

Aplicación de *six sigma* para incrementar la calidad del servicio en un restaurante

Martin García-Blásquez Carrillo

<https://orcid.org/0009-0008-5969-4584>

Carrera de Ingeniería Industrial

Universidad de Lima, Perú

20151910@aloe.ulima.edu.pe

Yasser Luren Ccoyllo Veneros

<https://orcid.org/0000-0001-5147-8512>

Carrera de Ingeniería Industrial

Universidad de Lima, Perú

20192586@aloe.ulima.edu.pe

Edilberto Miguel Ávalos-Ortecho

<https://orcid.org/0000-0003-0939-634X>

Carrera de Ingeniería Industrial

Universidad de Lima, Perú

eavalos@ulima.edu.pe

Recibido: 26 de julio del 2024 / Aceptado: 29 de agosto del 2024

Publicado: 25 de abril del 2025

doi: <https://doi.org/10.26439/ciii2024.7790>

RESUMEN. Un problema recurrente en la industria de los restaurantes es la calidad del servicio, especialmente la demora en la entrega de pedidos. Este estudio tiene como objetivo mejorar la calidad del servicio en un restaurante, reduciendo el tiempo de atención, mediante la metodología *six sigma*. Se utilizó el cuestionario Servqual para evaluar la calidad del servicio, y los resultados revelaron una satisfacción del cliente del 81,05 %. Se cronometró el tiempo de elaboración de pedidos y se registró en un mapeo del flujo del valor (VSM, por sus siglas en inglés), encontrándose un promedio de 33 minutos. Se realizó una carta de control en el *software* Minitab, que arrojó valores de Cp y Cpk de 0,83 y 0,71, respectivamente. Tras

estandarizar los procedimientos de cocina, el tiempo de servicio se redujo en un 16,72 %, con un nuevo promedio de veinte minutos. Dicha mejora incrementó los valores de Cp y Cpk a más de 1,33. Después de implementar estas herramientas y realizar una simulación en el *software* Arena, un segundo cuestionario Servqual indicó que la calidad del restaurante mejoró en un 7,24 %, alcanzando un 88,29 % de satisfacción.

PALABRAS CLAVE: *six sigma*, calidad de servicio, Servqual, tiempo de espera, sector de restaurantes

APPLICATION OF SIX SIGMA TO ENHANCE SERVICE QUALITY IN A RESTAURANT

ABSTRACT. A recurring problem in the restaurant industry is the quality of service, particularly delays in order delivery. This study aims to improve service quality in a restaurant by reducing service time using the Six Sigma methodology. The Servqual questionnaire was used to assess service quality, revealing a customer satisfaction rate of 81,05 %. The time taken to prepare orders was measured and recorded in a VSM, indicating an average of 33 minutes. A control chart was created in Minitab software, showing Cp and Cpk values of 0,83 and 0,71, respectively. After standardizing kitchen procedures, service time was reduced by 16,72 %, with a new average of 20 minutes. This improvement increased the Cp and Cpk values to over 1,33. Following the implementation of these tools and a simulation in Arena software, a second Servqual questionnaire indicated that the restaurant's service quality improved by 7,24 %, reaching 88,29 % customer satisfaction.

KEYWORDS: six sigma, service quality, Servqual, waiting time, restaurant industry

1. INTRODUCCIÓN

La calidad es crucial para el éxito en la industria de restaurantes. Ofrecer un servicio de alta calidad es vital para atraer y fidelizar clientes, y para asegurar la competitividad y rentabilidad de una empresa (Lupo & Bellomo, 2019) y el éxito financiero a largo plazo (Marković et al., 2010). Evaluar la calidad del servicio es complejo, ya que implica considerar tanto el resultado final como el proceso de entrega. Un problema común es la discrepancia entre la calidad esperada y la percibida por los clientes. Frecuentemente, la calidad del servicio se evalúa como la discrepancia entre la expectativa del cliente y su percepción de la experiencia recibida, siendo el modelo Servqual uno de los métodos más utilizados (Mikhailov & Pefok, 2010).

Se ha identificado que el principal problema del restaurante investigado es la baja calidad del servicio. El cuestionario Servqual reveló que la dimensión de sensibilidad muestra la mayor insatisfacción, especialmente en el ítem S2, en el que el 54,05 % de los clientes considera que la preparación de alimentos es lenta. Según el Ministerio de Salud (2012), en su *Guía Técnica para la Evaluación de la Satisfacción del Usuario Externo*, si la insatisfacción supera el 40 %, es necesario reestructurar el servicio. El ítem S2 presenta una brecha del 14,05 % con respecto a ese estándar. Se compararon los resultados del cuestionario Servqual con datos históricos y un cuestionario del año 2023 mostró que el 55,65 % de 115 clientes estaba insatisfecho con el tiempo de espera, lo cual corrobora estos hallazgos.

Uno de los indicadores clave del estudio es la satisfacción del cliente con respecto al tiempo de entrega de pedidos. Los investigadores Chen y Chen (2015) aplicaron *six sigma* en un restaurante, y lograron mejorar la satisfacción del cliente y reducir los tiempos de espera. Identificaron la elaboración de pedidos como el proceso crítico a mejorar. Usando una tabla de frecuencias y un diagrama de Pareto, determinaron que el principal problema era el tiempo de espera prolongado, con un 42,50 % de quejas. Un cuestionario reveló que el 47,18 % de los clientes esperaba entre 21 y 40 minutos para sus pedidos, y solo aproximadamente el 50 % estaba satisfecho.

Para abordar el problema, Chen y Chen (2015) utilizaron un diagrama de causa y contra-medida, estandarizaron procedimientos en la cocina y ajustaron métodos de producción. Esto redujo el porcentaje de clientes que esperaban entre 21 y 40 minutos del 47,18 % al 35,39 %. Como resultado, el 64,61 % de los clientes esperó veinte minutos o menos, mejorando significativamente el proceso de atención. Un nuevo cuestionario mostró que la satisfacción aumentó al 70 %, mejorando un 20 % respecto del 50 % inicial.

Otro indicador clave es el tiempo de espera del cliente para recibir su pedido. Cerón (2020) utilizó la metodología *six sigma* para reducir los tiempos de servicio. Usando herramientas como mapa de procesos y VSM, identificó la atención al cliente como el proceso clave a mejorar. Diagnosticó altos tiempos en la elaboración de pedidos que no agregan valor. Al aplicar el modelo Servqual, determinó que el 27 % de los clientes no estaba satisfecho con el

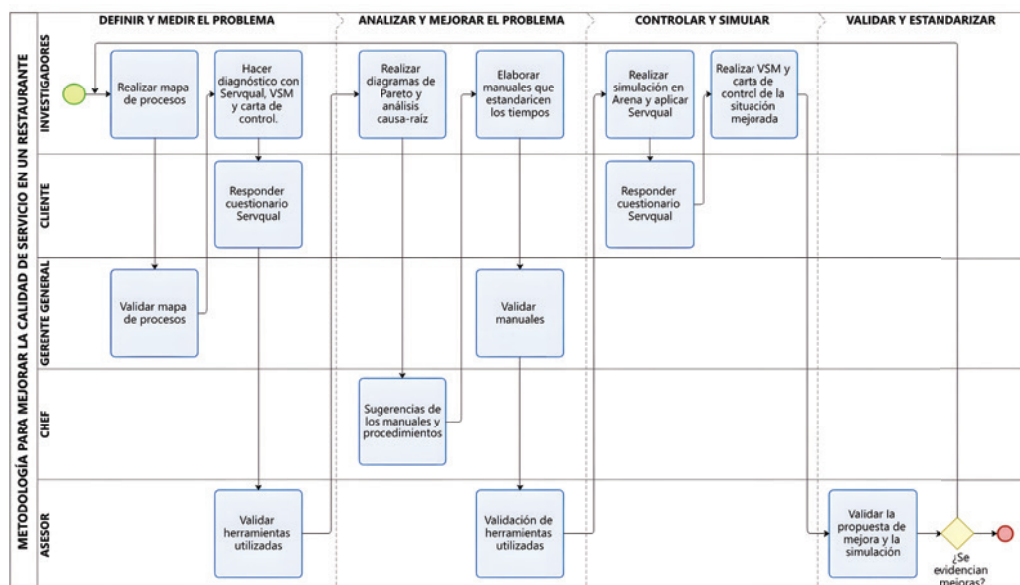
tiempo de espera. Además, un cronometraje mostró que, en promedio, el cliente esperaba 38 minutos para recibir su pedido, lo cual se considera un tiempo prolongado. Tras estandarizar los tiempos en la preparación de pedidos, se redujo el tiempo de espera a 29 minutos, mejorando un 23,68 %.

El objetivo principal de esta investigación es mejorar la calidad del servicio en el restaurante objeto de estudio. Basándonos en el estado del arte, se espera que la estandarización de los procedimientos en la cocina reduzca el tiempo de espera en al menos un 23,68 % (Cerón, 2020) y que la satisfacción del cliente aumente en aproximadamente un 24,05 % y alcance al menos un 70 % (Chen & Chen, 2015). Por ello, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿de qué manera contribuye la metodología *six sigma* a la mejora de la calidad del servicio en un restaurante? La hipótesis formulada sostiene que la implementación de *six sigma* y sus herramientas reducirá los tiempos de espera de los clientes, lo que a su vez incrementará su satisfacción y contribuirá a mejorar la calidad del servicio.

2. METODOLOGÍA

La metodología se organiza en cuatro etapas según el enfoque de *six sigma*, que emplea el modelo DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar, controlar) (Macías Cevallos & Naranjo Vargas, 2021). La primera etapa se centra en el diagnóstico y la medición del problema. La segunda etapa se dedica al análisis del problema y a la mejora de la calidad del servicio y del proceso de atención al cliente. La tercera etapa se enfoca en controlar las mejoras implementadas y en realizar la simulación con el *software* Arena y la herramienta "Input Analyzer". Finalmente, la cuarta etapa se orienta hacia la validación de la solución propuesta y la simulación. La Figura 1 ilustra la metodología y las herramientas empleadas en cada una de las fases del modelo DMAIC mediante el *software* Bizagi.

Figura 1
Metodología de la investigación



2.1. Definir y medir el problema

Como se muestra en la Figura 1, el proceso metodológico comienza con el diagnóstico del problema de la empresa, que se realiza mediante el análisis de un cuestionario sobre la calidad del servicio. Este cuestionario fue completado por 115 clientes del restaurante en el 2023, lo que reveló que el 55,65 % estaba insatisfecho con el tiempo de espera del servicio. En esta etapa, se elabora un mapa de procesos para identificar los procedimientos involucrados en el restaurante. Posteriormente, se aplica un cuestionario Servqual para evaluar la calidad del servicio. Dicho cuestionario mide la percepción y expectativas de los clientes en relación con 22 ítems distribuidos en cinco dimensiones establecidas, utilizando una escala Likert de 1 a 7 (Matsumoto, 2014). En esta escala, 1 indica completo desacuerdo y 7 representa completo acuerdo por parte del cliente (Jemes Campaña et al., 2019). Para realizar el cuestionario, se calculó el tamaño de la muestra con base en el número total de clientes que visitaron el restaurante durante el año 2023, que fue de 13 512. El tamaño de la muestra se calcula con la siguiente fórmula estadística (Millones et al., 2017):

$$TEM = \frac{NP(1 - P)}{(N - 1)D + P(1 - P)}$$

$$D = \left(\frac{E}{Z}\right)^2$$

En la etapa de medición del problema, se organizan y procesan los resultados del cuestionario. Es necesario realizar una visita al restaurante para cronometrar el proceso de atención al cliente y los tiempos de preparación del pedido más solicitado. Con esta información, se recopilan los datos necesarios para desarrollar la herramienta VSM de la situación actual, la cual permite visualizar el flujo de preparación del pedido. También, se elabora una carta de control para calcular los valores de Cp y Cpk, con el fin de verificar si superan el valor de 1,33 (Borucka et al., 2023) y evaluar si la capacidad del proceso es aceptable.

2.2. Analizar y mejorar el problema

En la etapa de análisis del problema, se utilizan diagramas de Pareto y el análisis de causa-raíz para identificar las principales causas de la baja calidad del servicio. En la etapa de mejora, se elaboraron manuales para estandarizar los tiempos de preparación de un plato específico, con base en los conocimientos y sugerencias del personal de cocina, así como en una revisión de la literatura.

Se destaca la investigación de Laird (2022), que expone los estándares y elementos recomendados para el diseño y la transmisión de la información requerida en una receta de cantidad estandarizada.

2.3. Controlar y simular

En la etapa de simulación, se utiliza el *software* Arena para modelar y comparar los indicadores clave de la situación actual y la mejorada. Es crucial determinar el número óptimo de réplicas para obtener intervalos de confianza precisos y con menor amplitud, lo que garantiza resultados más ajustados. Para calcular el número de réplicas a partir del *half-width* de una muestra preliminar, se emplea la siguiente fórmula (Torres Vega, 2013):

$$N = n \left(\frac{h_0}{e} \right)^2$$

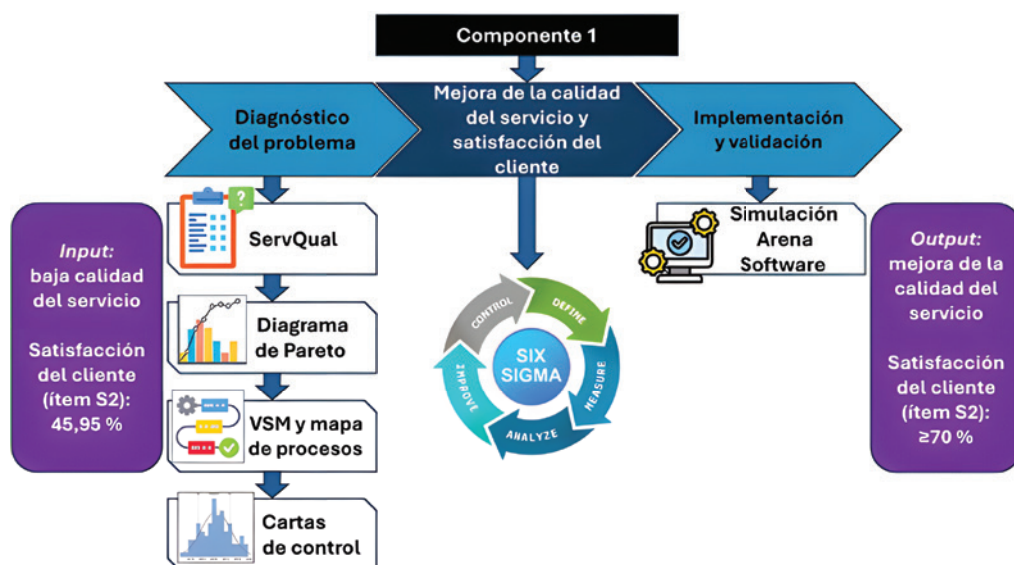
Para simular el modelo actual, se identificaron diez variables del proceso de elaboración del *risotto*, el plato más solicitado. Se realizó un estudio de tiempos con una muestra piloto de cien mediciones por variable y se calcularon las desviaciones estándar. Con estos datos, se determinó el tamaño de muestra necesario para cada variable. Cuando este tamaño superaba los cien datos, se usaron generadores de números aleatorios en Excel. Los datos se ingresaron en "Input Analyzer" y se verificó que el valor p en las pruebas de chi-cuadrado y de Kolmogorov-Smirnov fuera $\geq 0,05$ (Gandica de Roa, 2020). La Tabla 1 ubicada en la sección de resultados, muestra las distribuciones estadísticas validadas e ingresadas en el *software* Arena. A partir de

la elaboración de los manuales realizada en la etapa de mejora, se simuló el modelo sugerido con los tiempos estandarizados, detallados en la Tabla 2. Posteriormente, se compararon los indicadores clave en ambos escenarios.

En la etapa de control, se aplica un segundo cuestionario Servqual para corroborar las mejoras en la calidad del servicio. Posteriormente, tras la implementación de la estandarización de los procedimientos en la cocina, se elabora un VSM y una carta de control. Los resultados obtenidos se comparan con los resultados esperados según las investigaciones de Chen y Chen (2015) y Cerón (2020). Por otro lado, en la Figura 2 se presenta el modelo macro de la propuesta de solución.

Figura 2

Modelo macro de la propuesta de solución



En el modelo macro se detallan con precisión los elementos de entrada y salida, los cuales representan el desafío al que se enfrenta la empresa y el resultado esperado tras la implementación de la solución. El elemento de entrada del modelo es el problema de la baja calidad del servicio, mientras que el elemento de salida es el aumento de dicha calidad, con el objetivo de alcanzar al menos un 70 % de satisfacción del cliente, tal como lo establecen Chen y Chen (2015). Asimismo, se describen las herramientas utilizadas para diagnosticar y definir el problema, entre las cuales se incluyen el modelo Servqual, el diagrama de Pareto, la herramienta *value stream mapping*, un mapa de procesos y una carta de control. El componente 1 del modelo consiste en la aplicación de *six sigma*, siguiendo la metodología DMAIC. Finalmente, se lleva a cabo la simulación en el *software* Arena.

3. RESULTADOS

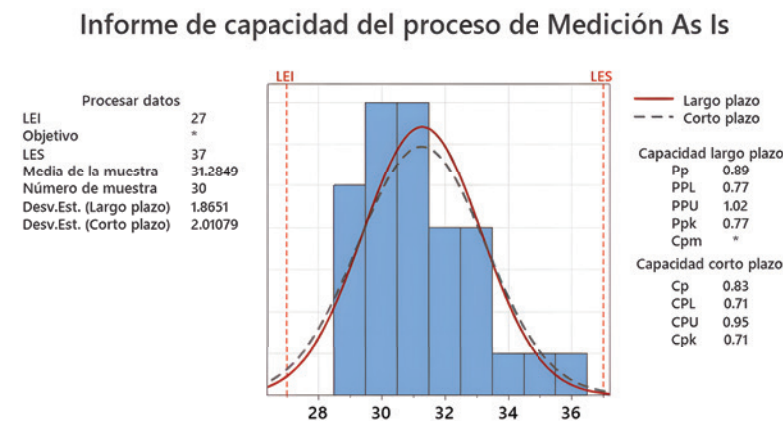
3.1. Definir y medir el problema

Para determinar el tamaño de muestra requerido para el cuestionario Servqual se utilizó la fórmula especificada en la metodología, y se consideró una población de 13 512 personas, con una probabilidad de ocurrencia de 0,95, un error de 0,05, un nivel de significancia de 0,05, un nivel de confianza de 0,95, y un valor de la normal estándar de 1,95 (Villarroel del Pino, 2021). Con estos parámetros, se determinó que la muestra necesaria para el cuestionario debía considerar 74 clientes.

$$TEM = \frac{13512 * 0,95(0,05)}{(13512 - 1)0,0006508 + 0,95(0,05)} = 74$$

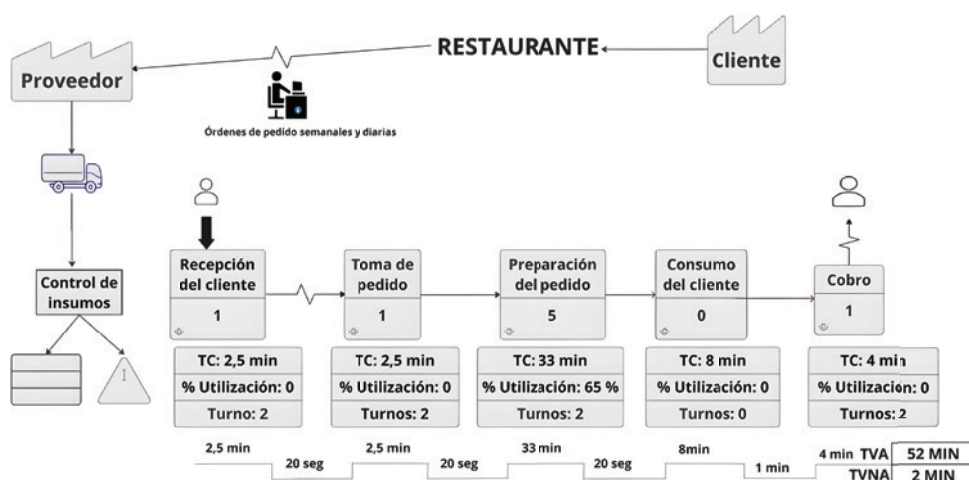
Para elaborar la carta de control del modelo actual, se cronometraron treinta observaciones del tiempo de elaboración del plato específico. Estos datos se ingresaron en el *software* Minitab, que proporcionó los valores de Cp y Cpk. Un Cp < 1 indica capacidad insuficiente; 1 ≤ Cp < 1,33 sugiere capacidad aceptable; y 1,33 ≤ Cp < 1,67 denota capacidad suficiente. Un valor mayor de Cp refleja una mejor calidad del proceso (Kashif et al., 2016). Para alcanzar un nivel de calidad de 6σ, se requiere un Cp = 2 (Li, 2021). Al ingresar los treinta datos en el *software* Minitab, el restaurante obtuvo un Cp de 0,83 y un Cpk de 0,71, como se ilustra en la Figura 3. Estos valores, al ser inferiores a 1,33, indican que el proceso no cumple con los estándares de capacidad debido a la alta variabilidad en los tiempos de preparación, lo que sugiere un incumplimiento de las especificaciones del cliente.

Figura 3
Carta de control as is (*modelo actual*)



La herramienta VSM permite analizar los recursos, la utilización y los turnos del personal en cada etapa del proceso operativo de una empresa (Porrás et al., 2023). En la Figura 4, que muestra el VSM actual de la empresa, se observa que el proceso de recepción y toma de pedidos tiene un tiempo de ciclo (TC) de 2,5 minutos, con una utilización del 0 %, y se realiza con un mozo en dos turnos. La preparación del pedido, con un TC de 33 minutos y una utilización del 65 %, es realizada por cinco cocineros en dos turnos. El consumo tiene un TC de treinta minutos. El cobro, con un TC de cuatro minutos y sin utilización, lo maneja el personal de atención al cliente. El tiempo total de valor agregado (TVA) es de 52 minutos y el de no valor agregado (TVNA) es de dos minutos, lo que señala oportunidades para mejorar la eficiencia.

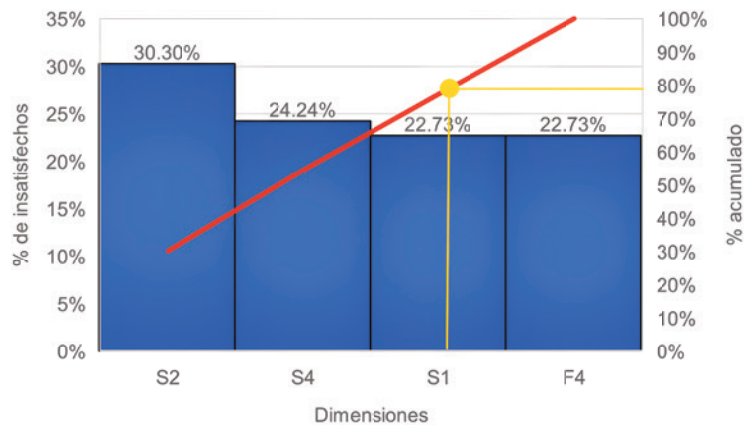
Figura 4
VSM as is (modelo actual)



3.2. Analizar y mejorar el problema

Al analizar el cuestionario Servqual, se observa que los cuatro ítems con mayor porcentaje de clientes insatisfechos corresponden a tres ítems de la dimensión de sensibilidad (S1: 40,54 %, S2: 54,05 % y S4: 43,24 %) y uno de la dimensión de fiabilidad (F4: 40,54 %). Con base en estos datos, se utilizó un diagrama de Pareto para identificar las causas prioritarias a ser abordadas para mejorar la calidad del servicio. La Figura 5, que presenta el diagrama de Pareto, muestra que el ítem S2 tiene el mayor porcentaje de clientes insatisfechos. De acuerdo con el principio de Pareto 80/20, se determinó que se deben priorizar tres ítems principales, todos pertenecientes a la dimensión de sensibilidad, ya que representan aproximadamente el 80 % de las causas que contribuyen al problema (Zhu, 2022).

Figura 5
Diagrama de Pareto



En el desarrollo de los manuales destinados a estandarizar los tiempos de preparación del plato específico, se logró una reducción de los tiempos en aquellos procedimientos críticos en los que se identificaron oportunidades de mejora. Los procedimientos previos a la estandarización para la elaboración de dicho producto están detallados en la Tabla 1. En cuanto a la estandarización del procedimiento para la cocción del arroz, el cual era el más prolongado con un tiempo uniforme de entre 20 y 22 minutos, se decidió reemplazar el arroz crudo por arroz precocido. Este insumo resulta significativamente más rápido de cocinar que el arroz crudo, manteniendo sus características nutricionales en términos de proteínas, grasas y minerales (Colina & Guerra, 2009).

Adicionalmente, se optó por incorporar ollas arroceras digitales en el procedimiento. Belén Medina et al. (2021), quienes evaluaron la eficiencia energética de distintos métodos de cocción del arroz, encontraron que la cocción en ollas arroceras eléctricas permite un ahorro de entre 35 % y 40 % en comparación con el método tradicional. Por consiguiente, para dicho procedimiento se utiliza una olla arrocera digital equipada con tecnología de lógica difusa, la cual imita la toma de decisiones humanas pero que funciona con mayor rapidez en situaciones de incertidumbre (Salazar Cardenas, 2019). Esta tecnología proporciona a la olla capacidades de inteligencia artificial, permitiéndole ajustar autónomamente la temperatura y el tiempo de cocción para asegurar una preparación óptima del arroz. Además, la olla cuenta con un temporizador que permite la programación automática de apagado, lo cual reduce el tiempo de cocción del arroz a un intervalo uniforme de 14 a 16 minutos, como se muestra en la Tabla 2.

Por otro lado, en los procedimientos realizados manualmente, como cortar y rallar ingredientes (cebolla y queso, por ejemplo), se ha optado por incorporar nuevas tecnologías. De acuerdo con los investigadores Aditya Pratap et al. (2020), el corte manual de vegetales sigue

siendo común en numerosos restaurantes. No obstante, señalan que, aunque existen máquinas cortadoras de vegetales semiautomáticas, estas presentan desventajas, como su alto costo, la necesidad de mano de obra y la lentitud en la operación debido a la intervención manual requerida. Por esta razón, se ha implementado un cortador eléctrico de titanio que permite cortar automáticamente diversos insumos como frutas, vegetales, quesos y panes, agilizando los procedimientos y reduciendo el tiempo de preparación.

En cuanto al lavado de insumos, como el de la cebolla antes de su corte, que se realiza de manera manual en el restaurante, los investigadores Minh et al. (2020) señalan que el lavado manual es el método de limpieza más simple, pero está diseñado principalmente para hogares o empresas muy pequeñas en la industria alimentaria. Para empresas de tamaño mediano, como pequeños productores de verduras o restaurantes, se requiere un sistema de lavado mecánico. Estas empresas necesitan una lavadora mecánica de tamaño intermedio que permita limpiar de manera rápida y eficaz una variedad de frutas y verduras. Por ello, se optó por incorporar una lavadora automática multifuncional, que reemplaza el trabajo manual y acelera el proceso de lavado de alimentos, estandarizando así el procedimiento. La adopción de insumos precocidos y la incorporación de nuevas tecnologías automáticas han permitido una reducción y estandarización de los tiempos de los procedimientos para la preparación del plato, los cuales se detallan en la Tabla 2.

3.3. Controlar y simular

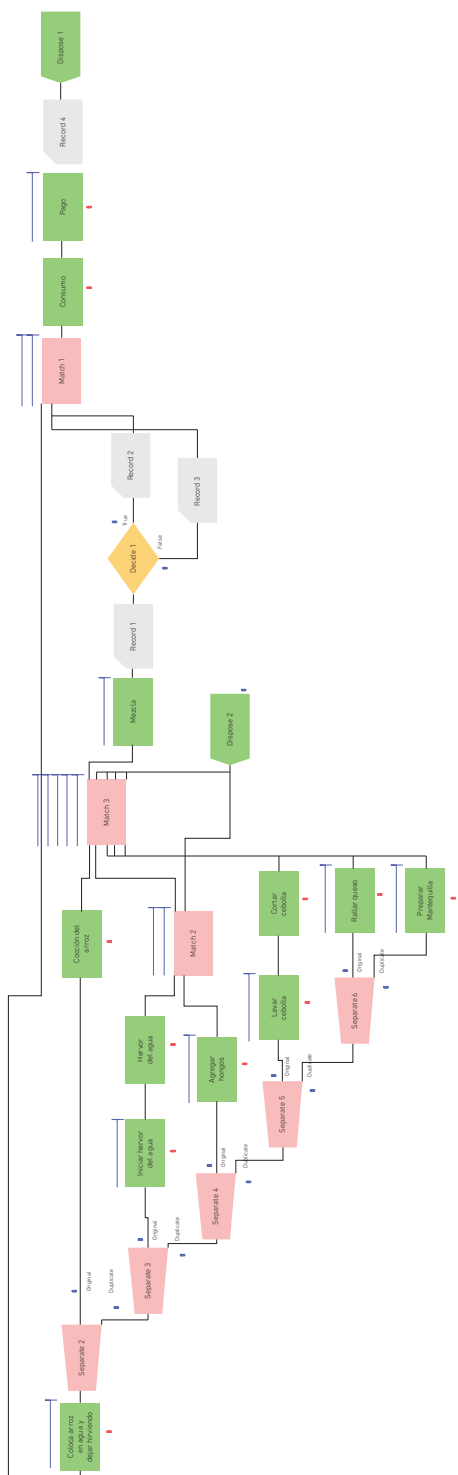
Al introducir los datos del estudio de tiempos realizado en el restaurante en el *software* Arena (herramienta “Input Analyzer”), no se obtuvo evidencia estadística para rechazar la hipótesis propuesta acerca de la distribución que mejor modela el conjunto de datos. En la Tabla 1 se presentan las distribuciones estadísticas que fueron validadas y posteriormente ingresadas en el *software* Arena. Empleando las distribuciones estadísticas mencionadas, se desarrolló un modelo en el *software* Arena que refleja la situación actual de la empresa. La Figura 6 muestra este modelo.

Tabla 1
Datos de entrada validados por “Input Analyzer” (modelo actual)

Variables	Distribuciones
Tiempo para colocar el arroz en agua y dejar hervir	UNIF (1,3) minutos
Tiempo para la cocción del arroz	UNIF (20,22) minutos
Tiempo para iniciar hervor del agua	UNIF (5,8) segundos
Tiempo de hervor del agua	UNIF (5,6) minutos

Variables	Distribuciones
Tiempo para agregar hongos	UNIF (6,8) segundos
Tiempo para lavar cebolla	UNIF (4,8) minutos
Tiempo para cortar cebolla	UNIF (4,8) minutos
Tiempo para rallar queso	UNIF (4,8) minutos
Tiempo para preparar mantequilla	UNIF (1,4) minutos
Tiempo para hacer la mezcla	UNIF (4,7) minutos

Figura 6
Simulación Arena desde elaboración del pedido hasta pago del servicio (modelo actual)



Para determinar el número óptimo de réplicas en la simulación y utilizando la fórmula especificada en la metodología, se emplearon los siguientes datos en la fórmula previamente mencionada: 120 ejecuciones iniciales ($n = 120$), el *half-width* obtenido ($h_0 = 2,6635$) y el *half-width* deseado ($e = 2,4909$) (Rossetti, 2021). La fórmula indicó que el número óptimo de réplicas es 137.

$$N = n \left(\frac{h_0}{e} \right)^2 = 30 \left(\frac{4,9817}{2,4909} \right)^2 = 120$$

En la Figura 7 se presenta el informe con los indicadores obtenidos tras la ejecución de la simulación. Estos son los indicadores oficiales que reflejan la situación actual de la empresa y que se pretende mejorar mediante la implementación de la metodología *six sigma*.

Figura 7
Indicadores del modelo actual

Output Summary for 137 Replications					
Project: Unnamed Project			Run execution date : 5/21/2024		
Analyst: desconocido			Model revision date: 5/21/2024		
OUTPUTS					
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Total clientes satisfechos	34.299	1.4714	16.000	57.000	137
Tiempo de preparacion plato	33.445	.52075	29.061	44.558	137
Total clientes insatifechos	37.124	2.4095	5.0000	69.000	137
Tiempo necesario para atender	626.65	1.7345	610.14	687.04	137

En la etapa de mejora, se elaboraron manuales con tiempos estandarizados para la preparación del plato específico. Estos tiempos, presentados en la Tabla 2, se introdujeron en el *software* Arena.

Tabla 2
Modelo sugerido

Variables	Distribuciones
Tiempo para colocar el arroz en agua y dejar hervir	UNIF (1,2) minutos
Tiempo para la cocción del arroz	UNIF (14,16) minutos
Tiempo para iniciar hervor del agua	UNIF (5,8) segundos
Tiempo de hervor del agua	UNIF (5,6) minutos
Tiempo para agregar hongos	UNIF (6,8) segundos

(continúa)

(continuación)

Variables	Distribuciones
Tiempo para lavar cebolla	UNIF (2,4) minutos
Tiempo para cortar cebolla	UNIF (2,4) minutos
Tiempo para rallar queso	UNIF (2,4) minutos
Tiempo para preparar mantequilla	UNIF (2,3) minutos
Tiempo para hacer la mezcla	UNIF (2,4) minutos

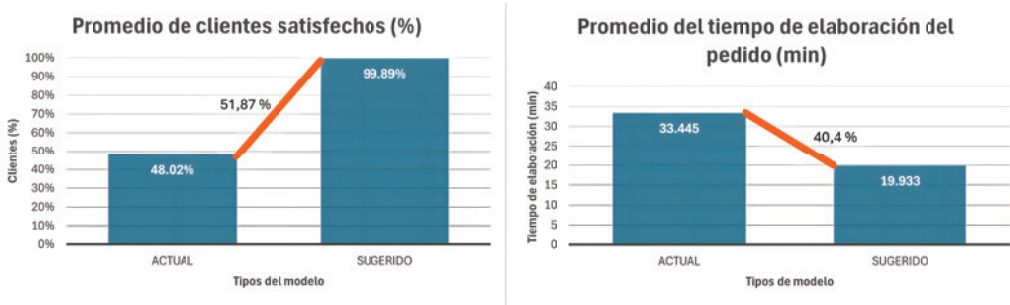
Con 137 réplicas y los nuevos datos de entrada del modelo sugerido, la Figura 8 muestra el reporte con los indicadores mejorados tras la estandarización de tiempos. Estos evidencian una mejora con respecto al modelo actual presentado en la Figura 7.

Figura 8
Indicadores del modelo sugerido

Output Summary for 137 Replications					
Project: Unnamed Project			Run execution date : 7/ 6/2024		
Analyst: desconocido			Model revision date: 7/ 6/2024		
OUTPUTS					
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Total clientes satisfechos	70.357	1.4341	46.000	98.000	137
Tiempo de preparacion plato	19.933	.05800	19.347	22.204	137
Total clientes insatifechos	.07299	.14453	.00000	10.000	137
Tiempo necesario para atender	612.34	1.3647	599.87	640.36	137

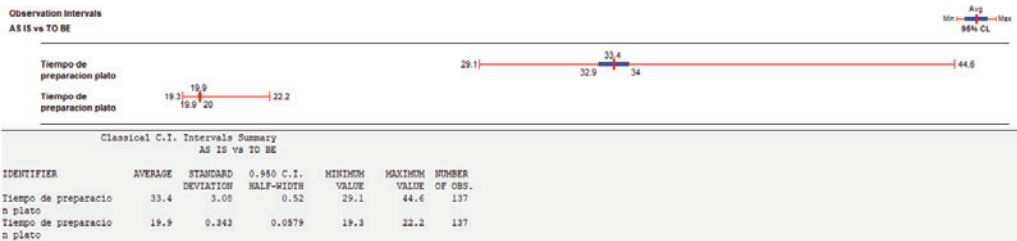
Con ambos informes, se compararon el modelo actual y el sugerido y se ilustraron mediante gráficos de barras. Primero, se analizó el porcentaje de clientes satisfechos y se calculó el incremento porcentual tras la estandarización de tiempos. La Figura 9 muestra un aumento del 51,87 % en la satisfacción del cliente. El modelo actual tiene un 48,02 % de clientes satisfechos, mientras que el modelo sugerido alcanza el 99,89 %. En segundo lugar, se evaluó el tiempo necesario para completar los pedidos en ambos modelos. La misma figura revela que el modelo sugerido reduce el tiempo en un 40,4 % con respecto al modelo anterior, pasando de un promedio de 33,45 minutos en el modelo actual a 19,93 minutos en el modelo sugerido.

Figura 9
Promedio de clientes satisfechos y tiempo de elaboración del pedido (modelo actual versus sugerido)



La Figura 10 demuestra la existencia de una diferencia estadísticamente significativa al comparar los intervalos de confianza entre el escenario actual y el sugerido. En el escenario propuesto, el tiempo de elaboración del pedido es menor, con un intervalo comprendido entre 19,9 y 20 minutos, mientras que en el modelo actual, dicho intervalo se sitúa entre 32,9 y 34 minutos.

Figura 10
Diferencia entre los intervalos de confianza del tiempo promedio de elaboración del pedido (modelo actual versus modelo sugerido)

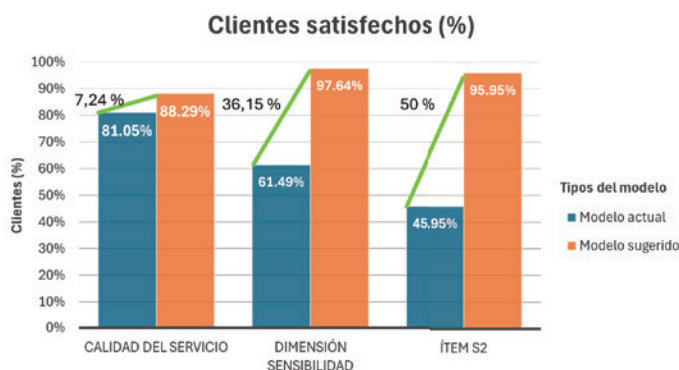


Se aplicó un nuevo cuestionario Servqual con el mismo tamaño de muestra, centrado en la dimensión de sensibilidad, para evaluar si reducir el tiempo de espera a veinte minutos aumentaría la satisfacción del cliente. El cuestionario indica que, al reducir el tiempo de espera, la satisfacción en la dimensión de sensibilidad aumenta notablemente, como se observa en la Tabla 3. Al inicio de la investigación, dicha dimensión tenía un 45,95 % de clientes satisfechos, con sus cuatro ítems, en los que se mostraron niveles de satisfacción de 59,46 %, 45,95 %, 83,78 % y 56,76 %, respectivamente. La Tabla 3 presenta el aumento de estos porcentajes al aplicar el segundo cuestionario.

Tabla 3*Incremento de clientes satisfechos en la dimensión de sensibilidad (%)*

Ítems	% clientes satisfechos antes	% clientes satisfechos después
S1	59,46 %	100 %
S2	45,95 %	95,95 %
S3	83,78 %	97,30 %
S4	56,76 %	97,30 %
Dimensión sensibilidad	45,95 %	97,64 %

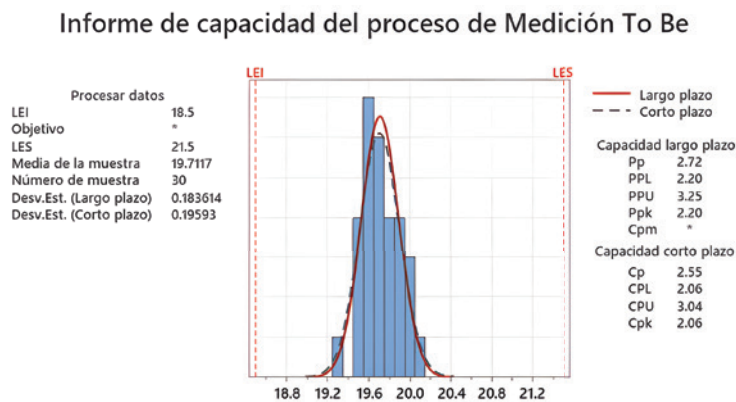
Inicialmente, el promedio de las cinco dimensiones del primer cuestionario Servqual era del 81,05 %. Para evaluar el impacto de la mejora en la dimensión de sensibilidad, se calculó el nuevo porcentaje de satisfacción promediando las cuatro dimensiones originales y la nueva dimensión de sensibilidad. Los porcentajes de satisfacción en las dimensiones originales fueron: 81,89 % (fiabilidad), 88,18 % (seguridad), 86,22 % (empatía) y 87,50 % (tangibles). Con el 97,64 % en la dimensión de sensibilidad del segundo cuestionario, el promedio general aumenta al 88,29 %. La Figura 11 compara la satisfacción inicial en la dimensión de sensibilidad, el ítem S2 y la calidad del servicio general con la situación tras la implementación de la mejora.

Figura 11*Porcentaje de clientes satisfechos en el ítem S2, la dimensión sensibilidad y en la calidad del servicio general (modelo actual versus modelo sugerido)*

La Figura 11 muestra que el modelo sugerido incrementa significativamente el porcentaje de clientes satisfechos en un 50 % en el ítem S2, un 36,15 % en la dimensión de sensibilidad y un 7,24 % en la calidad del servicio, en comparación con el modelo actual. La carta de control ilustrada en la Figura 12 muestra los resultados obtenidos tras estandarizar los procedimientos.

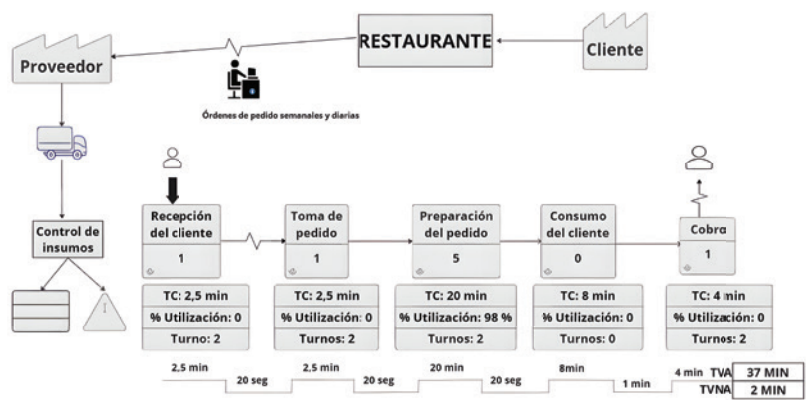
El nuevo índice Cp es 2,55 y el Cpk es 2,06, basados en treinta observaciones de la simulación realizada en el *software* Arena. Esto indica una capacidad excepcional del proceso de preparación de pedidos, ajustado rigurosamente a los límites de especificación. La variabilidad en el tiempo de elaboración es mínima, lo que garantiza un control efectivo del proceso. Los índices Cp y Cpk superiores a 1,33 reflejan un resultado favorable (Portuondo-Paisan et al., 2023).

Figura 12
Carta de control to be (modelo sugerido)



La Figura 13 ilustra el VSM del restaurante tras la estandarización de los procedimientos en la cocina. Se observa un aumento en la eficiencia de la preparación de pedidos, alcanzando un índice de utilización del 98 %. La estandarización ha reducido el TC a veinte minutos, minimizando así los tiempos de espera para los clientes. Además, el número de empleados en la cocina se mantiene constante en cinco, distribuidos en dos turnos.

Figura 13
VSM to be (modelo sugerido)



4. DISCUSIÓN

El estudio de Chen y Chen (2015) reveló que alrededor del 50 % de los clientes estaban insatisfechos con el tiempo de espera. Tras implementar la metodología *six sigma*, se logró que el 64,61 % de los clientes esperara veinte minutos o menos. Esto incrementó la satisfacción en el ítem S2 en un 20 %, elevándolo aproximadamente al 70 %. En la presente investigación, se esperaba una mejora de aproximadamente 24,05 %, con el objetivo de alcanzar al menos un 70 % de satisfacción de los clientes. Tras aplicar *six sigma* y estandarizar los procedimientos, la satisfacción en el ítem S2 aumentó en un 50 %, pasando del 45,95 % al 95,95 %, según el segundo cuestionario Servqual. Esto superó el resultado esperado en un 25,95 %.

El estudio de Cerón (2020) reveló que el 27 % de los clientes estaban insatisfechos debido a un tiempo promedio de espera de 38 minutos. Tras implementar *six sigma* y estandarizar los procedimientos, el tiempo se redujo a 29 minutos, lo que representa una disminución del 23,68 %. En esta investigación, se esperaba una reducción similar a dicho porcentaje. Sin embargo, tras aplicar *six sigma*, el tiempo de espera se redujo de 33 a 20 minutos, logrando una mejora del 40,4 % y superando la expectativa en un 16,72 %. La Tabla 4 presenta los resultados esperados para cada indicador según el estado del arte y los resultados obtenidos.

Tabla 4

Incremento de clientes satisfechos en la dimensión de sensibilidad (%)

	Satisfacción del cliente respecto al tiempo de espera (ítem S2)	Tiempo de elaboración del pedido
Estado del arte	Chen & Chen (2015)	Cerón (2020)
Resultado esperado	Mejora del 20 % (llegando al 70 % en el ítem S2)	Mejora del 23,68 % (reducción de 38 a 29 minutos)
Resultado obtenido	Mejora del 50 % (llegando al 95,95 % en el ítem S2)	Mejora del 40,4 % (reducción de 33 a 20 minutos)
Diferencia entre los resultados esperados versus obtenidos	+25,95 %	+16,72 %

Este estudio se centra en mejorar una única dimensión del modelo Servqual, específicamente la sensibilidad, una de las cinco dimensiones consideradas para evaluar la calidad del servicio. El enfoque estuvo puesto únicamente en tres de los 22 ítems que componen el modelo. Se recomienda que futuras investigaciones aborden la mejora de múltiples dimensiones para incrementar la calidad del servicio. La mejora de dimensiones adicionales podría elevar aún más la calidad del servicio en cualquier empresa (Dueñas Espinoza et al., 2023).

5. CONCLUSIONES

Tras implementar *six sigma* y sus herramientas, se concluye que esta metodología ha tenido un impacto positivo en indicadores críticos como la satisfacción del cliente y los tiempos de espera, mejorando significativamente el proceso de atención al cliente y la calidad del servicio en el restaurante. Se observó un aumento notable en la satisfacción del cliente durante el proceso de pedidos, con una mejora del 50 %, alcanzando un 95,95 % en el ítem S2, superando así la expectativa (Chen & Chen, 2015) en un 25,95 %. Además, la estandarización de procedimientos redujo el tiempo de espera de 33 a 20 minutos, lo que representa una disminución del 40,4 %, con lo cual se supera la expectativa (Cerón, 2020) en un 16,72 %. Asimismo, se observó una diferencia estadísticamente significativa al comparar los intervalos de confianza entre los tiempos de elaboración de pedidos en el escenario actual y el propuesto.

El objetivo principal de este estudio es mejorar la calidad del servicio en el restaurante investigado. Al alcanzar y superar los objetivos específicos, se valida la hipótesis de que la implementación de *six sigma* y sus herramientas mejora los tiempos de espera y la satisfacción del cliente, lo cual, a su vez, eleva la calidad del servicio. La satisfacción en el ítem S2 alcanzó el 95,95 %, la dimensión de sensibilidad subió al 97,64 %, y la satisfacción general del servicio llegó al 88,29 %. Así, se concluye que se ha cumplido el objetivo principal de la investigación, al aumentar la satisfacción en relación con la calidad del servicio en un 7,24 %, pasando de un 81,05 % a un 88,29 %.

REFERENCIAS

- Aditya Pratap, K., Roji Marjorie, S., & Saikumar, M. (2020). Automatic vegetable chopper using image processing. *Materials Today Proceedings*, 33, 4787-4789. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.365>
- Belén Medina, M., Barragán, R., Colman Casanova, D., Piacenza, M., & Munitz, M. S. (2021). Cocción de arroz: eficiencia energética, valor nutricional y metales pesados. *BISTUA Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 19(2), 28-33. <https://doi.org/10.24054/bistua.v19i2.1016>
- Borucka, A., Kozłowski, E., Antosz, K., & Parczewski, R. (2023). A New Approach to Production Process Capability Assessment for Non-Normal Data. *Applied Sciences*, 13(11), 6721. <https://doi.org/10.3390/app13116721>
- Cerón, D. (2020). *Mejoramiento de procesos con lean seis sigma, para aumentar la competitividad de la empresa Pacífico restaurante de Santiago de Cali* [Pasantía de investigación para optar al título de ingeniero industrial, Universidad Autónoma de Occidente]. Repositorio institucional Universidad Autónoma de Occidente. <https://red.uao.edu.co/entities/publication/577b3268-83d8-4362-ae81-c70dbf086889>

- Chen, H., & Chen, K. (2015). A paired-test method to verify service speed improvement in the Six Sigma approach: a restaurant's case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 27(11-12), 1277-1297. <https://doi.org/10.1080/14783363.2015.1074522>
- Colina, J., & Guerra, M. (2009). Obtención y evaluación de arroz integral de cocción rápida. *Interciencia*, 34(10), 736-741. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009001000012&lng=es&tlng=es
- Dueñas Espinoza, F. X., Hidrovo Burgos, S. M., & Loor Colamarco, I. W. (2023). Entre el análisis de brechas y el análisis importancia – valoración: una aplicación del modelo SERVQUAL. *Revista San Gregorio*, 1(55), 78-91. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i55.2388>
- Gandica de Roa, E. M. (2020). Potencia y Robustez en Pruebas de Normalidad con Simulación Montecarlo. *Revista Cientific*, 5(18), 108-119. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2020.5.18.5.108-119>
- Jemes Campaña, I. C., Romero-Galisteo, R. P., Labajos Manzanares, M. T., & Moreno Morales, N. (2019). Evaluación de la calidad de servicio en Atención Temprana: revisión sistemática. *Anales de Pediatría*, 90(5), 301-309. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2018.04.014>
- Kashif, M., Aslam, M., Al-Marshadi, A. H., & Jun, C. (2016). Capability Indices for Non-Normal Distribution Using Gini's Mean Difference as Measure of Variability. *IEEE Access*, 4, 7322-7330. <https://doi.org/10.1109/access.2016.2620241>
- Laird, E. (2022). *The Standardized Quantity Recipe: A Valuable Artifact for the Technical Communication Field* [Tesis de maestría, University of Wisconsin-Stout]. Repositorio institucional de la University of Wisconsin-Stout. <http://digital.library.wisc.edu/1793/83579>
- Li, J. (2021). Application of Statistical Process Control in Engineering Quality Management. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 831, 012073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/831/1/012073>
- Lupo, T., & Bellomo, E. (2019). DINESERV along with fuzzy hierarchical TOPSIS to support the best practices observation and service quality improvement in the restaurant context. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106046. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106046>
- Macías Cevallos, D. R., & Naranjo Vargas, E. M. (2021). Como aplicar Six Sigma en microempresa de comida rápida. Buscando formas de sostenibilidad y sustentabilidad. *E-Idea Journal Of Engineering Sciences*, 3(8), 11-21. <https://doi.org/10.53734/esci.vol3.id211>

- Marković, S., Raspor, S., & Šegarić, K. (2010). Does restaurant performance meet customers' expectations? An assessment of restaurant service quality using a modified DINESERV approach. *Tourism and Hospitality Management*, 16(2), 181-195. <https://doi.org/10.20867/thm.16.2.4>
- Matsumoto, R. (2014). Desarrollo del Modelo Servqual para la medición de la calidad del servicio en la empresa de publicidad Ayuda Experto. *Revista Perspectivas*, (34), 181-209. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332014000200005&lng=es&tlng=es
- Mikhailov, A., & Pefok, K. C. (2010). *The effectiveness of servqual in measuring service quality and the impact of technology on customer satisfaction*. DiVA. Recuperado de <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A356861&dswid=-6146>
- Millones, R., Barreno, E., Vásquez, F., & Castillo, C. (2017). *Estadística descriptiva y probabilidades. Aplicaciones en la ingeniería y los negocios*. Universidad de Lima, Fondo Editorial.
- Minh, D. H., Phuong, B. V., Binh, P. V., & Duc, N. V. (2020). Design, development and performance evaluation of a new-type fruit vegetable washer. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 43(4), 265-274. https://www.researchgate.net/publication/348662705_Design_development_and_performance_evaluation_of_a_new-type_fruit_vegetable_washer
- Ministerio de Salud. (2012). *Guía técnica para la evaluación de la satisfacción del usuario externo en los establecimientos y servicios médicos de apoyo*. R. M. 527-2011/MINSA. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/321674-guia-tecnica-para-la-evaluacion-de-la-satisfaccion-del-usuario-externo-en-los-establecimientos-y-servicios-medicos-de-apoyo-r-m-n-527-2011-minsa>
- Porras, J. O., Erquínigo, A. B., Chávez, T. C., Palma, L. H., & Bacalla, J. S. (2023). Método de aplicación de la herramienta Value Stream Mapping para aumentar la competitividad en una empresa textil y de confecciones. *Industrial Data*, 26(1), 33-61. <https://doi.org/10.15381/idata.v26i1.22874>
- Portuondo-Paisan, Y., Lafargue-Pérez, F., Pino-Tarrago, J. C., & González-Danger, A. (2023). Implementation of the process capability analysis in the gauges manufacturing. *Ingeniería Mecánica*, 26(3), 60-66. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442023000300060&lng=es&tlng=en
- Rossetti, M. D. (2021). *Simulation Modeling and Arena* (3.^a ed.). <https://rossetti.github.io/RossettiArenaBook/>
- Salazar Cardenas, L. J. (2019). *Diseño de un sistema de riego inteligente para cultivos de hortalizas basado en Fuzzy Logic en la granja la pradera de la Universidad Técnica del Norte* [Tesis de

- pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica del Norte. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9137>
- Torres Vega, P. (2013). *Simulación de sistemas con el software de Arena*. Universidad de Lima.
- Villarroel del Pino, L. (2021). Impacto sobre el tamaño de las muestras en estudios nacionales si cambiara el nivel de significación estadística de $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,005$. *Revista médica de Chile*, 149(1), 45-51. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872021000100045>
- Zhu, H. (2022). Social Development Paradox: An E-CARGO Perspective on the Formation of the Pareto 80/20 Distribution. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 9(5), 1297-1306. <https://doi.org/10.1109/tcss.2021.3117559>