan pérdidas económicas [10][5]. En tabla XI, se observa que la pérdida para la cuarta causa raíz, con su indicador de días de parada, se reduce un 28.48% debido a la

implementación de un programa de mantenimiento preventivo a través del DMAIC-Six Sigma. El cual es un sistema de gestión que emplea técnicas de mejora de calidad para reducir defectos y, de esta manera, incrementar la eficiencia de los procesos y máquinas [12].

En cuanto a la falta de capacitación en la estación de elaboración, se obtuvo un beneficio del 44.76% debido a la estandarización en las cantidades de ingredientes. Logrando un incremento de la capacidad de producción y la eficiencia [9]. Además, en la tercera causa se redujo un 32.01% de las pérdidas ocasionadas por la falta de supervisión en la temperatura del horno tras la implementación de alarmas.

Por último, la falta de control de producción, con su indicador de insumos desperdiciados, se redujo en un 74.09% gracias a la implementación de un sistema de gestión de inventarios, con el fin de rotar eficientemente las existencias y así evitar deterioro [7].

IV. CONCLUSIONES

Se concluye que, mediante el uso de los diagramas Ishikawa y Pareto, logramos identificar las causas que afectan la rentabilidad de la empresa. Luego de implementar una propuesta de mejora en el control de calidad, respaldada por herramientas como la ‘Casita de Calidad’ (QFD), la matriz AMFE y el enfoque DMAIC-Six Sigma, se han reducido las pérdidas en un 31.38%, generando un beneficio de S/. 21,884.63.

Para la evaluación económica, primero se asignó una inversión de S/. 12,240.00. Posteriormente, se calcularon los indicadores financieros, obteniendo un valor actual neto de S/. 27,624.53 y una tasa interna de retorno del 86.49%, lo que permite recuperar la inversión total en 2.1 años, concluyendo así que la propuesta es viable.

REFERENCIAS

[1] Aguilar, M. (2022). Análisis de los problemas en la producción que causan pérdidas monetarias dentro de la pastelería Los Jardines, Trujillo, 2022. Scopus. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85150713548&origin=inward&txGid=2e928a29aec450874dcccbbc9855ae2e>

[2] Anticona, G. (2023). Costeo de pérdidas por problemas en la calidad y mejora en la gestión de procesos productivos de una empresa panificadora. Scopus. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85187280755&origin=inward&txGid=31b5262f69fc3e2db0977f34fc7bfdac>

[3] Benites, R., Chávez, S., Rodríguez, B. & Ulloa, S. (2020). Diagnóstico mediante la gestión por procesos del Consorcio Ferretero Cielo Azul SAC, 2020. SciELO. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432022000400106&lang=es

[4] Chicaiza, M. (2022). Aplicación del ciclo DMAIC de Lean Six Sigma para la mejora de los procesos de reparación y repinte en el área de colisiones de una empresa automotriz de la ciudad de Quito. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22609/1/MSQ352.pdf>

[5] Chilón, L. & Tejada, G. (2023). Aplicación de las herramientas de gestión de calidad para reducir costos operacionales de una fábrica de ladrillos en la ciudad de Trujillo, 2023. Scopus.

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85187304266&origin=inward&txGid=14e316d22ea474305103d55f9113897a>

[6] Fernández, D. & Perleche, D. (2016). Implementación de un sistema de mejora continua para aumentar la productividad del área de procesamiento de menestras de Agronegocios Sicán S.A.C. utilizando la metodología PHVA Lambayeque 2016. Alicia Concytec. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USMP_2f56fe4ad0b12897c9299e4a3781d3bd/Details

[7] García, J. (2020). Sistema de control interno de inventarios para la mejora de rentabilidad de la empresa comercial distribuidores Baique EIRL-2019. Alicia Concytec. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_100a9834663251ca8c7d9855288b816d/Details

[8] Gonzales, R. & Méndez, L. (2023). Mejora en la gestión de la calidad para reducir costos en la empresa SERGECOR S.A.C. Scopus. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85187292482&origin=inward&txGid=74a106c3f49a14d4362195eae6d6b110>

[9] Jesús, C. & Cristian, M. (2019). Estandarización de procesos para mejorar la productividad en una línea de ensamble de una empresa fabricante de baterías automotrices. Recuperado de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2728/IND-T030_70785114_T%20%20MENDOZA%20MORALES%20CRISTIAN%20ALEXIS.pdf?jsessionid=4E6F1DDD0922BFF80A744251E798D476?sequence=1

[10] López, P. (2016). Herramientas para la mejora de la calidad. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=92K0DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=histograma+herramienta+de+calidad&ots=XT01600DKQ&sig=EbEHZ0aXGJL-N59OmYBefZo7Pug#v=onepage&q=histograma%20herramienta%20de%20calidad&f=false>

[11] Mucching, V. (2022). Implementación de Herramientas de Gestión de la Calidad para Incrementar la Productividad en la Empresa Glück Dulces Detalles E.I.R.L. 2022. Scopus. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85179554745&origin=inward&txGid=4da91160ad76eca5c387dc8c4d7d90da>

[12] Rodríguez, V. & Valencia, N. (2024). Propuesta de Mejora del proceso de producción utilizando la metodología DMAIC Six Sigma para reducir reprocesos en una pyme de confección textil. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654479>

[13] Vergara, G. & Villanueva, J. (2022). Análisis de la pérdida monetaria por deficiencia en la Gestión de Calidad del proceso productivo de la empresa Punku Madera S.A.C. – Trujillo 2022. Scopus. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85179556413&origin=inward&txGid=4bdc6fb758a496a2e6841f783d60e447>