



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Teoría de colas para reducir el tiempo de espera del cliente en un
restaurante de comida rápida, Trujillo, 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Angulo Arenas, Martha Alexandra (orcid.org/0000-0001-5042-8505)

Jimenez Shapiama, Cristhian Eduardo (orcid.org/0000-0002-4018 9405)

ASESORA:

Mg. Quiliche Castellares, Ruth Margarita (orcid.org/0000-0002-5436-2539)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, QUILICHE CASTELLARES RUTH MARGARITA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Teoría de colas para reducir el tiempo de espera del cliente en un restaurante de comida rápida, Trujillo, 2024", cuyos autores son ANGULO ARENAS MARTHA ALEXANDRA, JIMENEZ SHAPIAMA CRISTHIAN EDUARDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 01 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RUTH MARGARITA QUILICHE CASTELLARES DNI: 18068937 ORCID: 0000-0002-5436-2539	Firmado electrónicamente por: RQUILICHE el 20-07- 2024 15:27:35

Código documento Trilce: TRI - 0784050



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ANGULO ARENAS MARTHA ALEXANDRA, JIMENEZ SHAPIAMA CRISTHIAN EDUARDO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Teoría de colas para reducir el tiempo de espera del cliente en un restaurante de comida rápida, Trujillo, 2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ANGULO ARENAS MARTHA ALEXANDRA DNI: 74962069 ORCID: 0000-0001-5042-8505	Firmado electrónicamente por: MAANGULO el 20-07-2024 17:03:32
JIMENEZ SHAPIAMA CRISTHIAN EDUARDO DNI: 77127604 ORCID: 0000-0002-4018-9405	Firmado electrónicamente por: CJIMENEZSH el 22-07-2024 13:31:59

Código documento Trilce: INV - 1696897

DEDICATORIA

A Dios, por sus bendiciones,
Por guiarme en cada paso que doy.

A mis Familiares,
por darme ejemplos de superación
y su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fuerza para vencer cada obstáculo, a mis padres por su amor y motivación que ha sido la base de mis logros y a mis docentes por brindar sus conocimientos que fueron fundamentales en mi formación académica.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
TABLA DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	13
III. RESULTADOS	18
IV. DISCUSIÓN.....	30
V. CONCLUSIONES	35
VI. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	
<i>Promedio de tiempo de espera diferenciado por productos.....</i>	24
Tabla 2	
<i>Promedio de tiempo de espera diferenciado por tipo de cliente</i>	25
Tabla 3	
<i>Estadística Minitab 17 (media, mediana y desviación estándar).....</i>	27
Tabla 4	
<i>Cifras iniciales para modelado de colas.....</i>	29
Tabla 5	
<i>Modelado de colas del proceso operativo – Winqsb.....</i>	29
Tabla 6	
<i>Modelado de colas del proceso de atención al cliente – Winqsb.....</i>	30
Tabla 7	
<i>Comparación de promedio de tiempo de espera antes y después de la implementación</i>	31

TABLA DE FIGURAS

Figura 1

Diagrama de Ishikawa de la situación actual del restaurante. 57

Figura 2

Diagrama de flujo 69

Figura 3

Layout de atención al cliente..... 30

Figura 4

Promedio de tiempo de espera diferenciado por productos 31

Figura 5

Promedio de tiempo de espera diferenciado por tipo de cliente 33

Figura 6

Análisis Minitab 17 - Prueba de normalidad..... 35

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo aplicar la teoría de colas para reducir los tiempos de espera del cliente en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024, contribuyendo al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 8: Trabajo decente y crecimiento económico. Este trabajo presentó una metodología de tipo aplicada con un diseño preexperimental. Como población se consideraron todos los tiempos de los procesos relacionados con la atención del restaurante conformados por todas las interacciones de los trabajadores hacia los clientes del restaurante. Tuvo como resultado la reducción de tiempos de atención al cliente de 26 a 18 minutos en un producto; 31 a 22 minutos para el segundo producto. Concluyendo que, la atención tuvo una mejora ya que, se logró una reducción significativa en los tiempos de espera: de 26 a 18 minutos para las salchipapas y de 31 a 22 minutos para las alitas. Además, se optimizó la atención al cliente, reduciendo el tiempo de atención de salchipapas de 4 a 2 minutos y de alitas de 5 a 2 minutos. En el ámbito operativo, se redujeron los tiempos de preparación en cocina de 22 a 16 minutos para las salchipapas y de 26 a 20 minutos para las alitas.

Palabras clave: Estudio de tiempos, Teoría de colas, Tiempo estándar, restaurantes, producción.

ABSTRACT

The present research aimed to apply queueing theory to reduce customer waiting times at a fast food restaurant in Trujillo, 2024, contributing to Sustainable Development Goal (SDG) 8: Decent Work and Economic Growth. This study employed an applied methodology with a pre-experimental design. The population considered all process times related to restaurant service, encompassing all interactions from restaurant staff towards customers. The results showed a reduction in customer service times from 26 to 18 minutes for one product and from 31 to 22 minutes for another product. It concluded that service improved significantly, achieving a notable decrease in wait times: from 26 to 18 minutes for fries and from 31 to 22 minutes for wings. Additionally, customer service was optimized, reducing service times for fries from 4 to 2 minutes and for wings from 5 to 2 minutes. Operationally, preparation times in the kitchen were reduced from 22 to 16 minutes for fries and from 26 to 20 minutes for wings.

Keywords: Time study, Queuing theory, Standard time, restaurants, production.

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años, cuando los negocios de venta de alimentos han manifestado demora en los tiempos de atención. Sin embargo, por la necesidad de las personas, no le tomaban mayor importancia en esperar por su pedido, pasando por desapercibido ya que, los clientes eran menos exigentes. Hoy en día, la competencia en el mercado ha ido creciendo, desde las franquicias como restaurantes pequeños, donde el tiempo de atención se convirtió en un elemento importante en la satisfacción de los clientes, siendo un punto muy valioso para ellos.

La destreza y eficiencia en la entrega de los pedidos son aspectos que ayuda en satisfacer las expectativas de los comensales en un entorno donde la velocidad es esencial. Sin embargo, los tiempos de espera pueden variar significativamente según diversos elementos, como la demanda del momento, la capacidad operativa del restaurante y la complejidad de los pedidos (Cuevas et al. 2023).

En el ámbito internacional tenemos a Torres y Mora (2017), en donde menciona que la Teoría de colas es una estrategia implementada que sirve para entender el comportamiento de los sistemas de espera y cómo se pueden optimizar para mejorar la eficiencia operativa. Asimismo, es posible predecir y controlar aspectos como los tiempos de espera promedio, la longitud promedio de la cola, la utilización del servicio y otros parámetros importantes.

En el Perú, los clientes cada vez se convierten más exigentes, sobre todo en la región de la costa, donde se ha ido implementando diversas franquicias, convirtiéndose en restaurantes altamente competitivos y al ser restaurantes de comida rápida, la atención también es. Por lo tanto, los restaurantes han ido implementando estrategias efectivas en gestión de tiempos de espera para satisfacer las expectativas de los clientes y mantenerse competitivos con los demás locales (Bellido et al. 2021).

En el ámbito local Pizarro (2021), en su investigación realizada en la Municipalidad del distrito de Víctor Larco, confirma que la teoría de colas para la eficiencia documentaria ayuda en poder optimizar los tiempos de trabajo, sin necesidad de bajar la calidad en el proceso de su gestión.

En el restaurante donde parte esta investigación, tiene como problema principal los tiempos excesivos de espera para que le hagan la entrega de su pedido. De igual forma, se identificó que por cada pedido se emplea un aproximado de 20 a 30 minutos. Asimismo, se determinó que esta problemática se origina por la poca cantidad personal en el área de cocina ya que, solo cuenta con dos servidores (cocinero y un ayudante de cocina) siendo las dos únicas personas que elaboran el producto. Ante esta situación, se optó por aplicar un modelo de colas, para identificar los tiempos que emplea un restaurante para tomar y entregar un pedido. Asimismo, se elaboró un diagrama de flujo para conocer los procesos de atención, desde la llegada del cliente hasta la entrega del pedido, teniendo una visión clara en el cuello de botella. Además, se elaboró un diagrama de Ishikawa para conocer las posibles causas de cada área y sus consecuencias. Por último, se plasmó a través de un diagrama de Vester para tomar como prioridad las causas que afectan directamente en los tiempos de espera.

Ante esta situación problemática, se decidió plantear la siguiente interrogante: ¿En qué medida la teoría de colas reduce los tiempos de espera del cliente en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024?

Para resolver la problemática, se planteó como objetivo general, aplicar la teoría de colas para reducir los tiempos de espera del cliente en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024. Asimismo, los objetivos específicos son: diagnosticar el estado actual en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024. Determinar los tiempos de espera de los clientes en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024. Diseñar y Aplicar la teoría de colas en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024. Por último, evaluar los tiempos de espera después de la aplicación de teoría de colas en un restaurante de comida rápida en Trujillo, 2024.

Este estudio, está alineado con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas para abordar desafíos globales. Específicamente, contribuye al ODS 8, enfocado en trabajo decente y crecimiento económico, al investigar cómo la implementación de la Teoría de Colas puede optimizar las operaciones en restaurantes, mejorando así la eficiencia y productividad del sector. Además, se relaciona con el ODS 9, centrado en industria, innovación e infraestructura, al buscar innovar en la gestión operativa de restaurantes mediante metodologías eficientes. También se vincula con el ODS 12, que aborda la producción y consumo responsables, al explorar prácticas que puedan reducir el desperdicio de recursos y promover la sostenibilidad en la industria alimentaria.

En cuanto la justificación teórica, la teoría de colas es fundamental para entender y optimizar sistemas donde la demanda de servicio supera la capacidad disponible, proporcionando herramientas matemáticas para predecir y gestionar eficazmente los tiempos de espera y la utilización de recursos.

La teoría de colas proporciona una justificación metodológica importante para el Desarrollo Industrial de Productos y Servicios al permitir el análisis y la optimización de los procesos de producción y servicio, lo que resulta en una mejora significativa en la eficiencia operativa y la calidad del producto o servicio final.

Esta investigación se justifica de manera práctica ya que, investigar los tiempos de espera en los restaurantes de comida rápida radica en el impulso de mejorar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente, lo que puede traducirse en un aumento de las ventas, como también mejora la experiencia del cliente.

Desde el punto de vista social, esta investigación es importante porque los restaurantes de comida rápida son parte integral de la vida diaria de muchas personas, y mejorar la experiencia del cliente en estos establecimientos puede contribuir a una mejor calidad de vida y satisfacción general.

Continuando con la investigación, se hizo una búsqueda de estudios previos, que tengan relación con el tema y con las variables en específico, con el fin de comparar los hallazgos.

A nivel internacional, en la ciudad de Cali, se llevó a cabo una investigación para evaluar los tiempos de atención al cliente y la percepción del servicio en restaurantes de comidas rápidas. Propuso una solución basada en tecnología, mediante el uso de una plataforma digital para pedidos y pagos en línea, demostrando una mejora en los tiempos de espera; gracias a que los clientes tenían la posibilidad de hacer sus pedidos por sí mismos (autoservicio), sin necesidad de esperar a que un servidor los pueda atender. Esto logró aumentar el nivel de satisfacción a los clientes (Cuevas, 2023).

En cuanto a Loo et al (2022), en su estudio realizado en Ecuador, buscaron determinar cómo la teoría de colas contribuye a optimizar la experiencia del usuario. Se utilizaron metodologías descriptivas, cuantitativas y de observación directa de campo. Además, se encontró que, al implementar la teoría de colas, el tiempo de cola se redujo significativamente, de 10,52 a 2,56 minutos por cliente, lo que representa una reducción del 75%. Esto se logró aumentando el número de ventanas de atención a 7 u 8, cumpliendo con las expectativas de servicio del cliente en menos de 5 minutos. De igual forma, se concluyó que el desarrollo de la teoría de colas en el establecimiento objeto de estudio facilitó mejorar el proceso de atención al cliente, reducir el tiempo de espera en la fila y aumentar la satisfacción de los usuarios.

Según Bonfante et al. (2020), con una investigación realizada en Colombia, analizaron la calidad del proceso de un restaurante en Barranquilla, motivado por las múltiples quejas por pedidos retrasados e insatisfacción de los clientes que realizaban pedidos todos los fines de semana. Según el autor, la teoría de colas no resuelve directamente el problema, pero aporta información trascendental para la toma de decisiones al predecir varias características de las colas, como la probabilidad de formación y el tiempo medio de espera. Se encuentra un equilibrio entre los costos asociados con

la prestación del servicio y los costos de espera, que son los costos en los que incurre el cliente por permanecer en la instalación. En este equilibrio se determinará un nivel de servicio adecuado, donde se minimicen los costos totales para la empresa y se maximice la satisfacción del cliente para la implementación del personal. Identificaron herramientas clave y estrategias operativas para minimizar los tiempos de espera y maximizar la satisfacción del cliente mediante la optimización de recursos y procesos

Por otro lado, tenemos a Borrero (2021). En donde su investigación realizada en Colombia, indica que, por la alta demanda y largos tiempos de espera en La Casa del Plaza, ubicada en el DuNord, se llevó a cabo un proyecto para rediseñar el proceso de atención a los clientes. Utilizando datos históricos y una muestra recopilada por los autores, propuso reducir la fila a un máximo de 15 personas y el tiempo de espera a 20 minutos. Tras un análisis exhaustivo que incluyó pronósticos de demanda, teoría de colas y simulaciones, optó por dividir la fila según el tipo de comensal. Esta solución alcanzó una disminución del 69% en los tiempos de espera y del 65% en el número de personas en fila. Introdujo la segmentación de filas como una herramienta efectiva para gestionar diferentemente el flujo de clientes, lo que contribuyó significativamente a la reducción de los tiempos de espera y a una experiencia más personalizada para los clientes.

En cuanto la investigación de Cárdenas et al. (2019), en su trabajo se abordó el análisis de estudio de colas para mejorar la atención al cliente en el restaurante "Burger Ranch", donde los tiempos de espera excesivos pueden generar pérdidas económicas y mala reputación. Se implementó un modelo basado en Algoritmo Evolutivo para recolectar y analizar datos entre las 11 am y la 1 pm. Luego, se utilizó una simulación en Excel para estimar el uso del servicio según la cantidad de clientes diarios. La simulación se basa en la atención observada durante los días laborables, imitando el comportamiento real con la ayuda de la Inteligencia Artificial. Mediante un enfoque experimental utilizando la teoría de colas, se sugiere la adquisición de dos nuevos servidores para optimizar el sistema de servicios en un 33.84%. Esto se basa en la observación y análisis de tiempos de espera y tasas de servicio actuales, lo que indica que la

incorporación de más servidores reducirá significativamente los tiempos de espera promedio y mejorará la eficiencia del sistema en general. Este enfoque experimental permite una toma de decisiones fundamentada y cuantificable para mejorar la calidad del servicio y la satisfacción del cliente.

En su investigación, Cárdenas (2019) examinó el uso de la teoría de colas para mejorar el servicio al cliente en el restaurante "Burger Ranch". Tras estimar la demanda diaria de clientes, se determinó que era crucial agregar dos servidores adicionales para optimizar el sistema de atención, lo que representó una mejora del 33.84% en la eficiencia del servicio.

En estudios nacionales anteriores, prestamos atención a la investigación de Cruz y Olivos (2022), en su investigación realizada en Talara, enfocada en mejorar los tiempos de espera utilizando la teoría de colas. La población estudiada fue quienes habían realizado compras en dicho lugar, con una muestra de 385 personas. El enfoque utilizado es un enfoque cuantitativo y un diseño experimental descriptivo, con muestreo no probabilístico por conveniencia. La recogida de datos se realizó mediante un cuestionario que consta de 9 preguntas. Utilizando software de simulación como SPSS y Winqsb, se encontró que el 77% de los clientes consideraba excesivo el tiempo de espera, con una espera promedio de 3,84 minutos cuando se habilitaban 3 servidores. Se recomienda aumentar la cantidad de servidores a 4 o 5 para mejorar el proceso de atención al cliente.

Por otro lado, Naccha (2022), en su investigación realizada en la ciudad de Lima identificó como problema de investigación la reducción del tiempo de atención de los servicios virtuales, y el objetivo general fue proponer la aplicación de la teoría de colas para lograr este objetivo. La investigación fue cuantitativa, aplicada, explicativa y preexperimental. Entre enero de 2021 y mayo de 2022 se realizaron 525 servicios. En julio de 2021 se realizó una prueba preliminar y una prueba de seguimiento del mismo tamaño simulando la solución. La simulación permitió clasificar y priorizar los servicios para planificar su ejecución en función de la rentabilidad esperada, resultando en una reducción del tiempo de respuesta a consultas generales en un 55%, preparación de cotizaciones en un 88% y ejecución

de servicios en un 55%.

Palomino (2020) en su investigación de grado sobre la aplicación de la teoría de colas para mejorar los tiempos de espera de los clientes en una agencia bancaria mediante simulaciones, se enfocó en la implementación de esta teoría para reducir los tiempos de espera en la empresa. A través de la simulación M/M/2, M/M/3, M/M/4 y M/M/5, se determinó que la adición de 2 servidores adicionales era necesaria para reducir los tiempos de espera, lo que resultó en un total de 4 servidores activos en el establecimiento. Además, se destacó que la teoría de colas no solo permite la incorporación de servidores adicionales, sino que también facilita un análisis integral del sistema para identificar soluciones efectivas y posiblemente reducir costos, beneficiando así a la empresa.

Según Távara (2020), en su trabajo de investigación sobre la implementación de la teoría de colas para reducir los tiempos de espera en la empresa Corporación Guerrero & Baltazar, se utilizó el diagrama de Ishikawa para identificar el tiempo de espera perdido en las filas. Además, se empleó un simulador para determinar el número de usuarios y el tiempo requerido para atenderlos. En conclusión, el estudio determinó que el tiempo perdido de espera cambia en función de la cantidad de servidores disponibles y el número de clientes que llegan durante el día. Específicamente, se encontró que, si se aumenta el número de servidores a 6, el tiempo de espera perdido se disminuiría en 3.18 minutos, lo que representa una disminución del 94.14% del tiempo total.

Finalmente, tenemos un estudio de Iparraguirre y Medina (2020). donde el foco en 2020 estuvo en mejorar los procesos de atención al cliente para reducir los tiempos de espera en un comedor de una empresa minera en la ciudad de Ancash. Se utilizó un enfoque cuantitativo, analizando todos los procedimientos de atención al cliente. Se propuso corregir la situación mediante capacitaciones virtuales y contratación de nuevos empleados para reducir los tiempos de atención.

Según Velásquez (2019), en su artículo de revisión científica que analizó el impacto de la teoría de colas en las empresas del sector alimentario, específicamente en la reducción de tiempos de espera y la satisfacción del cliente, se planteó como objetivo principal evaluar dicho impacto. Los resultados alcanzados demostraron que la teoría de colas genera un efecto positivo en las empresas, ya que a través de la reducción de tiempos que esta garantiza, las organizaciones pueden ofrecer una respuesta más ágil y oportuna a las demandas de los clientes, lo que resulta en un incremento notable en la satisfacción del usuario final.

En relación con las teorías relacionadas al tema de investigación son:

Delgado (2009), inicia su análisis de la historia de la teoría de colas con una referencia al matemático danés Agner Krarup Erlang (Longborg, Dinamarca, 1878-1929), cuyo trabajo, publicado en 1909, se considera el primer artículo sobre esta disciplina. A lo largo de la primera mitad del siglo XX, el trabajo de Erlang fue ampliado por varios investigadores destacados, incluidos Pollachek, Kolmogorov y Khinchin, entre otros. Desde la década de 1950, el campo ha experimentado un crecimiento notable, impulsado en parte por el crecimiento exponencial de las telecomunicaciones, que es fundamental para el desarrollo y la globalización y donde la teoría de las colas está ganando relevancia significativa.

Singer (2008), afirma que la teoría de colas es una rama de la investigación operativa que analiza el comportamiento de los sistemas de servicio donde los clientes terminan esperando. Su fundador fue el matemático danés Agner Erlang (1878-1929), quien en 1909 aplicó la teoría de la probabilidad al comportamiento de las conversaciones telefónicas. Este y otros trabajos permiten entender y gestionar las redes telefónicas, cuyos elevados costos requieren una distribución óptima de los componentes electrónicos para mantener la latencia dentro de los niveles aceptables.

Por otro lado, Maldonado (2015), afirma que la teoría de colas es un campo de investigación operativa que analiza los sistemas de espera, especialmente en entornos empresariales, para aumentar su eficiencia. Esta teoría nos permite evaluar los tiempos de espera de los clientes y el

tiempo promedio requerido para recibir el servicio. Además, calcula el número promedio de clientes en la cola y el tamaño promedio de los solicitantes de servicios en el sistema.

Al igual que, Yáñez-Mingot y Hernández (2017), mencionan que una cola es un sistema que consta de un conjunto de recursos y una cola en la que las solicitudes de un grupo de usuarios esperan hasta que uno de los recursos esté disponible para su procesamiento.

Barboza y Rojas (2018), indican que la Teoría de colas es una disciplina de estudio que se basa en la Investigación de Operaciones y se enfoca en abordar problemas que surgen en situaciones en las que se generan filas o colas para recibir un servicio o completar un trabajo.

Un sistema de colas surge como resultado de la demanda de un servicio y su ejecución con el objetivo de satisfacer al cliente. En este sistema, los clientes que necesitan un servicio surgen a lo largo del tiempo en una fuente de entrada y luego ingresan a la instalación, verificando si pueden ser atendidos de inmediato. En caso contrario, se unen a la cola y esperan su turno para recibir el servicio, siguiendo una disciplina específica de cola. Una vez que han sido atendidos mediante este mecanismo de colas, el cliente abandona la fila, es decir, sale del sistema de colas (Contreras, 2021).

Parra y Aranda (1999), menciona que la teoría de colas se encuentra dentro del ámbito de la teoría de la probabilidad aplicada, con el propósito de crear modelos que describan el comportamiento de sistemas que atienden una demanda aleatoria. Su aplicación ha sido fundamental y extensamente utilizada en sistemas informáticos y de telecomunicaciones, y más recientemente, de manera creciente, en campos como la economía y la gestión empresarial. Específicamente en este último ámbito, la teoría de colas está demostrando ser una herramienta altamente útil para modelar situaciones bajo condiciones de incertidumbre.

La teoría de colas se centra en el análisis matemático de las colas o esperas en un sistema determinado. Esta área de investigación examina diversos aspectos como la distribución del tiempo entre las llegadas de los

individuos (clientes) y la duración del servicio. El primer artículo relevante sobre esta teoría fue publicado en 1909 por el matemático danés Agner Krarup, quien centró su atención en investigar el problema asociado con el dimensionamiento de líneas y centros de conmutación telefónica para el servicio de llamadas (Aguayo, 2017).

Según Daza et al. (2018), la teoría de colas es un campo de investigación que apoya a resolver problemas cotidianos, empleando fundamentos de procesos aleatorios y matemáticos para estudiar y examinar cómo se forman las colas y los diversos factores que conllevan a su aparición. Este método se desarrolló con el objetivo de predecir los diversos comportamientos de las colas, permitiendo así un correcto dimensionamiento de los equipos e instalaciones necesarios para brindar el servicio

Según Romero (2018), la teoría de colas es un concepto matemático que permite analizar, a través de la observación, la conducta de las filas que se forman cuando los clientes llegan a un lugar para recibir atención. A estos puntos de atención se les denomina servidores, los cuales tienen una capacidad limitada y no siempre se encuentran disponibles, lo que conlleva a que los usuarios deban esperar en una cola.

La teoría de colas es una disciplina matemática que estudia los fenómenos de espera en líneas o colas. Esta teoría se aplica en una variedad de contextos donde los recursos son limitados y la demanda de estos recursos varía en el tiempo. La teoría de colas encuentra su utilidad en sectores como telecomunicaciones, manufactura, logística, y servicios de atención al cliente, donde la optimización del tiempo de espera es crucial para la eficiencia operativa (Gross, 2020).

Una de las características fundamentales de la teoría de colas es la descripción y análisis de los sistemas de espera mediante modelos matemáticos. Estos modelos se basan en la llegada de clientes a un sistema, el tiempo de servicio y el número de servidores disponibles. El propósito es predecir y mejorar el rendimiento del sistema a través de la optimización de estos parámetros (Bhat, 2019). La teoría se divide en

diferentes tipos de colas, como las de una sola línea con un solo servidor (M/M/1), múltiples líneas con un solo servidor (M/M/c), y sistemas más complejos como las colas en red.

El estudio de la teoría de colas comenzó con las investigaciones de A.K. Erlang a principios del siglo XX, enfocándose en las centrales telefónicas. Hoy en día, esta teoría se ha expandido considerablemente y se utiliza para optimizar una amplia gama de procesos en diversas industrias (Wolff, 2019). El objetivo es minimizar el tiempo de espera y maximizar la utilización de los recursos, lo que se traduce en una mayor satisfacción del cliente y una operación más eficiente.

En el ámbito de las telecomunicaciones, la teoría de colas es esencial para la gestión de tráfico en redes de datos. La capacidad de predecir y mitigar congestiones en las redes es vital para garantizar la calidad del servicio (QoS). Por ejemplo, los algoritmos de enrutamiento y la asignación de ancho de banda se basan en principios de la teoría de colas para optimizar el flujo de datos y reducir los retrasos (Takagi, 2020).

En el sector salud, la teoría de colas se utiliza para gestionar los flujos de pacientes en hospitales y clínicas. La asignación eficiente de recursos, como camas, personal médico y equipos, es crucial para reducir los tiempos de espera y mejorar la calidad de la atención. Estudios recientes han demostrado que la implementación de estrategias basadas en la teoría de colas puede reducir significativamente los tiempos de espera y aumentar la satisfacción de los pacientes (Green, 2019).

En la industria manufacturera, la teoría de colas se aplica para mejorar los procesos de producción y logística. La sincronización de las líneas de producción y la gestión de inventarios son aspectos que se benefician de los modelos de colas. Al analizar los tiempos de espera y los cuellos de botella, las empresas pueden implementar cambios que resulten en una producción más fluida y eficiente (Johansson, 2021).

La teoría de colas también tiene aplicaciones significativas en el sector servicios. Por ejemplo, en el ámbito de la atención al cliente, los centros de

llamadas utilizan modelos de colas para optimizar el tiempo de respuesta y asignar adecuadamente los agentes a las llamadas entrantes. La mejora en estos procesos no solo reduce el tiempo de espera para los clientes, sino que también mejora la eficiencia operativa del centro de llamadas (Koole, 2020).

Otra área importante de aplicación es el sector financiero, donde las instituciones bancarias emplean la teoría de colas para gestionar las filas en las sucursales y los tiempos de espera en los cajeros automáticos. La correcta implementación de estos modelos permite a los bancos ofrecer un mejor servicio al cliente y gestionar sus recursos de manera más efectiva (Cochran, 2021).

En el campo de la logística, la teoría de colas es fundamental para la gestión de flotas de vehículos y la planificación de rutas. Las empresas de transporte y distribución utilizan estos modelos para minimizar los tiempos de espera en los puntos de carga y descarga, lo que se traduce en una mayor eficiencia y reducción de costos operativos (Crainic, 2020).

Recientemente, la teoría de colas ha encontrado nuevas aplicaciones en el ámbito de la informática y la inteligencia artificial. Los sistemas de computación en la nube y las redes neuronales profundas utilizan modelos de colas para gestionar la distribución de tareas y la asignación de recursos computacionales, optimizando así el rendimiento y la eficiencia de estos sistemas avanzados (Harchol-Balter, 2020).

Un aspecto crucial de la teoría de colas es su capacidad para proporcionar una base teórica sólida para la toma de decisiones en la gestión operativa. Los modelos de colas permiten a los gestores evaluar diferentes estrategias y tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos y la planificación de la capacidad (Gans, 2019). Esto es especialmente relevante en contextos donde la demanda es altamente variable y los recursos son limitados.

La implementación de la teoría de colas requiere un análisis detallado de los datos históricos y un entendimiento profundo de los patrones de

demanda. Las técnicas estadísticas y los algoritmos de simulación son herramientas esenciales en este proceso, permitiendo a las organizaciones modelar diferentes escenarios y evaluar el impacto de diversas estrategias de gestión (Shortle, 2020).

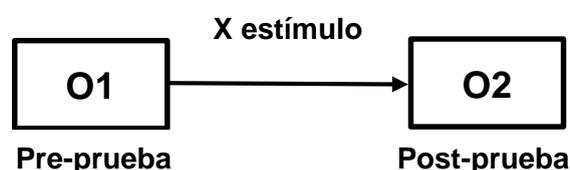
En conclusión, la teoría de colas es una herramienta poderosa y versátil que ofrece soluciones prácticas a problemas de espera en una variedad de contextos. Desde las telecomunicaciones hasta la atención al cliente, la salud, la manufactura y más allá, su capacidad para mejorar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente es indiscutible. La continua investigación y desarrollo en esta área promete abrir nuevas oportunidades y aplicaciones, consolidando su relevancia en el mundo moderno (Whitt, 2021).

II. METODOLOGÍA

Este estudio tiene como enfoque cuantitativo y de tipo aplicado ya que, se basa en la recolección y análisis de datos que pueden ser cuantificados o expresados en forma numérica y aplicado porque se centra en resolver un problema específico. Este enfoque implica la utilización de métodos de recolección de datos como ficha de registro, mediciones o pruebas, que generan resultados en forma de números o datos numéricos. Posteriormente, estos datos son sometidos a un análisis estadístico, que incluye la aplicación de técnicas y procedimientos estadísticos para interpretar los datos y extraer conclusiones. Tiene un alcance explicativo puesto que buscó explicar las causas y efectos de un fenómeno que en este caso es la atención al cliente y los tiempos de espera (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

El diseño de esta investigación es experimental con categoría pre experimental, puesto a que no existe un grupo de control, porque la manipulación de la variable es mínima. Asimismo, la investigación es de corte longitudinal porque se hará una preprueba de la variable dependiente y una post prueba de la misma variable después de la intervención de la variable independiente (Ñaupas et al. 2018).

Esquema de investigación: El esquema de esta investigación evalúa el efecto de la intervención a través de la aplicación de una preprueba y post prueba. Siendo O1 los resultados obtenidos en la primera intervención y levantamiento de información, esto antes de aplicar algún cambio que en este caso es el X estímulo, es decir, la modificación que se hará en los procesos para reducir los tiempos de espera, O2 simboliza los resultados u observación obtenida después de la aplicación, es decir la post prueba.



En cuando a la variable Teoría de Colas, en su definición Conceptual: Para Portilla, Arias y Fernández (2010), indica que son aquellos patrones organizados que especifican los mecanismos adecuados para atender las esperas, con la clara intención de establecer un equilibrio del esquema y determinar la cantidad de personas que pueden ser atendidas en un clima de estabilidad y satisfacción. Por otro lado, en definición Operacional: Se empleará la Teoría de colas, con el propósito de reducir los tiempos de espera del cliente, lo que significa que se analizará cada aspecto de la cadena de procesos operacionales del restaurante, con el objetivo de optimizarlos, estos son: tiempo de espera de arribo de los clientes al sistema, tiempo de servicio, la utilización del servicio y la capacidad del sistema.

Tiempo de espera, en su definición conceptual, se refiere al período de tiempo que una persona o entidad debe aguardar antes de recibir un servicio, atención o respuesta deseada. Es una medida del intervalo entre el momento en que se solicita o se espera recibir algo y el momento en que realmente se obtiene. El tiempo de espera está vinculado a un campo de estudio de la investigación operativa conocido como teoría de colas, y también funciona como un indicador de la calidad del servicio. Para analizar esta variable se han considerado las dimensiones tiempo promedio de pedido y el índice de utilización de la mano de obra (Suárez, et al., 2019).

Matriz de operacionalización de variables [\(ver Anexo N° 1\)](#)

Población y muestra: La población de investigación se refiere al total de elementos o individuos que poseen ciertas características comunes y son objeto de estudio en una investigación. Por otro lado, la muestra es un subconjunto relevante de la población que se escoge para ser estudiado con el fin de obtener conclusiones sobre la población en su conjunto. La muestra se elige de manera que refleje con precisión las características y la diversidad de la población, permitiendo realizar inferencias válidas sobre ella (Ñaupas et al. 2018).

En la población se consideraron todos los tiempos de los procesos relacionados con la atención del restaurante conformados por todas las interacciones de los trabajadores hacia los clientes del restaurante de comida rápida de Trujillo. En este punto se diferencia el proceso operativo y el proceso de atención al cliente siendo 2 y 3 trabajadores, respectivamente.

Criterios de inclusión: Tiempos de los procesos operativos y de atención al cliente realizados por los trabajadores durante los horarios establecidos. Trabajadores directamente involucrados con la atención como meseros, cocineros, personal de servicio, entre otros.

Criterios de exclusión: Tiempos de los procesos que no involucren la atención al cliente como los administrativos. Trabajadores que no interactúan con clientes como administrativos o el personal de limpieza.

El método de muestreo utilizado se clasificó como probabilístico de muestreo aleatorio simple, ya que, siguiendo el enfoque mencionado por Hernández et al. (2018), se trata de un procedimiento en el que cada elemento de la población tiene las mismas posibilidades de ser seleccionados. Además, la elección de la muestra utilizó como base los parámetros obtenidos gracias a la observación directa, donde se tomaron datos sobre los tiempos de atención en el rango de las 2 horas en dos días que son los de mayor tráfico de clientes obteniendo una muestra de

62 tiempos de los procesos que al analizar estadísticamente se obtuvo que la desviación típica es de 0.0044003, al ser una población infinita se utilizó la fórmula:

$$n = (Z \cdot \sigma / E)^2$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

Z = nivel de confianza

σ = desviación típica

E = margen de error aceptable

En este caso el nivel de confianza es 95% equivalente a factor Z 1.96, el margen de error es de 0.001, al sustituir los valores en la fórmula se obtiene como resultado 74.37 redondeado a 75 el tamaño muestral.

Esto significa que, el tamaño muestral es de 75 tiempos de los procesos de atención al cliente.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Para nuestra investigación, se inició diagnosticando la situación actual del restaurante, utilizando un Layout para conocer las distintas áreas y espacios del restaurante. Además, se empleó un diagrama de flujo para conocer el proceso de atención. Como también se creó un diagrama de Ishikawa para identificar las posibles causas que puedan originar el problema y luego ordenarlo a través de una matriz de Vester enumerando desde la causa más alta y poder partir con el resto de objetivos. Posterior a ello, se elaboró una ficha de registros para calcular los tiempos de espera y por último, estos fueron analizados a través de los programas WINQSB y Minitab 17 (Anexo 7). Además, los instrumentos fueron validados a través de juicio de expertos (Anexo 3).

Métodos para el análisis de datos: Un procedimiento se define como una secuencia de pasos establecidos que garantizan la ejecución de un

proyecto con la menor probabilidad de error o contratiempo (Vivanco, 2017).

En esta investigación, se implementó un procedimiento organizado de acuerdo con los objetivos planteados. Inicialmente, se realizó un diagnóstico de la situación inicial de la empresa de comida rápida mediante la recolección de datos que sirvió para elaborar un diagrama de flujo para conocer los procesos empleados por el restaurante, como también un Layout para conocer los espacios del restaurante. Asimismo, se creó un diagrama de Ishikawa y de Vester (Anexo 7) para conocer las problemáticas del restaurante. Esta información permitió identificar el principal problema experimentado por los clientes en relación con el tiempo de espera para recibir el servicio.

Se registró el tiempo de espera actual de los clientes utilizando una ficha de recolección de datos. Con estos datos, se aplicó la teoría de colas y se determinó el tiempo entre llegadas de los clientes y el tiempo promedio de servicio. Utilizando el software WinQSB, se simuló el comportamiento del sistema y se buscó el modelo óptimo que minimizara tanto el tiempo de espera.

Una vez identificado y aplicado el mejor modelo, se registró el tiempo de espera posterior a la aplicación de la teoría de colas utilizando la misma hoja de registro. Finalmente, se compararon los tiempos de espera antes y después de la intervención en la empresa de comida rápida.

Aspectos éticos: En consideración de los objetivos de la investigación y teniendo en cuenta el código de ética de investigación de la Universidad César Vallejo, se han considerado los criterios y principios relacionados con la libertad de investigación, la responsabilidad profesional al no cometer plagio y duplicación de investigaciones previas, y el cumplimiento de exigencias legales, así como de protección de datos y confidencialidad. Antes de utilizar los instrumentos de investigación, se obtuvo formalmente el permiso de la empresa a través de un documento que fue firmado por el administrador.

III. RESULTADOS

Como resultado del Objetivo 1, se identificó el diagnóstico del estado actual en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024. Se elaboró un diagrama de flujo donde se conoció el proceso de atención de los clientes, comenzando desde la llegada del comensal, seguido evalúa el menú y mira las opciones de compra. Una vez decidido, se hace la toma de la comanda y se identificó que, hasta ese proceso, tiene un tiempo de demora de 10 minutos. Sin embargo, cuando este pasa a cocina para su elaboración tiene una tardía de 20 minutos, teniendo un tiempo total de atención de 30 minutos (Ver figura 1).

Por otro lado, teniendo en cuenta, las áreas del restaurante, se divide en dos grupos: área de cocina que está conformada por dos servidores: cocinero y un ayudante de cocina. Asimismo, la sección de servicio al cliente que cuenta con 3 servidores: Un cajero, un empaquetador y por último un despachador que su única función es llamar al cliente y entregar su pedido.

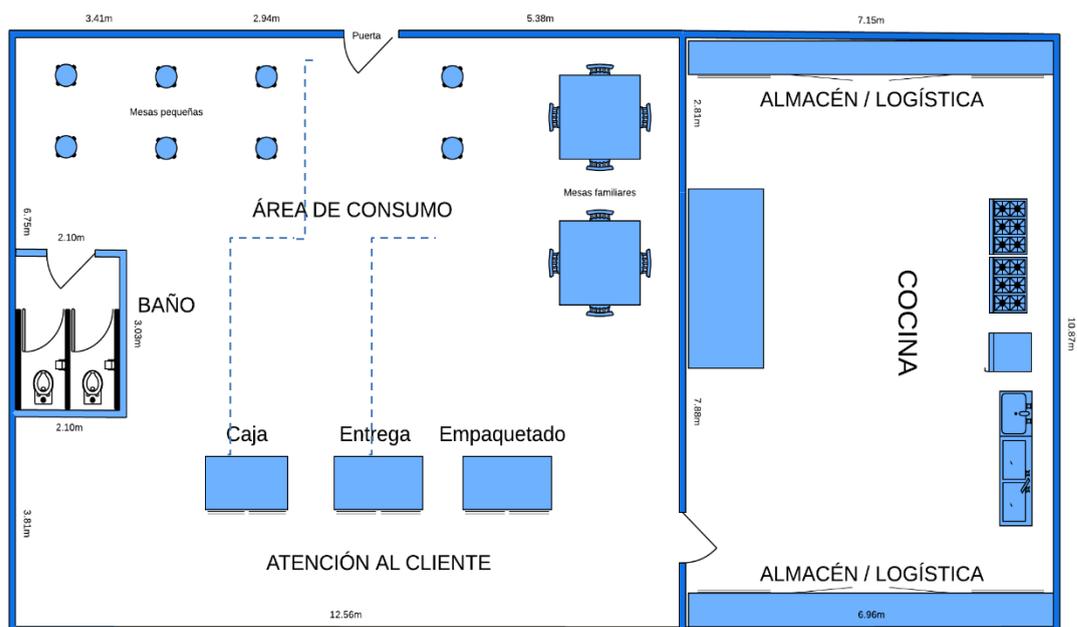
Para tener más clara la información, a través del Layout podemos identificar que el cliente al ingresar al restaurante, primero observará las pantallas o el mostrador para poder escoger su producto, luego pasa a caja para hacer su pedido; la comanda pasa al área de cocina donde ambos servidores inician la preparación del productor; una vez terminado, se envía al área de emplatado o empaquetado para que arme la presentación del producto y por último el despachador recibe el pedido para llamar al comensal o delivery para que finalmente hagan la entrega del producto (Ver figura 2).

En cuanto al proceso, hemos identificado las distintas causas posibles que pueden afectar en la tardía de la entrega del pedido plasmándolo en un diagrama de Ishikawa, finalmente se ha ido enumerando cada una de ellas a través de un diagrama de Vester (Anexo 7).

El sistema de colas identificado en el restaurant es la cola FIFO caracterizada por ser un modelo de gestión de colas en el que se atiende por orden de llegada donde el primero en llegar es el primero en salir, sin embargo, aunque el propósito es atender por orden de llegada en la práctica existen variaciones por la capacidad de respuesta del área de operaciones (cocina). Así, se ha determinado que la aplicación de este sistema corresponde tanto a la operación de atención al cliente como a los procesos operativos.

Figura 3

Layout de atención al cliente



El problema principal en el restaurante de comida rápida es la limitación de personal en la cocina ya que, solo existe dos servidores (un cocinero y un ayudante de cocina). Esta falta de personal resulta en una sobrecarga de trabajo para ambos, quienes tienen que realizar múltiples tareas al mismo tiempo. Como consecuencia, se observa confusión e ineficiencia en la cocina, donde la falta de un flujo de trabajo bien definido y sincronizado contribuye a la demora en la preparación de los pedidos. Asimismo, no existe un control de calidad, por la que el ayudante de cocina deberá hacer una selección de insumos para poder prepararlos y posterior hacer un seguimiento de cada ingrediente (Ver tabla 1).

Como resultado del objetivo 2, para determinar los tiempos de espera de los clientes en un restaurante de comida rápida de Trujillo se utilizó una ficha de registro donde se recolectó información tal como la fecha, el número de mesa del cliente, el pedido realizado que está tipificado en 2 productos, la hora de ingreso al local, la hora de toma de pedido y la hora en que se entregó el pedido. Con la información mencionada anteriormente, se pudo deducir el tiempo que demora la cola para efectuar los pedidos, el tiempo de espera para ser servido y el tiempo de espera total de los clientes.

Se realizaron dos intervenciones en dos días que son los de mayor afluencia de personas y cuando los trabajadores sienten mayor presión por la cantidad de pedidos, se realizó el día viernes 10 de mayo en un periodo de dos horas desde las 19 horas hasta las 21 horas además del día domingo 12 de mayo en un periodo de dos horas desde las 20 horas hasta las 22 horas. Además, se hizo una diferenciación en los tiempos de espera de acuerdo con el tipo de producto pedido.

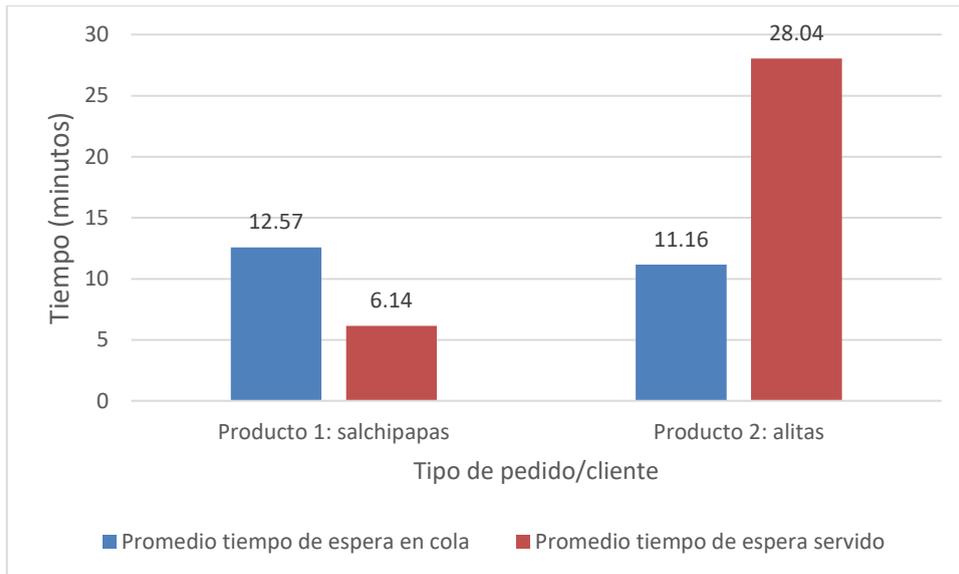
Tabla 1

Promedio de tiempo de espera diferenciado por productos

Producto	Promedio tiempo de espera en cola	Promedio tiempo de espera servido	Promedio tiempo de espera total
Producto 1: salchipapas	3 minutos 54 segundos	22 minutos 26 segundos	26 minutos 20 segundos
Producto 2: alitas	4 minutos 47 segundos	28 minutos 4 segundos	32 minutos 51 segundos

Figura 4.

Promedio de tiempo de espera diferenciado por productos



Con el producto 1, referido a la salchipapa se ha obtenido que el tiempo promedio de espera en la fila para poder realizar los pedidos es de 3 minutos 54 segundos considerando el tiempo que puede demorar el cliente en decidir su pedido y la cola existente debido a que se atiende por orden de llegada. Una vez que el cliente realizó su pedido debe esperar para recibir el producto, este tiempo es de 22 minutos 26 segundos en promedio considerando el número de personas que llegaron antes y la similitud de pedidos, es decir, si las personas que lo anteceden compraron el mismo producto, hay más posibilidad de menor tiempo de demora, en esta fase inicial las colas estuvieron conformadas de hasta 10 personas.

El tiempo de espera total para la atención de salchipapas en promedio es de 26 minutos 20 segundos, considerado desde la hora de llegada del cliente a la tienda hasta la hora en que le sirven el producto.

Con el producto 2, referido a las alitas se ha obtenido que el promedio de tiempo de espera en la cola para realizar el pedido es de 4 minutos 47 segundos considerando el tiempo que demora el cliente en decidir su compra y de la cantidad de personas que le anteceden en la cola. El tiempo promedio que transcurre entre el momento que realiza el pedido y el momento en que le entregan el producto es de 28 minutos 4 segundos, de igual forma, si los clientes que antecedieron tienen pedidos similares hay probabilidad de que el producto salga en menor tiempo (Anexo 7).

El tiempo de espera total para la atención de las alitas en promedio es de 32 minutos 51 segundos, valorando el proceso desde la llegada del cliente al restaurante hasta la hora en que le sirven el producto.

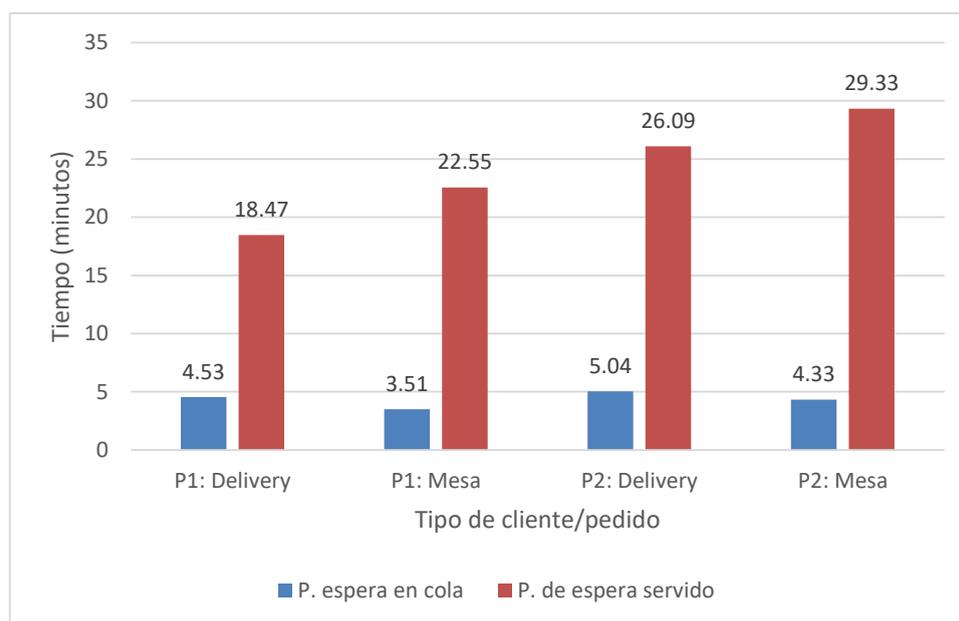
Tabla 2

Promedio de tiempo de espera diferenciado por tipo de cliente

Producto	P. espera en cola	P. de espera servido	P. espera total
Producto 1: salchipapas			
Delivery	4 min 53 seg	18 min 47 seg	24 min 00 seg
Mesa	3 min 51 seg	22 min 55 seg	27 min 29 seg
Producto 2: alitas			
Delivery	5 min 04 seg	26 min 09 seg	31 min 13 seg
Mesa	4 min 33 seg	29 min 33 seg	34 min 07 seg

Figura 5.

Promedio de tiempo de espera diferenciado por tipo de cliente



Además, se realizó el análisis de los tiempos de espera de acuerdo con el tipo de cliente diferenciando entre comensales y clientes que piden a domicilio obteniendo que los tiempos de atención dirigido a los clientes que piden a domicilio es menor, esto se debe a que no se toma en cuenta el

tiempo que le toma realizar el pedido al cliente.

En el producto 1, sobre las salchipapas, el tiempo de espera en la cola para realizar el pedido, es decir, el tiempo que demora el repartidor en solicitar su orden es de 4 minutos 53 segundos considerando que el canal de atención a repartidores también tiene una cola que es atendida por orden de llegada. El tiempo promedio de espera para que le entreguen el producto es de 18 minutos 47 segundos, y el tiempo promedio total desde su llegada al restaurant hasta su salida es de 24 minutos.

Por su parte, la atención a mesas tiene un tiempo promedio de espera en la cola para hacer su pedido de 3 minutos 51 segundos, el tiempo de espera para ser servidos es de 22 minutos 55 segundos y el tiempo promedio total es de 27 minutos 29 segundos.

En el producto 2, sobre las alitas, el tiempo de espera en la cola para realizar el pedido, es decir, el tiempo que demora el repartidor en solicitar su orden es de 5 minutos 04 segundos considerando que el canal de atención a repartidores también tiene una cola que es atendida por orden de llegada. El tiempo promedio de espera para que le entreguen el producto es de 26 minutos 09 segundos y el tiempo promedio total desde su llegada al restaurant hasta su salida es de 31 minutos 13 segundos.

Por su parte, la atención a mesas tiene un tiempo promedio de espera en la cola para hacer su pedido de 4 minutos 33 segundos, el tiempo de espera para ser servidos es de 29 minutos 33 segundos y el tiempo promedio total es de 34 minutos 07 segundos.

Con relación al tercer objetivo específico, se aplicó la teoría de colas utilizando los programas Minitab 17 y Winqsb (Anexo 8 y 9). Se sometieron los datos a Minitab 17 con la finalidad de realizar el análisis descriptivo calculando la media, mediana, desviación estándar y la prueba de normalidad para comprobar que los datos sigan una distribución normal.

Tabla 3

Estadística Minitab 17 (media, mediana y desviación estándar)

Variable	Media	Mediana	Desv.Est.	Varianza	CoefVar
Tiempo total	0.0206205	0.0201389	0.0054000	0.0000194	21.34
T. de espera en cola	0.0030242	0.0206205	0.0024092	0.0000058	79.67
T. de espera para servir	0.0175963	0.0173611	0.0043594	0.0000190	24.77

En la tabla 3, se presenta los resultados estadísticos realizados para las variables de tiempo de espera en cola, el tiempo de espera para servir y el tiempo total.

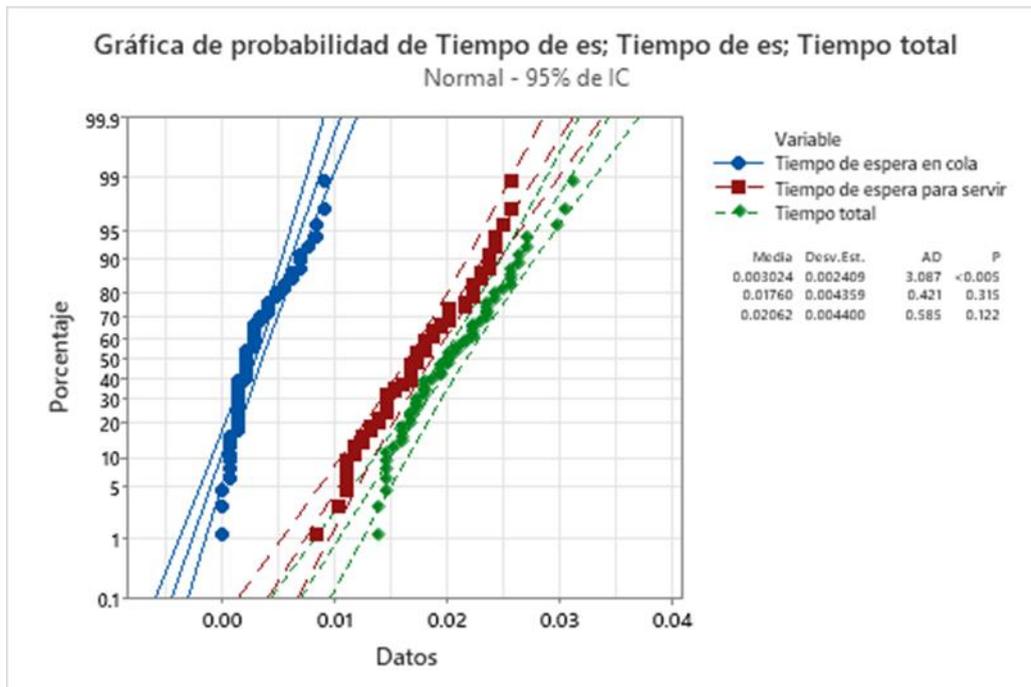
El tiempo total de espera de atención al cliente tiene una media de 0.0206205 lo que significa que el tiempo promedio total de espera es de 29.69 minutos. El coeficiente de variación es de 21.34% lo que significa que los tiempos de espera tienen una variabilidad alta sobre la media.

El tiempo de espera en la cola para realizar sus pedidos es de 4.35 minutos con un 79.67% de coeficiente de variación, lo que significa que los tiempos son altamente variables lo que indica que algunos clientes pueden tener periodos de tiempo de espera muy corto y otros clientes pueden esperar por periodos muy largos.

Una situación similar se presenta en los tiempos de espera para ser servidos, es decir, desde el momento en que realizan el pedido hasta que este es entregado, presenta un tiempo promedio de 25.34 minutos con un coeficiente de variación de 24.77% lo que significa que los tiempos no son tan variables y en general los clientes esperan los 25 minutos para recibir sus pedidos.

Figura 6

Análisis Minitab 17 - Prueba de normalidad



Al aplicar una prueba de normalidad para los 3 indicadores principales relacionados con el tiempo de espera en cola para realizar el pedido, el tiempo de espera para ser servidos y el tiempo total, se obtuvieron cifras en el P valor <0.005, 0.315 y 0.122, respectivamente.

El valor P de los tiempos de espera en cola indica que el tiempo de espera en cola tiene un impacto significativo en la hipótesis nula.

El valor P de los tiempos de espera para ser servidos demuestran que no existe suficiente evidencia para desechar la hipótesis nula, lo que significa que los tiempos de espera es similar a lo esperado.

De igual manera, el valor P del tiempo total de espera muestra que no hay evidencia para rechazar la hipótesis nula. En conclusión, los datos siguen una distribución normal.

Luego, se realizó el modelado de colas con el software Winqsb utilizando el modelo M/M/2, M/M/3 y M/M/4 haciendo una diferenciación entre el proceso operativo y el proceso de atención al cliente considerando los siguientes valores:

Tabla 4*Cifras iniciales para modelado de colas*

Procesos	N° de servidores	Tasa de servicio (por hora)	Tasa de llegada de cliente
Proceso operativo	2	2.4	15.5
Proceso de atención al cliente	3	13.85	15.5

Para el modelado de colas del proceso operativo que consta de la preparación de los alimentos en cocina, se consideró a dos personas que hacen las veces de servidores. De acuerdo con la recolección de datos se obtuvo una tasa de servicio por hora de 2.4 y la tasa de llegada de clientes es de 15.5. Además, se hizo el modelado considerando a 3 y 4 personas.

Tabla 5*Modelado de colas del proceso operativo – Winqsb*

Medición del desempeño	2 servidores	3 servidores	4 servidores
Utilización general del sistema	96.83%	76.68%	69.06%
N° promedio de clientes en el sistema	11.8750	5.1883	6.3403
N° promedio de clientes en la cola	9.4385	2.8879	3.5779
N° promedio de clientes en la cola en un sistema ocupado	10.3845	4.8285	7.7837
Tiempo promedio que el consumidor pasa en el sistema	0.6692h	0.2011h	0.2681h
Tiempo promedio que el consumidor pasa en la cola	0.3663h	0.0216h	0.0447h
Probabilidad que todos los servidores estén inactivos	2.06%	5.97%	5.83%
Probabilidad que un cliente espere o el sistema este ocupado	95.70%	59.81%	45.97%

Tal como se observa en la Tabla 5, la simulación para un modelado de colas más eficiente es con 3 servidores donde reduce tiempos de espera de 40 minutos hasta 12 minutos con una utilización general de los servidores en actividad del 94%, una reducción de hasta 6 personas en las colas. A pesar de que la simulación con 4 servidores parece ser más eficiente que con 3 servidores, presenta cifras más altas en el tiempo de espera (16 minutos) así como en la cantidad de personas en cola incluso presenta una reducción en el porcentaje de utilización general del sistema. Por lo anterior, el escenario ideal para llevar a cabo un proceso operativo eficiente es con 3 servidores.

Tabla 6

Modelado de colas del proceso de atención al cliente – Winqsb

Medición del desempeño	2 servidores	3 servidores
Utilización general del sistema	48.72%	31.40%
Nº promedio de clientes en el sistema	1.1503	0.9465
Nº promedio de clientes en la cola	0.1762	0.0045
Nº promedio de clientes en la cola en un sistema ocupado	0.5834	0.0697
Tiempo promedio que el consumidor pasa en el sistema	0.0742h	0.0609h
Tiempo promedio que el consumidor pasa en la cola	0.0114h	0.0003h
Probabilidad que todos los servidores estén inactivos	32.77%	36.64%
Probabilidad que un cliente espere o el sistema este ocupado	30.20%	6.47%

En la **Tabla 6**, se desarrolló un modelado de colas para el proceso de atención al cliente que consta de las interacciones realizadas por el personal en la toma de pedidos, la recepción de pagos y el despacho.

Actualmente, este proceso consta de 3 servidores que tienen tiempos de espera aceptables, sin embargo, se hizo el modelado con 2 servidores obteniendo un incremento de tiempo de atención de 3.6 minutos a 4.5 minutos y un incremento no significativo de personas en cola siendo 2 clientes la mayor cantidad. En la simulación con 3 servidores hay un mayor porcentaje de inactividad de los servidores siendo de 37% considerando que la probabilidad de mantenerse ocupados durante todo el tiempo es de 63%.

Al aplicar la teoría de colas para reducir los tiempos de espera del cliente en un restaurante de comida rápida de Trujillo se obtuvo que existen dos aspectos a tomar en cuenta:

En el proceso operativo que consta de 2 servidores, el escenario ideal es aumentar 1 servidor para reducir los tiempos de espera e incrementar la efectividad del proceso.

En el proceso de atención al cliente que consta de 3 servidores, si bien tiene valores significativamente buenos, se observa que se puede reducir la cantidad a dos servidores manteniendo una efectividad aceptable con tiempos de espera aceptables y evitando colas largas.

Es importante considerar que este escenario es el ideal en jornadas de mayor tráfico de clientes en el restaurant.

Finalmente, para reducir el tiempo de espera diferenciado entre delivery y atención en mesas, se obtuvo que la asignación de un servidor específico para ellos será eficiente y reducirá el tiempo promedio de espera.

Como resultado del objetivo 4, para evaluar los tiempos de espera después de la aplicación de teoría de colas en un restaurante de comida rápida, se ha vuelto a tomar los tiempos de los procesos a través de la ficha de recolección de datos inicial con una muestra de 75 procesos.

Tabla 7

Comparación de promedio de tiempo de espera antes y después de la implementación

Producto	Antes de la implementación	Después de la implementación
Producto 1: salchipapas		
P. espera en cola	3 min 54 seg	1 min 56 seg
P. de espera servido	22 min 26 seg	16 min 08 seg
P. espera total	26 min 20 seg	18 min 14 seg
Producto 2: alitas		
P. espera en cola	4 min 47 seg	02 min 05 seg
P. de espera servido	26 min 09 seg	20 min 12 seg
P. espera total	31 min 13 seg	22 min 12 seg

Como se observa en la tabla 7, los tiempos de espera en los procesos de atención al cliente y operativos se redujeron significativamente obteniendo en el tiempo total del servicio una reducción de 26 a 18 minutos en todos los productos de salchipapas y una reducción de 31 a 22 minutos en todas las alitas.

Además, se optimizó el proceso de atención al cliente para ambos productos siendo que para la atención de salchipapas se redujo de aproximadamente 4 minutos a 2 minutos, mientras que en la atención de alitas el tiempo se redujo de 5 minutos aproximadamente a 2 minutos.

Con relación al proceso operativo, donde se formaban los cuellos de botella, también se logró una reducción de tiempos. Para las salchipapas se obtuvo una reducción de 22 minutos a 16 minutos en la preparación en cocina, mientras que, para las alitas se obtuvo una reducción de 26 minutos a 20 minutos.

Por lo tanto, se afirma la hipótesis planteada sobre que la Teoría de Colas reduce los tiempos de espera en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024.

IV. DISCUSIÓN

Para el primer resultado, se realizó un diagnóstico del estado actual en un restaurante de comida rápida en Trujillo, 2024, encontrando que el problema principal radica en los excesivos tiempos de espera para la entrega de un pedido, se identificaron dos tipos de procesos: operativo y de atención al cliente. Además, se identificó que el sistema de colas utilizado es la cola FIFO pues la atención es por orden de llegada. Al identificar cuellos de botella, se evidenció la limitación de personal en la cocina ya que, solo existen dos servidores (un cocinero y un ayudante de cocina). Esta falta de personal resulta en una sobrecarga de trabajo para ambos, quienes tienen que realizar múltiples tareas al mismo tiempo.

Este resultado es similar al de Bonfante et al. (2020) quienes en su diagnóstico también identificaron cuellos de botella asociados con los retrasos y el desagrado de los clientes, además, tuvo en cuenta el nivel de servicio adecuado para minimizar los costos totales y maximizar la satisfacción de los clientes. De igual manera, Iparraguirre y Medina (2020) obtuvieron en su diagnóstico inicial que existen tiempos de espera prolongados en el comedor e identificaron el proceso de atención al cliente como el principal para ser sometido a una modificación. Por el contrario, Naccha (2022), en su investigación identificó excesivos tiempos de espera a través de la recolección de datos, identificando entre sus indicadores los tiempos de respuesta a consultas generales, cotizaciones y la entrega de los servicios, que son asociados a servicios y no a productos.

En síntesis, se obtuvo que la atención al cliente consta de dos procesos en los cuales se ha identificado tiempos de espera extensos pues a través de un diagrama de flujo, se dio a conocer el proceso empleado por el restaurante para la entrega del producto, llegando a la conclusión que el problema es la demora por parte del área de cocina, ya que solo contaba con dos servidores en los días de alta demanda.

Para el segundo resultado, se utilizó una ficha de registro para recopilar información sobre la fecha, el número de mesa del cliente, el pedido

realizado y los tiempos asociados es una práctica sólida que proporciona datos concretos y detallados para el análisis. Se obtuvo que el tiempo de espera para la atención de salchipapas, con un promedio de 26 minutos y 20 segundos, parecía razonable y estaba dentro de los límites aceptables para un servicio eficiente. Sin embargo, el tiempo de espera para las alitas, con un promedio de 32 minutos y 51 segundos, parecía ser más prolongado y podría haber generado molestia entre los clientes, especialmente si estaban buscando una comida rápida. El tiempo de espera para la atención a mesas, con un tiempo promedio total de 34 minutos y 07 segundos, también era significativo y pudo haber afectado la satisfacción del cliente.

El resultado coincide con Cárdenas et al. (2019), quienes encontraron que los tiempos de espera excesivos pueden generar pérdidas económicas y mala reputación, la recolección de datos la hicieron a través de la observación durante los días laborables para posteriormente someterlo al análisis de tiempos de espera y tasas de servicio.

Por el contrario, Borrero (2021) en su recolección de datos consideró otros indicadores siendo estos los datos históricos de la empresa además de considerar como unidad de estudio a los clientes. Al igual que Cruz y Olivos (2022) quienes en su población consideraron a todas las personas que habían realizado compras, con una muestra de 385 personas.

En síntesis, se realizó un análisis detallado de los tiempos de espera reveló que, mientras el tiempo para la atención de salchipapas se mantuvo aceptable (26 minutos y 20 segundos), el tiempo para las alitas fue más prolongado (32 minutos y 51 segundos), posiblemente generando preocupaciones entre los clientes buscando una experiencia rápida. Además, el tiempo total de espera para la atención a mesas fue significativo (34 minutos y 07 segundos), lo que pudo afectar la satisfacción del cliente.

En cuanto al tercer resultado, se diseñó e implementó el sistema de colas haciendo una simulación con 2, 3 y 4 servidores identificando una diferenciación entre el proceso operativo y el proceso de atención al cliente. Siendo que el proceso operativo funciona con 2 servidores y se obtuvo que se puede obtener mayor eficiencia con 3 servidores obteniendo un 76.7%

en el porcentaje de uso del sistema, una reducción de 40 a 12 min en el tiempo de preparación, y una reducción de 10 a 3 personas en la cola. Por su parte, para el proceso de atención al cliente que funciona con 3 servidores, se obtuvo que puede tener mayor eficiencia con la simulación de 2 servidores mejorando el índice de utilización total del sistema a 48.7% pero incrementando en 0.9 min el tiempo de espera y de 1 a 2 personas en la cola, indicadores que no son significativos.

Para la implementación, se ubicó a dos servidores para el proceso de atención a los clientes, mientras que para el proceso operativo se designó a 3 servidores, siendo que uno de los servidores de atención al cliente pasó a cocina.

Esto reafirma lo mencionado por el autor Contreras (2021), pues explica que los sistemas de colas surgen como resultado de la demanda de un servicio y la necesidad de satisfacer a los clientes de manera oportuna. Cuando los clientes requieren un servicio, llegan a la instalación en diferentes momentos, creando una fuente de entrada dinámica.

Por otro lado, la teoría de colas, como sistema del estudio operativa, ha sido abordada por varios autores a lo largo del tiempo, cada uno aportando su perspectiva y enfoque sobre este tema fundamental en la gestión de sistemas de servicio y espera. Singer (2008) destaca la importancia de la teoría de colas como una disciplina de la investigación operativa que se centra en la conducta de los sistemas de servicio en que los clientes experimentan tiempos de espera. Maldonado (2015) y Yáñez-Mingot y Hernández (2017) coinciden en que la teoría de colas es esencial para analizar y mejorar la eficiencia de los sistemas de espera, especialmente en entornos empresariales. Esta teoría permite evaluar los tiempos de espera, la cifra promedio de clientes en la fila y otros aspectos clave para optimizar la atención al cliente y la distribución de recursos. Barboza y Rojas (2018) resaltan que la teoría de colas se basa en la Investigación de Operaciones y se centra en resolver problemas relacionados con la formación de filas o colas en la prestación de servicios. Su enfoque está en encontrar soluciones para mejorar la eficiencia y la gestión de sistemas de

espera.

Por su parte, Parra y Aranda (1999) subrayan la relevancia de la teoría de colas en la teoría de la probabilidad aplicada, destacando su utilidad en la modelación de sistemas que enfrentan demandas aleatorias. Esta herramienta matemática ha sido ampliamente utilizada en diversos campos como la informática, las telecomunicaciones, la economía y la gestión empresarial, demostrando su versatilidad y aplicabilidad en situaciones de incertidumbre.

Además, se gestionó eficientemente los tiempos de espera en cada etapa del servicio para garantizar una experiencia satisfactoria para todos los clientes, minimizando las esperas excesivamente largas y manteniendo un equilibrio en la atención a la diversidad de tiempos de espera que puedan experimentar los clientes

Para el cuarto y último resultado, se evaluó los tiempos de espera después de la implementación donde se logró una significativa reducción en los tiempos de espera, pasando de 26 a 18 minutos en los productos de salchipapas y de 31 a 22 minutos en las alitas. Además, se optimizó el proceso de atención al cliente, disminuyendo el tiempo de atención de salchipapas de aproximadamente 4 a 2 minutos, y de alitas de alrededor de 5 a 2 minutos. En el ámbito operativo, se logró reducir los tiempos de preparación en cocina, pasando de 22 a 16 minutos para las salchipapas y de 26 a 20 minutos para las alitas. Estas mejoras reflejan una eficiencia mejorada, una atención más ágil y una experiencia más satisfactoria para los clientes.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Loo et al. (2022) en su estudio realizado en Ecuador. Al implementar la teoría de colas, lograron aminorar significativamente el tiempo de espera de 10,52 a 2,56 minutos por cliente, lo que equivale a una reducción del 75%. Esto se logró aumentando el número de ventanas de atención y cumpliendo con las expectativas de servicio del cliente en menos de 5 minutos.

Por otro lado, Borrero (2021) llevó a cabo un proyecto en Colombia para

rediseñar el proceso de atención a los clientes en La Casa del Plaza. Tras un análisis exhaustivo utilizando la teoría de colas, optó por dividir la fila según el tipo de comensal, logrando una reducción del 69% en los tiempos de espera y del 65% en el número de personas en fila.

Esta estrategia de dividir las filas según el tipo de cliente también podría ser aplicable en el contexto de la discusión previa para optimizar aún más los tiempos de espera. La aplicación de la teoría de colas ha demostrado ser un instrumento efectivo para acortar los tiempos de espera y mejorar el cumplimiento de las expectativas de los consumidores en diversos contextos, tanto en la discusión previa como en los estudios realizados por Loor et al. (2022) y Borrero (2021).

Por el contrario, Bonfante et al. (2020), menciona que la teoría de colas no ayuda a resolver el problema. Sin embargo, con la aplicación de este instrumento, podríamos favorecer identificando un método de mejora para poder reducir los tiempos de atención.

Al analizar la demanda, optimizar los recursos y simular escenarios, se pueden implementar soluciones como aumentar el número de servidores o dividir las filas según el tipo de cliente, logrando resultados significativos en la mejora de la experiencia del usuario.

Esto significa que, se obtuvo una reducción significativa de tiempos en los procesos operativos y de atención al cliente que no solo benefician a la entidad en términos de eficiencia y competitividad, sino que también mejoran la experiencia y satisfacción de los clientes, lo que puede conducir a una mayor fidelización y éxito empresarial.

V. CONCLUSIONES

La aplicación de la teoría de colas en el restaurante de Trujillo en 2024 redujo significativamente los tiempos de espera. Los tiempos de atención al cliente se redujeron de 26 a 18 minutos para salchipapas y de 31 a 22 minutos para alitas. Además, el tiempo de atención se redujo de 4 a 2 minutos para salchipapas y de 5 a 2 minutos para alitas. En los procesos operativos, la preparación en cocina disminuyó de 22 a 16 minutos para salchipapas y de 26 a 20 minutos para alitas.

En el diagnóstico se identificó la existencia de excesivos tiempos de espera en la entrega de pedidos, por lo que, a través de un diagrama de flujo, se dio a conocer el proceso empleado por el restaurante para la entrega del producto, llegando a la conclusión que el problema es la demora por parte del área de cocina, ya que solo contaba con dos servidores en los días de alta demanda.

El análisis detallado de los tiempos de espera reveló que, mientras el tiempo para la atención de salchipapas se mantuvo aceptable (26 minutos y 20 segundos), el tiempo para las alitas fue más prolongado (32 minutos y 51 segundos), posiblemente generando preocupaciones entre los clientes buscando una experiencia rápida. Además, el tiempo total de espera para la atención a mesas fue significativo (34 minutos y 07 segundos), lo que pudo afectar la satisfacción del cliente.

La implementación de la teoría de colas logró reducir el tiempo de entrega del producto de 26 a 18 minutos para salchipapas y de 31 a 22 minutos para alitas. Además, el tiempo de atención se redujo de 4 a 2 minutos para salchipapas y de 5 a 2 minutos para alitas. En los procesos operativos, la preparación en cocina disminuyó de 22 a 16 minutos para salchipapas y de 26 a 20 minutos para alitas.

La atención tuvo una mejora ya que, se logró una reducción significativa en los tiempos de espera: de 26 a 18 minutos para las salchipapas y de 31 a 22 minutos para las alitas. Además, se optimizó la atención al cliente, reduciendo el tiempo de atención de salchipapas de 4 a 2 minutos y de alitas de 5 a 2 minutos. En el ámbito operativo, se redujeron los tiempos de

preparación en cocina de 22 a 16 minutos para las salchipapas y de 26 a 20 minutos para las alitas

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la gerencia del restaurante considerar la contratación de personal adicional en el área de cocina, especialmente durante los períodos de alta demanda. Esta medida, respaldada por estudios previos (Barboza y Rojas, 2018), permitirá una distribución más eficiente de tareas y una reducción significativa en los tiempos de espera para los clientes.

Se sugiere realizar un análisis detallado de los procesos de preparación de cada producto para identificar potenciales cuellos de botella y desequilibrios en los tiempos de espera. Basándose en la investigación de Loor et al. (2022), se puede considerar la implementación de sistemas de rotación de personal o ajustes en los procesos de cocina para equilibrar los tiempos de espera entre los distintos productos ofrecidos por el restaurante.

Se recomienda llevar a cabo estudios comparativos entre diferentes restaurantes de comida rápida para identificar las mejores prácticas en la gestión de tiempos de espera y atención al cliente.

Se sugiere explorar nuevas técnicas de análisis, como la simulación de escenarios o el modelado de procesos, para comprender mejor los factores que influyen en los tiempos de espera y desarrollar estrategias más efectivas para su reducción.

REFERENCIAS

- AGUAYO - GONZÁLES, Jaime; CHÁVEZ – HEREDIA, Andrea. y MORENO, Diego. *INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE COLAS* [en línea]. S.l.: Universidad de Guanajuato. Disponible en: [https://www.academia.edu/download/56977086/Teoria de Colas.pdf](https://www.academia.edu/download/56977086/Teoria_de_Colas.pdf).
- BARBOSA, Rodrigo y ROJAS, Alfredo, 1995. Teoría de colas de espera: Modelo integral de aplicación para la toma de decisiones. *Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte* [en línea], vol. 1, Disponible en: <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/download/2162/1398/6808>.
- BELLIDO – MAMANI, Jhoicy, CONTRERAS – Luna, Eduardo y FERNÁNDEZ, DÁVILA – FUIGUEROA, Daniela. 2021. *Propuesta de mejora en la reducción del tiempo de espera en la Ponde Tacna, 2021* [en línea]. Tacna: INSTITUTO DE EDUCACION SUPERIOR PRIVADO JOHN VON NEUMANN. Disponible en: <https://repositorioapi.neumann.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c4a15103-d1c4-421e-84a0-a01bf2637408/content>.
- BONFANTE, S., et al. Análisis de líneas de espera en el proceso de entrega de pedidos de un restaurante en la ciudad de Barranquilla. *Investigación y desarrollo en TIC*, 2020, vol. 11, no 2, p. 49-62. <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/article/download/4935/5075>
- BORRERO, Alejandro, et al. Rediseño del proceso de atención para disminuir la cola en el restaurante" La Casa del Plaza". 2021. <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/9578>

CÁRDENAS – ESTRADA, Ricardo; PEREZ – PIN, TEJADA – SOLÓRZANO, Anthony y CEVALLOS-TORRES, Lorenzo. 2019. Aplicación de un modelo híbrido de teoría de colas y algoritmo evolutivo para medir la optimización en el servicio de atención al cliente en un local de comidas rápidas. *Ecuadorian Science Journal* [en línea], vol. 3, no. 1, ISSN 2602-8077. DOI 10.46480/esj.3.1.23. Disponible en: <https://journals.gdeon.org/index.php/esj/article/view/23>.

CONTRERAS - GARCÍA, Maria. 2021. *TEORÍA DE COLAS* [en línea]. S.I.: Universidad de Jaén. Disponible en: <https://crea.ujaen.es/handle/10953.1/15999>.

CRUZ - TAVARA, Marcos y OLIVOS – ALBURQUEQUE, Pierina. 2022. *Aplicación de la teoría de colas para optimizar los tiempos de espera en la atención al cliente en Promart, Talara* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109690>.

CUEVAS – PEREZ, Anthony; MARTÍNEZ – NOVA, Jorge y ORTEGA – MUÑOZ, Jerson. 2023. *Propuesta de mejoramiento de los tiempos de espera para restaurantes de comidas rápidas de Cali mediante la Metodología Design Thinking* [en línea]. Colombia: UNICATÓLICA. Disponible en: <https://repository.unicatolica.edu.co/handle/20.500.12237/2500>.

DAZA - VARGAS, Deissy y RODRIGUEZ – CHACÓN, Nazly. 2018. Propuesta para la mejora en procesos de servicio al cliente en la empresa ATENTO S.A direccionado a la campaña BBVA USA con base en metodologías lean service y modelos cuantitativos de investigación de operaciones. Universidad Agustiniana. Bogota D.C : s.n., 2018

DELGADO – GARRO, Nuria y MUJUAN – HERREROS, Queointa. *Mejoras en la satisfacción del cliente a través de la*

optimización de la eficiencia operativa en un restobar de Barranco. En: REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPC [base de datos en línea]. Resumen extendido de Tesis Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2023. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/670441/Delgado_GN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DELGADO DE LA TORRE, Rosario. 2009. Recordando a Erlang: un breve paseo (sin esperas) por la Teoría de Colas. *Materials matemàtics* [en línea], [consulta: 23 mayo 2024]. ISSN 1887-1097. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/97914>.

HERNÁNDEZ - SAMPIERI, Roberto y MENDOZA, Carlos. 2018. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. S.l.: Mc Graw Hill. Disponible en: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>.

IPARRAGUIRRE – FABIAL, Delia; MEDINA – BENAVIDES, Aladino. *Mejora del proceso en el área de atención al usuario en la línea de catering para disminuir los tiempos de atención en un comedor de una empresa minera. ANCASH 2020*". En: REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPN [base de datos en línea]. Tesis Pregrado, Universidad Privada del Norte, 2020. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/33182/lparraguirre%20Fabian%20Delia%20Marilyn%20%20Medina%20Benavides%20Aladino.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

LOOR – ALCIBAR, Grace; RODRÍGUEZ – Merchán, Sonia; SANTOS – VASQUEZ, Otto y LOOR – ALCIBAR, Byron. 2022. Teoría de colas y optimización de proceso de atención al usuario. *AlfaPublicaciones* [en línea], vol. 4, no. 3, ISSN 2773-7330. DOI 10.33262/ap.v4i3.221. Disponible en: <https://www.alfapublicaciones.com/index.php/alfapublicaciones/article/view/221>.

MALDONADO, Fernando. 2015. *LA TEORÍA DE COLAS Y SU USO EN LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA* [en línea]. S.I.: GACETA SANSANA. Disponible en: <https://www.academia.edu/download/53572814/52-241-1-PB.pdf>.

NACCHA – ZAVALA, Dayana. 2022. *Propuesta de aplicación de teoría de colas para reducir el tiempo de atención de servicios virtuales en una empresa de servicios* [en línea]. S.I.: Universidad Ricardo Palma. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6025>.

ÑAUPAS – PAITAN, Humberto; VALDIVIA – DUEÑAS, Marcelino; PALACIOS – VILELA, Jesús y ROMERO – DELGADO, Hugo. 2018. *Metodología de la Investigación Cuantitativa, Cualitativa y Redacción de la Tesis* [en línea]. S.I.: Ediciones de la U. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/65746072/metodologia-de-la-investigacion-5ta-edicion>.

PALOMINO – GUTIERREZ, María. *Aplicación de Teoría de Colas en la simulación de escenarios para mejorar el tiempo de espera de los clientes del área operaciones de una agencia bancaria en la ciudad de Trujillo*. [en línea]. Universidad Privada del Norte, 2019. [fecha de consulta: 09 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27664/Palomin%20Gutierr ez%20Maria%20Raquel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PARRA – FRUTOS y ARANDA – GALLEGU. 1999. Modelos de mercado: una aplicación de la Teoría de Colas. *EEA* [en línea], vol. 11, Disponible en: <http://revista-eea.net/documentos/art92.pdf>.

PIZARRO – MARTELL, Rómulo. 2021. *Teoría de colas para mejorar la eficiencia documentaria del área de logística, en la municipalidad distrital de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2021* [en línea]. Trujillo:

Universidad César Vallejo. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83082>.

ROMERO, M. 2018. Teoría de colas, series temporales y una aplicación para la predicción del flujo de tráfico de Tollgate. Barcelona: s.n., 2018. pág. 48, Tesis.

SINGER, Marcos; DONOSO, Patricio y SCHELLER-WOLF, Alan. 2008. UNA INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE COLAS APLICADA A LA GESTIÓN DE SERVICIOS. Academia [en línea], Disponible en:
https://www.academia.edu/25442431/Una_introducci%C3%B3n_a_la_teor%C3%ADa_de_colas_aplicada_a_la_gesti%C3%B3n_de_servicios.

SUÁREZ – LIMA, Gabriel; ROBLES- SALGUERO, Rodolfo; SERRANO - MANTILLA, Gonzalo; SERRANO – COBOS, Héctor; ARMIJO – IBARRA, Arianna y ANCHUNDIA – GUERRERO, Rebeca. Percepción sobre calidad de la atención en el centro de salud CAI III. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 38(2): 153-169, 2019

TÁVARA – CRUZ, Elisa. Propuesta de la Teoría de colas para reducir tiempo de espera al cliente de Corporación Guerrero & Bazalar, Talara 2019. [en línea]. Universidad César Vallejo, 2020. [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47083>

TORRES – QUINTERO, María y MORA – CONTRERAS, César. 2017. Experiencia de consumo y los niveles de satisfacción de los usuarios de establecimientos de comida rápida en el municipio Libertador del estado Mérida, Venezuela. *Redalyc.org* [en línea], Disponible en:
<https://www.redalyc.org/journal/4655/465549683004/html/>.

VELASQUEZ – SILVIA, Lilian. “Análisis del impacto de la aplicación de la teoría de colas en la reducción de tiempos y la satisfacción de clientes en el rubro de alimentos, en los últimos 5 años”: una

revisión de la literatura científica [en línea]. Universidad Privada del Norte, 2019. [Fecha de consulta: 08 de mayo de 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24858/Velazquez%20Silva%2c%20Lilian%20Anabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VIVANCO – VERGARA, María. Los manuales de procedimientos como herramientas de control interno de una organización. Universidad y Sociedad [en línea], 9(3), 247- 252. Mayo, 2017

YÁÑEZ - MINGOT, Pablo y HERNÁNDEZ – GUTIERREZ. José. 2017. Una introducción amable a la teoría de colas. [en línea], Disponible en: <https://biblioteca.isfodosu.edu.do/opac-tmpl/files/tc/IntroduccionAmableTeoriaColas.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Teoría de Colas	Para Portilla, Arias y Fernández (2010), hablar de la teoría de colas indica referir patrones organizados que especifican los mecanismos adecuados para atender las esperas, con la clara intención de establecer un equilibrio del esquema y determinar la cantidad de personas que pueden ser atendidas en un clima de estabilidad y satisfacción.	Se empleará la Teoría de colas, con el propósito de aumentar la eficiencia en la operación. Lo que significa que se analizará cada aspecto de la cadena de procesos operacionales del restaurante, con el objetivo de optimizarlos.	Tiempo de arribo de clientes al sistema	Horas promedio entre llegadas $\lambda = \frac{N^{\circ} \text{ de clientes que llegan}}{\text{tiempo}}$	De Razón
			Tiempo de servicio	Horas promedio por cliente $\mu = \frac{N^{\circ} \text{ de clientes atendidos}}{\text{tiempo}} \cdot \frac{1}{N^{\circ} \text{ de servidores}}$	De Razón
			Utilización de servicio	$\rho = \lambda/\mu$	De Razón
			Capacidad del sistema	Número de servidores + número máximo clientes en cola	De Razón
Tiempos de espera	Se refiere al período de tiempo que una persona o entidad debe aguardar antes de recibir un	El tiempo de espera está vinculado a un campo de estudio de la investigación	Tiempo promedio de pedidos diarios	$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$ <hr/> Tiempo de espera en el sistema $W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$	De Razón

	servicio, atención o respuesta deseada (Suárez, et al., 2019).	operativa conocido como teoría de colas, y también funciona como un indicador de la calidad del servicio	índice de utilización de mano de obra		De Razón
--	--	--	---------------------------------------	--	----------

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Fase de estudio	Fuentes de información	Técnicas	Instrumentos	Análisis de datos	Resultado esperado
O1. Diagnosticar el estado actual en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024.	Proceso	Observación directa	Diagrama de Flujo	Estadística descriptiva	Determinar el diagnóstico de la situación actual del restaurante de comida rápida
	Proceso	Observación directa	Diagrama de Ishikawa	Estadística descriptiva	
	Proceso	Observación directa	Diagrama de Vester (Anexo 7)	Estadística descriptiva	

<p>O2. Determinar los tiempos de espera de los clientes en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024.</p>	<p>Proceso</p>	<p>Observación directa</p>	<p>Ficha de Recolección de Datos (Hoja de Registro de tiempos del sistema)</p>	<p>Estadística descriptiva</p>	<p>Se determinó los tiempos de espera que existe en el restaurante de comida rápida.</p>
<p>O3. Diseñar y Aplicar la teoría de colas en un restaurante de comida rápida de Trujillo, 2024.</p>	<p>Proceso</p>	<p>Observación directa</p>	<p>Ficha de recolección de datos.</p>	<p>Estadística diferencial</p>	<p>Se aplicó la teoría de colas.</p>

<p>O4. Evaluar los tiempos de espera después de la aplicación de teoría de colas en un restaurante de comida rápida en Trujillo, 2024.</p>	<p>Proceso</p>	<p>Observación directa</p>	<p>Ficha de Recolección de Datos (Hoja de Registro de tiempos del sistema)</p>	<p>Estadística descriptiva</p>	<p>Se determinó los tiempos de espera después de haber aplicado la teoría de colas en el restaurante de comida rápida.</p>
--	----------------	----------------------------	--	--------------------------------	--

Anexo 3. Ficha de validación de instrumentos para la recolección de datos.

Evaluación por juicio de expertos

JUEZ EVALUADOR: Roberto Farfán Martínez

Me complace dirigirme a usted para enviarle un cordial saludo y, al mismo tiempo, informarle que, como estudiante de Ingeniería industrial en la Universidad Cesar Vallejo, sede Trujillo, necesito validar el instrumento que utilizare para recopilar la información necesaria para mi trabajo de investigación.

El título del proyecto de investigación es: "Teoría de colas para reducir el tiempo de espera del cliente en un restaurante de comida rápida, Trujillo 2024" que viene siendo realizado por los estudiantes Angulo Arenas Martha y Jiménez Shapiama, Cristhian Eduardo. Para lo cual es fundamental contar con la aprobación de profesores especializados para poder aplicar los instrumentos mencionados. Por esta razón, he considerado apropiado recurrir a usted debido a su destacada experiencia en temas de investigación educativa.

Le expreso mis sentimientos de respeto y consideración al despedirme, no sin antes agradecerle por su atención a la presente solicitud.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

DATOS GENERALES

Apellidos y Nombre del Juez: Farfán Martínez, Roberto

Grado profesional: Maestro

Código CIP: 42006

Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Industrial

Cargo/institución donde labora: Universidad

Cesar Vallejo Tiempo de experiencia profesional: 30 AÑOS

Instrumentos de evaluación:

Ficha de registro, Diagrama de flujo y de Ishikawa.

Autores de los instrumentos: Angulo Arenas Martha Alexandra
Jiménez Shapiama, Cristhian Eduardo

I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) No cumple con el criterio (2) Bajo Nivel (3) Moderado nivel

(4) Alto nivel

CATEGORIA	INDICADOR	CALIFICACIÓN			
		1	2	3	4
CLARIDAD	El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.				4
COHERENCIA	El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que esta midiendo				4
RELEVANCIA	El ítem es esencial o importante, es decir es incluido.				4
TOTAL					

FIRMA DEL JUEZ

DNI:02617808


ROBERTO FARFÁN MARTÍNEZ
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg CIP N° 42006

Evaluación por juicio de expertos

JUEZ EVALUADOR: Leila Belen Yglesias Sanchez

Me complace dirigirme a usted para enviarle un cordial saludo y, al mismo tiempo, informarle que, como estudiante de Ingeniería industrial en la Universidad Cesar Vallejo, sede Trujillo, necesito validar el instrumento que utilizare para recopilar la información necesaria para mi trabajo de investigación.

El título del proyecto de investigación es: “Teoría de colas para reducir el tiempo de espera del cliente en un restaurante de comida rápida, Trujillo 2024” que viene siendo realizado por los estudiantes Angulo Arenas Martha y Jiménez Shapiama, Cristhian Eduardo. Para lo cual es fundamental contar con la aprobación de profesores especializados para poder aplicar los instrumentos mencionados. Por esta razón, he considerado apropiado recurrir a usted debido a su destacada experiencia en temas de investigación educativa.

Le expreso mis sentimientos de respeto y consideración al despedirme, no sin antes agradecerle por su atención a la presente solicitud.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. Datos Generales

Nombre del juez:	Ing. Leila Belen Yglesias Sanchez
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Sistemas Integrados de Gestión
Institución donde labora:	De manera independiente
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)
Instrumentos de Evaluación	Ficha de registro, Ficha de observación, Diagrama de Ishikawa, Cuestionario y la medición de tiempos.
Autores de los instrumentos:	Angulo Arenas Martha Alexandra Jiménez Shapiama, Cristhian Eduardo

(1) No cumple con el criterio (2) Bajo Nivel (3) Moderado nivel (4) Alto nivel

CATEGORIA	INDICADOR	CALIFICACIÓN			
		1	2	3	4
CLARIDAD	El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.				4
COHERENCIA	El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que esta midiendo				4
RELEVANCIA	El ítem es esencial o importante, es decir es incluido.				4
TOTAL					12


 Leila Belen Yglesias Sánchez
 C. INDUSTRIAL
 R. C. E. N.º 224200

Evaluación por juicio de expertos

JUEZ EVALUADOR: Mendoza Meregildo Miguel Angel

Me complace dirigirme a usted para enviarle un cordial saludo y, al mismo tiempo, informarle que, como estudiante de Ingeniería industrial en la Universidad Cesar Vallejo, sede Trujillo, necesito validar el instrumento que utilizare para recopilar la información necesaria para mi trabajo de investigación.

El título del proyecto de investigación es: "Teoría de colas para reducir el tiempo de espera del cliente en un restaurante de comida rápida, Trujillo 2024" que viene siendo realizado por la estudiante Angulo Arenas Martha y Jiménez Shapiama Cristhian Eduardo. Para lo cual es fundamental contar con la aprobación de profesores especializados para poder aplicar los instrumentos mencionados. Por esta razón, he considerado apropiado recurrir a usted debido a su destacada experiencia en temas de investigación educativa.

Le expreso mis sentimientos de respeto y consideración al despedirme, no sin antes agradecerle por su atención a la presente solicitud.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

Nombre del juez:	Ing. Mendoza Meregildo Miguel Angel
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
DNI:	76838861
Código CIP:	297454
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Institución donde labora:	De manera independiente
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)
Instrumentos de Evaluación	Ficha de registro, Ficha de observación, Diagrama de Ishikawa ,Diagrama de Vester y la medición de tiempos.
Autores de los instrumentos:	Angulo Arenas Martha Alexandra Jiménez Shapiama, Cristhian Eduardo

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(2) No cumple con el criterio (2) Bajo Nivel (3) Moderado nivel (4) Alto nivel

CATEGORIA	INDICADOR	CALIFICACIÓN			
		1	2	3	4
CLARIDAD	El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.				4
COHERENCIA	El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo				4
RELEVANCIA	El ítem es esencial o importante, es decir es incluido.				4
TOTAL					12



 MIGUEL ANGEL
 MENDOZA MEREGILDO
 Ingeniero Industrial
 CIP Nº 297454

Anexo 4. Reporte de similitud en software Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es?o=2420798561&s=1&u=1089032488&lang=es&ro=103

feedback studio MARTHA ALEXANDRA ANGULO ARENAS Teoría de colas para reducir el tiempo de espera del cliente en un restaurante de comida rápida, Trujillo, 2024 /100 2 de 22

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Teoría de colas para reducir el tiempo de espera del cliente en un restaurante de comida rápida, Trujillo 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:
Angulo Arenas, Martha Alexandra ([Orcid.org/0009-0002-4112-3352](https://orcid.org/0009-0002-4112-3352))
Jiménez Shapiama, Cristian Eduardo ([Orcid.org/0000-0002-4018-6405](https://orcid.org/0000-0002-4018-6405))

ASESORES
Dr. Robles Lora, Marcos ([0000-0001-6818-6487](https://orcid.org/0000-0001-6818-6487))
Mg. Quilche Castellanos, Ruth ([0000-0002-5436-2539](https://orcid.org/0000-0002-5436-2539))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Desarrollo Industrial de Productos y Servicios

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:
Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO - PERÚ
2024

Resumen de coincidencias
19%
Se están consultando fuentes en inglés.
Ver fuentes en inglés

Coincidencias

#	Fuente de coincidencias	Porcentaje
1	repositorio.uco.edu.pe Fuente de coincidencias	4%
2	Entregado a Universid... Fuente de coincidencias	3%
3	www.sistemas.net Fuente de coincidencias	1%
4	www.coursetube.com Fuente de coincidencias	1%
5	manjar.universite.edu.co Fuente de coincidencias	1%
6	issuu.com Fuente de coincidencias	1%
7	Entregado a Universid... Fuente de coincidencias	1%
8	idoc.pub Fuente de coincidencias	1%
9	idoc.pub Fuente de coincidencias	1%
10	Entregado a Universid... Fuente de coincidencias	<1%
11	Entregado a U.A.C.T. In... Fuente de coincidencias	<1%
12	www.researchgate.net Fuente de coincidencias	<1%
13	idoc.pub Fuente de coincidencias	<1%
14	Entregado a Pacifica... Fuente de coincidencias	<1%
15	rs.sistemas.net Fuente de coincidencias	<1%
16	Entregado a Instituto S... Fuente de coincidencias	<1%

Página 1 de 37 Número de palabras: 11275 Versión abstracción del informe Alta resolución Activado 11:22 25/07/2024

Anexo 5. Análisis complementario (Donde se incluirá el cálculo de tamaño de muestra u otros cálculos requeridos en el proyecto de investigación.)

Anexo 6. Autorizaciones para el desarrollo del proyecto de investigación

CARTA DE AUTORIZACION

Trujillo, 14 de septiembre del 2023

Estimada:

Universidad Cesar Vallejo

Yo, La Rosa Toro Saldaña Juan Carlos, identificado con DNI 43178694, como dueño de una de las franquicias de Papas Queens. Con N° de RUC y domicilio fiscal MZA. K LOTE. 19 URB. LA ESTANCIA LA LIBERTAD – TRUJILLO – HUANCHACO. Autorizo a los estudiantes de pregrado de la universidad Cesar Vallejo: Jimenez Shapiama Cristhian Eduardo; Angulo Arenas Martha Alexandra, con N° de DNI 77127604; 74996069 respectivamente a hacer uso del nombre de la empresa, información documentaria e imágenes para el desarrollo e implementación de su investigación.

Se expide el presente documento para fines consiguientes.

Atentamente

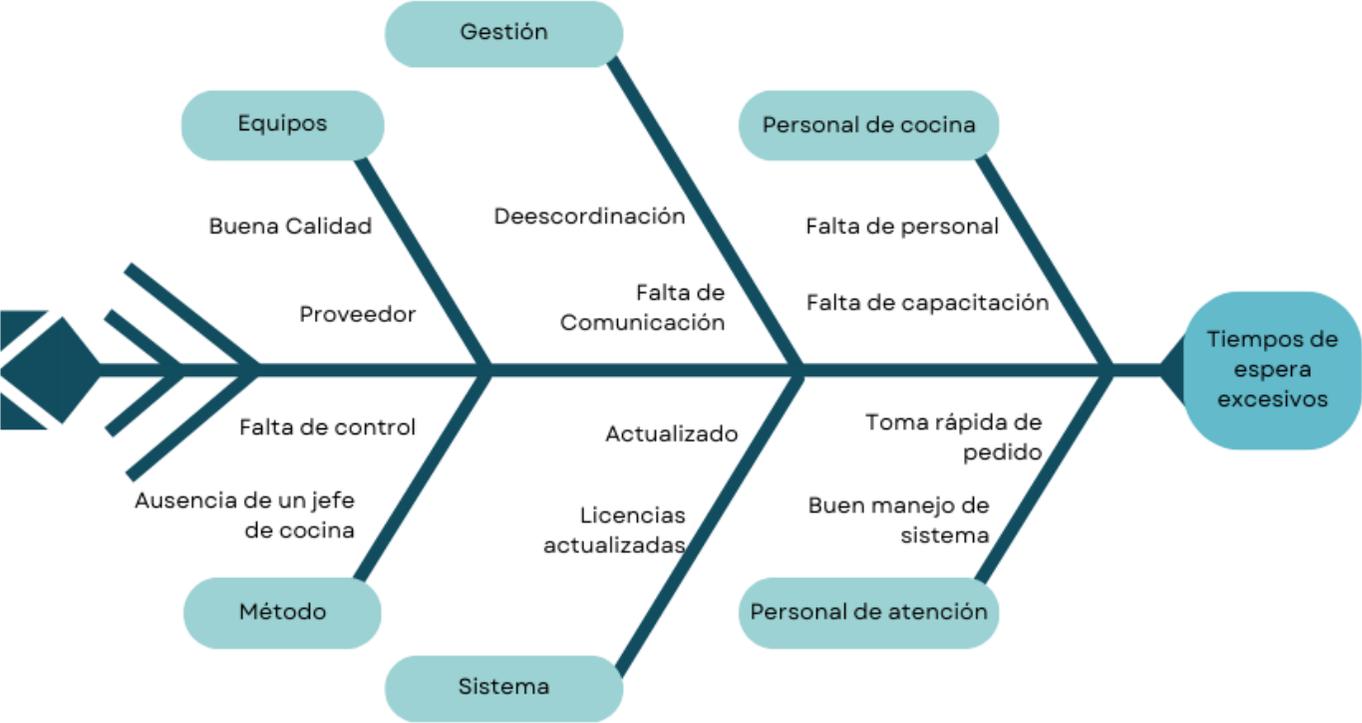


JUAN CARLOS LA ROSA TORO SALDAÑA
GERENTE GENERAL

Anexo 7. Otras evidencias

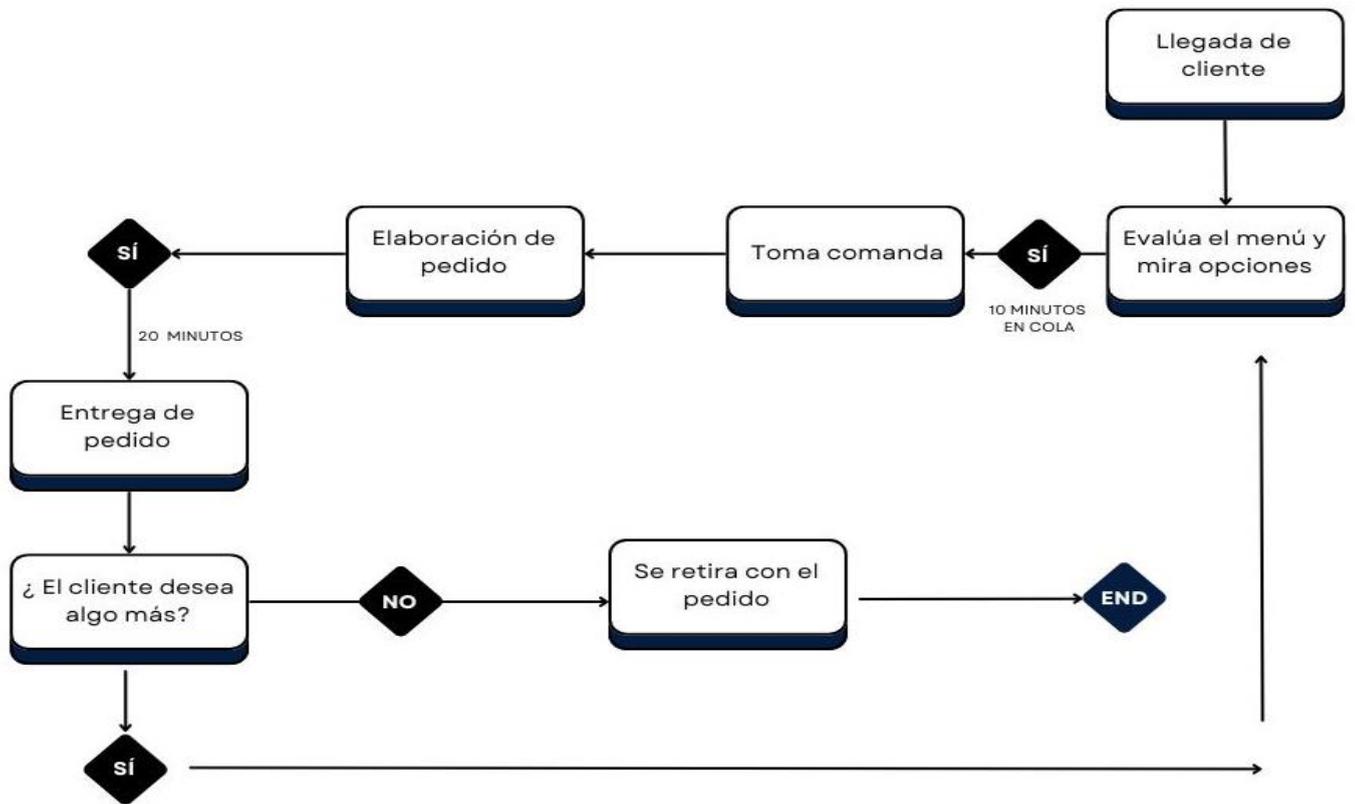
Figura 1.

Diagrama de Ishikawa de la situación actual del restaurante.



Elaboración propia.

Figura 2. Diagrama de flujo



Elaboración propia.

Diagrama de Vester

Tabla 1

Diagrama de Vester ante la situación actual del restaurante.

CALIFICACIÓN	INFLUENCIA
3	Falta de personal
3	Descoordinación en el personal
3	Falta de comunicación en el personal
2	Falta de control
1	Ausencia de un jefe de cocina
0	Manejo de sistema

Registro de tiempos del sistema antes de la implementación

Comensal	Fecha	Número de mesa	Pedido realizado	Hora de ingreso al local	Hora de toma del pedido	Tiempo en que se sirvió el pedido	Tiempo de espera en la cola para pedir	Tiempo de espera total
1	17 de mayo de 2024	delivery	1	18:45:00	18:47:00	19:35:00	00:02:00	00:50:00
2	17 de mayo de 2024	9	1	18:49:00	18:53:00	19:17:00	00:04:00	00:28:00
3	17 de mayo de 2024	2	2	18:54:00	18:59:00	19:32:00	00:05:00	00:38:00
4	17 de mayo de 2024	6	2	18:55:00	19:07:00	19:29:00	00:12:00	00:34:00
5	17 de mayo de 2024	delivery	2	19:00:00	19:09:00	19:33:00	00:09:00	00:33:00
6	17 de mayo de 2024	8	1	19:03:00	19:12:00	19:38:00	00:09:00	00:35:00
7	17 de mayo de 2024	4	2	19:04:00	19:14:00	19:43:00	00:10:00	00:39:00
8	17 de mayo de 2024	3	2	19:07:00	19:19:00	19:45:00	00:12:00	00:38:00
9	17 de mayo de 2024	6	1	19:11:00	19:20:00	19:39:00	00:09:00	00:28:00
10	17 de mayo de 2024	delivery	2	19:11:00	19:22:00	19:48:00	00:11:00	00:37:00
11	17 de mayo de 2024	delivery	1	19:15:00	19:24:00	19:48:00	00:09:00	00:33:00
12	17 de mayo de 2024	1	1	19:22:00	19:27:00	19:51:00	00:05:00	00:29:00
13	17 de mayo de 2024	10	2	19:24:00	19:28:00	19:57:00	00:04:00	00:33:00
14	17 de mayo de 2024	3	1	19:43:00	19:46:00	20:12:00	00:03:00	00:29:00
15	17 de mayo de 2024	delivery	1	19:46:00	19:47:00	20:12:00	00:01:00	00:26:00
16	17 de mayo de 2024	9	1	19:55:00	19:57:00	20:29:00	00:02:00	00:34:00
17	17 de mayo de 2024	2	2	19:58:00	20:00:00	20:32:00	00:02:00	00:34:00
18	17 de mayo de 2024	6	2	20:01:00	20:04:00	20:22:00	00:03:00	00:21:00
19	17 de mayo de 2024	delivery	2	20:03:00	20:07:00	20:26:00	00:04:00	00:23:00
20	17 de mayo de 2024	3	1	20:05:00	20:11:00	20:35:00	00:06:00	00:30:00
21	17 de mayo de 2024	delivery	2	20:08:00	20:15:00	20:44:00	00:07:00	00:36:00
22	17 de mayo de 2024	1	2	20:08:00	20:18:00	20:52:00	00:10:00	00:44:00

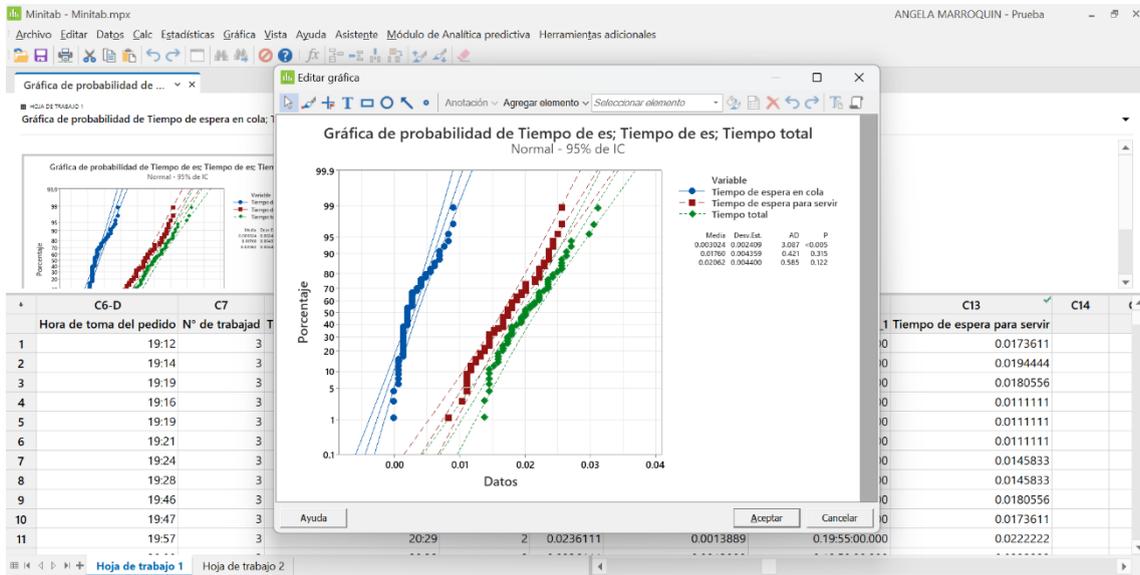
23	17 de mayo de 2024	8	2	20:08:00	20:21:00	20:53:00	00:13:00	00:45:00
24	17 de mayo de 2024	delivery	1	20:15:00	20:23:00	20:40:00	00:08:00	00:25:00
25	17 de mayo de 2024	10	1	20:17:00	20:27:00	20:43:00	00:10:00	00:26:00
26	17 de mayo de 2024	7	2	20:28:00	20:32:00	20:58:00	00:04:00	00:30:00
27	17 de mayo de 2024	4	1	20:33:00	20:34:00	21:00:00	00:01:00	00:27:00
28	17 de mayo de 2024	delivery	2	20:43:00	20:43:00	21:04:00	00:00:00	00:21:00
29	17 de mayo de 2024	delivery	1	20:44:00	20:48:00	21:05:00	00:04:00	00:21:00
30	17 de mayo de 2024	5	1	20:44:00	20:51:00	21:12:00	00:07:00	00:28:00
31	17 de mayo de 2024	8	1	20:46:00	20:47:00	21:18:00	00:01:00	00:32:00
32	17 de mayo de 2024	2	2	20:46:00	20:49:00	21:23:00	00:03:00	00:37:00
33	17 de mayo de 2024	3	1	20:51:00	20:53:00	21:25:00	00:02:00	00:34:00
34	17 de mayo de 2024	delivery	2	20:55:00	20:57:00	21:32:00	00:02:00	00:37:00
35	17 de mayo de 2024	8	2	21:12:00	21:13:00	21:40:00	00:01:00	00:28:00
36	17 de mayo de 2024	delivery	2	21:15:00	21:17:00	21:46:00	00:02:00	00:31:00
37	17 de mayo de 2024	delivery	2	21:22:00	21:25:00	21:54:00	00:03:00	00:32:00
38	18 de mayo de 2024	delivery	2	21:25:00	21:26:00	21:54:00	00:01:00	00:29:00
39	18 de mayo de 2024	10	1	21:28:00	21:30:00	21:54:00	00:02:00	00:26:00
40	18 de mayo de 2024	4	1	21:35:00	21:37:00	21:59:00	00:02:00	00:24:00
41	18 de mayo de 2024	7	2	21:39:00	21:42:00	22:11:00	00:03:00	00:32:00
42	18 de mayo de 2024	delivery	2	20:01:00	20:05:00	20:36:00	00:04:00	00:35:00
43	18 de mayo de 2024	1	2	20:09:00	20:11:00	20:44:00	00:02:00	00:35:00
44	18 de mayo de 2024	8	1	20:13:00	20:13:00	20:47:00	00:00:00	00:34:00
45	18 de mayo de 2024	delivery	1	20:15:00	20:16:00	20:35:00	00:01:00	00:20:00
46	18 de mayo de 2024	delivery	1	20:28:00	20:30:00	20:54:00	00:02:00	00:26:00
47	18 de mayo de 2024	delivery	2	20:30:00	20:32:00	20:59:00	00:02:00	00:29:00
48	18 de mayo de 2024	7	2	20:33:00	20:37:00	21:10:00	00:04:00	00:37:00

49	18 de mayo de 2024	2	1	20:41:00	20:42:00	21:06:00	00:01:00	00:25:00
50	18 de mayo de 2024	4	2	20:43:00	20:45:00	21:12:00	00:02:00	00:29:00
51	18 de mayo de 2024	10	1	20:45:00	20:48:00	21:13:00	00:03:00	00:28:00
52	18 de mayo de 2024	delivery	2	20:45:00	20:51:00	21:28:00	00:06:00	00:43:00
53	18 de mayo de 2024	5	2	20:49:00	20:53:00	21:28:00	00:04:00	00:39:00
54	18 de mayo de 2024	delivery	1	20:50:00	20:54:00	21:18:00	00:04:00	00:28:00
55	18 de mayo de 2024	3	2	20:54:00	20:57:00	21:33:00	00:03:00	00:39:00
56	18 de mayo de 2024	6	1	20:54:00	21:00:00	21:25:00	00:06:00	00:31:00
57	18 de mayo de 2024	9	2	21:01:00	21:01:00	21:38:00	00:00:00	00:37:00
58	18 de mayo de 2024	8	2	21:12:00	21:13:00	21:40:00	00:01:00	00:28:00
59	18 de mayo de 2024	delivery	2	21:15:00	21:17:00	21:46:00	00:02:00	00:31:00
60	18 de mayo de 2024	delivery	2	21:22:00	21:25:00	21:54:00	00:03:00	00:32:00
61	18 de mayo de 2024	delivery	2	21:25:00	21:26:00	21:54:00	00:01:00	00:29:00
62	18 de mayo de 2024	10	1	21:28:00	21:30:00	21:54:00	00:02:00	00:26:00
63	18 de mayo de 2024	4	1	21:35:00	21:37:00	21:59:00	00:02:00	00:24:00
64	18 de mayo de 2024	7	2	21:39:00	21:42:00	22:11:00	00:03:00	00:32:00
65	18 de mayo de 2024	2	1	21:43:00	21:45:00	22:06:00	00:02:00	00:23:00
66	18 de mayo de 2024	1	1	21:44:00	21:47:00	22:07:00	00:03:00	00:23:00
67	18 de mayo de 2024	5	1	21:45:00	21:48:00	22:09:00	00:03:00	00:24:00
68	18 de mayo de 2024	3	2	21:49:00	21:51:00	22:15:00	00:02:00	00:26:00
69	18 de mayo de 2024	6	1	21:57:00	22:00:00	22:18:00	00:03:00	00:21:00
70	18 de mayo de 2024	delivery	1	21:58:00	22:03:00	22:18:00	00:05:00	00:20:00
71	18 de mayo de 2024	delivery	2	21:58:00	22:07:00	22:30:00	00:09:00	00:32:00
72	18 de mayo de 2024	delivery	2	21:59:00	22:10:00	22:32:00	00:11:00	00:33:00
73	18 de mayo de 2024	delivery	2	22:00:00	22:12:00	22:32:00	00:12:00	00:32:00
74	18 de mayo de 2024	delivery	1	22:00:00	22:13:00	22:25:00	00:13:00	00:25:00

75	18 de mayo de 2024	delivery	2	22:00:00	22:13:00	22:26:00	00:13:00	00:26:00
----	--------------------	----------	---	----------	----------	----------	----------	----------

Elaboración propia

Evidencia análisis estadístico descriptivo MINITAB 17



Simulación de colas para proceso operativo con 2, 3 y 4 servidores - Winqsb

05-16-2024	Performance Measure	Result
1	System: M/M/2	From Simulation
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	15.5000
3	Service rate per server (mu) per hour =	2.4000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	16.5962
5	Overall system effective service rate per hour =	4.3931
6	Overall system utilization =	96.8237 %
7	Average number of customers in the system (L) =	11.8750
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	9.9385
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	10.3845
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.6602 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.3663 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.3827 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	2.0578 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	95.7051 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	2.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	9
26	Maximum number of customers in the queue =	23
27	Total simulation CPU time in second =	0.0940

05-16-2024	Performance Measure	Result
1	System: M/M/3	From Simulation
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	15.5000
3	Service rate per server (mu) per hour =	2.4000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	15.3399
5	Overall system effective service rate per hour =	6.9277
6	Overall system utilization =	76.6796 %
7	Average number of customers in the system (L) =	5.1883
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	2.8879
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	4.8285
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.2011 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.0216 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.0361 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	5.9711 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	59.8086 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	2.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	14
26	Maximum number of customers in the queue =	14
27	Total simulation CPU time in second =	0.0800

05-16-2024	Performance Measure	Result
1	System: M/M/4	From Simulation
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	15.5000
3	Service rate per server (mu) per hour =	2.4000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	15.9383
5	Overall system effective service rate per hour =	7.2447
6	Overall system utilization =	69.0613 %
7	Average number of customers in the system (L) =	6.3403
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	3.5779
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	7.7837
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.2681 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.0447 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.0972 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	5.8281 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	45.9661 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	2.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	15
26	Maximum number of customers in the queue =	15
27	Total simulation CPU time in second =	0.0780

Simulación de colas para proceso de atención al cliente con 2 y 3 servidores – Winqsb

05-16-2024	Performance Measure	Result
1	System: M/M/2	From Simulation
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	15.5000
3	Service rate per server (mu) per hour =	13.8500
4	Overall system effective arrival rate per hour =	15.4980
5	Overall system effective service rate per hour =	15.4980
6	Overall system utilization =	48.7179 %
7	Average number of customers in the system (L) =	1.1506
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0.1762
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0.5834
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.0742 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.0114 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.0376 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	32.7707 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	30.2064 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	8.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	124
26	Maximum number of customers in the queue =	3
27	Total simulation CPU time in second =	0.1530

05-16-2024	Performance Measure	Result
1	System: M/M/3	From Simulation
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	15.5000
3	Service rate per server (mu) per hour =	13.8500
4	Overall system effective arrival rate per hour =	15.4095
5	Overall system effective service rate per hour =	15.1610
6	Overall system utilization =	31.4003 %
7	Average number of customers in the system (L) =	0.9465
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	0.0045
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	0.0637
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.0609 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.0003 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.0046 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	36.6409 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	6.4689 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	8.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	122
26	Maximum number of customers in the queue =	1
27	Total simulation CPU time in second =	0.1710