



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**“TEORÍA DE COLAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN
LA ATENCIÓN AL CLIENTE EN LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE
MOVILIDAD – CAYAMBE”**



AUTOR: Luis David Burga Cabascango

DIRECTOR: Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.

Ibarra – Ecuador

2025

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro de un proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentado a mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1005105646		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Burga Cabascango Luis David		
DIRECCIÓN:	Ecuador-Imbabura-Otavallo		
EMAIL:	ldburgac@utn.edu.ec / luisburga1999@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	S/N	TELF. MOVIL	0969166459

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Teoría de colas para la optimización de los tiempos de espera en la atención al cliente en la Empresa Pública Municipal de Movilidad – Cayambe”
AUTOR:	Luis David Burga Cabascango
FECHA:	08/01/2025
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial
DIRECTOR:	Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.
ASESOR:	PhD. Robert Mauricio Valencia Chapi

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Burga Cabascango Luis David, con cédula de identidad Nro. 1005105646, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 8 días del mes de enero de 2025

EL AUTOR:



Luis David Burga Cabascango

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que a asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 8 días del mes de enero de 2025

EL AUTOR:



Luis David Burga Cabascango

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 8 de enero de 2025

Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de integración curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



.....
Ing. Karen Benavides, MSc.
C.C.: 1003597513

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “TEORÍA DE COLAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN LA ATENCIÓN AL CLIENTE EN LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE MOVILIDAD – CAYAMBE” elaborado por Luis David Burga Cabascango, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



.....
Ing. Karen Benavides, MSc.
C.C.: 1003597513



.....
PhD. Robert Valencia
C.C.: 1003134879

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y agradecimiento eterno, dedico este logro a mis queridos padres, Rodrigo y María. Su apoyo inquebrantable y esfuerzos innumerables me han permitido llegar hasta aquí. Su confianza fue mi impulso constante y la razón por la que nunca me di por vencido. Este logro es tanto suyo como mío. Gracias por todo lo que han hecho por mí.

A mis queridas hermanas y hermano, Lisbeth, Yaira, Emily y Yuri, por ser mi compañía constante y alegrar mis días. Gracias por motivarme a ser mejor cada día y por ser una fuente de inspiración para ser un ejemplo para ustedes.

A mi compañera de vida, Bertha Morales. Tu apoyo constante y amor incondicional han sido mi mayor fuente de motivación. Tu paciencia infinita y comprensión fueron esenciales para alcanzar este logro. Gracias por estar siempre a mi lado.

Para mi pequeño Isaac, quien con su inocencia, ocurrencias y alegrías me ha inspirado a no rendirme. Gracias por recordarme cada día la importancia de perseverar y seguir adelante.

En especial, quiero dedicar este logro a mi pequeño yo del pasado, aquel niño que soñaba con convertirse en un profesional y que anhelaba ser el orgullo de papá y mamá.

Que este trabajo sea un reflejo del amor, el apoyo, la dedicación y la inspiración que he recibido de cada uno de ustedes. Gracias por ser parte fundamental de este proceso y por contribuir de manera significativa a la realización de este logro.

Con gratitud y cariño sincero,

Luis David.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a la gloriosa Universidad Técnica del Norte por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de continuar con mis estudios académicos.

A la Empresa Pública Municipal de Movilidad – Cayambe por darme la valiosa oportunidad de realizar mi trabajo de investigación en sus prestigiosa instalación.

A la planta de docentes de la Carrera de Ingeniería Industrial, en especial a mi tutora de tesis, Ing. Karen Benavides, por su tiempo y guía experta en el desarrollo de este trabajo. Su apoyo y orientación han sido importantes en cada etapa de este proceso.

A mi querida familia, en especial a Fabián y Janeth, sus consejos sabios y buenos deseos han sido una fuente constante de motivación para seguir adelante. Aprecio profundamente su interés en mi progreso académico y el hecho de que siempre se hayan tomado el tiempo para preguntar cómo me iba en la universidad.

A mi primo Alex, por tu apoyo y por creer en mí desde el principio. Tus palabras de aliento, como “yo creo en ti, lo vas a lograr”, han sido fuente de inspiración y motivación para alcanzar este logro. ¡Gracias, hermanito!

A mis entrañables amigos de la universidad, gracias por las experiencias compartidas, por las innumerables ayudas brindadas y por el inquebrantable compañerismo que hemos cultivado.

Este logro no habría sido posible sin la valiosa contribución de cada uno de ustedes. Infinitas gracias, por estar a mi lado y por sus palabras de ánimo.

Con gratitud y cariño sincero,

Luis David.

RESUMEN

Este trabajo de busca optimizar los tiempos de espera, incrementar la eficiencia operativa y mejorar la satisfacción de los clientes mediante la aplicación de la teoría de colas y el uso del software de FlexSim. Se aplicaron encuestas para medir el grado de satisfacción de los clientes, las encuestas aplicadas mostraron percepciones variadas sobre los servicios brindados, especialmente en los tiempos de espera y tiempos de servicio. Asimismo, se determinó que los clientes esperaban en promedio 13.62 minutos antes de ser atendidos, con tiempos de servicio de 28.62 minutos. La mayoría de los clientes experimentaron tiempos de espera prolongados y percibieron el sistema de atención como insuficiente, lo cual indicó que el sistema tenía una capacidad razonable para manejar el flujo de clientes. Los resultados sugieren que al operar con 7 y 8 módulos de atención, los tiempos de espera se reducen significativamente, así como también se reduce el número de clientes en la cola. Con 7 módulos de atención, el tiempo de espera disminuye en un 71.57%, mientras que con 8 módulos de atención, la reducción de tiempo es de un 67.37%. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también favorece una mayor satisfacción del cliente al reducir la congestión y los tiempos de espera, creando una experiencia más ágil y eficiente para los clientes.

Palabras clave: simulación, teoría de colas, tiempo de espera, tiempo de servicio, optimización.

ABSTRACT

This work seeks to optimize waiting times, increase operational efficiency and improve customer satisfaction by applying queuing theory and using FlexSim software. Surveys were applied to measure the degree of customer satisfaction, and the applied surveys showed varied perceptions about the services provided, especially in waiting times and service times. Likewise, it was determined that customers waited on average 13.62 minutes before being served, with service times of 28.62 minutes. Most customers experienced long waiting times and perceived the service system as insufficient, which indicated that the system had a reasonable capacity to handle the flow of customers. The results suggest that by operating with 7 and 8 service modules, waiting times are significantly reduced, as well as the number of customers in the queue. With 7 service modules, waiting time decreases by 71.57%, while with 8 service modules, the reduction in time is 67.37%. This not only improves operational efficiency, but also leads to greater customer satisfaction by reducing congestion and wait times, creating a more streamlined and efficient experience for customers.

Keywords: simulation, queuing theory, waiting time, service time, optimization.

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ANT	Agencia Nacional de Tránsito
CNC	Consejo Nacional de Competencias
EPMM-C	Empresa Pública Municipal de Movilidad – Cayambe
FIFO	First In, First Out
GAD	Gobiernos Autónomos Descentralizados
LIFO	Last In, First Out
M/M/1	Un solo servidor con tiempos de llegadas y servicios exponenciales
M/M/2	Dos servidores con tiempos de llegadas y servicios exponenciales
RSS	Random Selection Strategy

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....	XI
TABLA DE CONTENIDO.....	XII
LISTA DE TABLAS.....	XVII
LISTA DE FIGURAS.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema de investigación.....	1
1.2 Alcance.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.2 Fundamentación teórica.....	5
2.2.1 Introducción a la teoría de colas.....	5
2.2.2 Estructura básica de los modelos de colas.....	5
2.2.3 Modelos de líneas de espera.....	6
2.2.4 Tiempo de ciclo.....	10

2.2.5	El cliente.....	10
2.2.6	Atención al cliente.....	11
2.2.7	Satisfacción del cliente.....	12
2.2.8	Cuellos de botellas	12
2.2.9	Simulación.....	13
2.2.10	FlexSim	13
CAPÍTULO III.....		15
MATERIALES Y MÉTODOS		15
3.1	Enfoque y tipo de investigación	15
3.1.1	Tipo de investigación	15
3.2	Método de investigación	15
3.2.1	Método explicativo.....	15
3.2.2	Método cuantitativo.....	16
3.3	Técnicas de investigación.....	16
3.3.1	Entrevista.....	16
3.3.2	Encuesta	16
3.3.3	Observación directa.....	16
3.4	Materiales, equipos y software.....	16
3.5	Población y muestra	17
3.6	Caracterización de variables.....	18
CAPÍTULO IV.....		19
DISCUSIÓN Y RESULTADOS.....		19
4.1	Antecedentes de la empresa	19
4.2	Descripción de la empresa.....	19
4.3	Ubicación geográfica.....	19

4.4	Misión.....	20
4.5	Visión	20
4.6	Principios y valores	20
4.7	Estructura organizacional.....	21
4.8	Distribución en planta	21
4.9	Análisis del proceso productivo	22
4.9.1	Atención al cliente.....	22
4.9.2	Área de digitación	23
4.10	Diagnóstico de la problemática.....	24
4.10.1	Entrevista.....	24
4.10.2	Registro de tiempos	25
4.10.3	Resultados de las encuestas.....	26
4.10.4	Análisis global de las encuestas	31
4.11	Diagrama de Ishikawa.....	31
4.12	Distribución de llegadas	32
4.13	Distribución de probabilidad de Poisson.....	33
4.14	Cálculo de la tasa de servicio	34
4.15	Aplicación de la teoría de colas.....	35
4.15.1	Estabilidad del sistema	35
4.15.2	Probabilidad de que haya cero clientes en el sistema.....	35
4.15.3	Número medio de clientes en el sistema	36
4.15.4	Número medio de clientes en la cola esperando ser atendidas	36
4.15.5	Tiempo medio en que un cliente pasa en la cola de espera o siendo atendido (o sea, en el sistema).....	36
4.15.6	Tiempo medio en que un cliente pasa en la cola esperando a ser atendida.....	37

4.15.7	Tiempo medio que un cliente pasa en el servicio.....	37
4.15.8	Análisis global de la aplicación de la teoría de colas	37
4.16	Simulación de la situación actual	37
4.17	Resultados de la simulación con FlexSim.....	39
4.17.1	Distribución temporal de los clientes en espera	39
4.17.2	Tiempo de espera	40
4.17.3	Ocupación de la sala de espera.....	40
4.17.4	Utilización de los módulos de atención.....	41
4.17.5	Tiempo de permanencia	41
4.18	Propuesta	42
4.18.1	Aplicación de la teoría de colas con 7 módulos de atención.....	42
4.19	Aplicación de la teoría de colas con 8 módulos de atención.....	44
4.19.1	Probabilidad de que haya cero clientes en el sistema.....	44
4.19.2	Número medio de clientes en el sistema	44
4.19.1	Número medio de clientes en la cola esperando ser atendidas	45
4.19.2	Tiempo medio en que un cliente pasa en la cola de espera o siendo atendido (o sea, en el sistema).....	45
4.19.3	Tiempo medio en que un cliente pasa en la cola esperando a ser atendida.....	45
4.19.4	Comparación global con 6, 7 y 8 módulos de atención	46
4.20	Simulación con FlexSim	46
4.20.1	Distribución temporal de los clientes en espera	46
4.20.2	Tiempo de espera	48
4.21	Estrategia de mejora	50
4.21.1	Gestión de turnos.....	50
4.21.2	Asignación numerada en los asientos.....	52

4.21.3	Redistribución en planta.....	54
4.21.4	Capacitación del personal.....	56
4.21.5	Terminal de autoservicio.....	56
4.22	Cuadro de mejora y seguimiento continuo.....	58
CONCLUSIONES		59
RECOMENDACIONES		60
ANEXOS:.....		67
Anexo 1: Registro de tiempos		67
Anexo 2: Encuesta de satisfacción		73

LISTA DE TABLAS

TABLA I MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE EMPLEADOS.....	17
TABLA II CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES	18
TABLA III NÚMERO DE USUARIOS ATENDIDOS EN EL ÁREA DE DIGITACIÓN	25
TABLA IV REGISTRO DE TIEMPOS	26
TABLA V PROBABILIDADES DE POISSON EN UN PERIODO DE UN MINUTO.....	33
TABLA VI TIEMPOS DE ESPERA	40
TABLA VII OCUPACIÓN DEL SISTEMA.....	40
TABLA VIII UTILIZACIÓN DE LOS MÓDULOS	41
TABLA IX TIEMPO DE PERMANENCIA	41
TABLA X COMPARACIÓN CON 6, 7 Y 8 MÓDULOS DE ATENCIÓN	46
TABLA XI COSTO ESTIMADO PARA LA ESTRATEGIA 1	52
TABLA XII COSTO ESTIMADO PARA LA ESTRATEGIA 2.....	54
TABLA XIII COSTO ESTIMADO PARA LA ESTRATEGIA 4	55
TABLA XIV COSTO ESTIMADO PARA LA ESTRATEGIA 5	57
TABLA XV CUADRO DE MEJORA Y SEGUIMIENTO CONTINUO	58

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Estructura básica de los modelos de colas [15]	6
Fig. 2. Tiempo de ciclo [15].....	10
Fig. 3. Triángulo del servicio al cliente [24].....	11
Fig. 4. Satisfacción del cliente [29].....	12
Fig. 5. Ubicación geográfica EPMM-C [41].....	20
Fig. 6. Estructura organizacional – EPMMC [42]	21
Fig. 7 Distribución en planta	22
Fig. 8 Flujograma de atención al cliente	23
Fig. 9 Flujograma en el área de digitación	24
Fig. 10 Resultados de la pregunta 1	27
Fig. 11 Resultados de la pregunta 2	27
Fig. 12 Resultados de la pregunta 3	28
Fig. 13 Resultados de la pregunta 4	28
Fig. 14 Resultados de la pregunta 5	29
Fig. 15 Resultados de la pregunta 6	29
Fig. 16 Resultados de la pregunta 7	30
Fig. 17 Resultados de la pregunta 8	30
Fig. 18 Diagrama de Ishikawa: Demora en la prestación de servicios	32
Fig. 19 Área de digitación generado mediante el software FlexSim	38
Fig. 20 Captura del recurso fijo del componente SOURCE de FlexSim [43]	38
Fig. 21 Captura del recurso fijo del componente QUEUE de FlexSim [43].....	38
Fig. 22 Captura del recurso fijo del componente PROCESSOR de FlexSim [43]	39
Fig. 23 Captura del recurso fijo del componente SINK de FlexSim [43].....	39
Fig. 24 Distribución temporal de los clientes.....	40
Fig. 25 Distribución temporal de los clientes con 6 módulos de atención.....	47
Fig. 26 Distribución temporal de los clientes con 7 módulos de atención.....	47
Fig. 27 Distribución temporal de los clientes con 8 módulos de atención.....	47
Fig. 28 Tiempo de espera	48
Fig. 29 Reducción de los tiempos de espera	48
Fig. 30 Ocupación del sistema	49

Fig. 31 Utilización de los módulos.....	49
Fig. 32 Tiempo de permanencia	50
Fig. 33 Ejemplo ilustrativo - Pantalla de señalización digital con sistema de voz [44].....	51
Fig. 34 Ejemplo ilustrativo – Asientos con adhesivos numerados.....	52
Fig. 35 Funcionalidad de la asignación numerada en los asientos.....	53
Fig. 36 Distribución en planta (ANTES)	54
Fig. 37 Distribución en planta (DESPUÉS).....	55
Fig. 38 Autoservicio [44]	56
Fig. 39 Ubicación estratégica del autoservicio.....	57

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación

Desde hace mucho tiempo, las personas han tenido que enfrentar la espera para obtener un servicio, especialmente cuando la demanda supera la capacidad de atención disponible [1]. El tiempo de espera es considerado uno de los principales desafíos a nivel mundial en diversos ámbitos, como en la atención médica, los servicios públicos, el transporte, el comercio y otros sectores, lo que conlleva impactos negativos para las organizaciones [1].

En la actualidad, el tiempo se ha vuelto un recurso sumamente valioso en nuestra sociedad, lo cual hace que esperar en una fila sea considerado una pérdida de tiempo [2]. A medida que esta percepción se fortalece, los clientes se vuelven más exigentes y buscan servicios que sean altamente eficientes. Sin embargo, este desafío se ve difícil de alcanzar por el fenómeno de las colas, que son especialmente frecuentes en lugares donde se brindan servicios, debido a diversos factores como la elevada demanda, la falta de personal, el desconocimiento de los procedimientos, entre otros [2].

En Ecuador, es una experiencia común para las personas encontrarse con el fenómeno de las colas en su vida diaria, ya sea en supermercados, taquillas de cine, peajes, ventanillas de cajeros de un banco, entre otros. Según [3], menciona que esto se debe a la alta demanda en determinados momentos y a la limitada capacidad de respuesta del personal de servicio. Esta situación se agrava debido a la falta de un estándar para determinar el tiempo de espera adecuado que los clientes deben experimentar antes de recibir atención, lo cual dificulta la implementación oportuna de medidas correctivas para mejorar la satisfacción de los clientes, lo que a su vez genera malestar e insatisfacción en ellos [4].

La Empresa Pública Municipal de Movilidad – Cayambe, que comenzó sus operaciones en 2022, ha experimentado desafíos significativos en cuanto a los tiempos de espera en la prestación de sus servicios. Según el responsable de talento, en una entrevista, la empresa ha enfrentado este tipo de problema particularmente en el área de digitación. Estos inconvenientes se deben a que los clientes suelen esperar hasta finales de mes para realizar sus trámites, lo que genera una congestión en las filas y prolongados tiempos de espera. Además, se suma la falta de una adecuada organización en las filas durante la atención, lo que genera molestia e insatisfacción entre los clientes, tal situación afecta la imagen de la empresa. Por indagación realizada, se sabe que esta

empresa no cuenta con estudios previos para mejorar esta situación. Por lo anteriormente expuesto, se ve la necesidad de proponer un estudio de colas.

1.2 Alcance

El alcance de este trabajo es llevar a cabo un estudio de teoría de colas en el área de digitación con el objetivo de reducir los tiempos de espera en la atención al cliente, debido a que se ha observado que los tiempos necesarios para llevar a cabo los trámites son considerablemente largos, generando molestias e insatisfacción entre los clientes respecto a los servicios brindados. Se espera obtener beneficios tanto a nivel económico como en términos de reputación pública, otorgando a la empresa una imagen positiva en comparación con otras organizaciones que ofrecen servicios similares. El enfoque será proporcionar una experiencia fluida y eficiente para los clientes, optimizando el proceso de atención y generando una percepción de calidad y profesionalismo. Además, se buscará establecer una relación sólida y duradera con los clientes, fomentando así su fidelización y recomendación positiva de los servicios brindados. Este trabajo se presentará como propuesta para optimizar los tiempos de espera, enfocada en el área de digitación.

1.3 Justificación

Este trabajo se fundamenta con la Ley Orgánica del Servicio Público, que tiene como objetivo regular la gestión y prestación de los servicios en el país. Esta ley garantiza que los usuarios tienen derecho a recibir un servicio oportuno y adecuado, así como a obtener una respuesta clara y satisfactoria a sus solicitudes y requerimientos [5]. Asimismo, se sustenta en el objetivo establecido en el literal c del artículo del estatuto orgánico de gestión organizacional por procesos de la EPMMC, que señala: “lograr la satisfacción del cliente en la entrega de servicios con calidad y calidez, con oportunidad y productividad” [6].

En esta empresa, es crucial optimizar los tiempos de atención para mejorar la calidad del servicio y garantizar la satisfacción de los clientes. Por lo tanto, resulta evidente la necesidad de llevar a cabo este trabajo, el cual permitirá identificar los diversos parámetros que influyen en los prolongados tiempos de espera que experimentan los clientes. Además, los resultados obtenidos proporcionarán conclusiones sólidas para establecer medidas de mejora, logrando así satisfacer las necesidades de los clientes y promover una expectativa positiva en su interacción con la empresa.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Optimizar los tiempos de espera en la Empresa Pública Municipal de Movilidad – Cayambe mediante un estudio de teoría de colas para incrementar la eficiencia operativa y la satisfacción de los clientes.

1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer la base teórica para la investigación en principios científicos a través de la recolección de datos bibliográficos.
- Diagnosticar la situación actual en los procesos de atención al cliente para determinar los niveles de satisfacción en cuanto a los tiempos de servicio.
- Elaborar una propuesta de mejoramiento para optimizar los tiempos de espera en la atención al cliente mediante el estudio de la teoría de colas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En [7] se realizó un estudio que se aplicó la teoría de colas en una entidad municipal para optimizar el tiempo de servicio. Este estudio resaltó la importancia de aplicar este tipo de herramientas de análisis para identificar oportunidades de mejora en la atención al cliente y garantizar una experiencia satisfactoria para los usuarios.

En [8] se llevó a cabo un análisis estadístico empleando la teoría de colas para evaluar la satisfacción de los pacientes en un hospital. En este estudio, se compararon dos modelos de colas M/M/1 y M/M/2. Los resultados indicaron que el modelo M/M/2 es más eficiente y satisfactoria para los pacientes, ya que disminuye los tiempos de espera y reduce los costos totales en comparación con el modelo M/M/1.

En [9] se realizó un estudio aplicando la teoría de colas en una entidad gubernamental en Riobamba. Esta investigación reveló un bajo nivel de satisfacción entre los usuarios. Los resultados obtenidos permitieron identificar con precisión los cuellos de botella y las áreas críticas del sistema, lo que a su vez facilitó la formulación de soluciones específicas destinadas a mejorar la calidad del servicio.

En [10] se llevó a cabo un análisis mediante la teoría de colas, utilizando modelos de canal único y múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponenciales, con el propósito de evaluar la eficiencia del servidor en un sistema de atención. Los resultados revelaron que el sistema de canal único demostró ser ineficiente en cuanto al tiempo de servicio, ya que las características operativas generaron datos irrelevantes y negativos. Al aplicar el modelo de múltiples canales (2 canales), se llegó a la conclusión de que el sistema es óptimo. Este hallazgo sugirió que la implementación de dos canales mejora significativamente la eficiencia del sistema de atención, ofreciendo un rendimiento más satisfactorio en comparación con otros modelos de canales.

Los estudios previamente mencionados ejemplifican la importancia de aplicar la teoría de colas en diversos contextos, como el sector de la salud, el transporte, servicios municipales, entre otros.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Introducción a la teoría de colas

La teoría de colas aborda las llegadas aleatorias a una instalación de servicio. Su objetivo principal es establecer el número óptimo de personal o recursos necesarios para atender a los clientes que llegan de manera aleatoria, teniendo en cuenta tanto el costo del servicio como el de las esperas o congestiones [11].

Esta teoría se centra en el análisis de la esperas en diversas circunstancias y utiliza los modelos de colas para describir los sistemas de líneas de espera que se encuentran en la realidad [12]. Esta teoría es una herramienta matemática sumamente valiosa que facilita la gestión eficaz de los sistemas de espera y la adecuada asignación de recursos para la prestación de servicios [13]. El desarrollo de modelos matemáticos que representan el funcionamiento de un sistema de espera [14] proporcionan una base sólida para la toma de decisiones al identificar las características necesarias para un sistema eficiente y económico que pueda ofrecer el servicio deseado.

2.2.2 Estructura básica de los modelos de colas

En un modelo de colas, existen varios elementos claves que se utilizan para representar y analizar el funcionamiento de un sistema de colas. Estos elementos son los siguientes [12]:

- **Fuente de entrada:** Se refiere al conjunto de clientes o llegadas que desean solicitar un servicio en un sistema de colas. Esta fuente puede ser finita o infinita, dependiendo de la naturaleza del sistema.
- **Cliente:** Se utiliza para referirse a un individuo de la población que busca solicitar un servicio.
- **Capacidad de la cola:** Se refiere al número máximo de clientes que pueden esperar en la cola a la espera de ser atendidos.
- **Disciplina de colas:** Se refiere al método utilizado para seleccionar a los clientes para ser atendidos. Algunas de las disciplinas más comunes son: FIFO, LIFO, RSS y processor sharing.
- **Mecanismo de servicio:** Se refiere al proceso mediante el cual se proporciona el servicio a los clientes. Este mecanismo implica el uso de instalaciones de servicio, que pueden contar con uno o varios canales de servicio conocidos como servidores.
- **Cola:** Conjunto de clientes que están en espera para recibir un servicio.

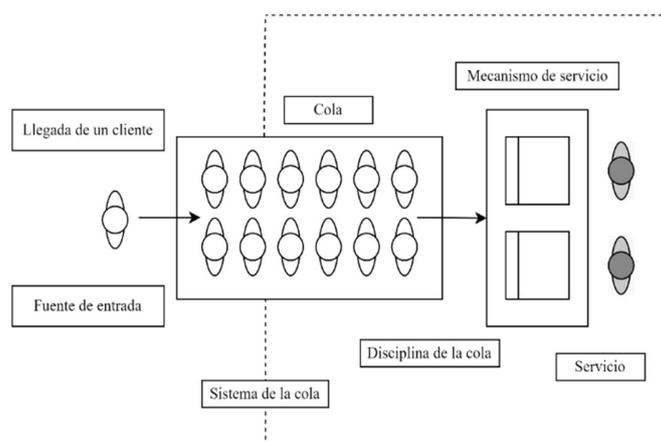


Fig. 1. Estructura básica de los modelos de colas [15]

2.2.3 Modelos de líneas de espera

Estos modelos están constituidos por fórmulas y relaciones matemáticas que pueden emplearse para establecer las características operativas de una línea de espera [16].

2.2.3.1 Modelo de canal único con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponenciales

Es conocido como M/M/1. Este modelo representa la forma más básica de líneas de espera, caracterizado por una única fila y un único servidor [17].

Las siguientes fórmulas se emplean para calcular las características operativas constantes de una línea de espera con un único canal [16], donde las llegadas siguen una distribución de Poisson y los tiempos de servicio son exponenciales.

Parámetros:

1. Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \quad (1)$$

2. El número promedio de unidades en la línea de espera

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (2)$$

3. El número promedio de unidades en el sistema

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (3)$$

4. El tiempo promedio que la unidad pasa en la línea de espera

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (4)$$

5. El tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (5)$$

6. La probabilidad de que una unidad que llega no tenga que esperar a ser atendida

$$P_w = \frac{\lambda}{\mu} \quad (6)$$

7. La probabilidad de que haya n unidades en el sistema

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0 \quad (7)$$

Donde:

λ = tasa de llegada

μ = tasa de servicio

L_q = número medio de unidades en la cola

L = número medio de unidades en el sistema

W_q = tiempo promedio que una unidad permanece en la cola

W = tiempo promedio que una unidad está en el sistema

2.2.3.2 Modelo de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponenciales

Este modelo está formado por dos o más canales de servicio, los cuales se asumen como idénticos en términos de capacidad de atención [16]. En este sistema, las unidades que llegan se colocan en una sola cola y son atendidas por el primer canal disponible.

Parámetros:

1. Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{k-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^k}{k!} * \left(\frac{k\mu}{k\mu - \lambda}\right)} \quad (8)$$

2. Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$L_q = \frac{(\lambda / \mu)^k \lambda \mu}{(k - 1)! (k\mu - \lambda)^2} * P_0 \quad (9)$$

3. Cantidad promedio de unidades en el sistema

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (10)$$

4. Tiempo promedio que pasa una unidad en la línea de espera

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (11)$$

5. Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (12)$$

6. Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$P_w = \frac{1}{k!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k * \left(\frac{k\mu}{k\mu - \lambda}\right) * P_0 \quad (13)$$

7. Probabilidad de que haya n unidades en el sistema

$$P_n = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} * P_0 \quad \text{con } n \leq k \quad (14)$$

$$P_n = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{k! k^{(n-k)}} * P_0 \quad \text{con } n > k \quad (15)$$

Donde:

λ = tasa de llegada

μ = tasa de servicio

k = número de canales

2.2.3.3 Modelo de espera con fuentes finitas

El modelo asume que hay un límite en el número de unidades que desean ser atendidos, lo cual implica que la tasa de llegadas al sistema cambia según la cantidad de unidades presentes en espera [16].

Parámetros:

1. Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^N \frac{N!}{(N-n)!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n} \quad (16)$$

2. Número promedio de unidades en la línea de espera

$$L_q = N - \frac{\lambda + \mu}{\lambda} * (1 - P_0) \quad (17)$$

3. Número promedio de unidades en el sistema

$$L = L_q + (1 - P_0) \quad (18)$$

4. Tiempo promedio que una unidad pasa en la línea de espera

$$W_q = \frac{L_q}{(N - L) * \lambda} \quad (19)$$

5. Tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (20)$$

6. Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar para que la atiendan

$$P_w = 1 - P_0 \quad (21)$$

7. Probabilidad de que haya n unidades en el sistema

$$P_n = \frac{N!}{(N-n)!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n * P_0 \quad \text{para } n = 0, 1, \dots, N \quad (22)$$

Donde:

λ = tasa de llegadas de cada unidad

μ = tasa de servicios

N = tamaño de la población

2.2.4 Tiempo de ciclo

Se refiere al tiempo necesario para completar una unidad, lote o tarea, ya sea en relación con un servicio [18]. Es decir, representa el intervalo desde el inicio de la primera actividad hasta la finalización de la última actividad requerida para recibir un bien o un servicio.

En [19] se menciona que el tiempo de ciclo es el período que va desde que el cliente realiza un pedido, que se traduce en requerimientos de materiales, órdenes de producción y otras actividades, hasta que el producto llega a sus manos. De esta manera, el tiempo de ciclo es un indicador clave de la calidad de la gestión logística de la empresa, incluyendo la eficiencia de los flujos de mercancías e información, así como la duración de las distintas etapas del proceso.



Fig. 2. Tiempo de ciclo [15]

2.2.5 El cliente

El cliente es el pilar fundamental de cualquier empresa [20]. Este desempeña un papel crucial en lo que respecta a la calidad, ya que es quien demanda los bienes o servicios necesarios a la empresa y luego evalúa los resultados [21]. Es decir, es el individuo que recibe los bienes o servicios que la empresa ofrece para satisfacer sus necesidades, y su aprobación es clave para la continuidad de la empresa en el mercado

Además, se define como la persona, empresa u organización que adquiere un bien o un servicio, con el propósito de satisfacer sus necesidades y está dispuesta a realizar un pago a cambio de dicho bien o servicio [22].

A partir de esta definición, se pueden deducir las siguientes conclusiones [22].

- Generalmente, un cliente realiza compras con frecuencia, aunque también puede tratarse de un comprador ocasional.
- El cliente es el motivo principal detrás de la creación, producción, fabricación y comercialización de bienes, productos o servicios.
- Es esencial que las empresas presten atención a sus clientes, de lo contrario, estos buscarán alternativas en la competencia.

2.2.6 Atención al cliente

Consiste en una serie de acciones orientadas a captar a individuos o empresas para que se adquieran los productos o servicios que los proveedores ofrecen. A su vez, son los clientes quienes evalúan la calidad de la atención que reciben como resultado de este proceso [23].

En [24], se menciona que la atención al cliente es considerada una herramienta estratégica que brinda un valor adicional a los clientes, diferenciando la oferta de la empresa en comparación con la competencia. De esta manera, el servicio al cliente se convierte en el objetivo principal de la función logística de la empresa y para asegurar la calidad de dicho servicio, es esencial que la organización se enfoque en ciertos aspectos clave [25]:

- La elección y capacitación de personal especializado para llevar a cabo las actividades logísticas de manera eficaz.
- La creación de una estructura exclusiva para la función logística, que permita gestionar adecuadamente el suministro, la producción y la distribución de los materiales y productos.
- La implementación de sistemas orientados a maximizar la eficiencia total.

Así, será posible brindar a los clientes un servicio de excelencia mediante la optimización de los siguientes aspectos [25]:

- Disponibilidad de los productos
- Calidad en la atención
- Tiempos y modalidades de entrega

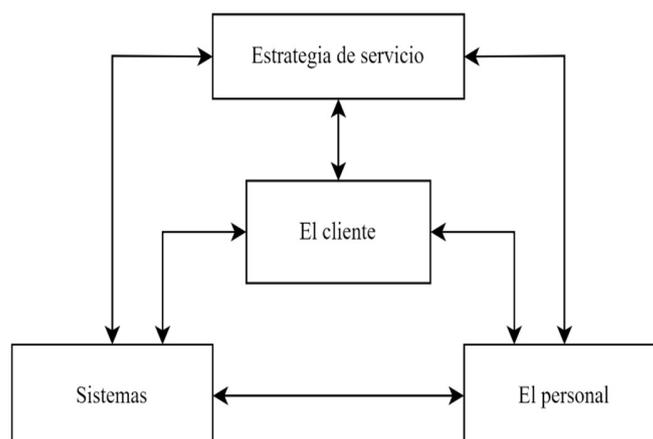


Fig. 3. Triángulo del servicio al cliente [24]

Nota: La figura ilustra la conexión entre los elementos fundamentales de un sistema de atención, colocando al cliente en el núcleo, orientando los demás componentes del modelo hacia él.

2.2.7 Satisfacción del cliente

Se define como el conjunto de acciones que realiza una empresa para gestionar su relación con los clientes, ya sea antes o después de la adquisición de un producto o servicio, con el propósito de asegurar un alto nivel de satisfacción por parte de ellos [26]. Esta satisfacción se logra al ofrecer servicios de calidad que atiendan eficazmente sus necesidades. Es decir, una empresa capaz de satisfacer las demandas de sus clientes no solo cultivará la lealtad de su base de clientes actual, sino que también atraerá a nuevos clientes, incluso aquellos provenientes de la competencia [27]. Por ende, la meta de mantener a cada cliente satisfecho se constituye como uno de los objetivos más importantes en todas las áreas operativas de las empresas.

Aquellas que logren la satisfacción del cliente conseguirán como beneficio la fidelidad de este, publicidad gratuita y una determinada cuota de mercado, cuota que se expandirá gracias a la fidelidad continua, asegurando así un posicionamiento destacado en la mente del cliente [28].

La figura 4 representa gráficamente la satisfacción del cliente, definiendo un servicio como “de calidad” cuando el cliente lo percibe como adecuado y deseado. En otras palabras, la satisfacción del cliente alcanza su punto máximo cuando la calidad percibida del servicio cumple con sus expectativas tanto en términos de adecuación como de deseo.

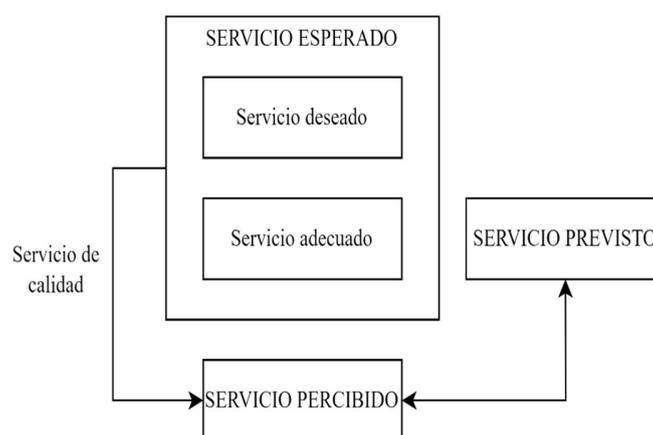


Fig. 4. Satisfacción del cliente [29]

2.2.8 Cuellos de botellas

Los cuellos de botella se fundamentan en el principio de que los procesos en cualquier área avanzan a la velocidad del proceso más lento [30]. Esto quiere decir que, cualquier sistema en el que haya una cola de espera, ya sea en un supermercado, en una entidad financiera, en las redes de transporte o cualquier otro entorno, la velocidad a la que avanza el proceso está limitada por la velocidad más lenta en dicho sistema.

En [31], se menciona que los cuellos de botella están vinculados a la insuficiencia de capacidad en un proceso y, en ciertos casos, se les denomina recursos limitados por su capacidad. Esta limitación se refiere a cualquier recurso cuya capacidad disponible afecta la capacidad de la organización para satisfacer la demanda del mercado. Así, los cuellos de botella ralentizan el avance de los procesos y pueden presentarse en diversas situaciones [32].

Existen varias formas para detectar los cuellos de botella tanto en procesos de servicio como en manufactura. Generalmente, se encuentran en las áreas de trabajo que poseen las siguientes características [33]:

- Requieren el mayor tiempo total por unidad procesada.
- Presentan la mayor utilización promedio.
- Soportan la mayor carga de trabajo total.

2.2.9 Simulación

La simulación es una herramienta que facilita la proyección, evaluación y visualización de procesos nuevos como ya existentes sin el riesgo inherente de experimentar en un sistema real [34]. De esta manera, brinda a las organizaciones la oportunidad de examinar sus procesos de forma sistemática, con el objetivo de obtener una comparación más profunda de las relaciones de causa y efecto.

Por otro lado, en [35] se hace referencia a un conjunto de métodos y aplicaciones diseñadas para replicar el comportamiento de sistemas reales. Además, [36] menciona que la simulación consiste en crear un modelo que se asemeja a un aspecto particular de un sistema del mundo real, el cual puede utilizarse para generar narrativas artificiales del sistema. Por último, simular un sistema de espera implica la representación de eventos discretos, detallando la evolución del sistema a lo largo del tiempo mediante variables de estado que experimentan cambios instantáneos en puntos temporales específicos [37].

2.2.10 FlexSim

FlexSim es un software de simulación robusto que facilita la visualización y evaluación de cambios en las operaciones y procesos relacionados con la logística, el manejo de materiales y la manufactura de manera rápida y sencilla. Esto permite evitar los altos costos, riesgos y prolongados tiempos asociados con la implementación de cambios en el mundo real y su análisis mediante prueba y error [38].

Un modelo en FlexSim consta de los siguientes recursos [39]:

- Recursos fijos: Comprenden las colas, máquinas o procesos, y cintas transportadoras.
- Recursos compartidos: Incluyen a los operadores.
- Recursos móviles: Se refieren a los sistemas de transporte, como elevadores, transpaletas, robots industriales, entre otros.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque y tipo de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación abarca tres enfoques metodológicos: investigación documental, investigación de campo e investigación aplicada.

3.1.1.1 Investigación documental

Este enfoque no solo permitió recopilar datos relevantes de la empresa, sino que también proporcionó la fundamentación teórica necesaria para el desarrollo del trabajo de investigación mediante la búsqueda de datos en fuentes confiables como libros, artículos científicos y revistas, entre otros.

3.1.1.2 Investigación de campo

Como parte del proceso de investigación, se realizaron visitas a la empresa con el propósito de recopilar datos esenciales sobre la toma de tiempos y así realizar un análisis más profundo del comportamiento del sistemas y los tiempos de espera. Las observaciones se centraron particularmente en el área de digitación donde se manifestaba el fenómeno de las colas. Este enfoque metodológico facilitó la obtención de datos de primera mano, permitiendo así la identificación de factores y variables relevantes, proporcionando una comprensión más profunda de estos fenómenos dentro de su contexto natural.

3.1.1.3 Investigación aplicada

Se realizó con el propósito de emplear los principios y conceptos técnicos de la teoría de colas para abordar el problema de los tiempos de espera. Además, este enfoque se aplicó para desarrollar soluciones prácticas fundamentadas en la teoría de colas con el fin de potenciar el rendimiento del sistema y reducir los tiempos de espera.

3.2 Método de investigación

3.2.1 Método explicativo

Se empleó este método con el propósito de aclarar las relaciones causales. Se identificaron las variables que afectan el tiempo de espera en las filas, se analizaron los impactos de estas demoras en la satisfacción del cliente, se estudiaron las variables que influyen en la percepción del tiempo de espera por parte de los clientes y se entendió cómo esta percepción influye en su nivel de satisfacción.

3.2.2 Método cuantitativo

Debido a la necesidad del trabajo, se empleó esta metodología para recolectar y analizar datos relacionados con los tiempos de llegada de los clientes, la cantidad promedio de clientes en espera, el tiempo medio que un cliente permanece en la cola, entre otros factores, mediante el uso de herramientas informáticas y estadísticas, con el propósito de cuantificar y comprender la magnitud del problema, así como para tomar decisiones acertadas basadas en los resultados obtenidos.

3.3 Técnicas de investigación

Se emplearon diversas técnicas de investigación para de recopilar datos relevantes y obtener las evidencias necesarias para abordar la problemática. A continuación, se describen cada una de ellas:

3.3.1 Entrevista

La entrevista desempeñó un papel fundamental, ya que proporcionó un enfoque directo y personalizado para reunir información pertinente sobre el problema en estudio. Se utilizó la entrevista como una valiosa herramienta para obtener datos de primera mano.

3.3.2 Encuesta

Se utilizó la encuesta con el propósito de evaluar el nivel de satisfacción de los clientes respecto al servicio proporcionado. Las encuestas fueron aplicadas tanto a aquellos clientes que se encontraban en las filas como a aquellos que ya habían finalizado sus trámites.

3.3.3 Observación directa

La observación directa permitió analizar el fenómeno de las colas en su entorno natural, facilitando una comprensión más profunda de los comportamientos y patrones asociados a las mismas. Esta técnica no sólo amplió la perspectiva sobre la problemática, sino que también proporcionó información esencial para entender el funcionamiento del sistema.

3.4 Materiales, equipos y software

De acuerdo a la necesidad de la investigación, fue necesario contar con diversos materiales, equipos y software. Estos recursos desempeñaron un papel fundamental en la recolección, organización y análisis de los datos. El uso de cada uno de ellos permitió gestionar los datos de manera eficaz y organizada. En la siguiente tabla se presentan en detalle los materiales, equipos y software utilizados.

TABLA I
MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE EMPLEADOS

Material	Cantidad	Descripción
Cuestionarios y encuestas	Varios	Utilizada para recopilar datos directamente de los participantes.
FlexSim	1	Utilizada para modelar y simular sistemas en tiempo real.
Laptop	1	Utilizada para la recopilar, procesar, almacenar y respaldar datos.
Cronómetro	1	Utilizado para medir y controlar el tiempo en diversos contextos.
Tablero A4	1	Permite sujetar las fichas de recolección de datos.
Microsoft Office	1	Utilizado para redactar documentos, analizar y manipular datos.
Teléfono móvil	1	Utilizada para grabar y registrar evidencias fotográficas.
Draw.io diagrams	1	Utilizado para diseñar y crear diagramas de flujo.

3.5 Población y muestra

Para el desarrollo del trabajo, la población objetivo fueron los clientes que hacen uso del servicio de digitación en la EPMM-C. Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó el informe de actividades realizadas en la unidad de matriculación desde enero hasta octubre de 2023. De acuerdo con el promedio calculado, se estima que aproximadamente 1808 clientes son atendidos mensualmente.

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula matemática 23:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * (1 - p)} \quad (23)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = población total

z = nivel de confianza del 95% (1.96)

p = proporción esperada en la población (0.5)

e = margen de error deseado del 6.5%

Luego de realizar los cálculos correspondientes, se obtiene una muestra de 202. Este valor es crucial tanto para el registro de tiempos como para la aplicación de encuestas en este estudio. La combinación de estos datos, tanto cuantitativos como cualitativos permitieron efectuar un diagnóstico de la situación actual.

3.6 Caracterización de variables

TABLA II
CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES

Nombre de la variable	Descripción	Tipo de variable	Unidad de medida	Indicador	Método de recolección
Tiempo de espera	Tiempo que un cliente espera en la cola antes de ser atendido	Dependiente	Minutos	Tiempo de espera promedio	Análisis de datos históricos
Número de clientes en la cola	Número promedio de clientes que esperan en la cola para ser atendidos	Dependiente	Clientes	Número promedio de clientes en la cola	Observación directa y análisis de datos
Número de clientes en el sistema	Número promedio de clientes en el sistema en cualquier momento dado	Dependiente	Clientes	Número promedio de clientes en el sistema	Observación directa y análisis de datos
Nivel de satisfacción del cliente	Nivel de satisfacción de los clientes con respecto al servicio brindado	Dependiente	Escala de Likert	índice de satisfacción del cliente	Encuestas
Tasa de llegada	Número de clientes que llegan al sistema por unidad de tiempo	Independiente	Clientes/minuto	Flujo de clientes	Observación directa y registros históricos
Tasa de servicio	Número de clientes que pueden ser atendidos por unidad de tiempo.	Independiente	Clientes/minuto	Capacidad de atención del servidor	Observación directa y registros históricos
Número de servidores	Número de módulos en el área de digitación que atienden a los clientes	Independiente	Servidores	Total de servidores	Datos administrativos
Capacidad del sistema	Número máximo de clientes que el sistema puede manejar	Independiente	Clientes	Capacidad máxima del sistema	Datos administrativos y diseño del sistema
Distancia	Medida de longitud desde la sala de espera hasta el punto de servicio	Independiente	Metros	Distancia física promedio recorrida	Datos administrativos y diseño del sistema

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

4.1 Antecedentes de la empresa

El Consejo Nacional de Competencias, a través de la resolución No. 006-CNC-2012, publicada en el suplemento del Registro Oficial No. 712, decidió transferir de manera progresiva las competencias para la planificación, regulación y control del tránsito, transporte terrestre y seguridad vial a los GADs metropolitanos y municipales del país, conforme a lo estipulado en dicha resolución [40]. Mediante la resolución No. 022-DE-ANT-2013, la Agencia Nacional de Tránsito transfirió al Gobierno Autónomo Descentralizado de Cayambe la competencia relacionada con los títulos habilitantes. Posteriormente, mediante resolución No. 435-DE-ANT-2015, la misma agencia nacional emitió un documento para certificar la implementación de las competencias en matriculación y revisión técnica vehicular por parte del gobierno autónomo descentralizado de Cayambe [40]. En la sesión del concejo municipal se aprobó la ordenanza municipal que establece la creación de EPMM-C. Esta entidad de derecho público cuenta con personal jurídica, patrimonio propio y autonomía en aspectos presupuestarios, financieros, económicos, administrativos y de gestión, todo bajo altos estándares de calidad y criterios empresariales, económicos, sociales y ambientales. El 11 de septiembre de 2017, se emitió la primera reforma para la creación de la EPMM-C [40].

4.2 Descripción de la empresa

La Empresa Pública Municipal de Movilidad Cayambe es una entidad encargada de la planificación, regulación y control del sistema de movilidad en el cantón, abarcando el tránsito, el transporte y la seguridad vial. Esta labor se realiza en consonancia con las políticas establecidas por la agencia nacional de regulación y control del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, así como por el GADIP del municipio de Cayambe [40]. Además, la empresa gestiona procesos internos que generan productos y servicios, los cuales se organizan y clasifican según su contribución y valor añadido.

4.3 Ubicación geográfica

Esta empresa se encuentra estratégicamente ubicada en la provincia de Pichincha, en la ciudad de Cayambe, en las calles Av. Luis Cordero y Nápoles.

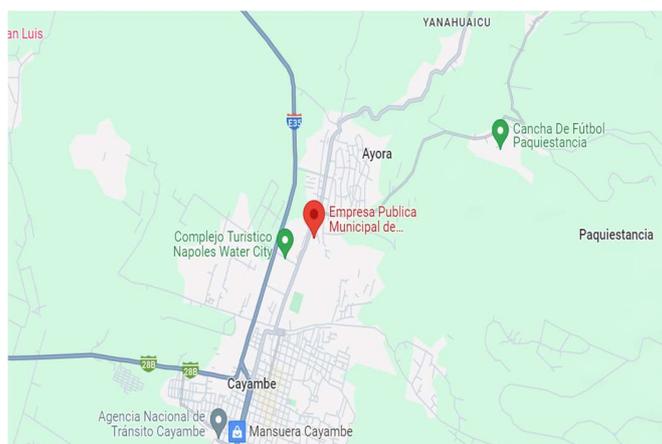


Fig. 5. Ubicación geográfica EPMM-C [41]

4.4 Misión

Somos una empresa pública municipal comprometida con el buen trato y servicio a la ciudadanía que se encarga de planificar, regular y controlar el transporte terrestre, tránsito y seguridad vial para mejorar la movilidad en el cantón Cayambe; contando con recursos financieros, tecnológicos y un talento humano comprometido, calificado y capacitado [40].

4.5 Visión

Para el 2022 llegaremos a consolidarnos como una empresa de reconocido prestigio nacional, líder en cambio de cultura en movilidad, que contribuye al bienestar de la ciudadanía y al ordenamiento del Cantón [40].

4.6 Principios y valores

De acuerdo a la planificación institucional de la empresa, los principios que guían su funcionamiento son [40]:

- Interculturalidad y plurinacionalidad
- Responsabilidad social
- Democracia y participación ciudadana
- Solidaridad e inclusión
- Responsabilidad
- Ecologismo y atención a formas sostenibles y alternativas del transporte
- Ética
- Aprendizaje continuo en lo laboral y humano

4.7 Estructura organizacional

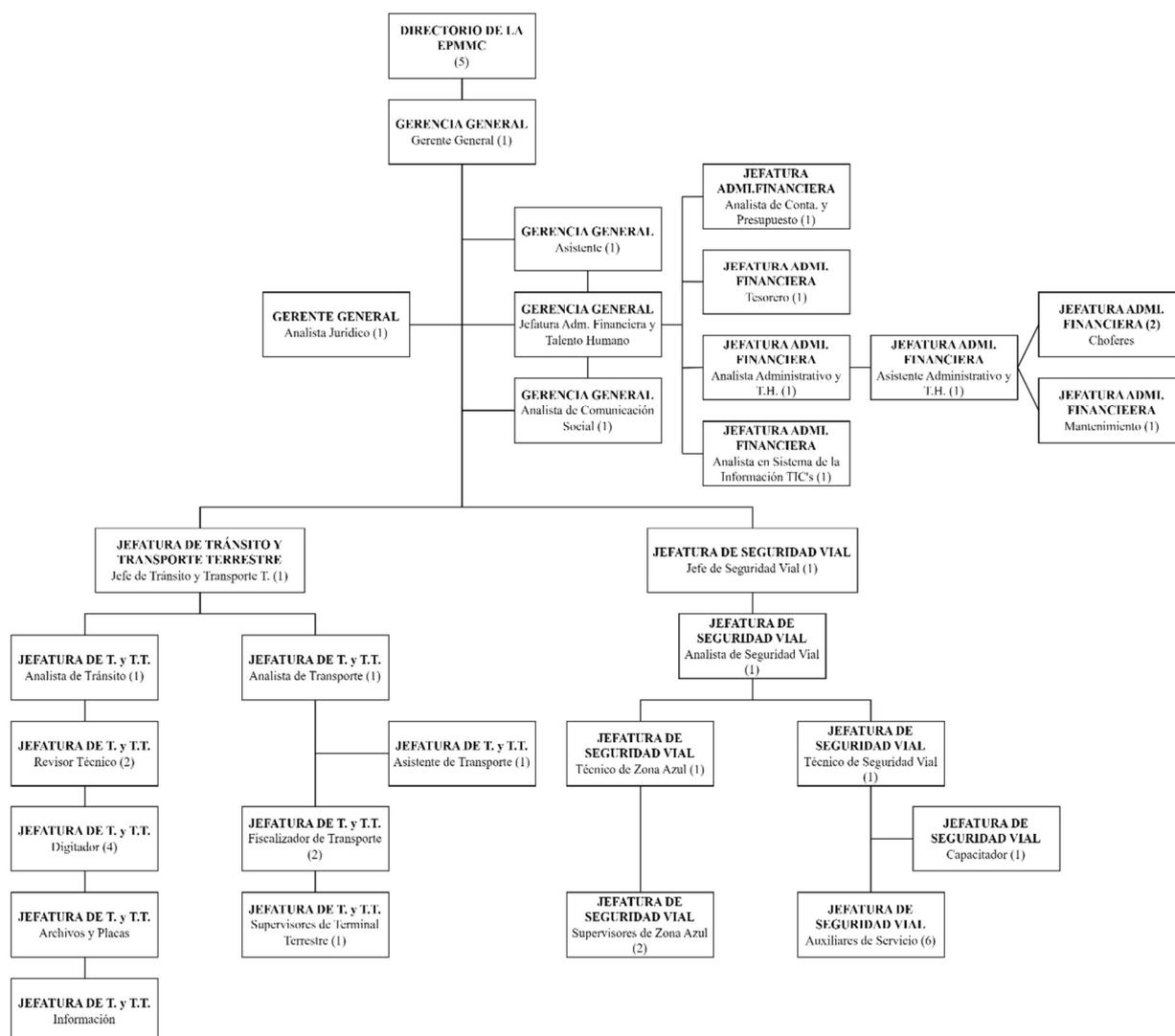


Fig. 6. Estructura organizacional – EPMMC [42]

4.8 Distribución en planta

La distribución de la planta baja comprende diferentes áreas: área de información, recaudación, digitación y sala de espera. El área de información cuenta con 2 canales, donde los clientes pueden realizar consultas, expresar quejas o plantear inquietudes antes o después de llevar a cabo sus trámites. El área de recaudación dispone de 2 canales, destinados a que los clientes realicen los pagos correspondientes a sus trámites, el área de digitación está compuesta por 6 canales, donde se digitalizan los trámites que realizaron los clientes. La sala de espera se divide en dos secciones distintas: una sala destinada al área de digitación, que cuenta con una capacidad para 27 personas y otra sala destinada para el área de información y recaudación con una capacidad para

18 personas, estas salas proporcionan un espacio donde los clientes pueden aguardar pacientemente para ser atendidos.

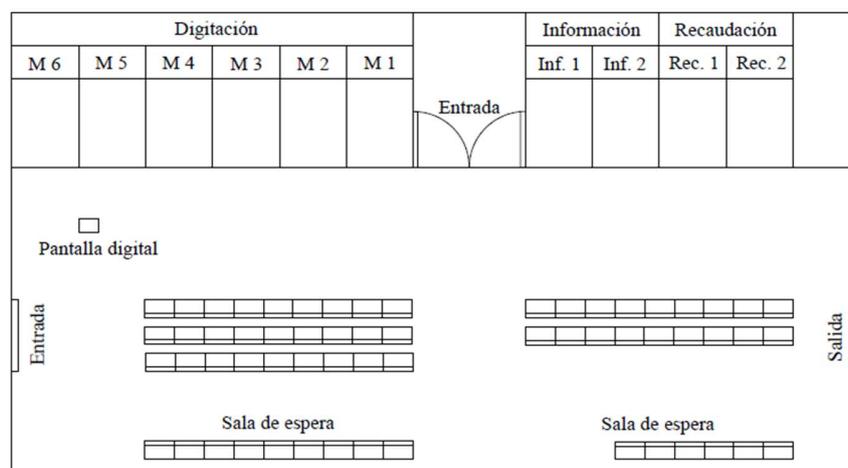


Fig. 7 Distribución en planta

4.9 Análisis del proceso productivo

4.9.1 Atención al cliente

El proceso inicia cuando el cliente ingresa al área de digitación para realizar su trámite correspondiente, aguardando previamente en la sala de espera hasta ser atendido. En este proceso, el cliente puede llegar desde diferentes procesos anteriores, como de revisión técnico vehicular o de la ventanilla de recaudación, con el fin de digitalizar su respectivo trámite.

Los trámites que se realizan en esta área comprenden:

- Revisión anual;
- Renovación de matrículas;
- Transferencia de dominio;
- Emisión por primera vez de vehículos;
- Emisión por primera vez de motocicletas;
- Cambio de servicio (particular a privado y viceversa);
- Certificaciones;
- Bloqueo – desbloqueo;
- Duplicado de revisión;
- Duplicado de matrícula;
- Duplicado de placas;
- Cambio de características.

Cada uno de los trámites mencionados anteriormente requieren ciertos documentos por parte del cliente para su realización. Cuando el cliente es llamado para ser atendido, este se dirige al módulo correspondiente para recibir atención. El encargado del módulo solicita al cliente los documentos necesarios según la necesidad del trámite. Después de una revisión minuciosa para garantizar que todo esté en orden, el encargado procede a digitalizar el trámite del cliente. Una vez completados los trámites, se le pide al cliente que firme para validar y concluir el proceso.

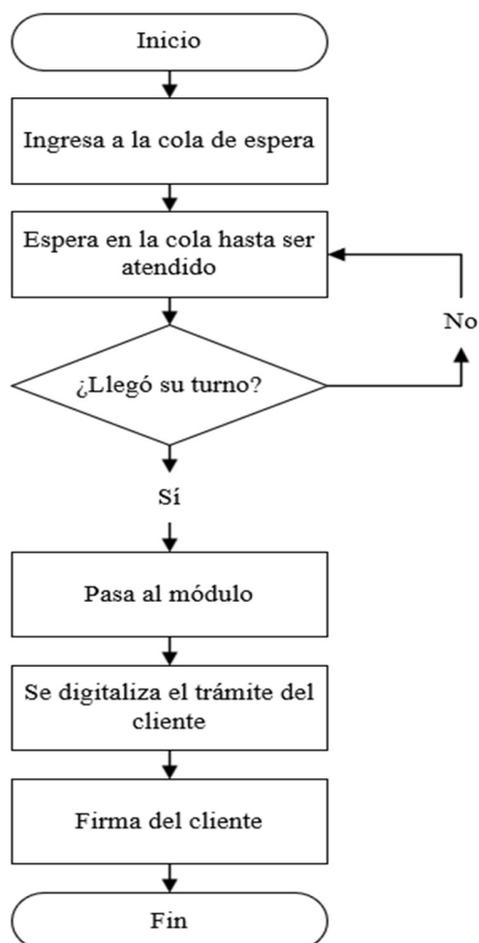


Fig. 8 Flujograma de atención al cliente

4.9.2 Área de digitación

Cuando el cliente accede al módulo de digitación, el encargado recibe los documentos y verifica que estén completos. Si no cumple con los requisitos, se solicita al cliente que complete la documentación faltante. Una vez que se confirma el cumplimiento de los requisitos, se valida la información. Posteriormente, se digitaliza el trámite requerido por el cliente. Después de la

digitación, el cliente firma y el encargado archiva la documentación. Finalmente, se entrega al cliente la documentación del trámite realizado.

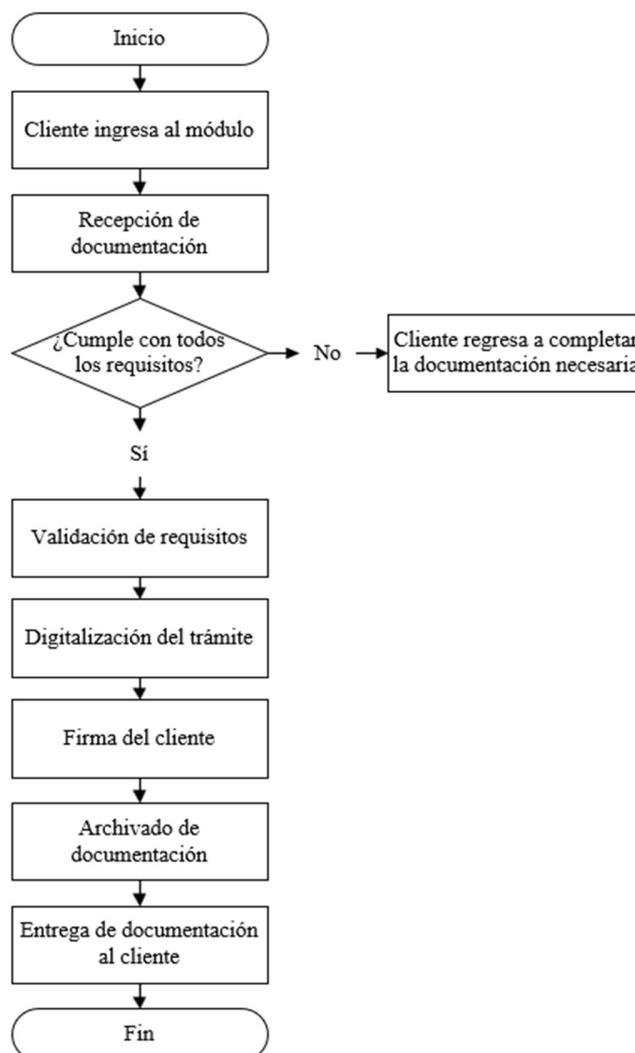


Fig. 9 Flujograma en el área de digitación

4.10 Diagnóstico de la problemática

4.10.1 Entrevista

Durante la entrevista con el encargado de talento humano, se identificó que la empresa enfrenta actualmente desafíos significativos en el área de digitación. Según sus declaraciones, el problema radica en el notable incremento en la demanda de servicios, lo que ha resultado en una prolongación en el tiempo de atención al cliente. Además, señaló que esta prolongación se atribuye a la práctica común de los clientes de postergar sus trámites hasta finales del mes. Para respaldar

esta afirmación, se solicitó el informe de los procesos de matriculación. De acuerdo a los datos solicitados de los 10 primeros meses del año 2023, el número de clientes atendidos aumentó de 769 a 1869. En la TABLA III, se evidencia claramente el sustancial aumento en la cantidad de clientes atendidos desde el mes de enero hasta octubre del año 2023. Este incremento significativo refleja la creciente demanda de servicios experimentada por la empresa durante ese periodo.

TABLA III
NÚMERO DE USUARIOS ATENDIDOS EN EL ÁREA DE DIGITACIÓN

MES	Nº de usuarios
Enero	769
Febrero	1676
Marzo	2339
Abril	2084
Mayo	1987
Junio	1853
Julio	1841
Agosto	1986
Septiembre	1679
Octubre	1869
Promedio	1808

Nota: La tabla muestra el número de usuarios atendidos en el área de digitación en los 10 primeros meses del año 2023

4.10.2 Registro de tiempos

Con el propósito de validar y demostrar de manera efectiva la existencia del problema que se identificó en el proceso de atención al cliente, se llevó a cabo una visita técnica a la empresa, con un enfoque especial en el área de digitación. El objetivo principal fue determinar y cuantificar los tiempos de espera y de servicio experimentados por los clientes antes y después de recibir atención.

La información recopilada se presenta detalladamente en la TABLA IV, esta tabla incluye datos específicos sobre la hora de llegada de los clientes al sistema, la hora exacta en la que fueron atendidos y la hora de finalización de sus trámites. Además de estos datos, la tabla ofrece una visión clara y concisa de los tiempos de espera y de servicio que experimentaron los clientes, proporcionando así un análisis integral de la situación. Este enfoque facilita una evaluación precisa de los procesos y ayuda a identificar áreas que requieren mejoras para optimizar la eficiencia del servicio ofrecido.

TABLA IV
REGISTRO DE TIEMPOS

N° de clientes	Hora de entrada	Hora de llegada al servicio	Hora de salida	Tiempo de espera	Tiempo de servicio	TOTAL
1	8:22:21	8:30:04	8:36:18	0:07:43	0:06:14	0:13:57
2	8:23:15	8:58:57	9:01:06	0:35:42	0:02:09	0:37:51
3	9:04:14	9:24:22	9:35:29	0:20:08	0:11:07	0:31:15
4	10:21:45	10:46:05	11:21:46	0:24:20	0:35:41	1:00:01
5	10:10:37	10:16:50	10:25:55	0:06:13	0:09:05	0:15:18
6	11:08:56	11:18:30	11:27:10	0:09:34	0:08:40	0:18:14
7	11:04:52	11:12:06	11:21:26	0:07:14	0:09:20	0:16:34
8	12:23:05	12:46:37	13:34:22	0:23:32	0:47:45	1:11:17
9	12:49:47	12:55:54	13:07:06	0:06:07	0:11:12	0:17:19
10	13:05:31	13:42:05	13:54:35	0:36:34	0:12:30	0:49:04
11	13:08:57	13:19:13	13:27:17	0:10:16	0:08:04	0:18:20
12	14:20:43	14:29:40	14:43:01	0:08:57	0:13:21	0:22:18
13	14:24:31	14:34:45	14:44:47	0:10:14	0:10:02	0:20:16
14	15:25:41	15:43:22	15:59:45	0:17:41	0:16:23	0:34:04
15	16:09:12	16:22:06	16:31:22	0:12:54	0:09:16	0:22:10

Nota: Tiempos registrados en distintos días y horarios en el área digitación

Los resultados de las mediciones de los tiempos, desde el instante en que el cliente ingresa a la cola hasta su salida, revelan una problemática significativa en el área de digitación, relacionada con las demoras experimentadas en la prestación de servicios. Esta situación se debe a diversos factores que afectan directamente la percepción de los usuarios, quienes experimentan tiempos largos tiempos de espera antes de recibir atención.

4.10.3 Resultados de las encuestas

Se aplicó la encuesta como instrumento evaluativo para cuantificar el grado de satisfacción con respecto al servicio proporcionado. Esta herramienta ofreció una visión directa de la satisfacción del cliente una vez que completó su trámite. Las preguntas formuladas abordaron aspectos como los tiempos de espera y de servicio, y el nivel de satisfacción. La encuesta se aplicó a un total de 202 clientes, asegurando así que la muestra sea representativa. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Pregunta 1.- En la escala del 1 al 5. ¿Cómo evaluaría la satisfacción en relación al servicio brindado?

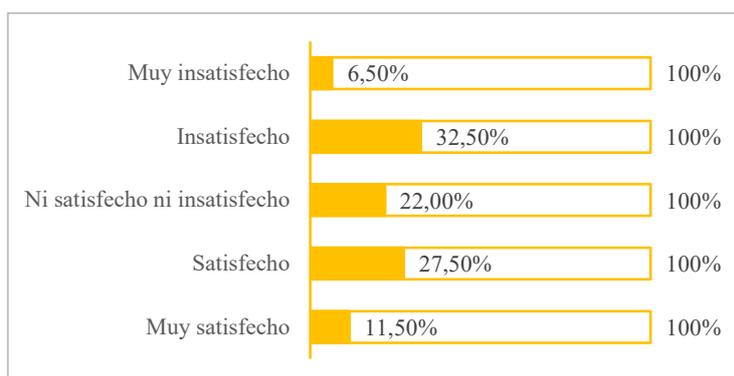


Fig. 10 Resultados de la pregunta 1

Interpretación: Los resultados indican que el 11.50% de los encuestados expresaron una satisfacción muy alta con el servicio ofrecido. Además, el 27.50% indicó que la experiencia fue satisfactoria, atribuyendo esta percepción a la eficiencia en el proceso de atención. El 22.00% afirmó que su experiencia fue neutral. Por otro lado, el 32.50% de los encuestados expresó insatisfacción, destacando que los tiempos de espera fueron más prolongados. Finalmente, un 6.50% consideró la experiencia como muy insatisfactoria, principalmente debido a demoras significativas desde la entrada hasta su salida.

Pregunta 2.- Cuándo usted llegó al servicio. ¿Había personas esperando para ser atendidos?

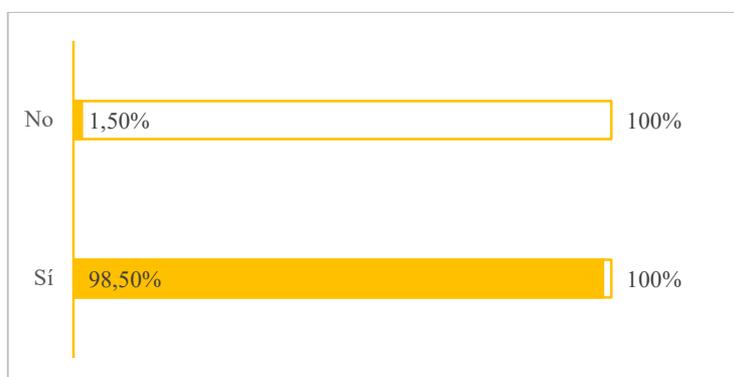


Fig. 11 Resultados de la pregunta 2

Interpretación: Se preguntó a los clientes si, al llegar para ser atendidos, había personas esperando en la fila. Los resultados mostraron que el 98.50% de los encuestados afirmaron que sí había personas haciendo cola para ser atendidos. Esto refleja una situación común en muchos servicios donde la demanda supera la capacidad del sistema, resultando en la formación de colas. En contraste, solo el 1.50% indicó que no encontraron personas haciendo fila al llegar. Esta

situación, aunque un poco frecuente, no es imposible. La baja incidencia de esta respuesta puede atribuirse a factores como la llegada en horarios de menor afluencia de clientes.

Pregunta 3.- ¿Cuánto tiempo esperó en la fila antes de ser atendido?

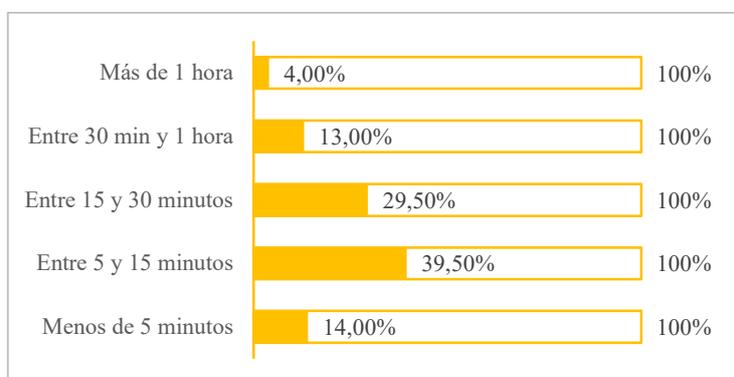


Fig. 12 Resultados de la pregunta 3

Interpretación: Se preguntó a los clientes el tiempo que esperaron en la cola para ser atendidos, cerca del 17.00% de los encuestados mencionaron haber esperado entre 30 minutos y 1 hora. Un 29.50% señaló haber esperado entre 15 y 30 minutos, mientras que el 53.50% reportó un tiempo de espera entre 5 y 15 minutos. Los tiempos de espera superiores a 30 minutos fueron percibidos negativamente por la mayoría, lo que sugiere debe ser una prioridad en las iniciativas de mejora del servicio.

Pregunta 4.- ¿Cómo consideraría el tiempo que usted esperó en la fila para ser atendido?

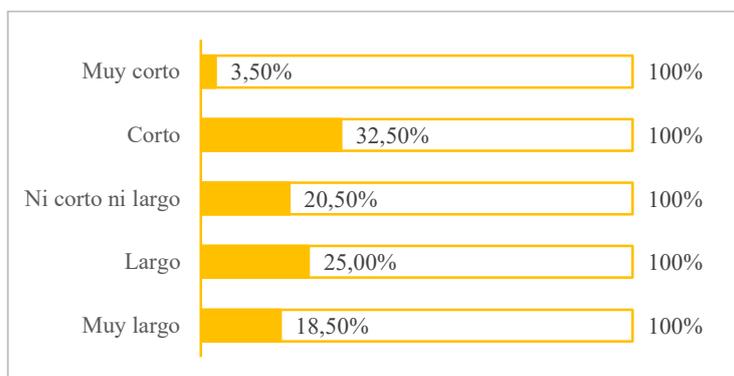


Fig. 13 Resultados de la pregunta 4

Interpretación: Aproximadamente el 43.50% de los encuestados manifestaron que percibieron los tiempos de espera muy largos. Esto se atribuyó a varios factores, como el desorden en las colas y la prolongación de los tiempos de servicio. Por el contrario, el 20.50% indicó que el

tiempo de espera fue intermedio, ni corto ni largo. Por otro lado, el 36.00% de los encuestados expresaron que los tiempos de espera para recibir atención fueron cortos.

Pregunta 5.- ¿Cuánto tiempo se demoró en ventanilla para realizar su trámite?

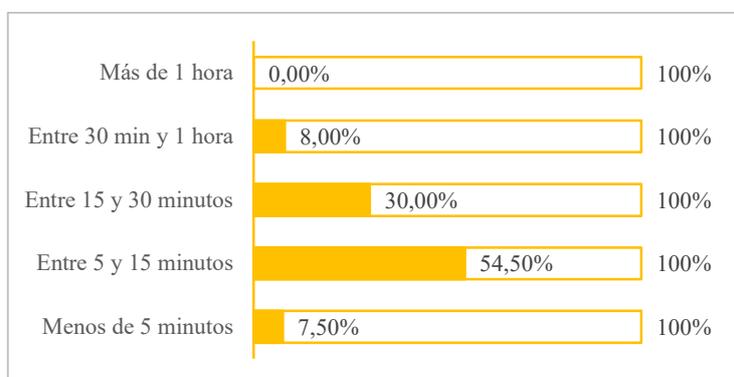


Fig. 14 Resultados de la pregunta 5

Interpretación: El 7.50% de los encuestados señalaron que esperaron menos de 5 minutos, el 54.50% esperaron entre 5 y 15 minutos, el 30.00% esperaron entre 15 y 30 minutos, el 8.00% esperaron entre 30 minutos y 1 hora. Estos tiempos de espera se atribuyen a diversos factores. Por ejemplo, aquellos que solo necesitaban firmar o presentar un documento o completar trámites pendientes experimentaron tiempos de espera más cortos. En cambio, los clientes que tenían documentos incompletos o no habían finalizado sus procesos anteriores experimentaron tiempos de espera más prolongados.

Pregunta 6.- ¿Cómo consideraría el tiempo que se demoró en ventanilla para realizar su trámite?

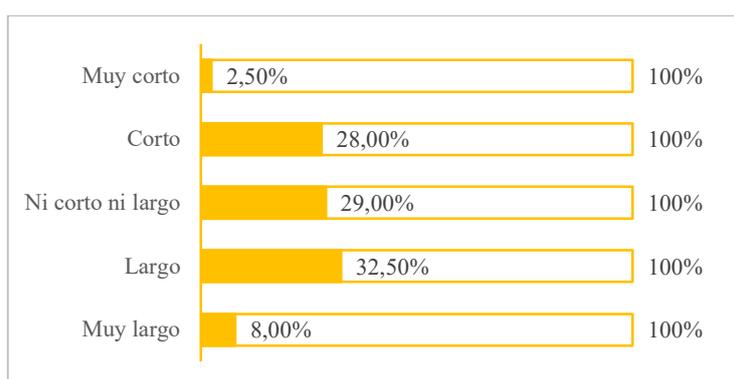


Fig. 15 Resultados de la pregunta 6

Interpretación: Aproximadamente el 40.50% de los encuestados manifestaron que percibieron los tiempos de espera muy largos. Esto se atribuyó a varios factores, como el desorden

en las colas y la prolongación de los tiempos de servicio. El 29.00% indicó que el tiempo de espera experimentado fue intermedio, ni corto ni largo. Por otro lado, el 30.50% expresaron que los tiempos de espera para recibir atención fueron cortos.

Pregunta 7.- ¿Está usted de acuerdo en que el número actual de ventanillas es adecuado y suficiente para atender a las personas con total normalidad, evitando la formación de filas largas y asegurando una experiencia eficiente en el servicio?

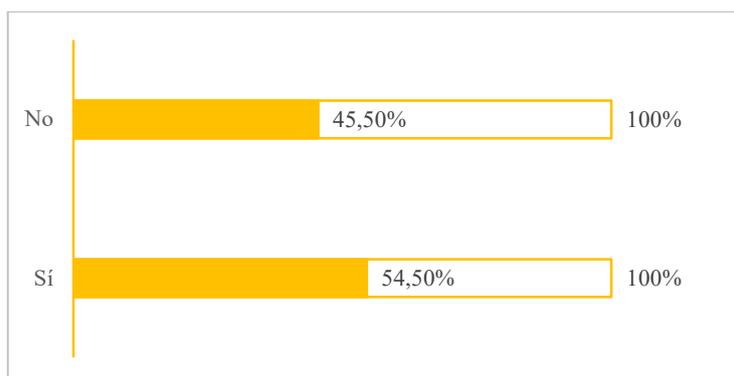


Fig. 16 Resultados de la pregunta 7

Interpretación: Se preguntó a los clientes si el número actual de ventanillas es adecuado y suficiente para atender a las personas de manera eficiente. El 54.50% consideró que el número de ventanillas es adecuado y suficiente, una percepción respaldada por la menor demora experimentada al realizar sus trámites. Por otro lado, el 45.50% señaló que el número de ventanillas no es suficiente para atender a los clientes con total normalidad. Esta percepción se sustenta en el hecho de que este grupo de encuestados experimentó tiempos de espera más prolongados en comparación con aquellos que consideraron adecuado el número de ventanillas.

Pregunta 8.- ¿Cómo evalúa la capacitación del personal para llevar a cabo sus tareas de manera óptima?

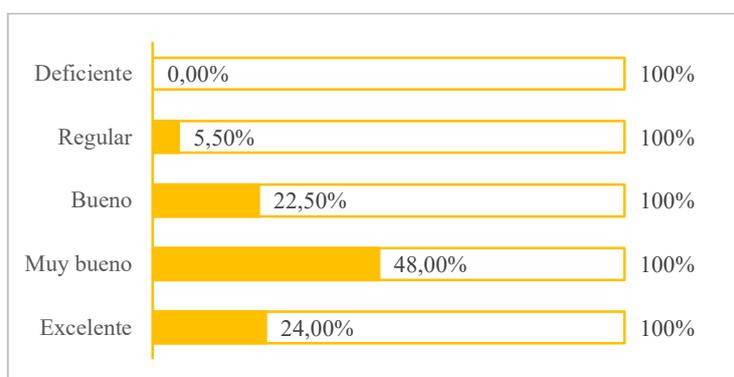


Fig. 17 Resultados de la pregunta 8

Interpretación: Los resultados demuestran que una gran mayoría de los clientes tiene una percepción favorable de la capacitación del personal, lo que es un indicador positivo para la eficiencia operativa y la calidad del servicio proporcionado.

4.10.4 Análisis global de las encuestas

Las encuestas aplicadas para determinar el nivel de satisfacción revelaron percepciones variadas sobre los servicios brindados. Los resultados indicaron que el servicio presenta áreas significativas de mejora. Aproximadamente el 39.00% de los encuestados expresaron una satisfacción alta, mientras que la experiencia fue neutral para el 22.00%. Sin embargo, un preocupante 39.00% manifestó estar muy insatisfecho, señalando como principal problema los largos tiempos de espera. Aunque hay aspectos positivos en términos de tiempos de servicio en ventanilla y la capacitación del personal, la mayoría de encuestados experimentaron tiempos de espera prolongados y percibieron el sistema de atención como insuficiente para la demanda actual. En relación con los tiempos de espera, cerca del 17.00% de los encuestados mencionaron haber esperado entre 30 minutos y 1 hora para ser atendidos. Un 29.50% señaló haber esperado entre 15 y 30 minutos, mientras que el 53.50% reportó un tiempo de espera entre 5 y 15 minutos. Los tiempos de espera superiores a 30 minutos fueron percibidos negativamente por la mayoría, lo que sugiere debe ser una prioridad en las iniciativas de mejora del servicio. Respecto al tiempo de servicio, el 8.00% señaló que atención se prolongó entre 30 minutos y 1 hora considerándolo excesivo. El 30.00% indicó un tiempo de servicio entre 15 y 30 minutos, mientras que el 62.00% señaló un tiempo entre 5 y 15 minutos. Esto indica que, a pesar de los tiempos objetivos relativamente cortos, hay una percepción negativa que podría estar influenciada por factores adicionales como la eficiencia del servicio.

4.11 Diagrama de Ishikawa

Con el fin de corroborar la información proporcionada por el encargado de talento humano, se realizaron entrevistas a los responsables del área de digitación para verificar la veracidad de los señalamientos realizados. La respuesta afirmativa confirmó la existencia del problema. En este contexto, surgió la necesidad de organizar una reunión con el equipo del área de digitación para recopilar diversas perspectivas y generar ideas sobre la problemática. Con el propósito de realizar un análisis sobre las posibles causas que originan demoras en las colas, se utilizó el diagrama de Ishikawa. La figura 18 ofrece una representación visual detallada de los diversos factores que

afectan el proceso, permitiendo una comprensión más profunda de los elementos clave que contribuyen a las demoras.

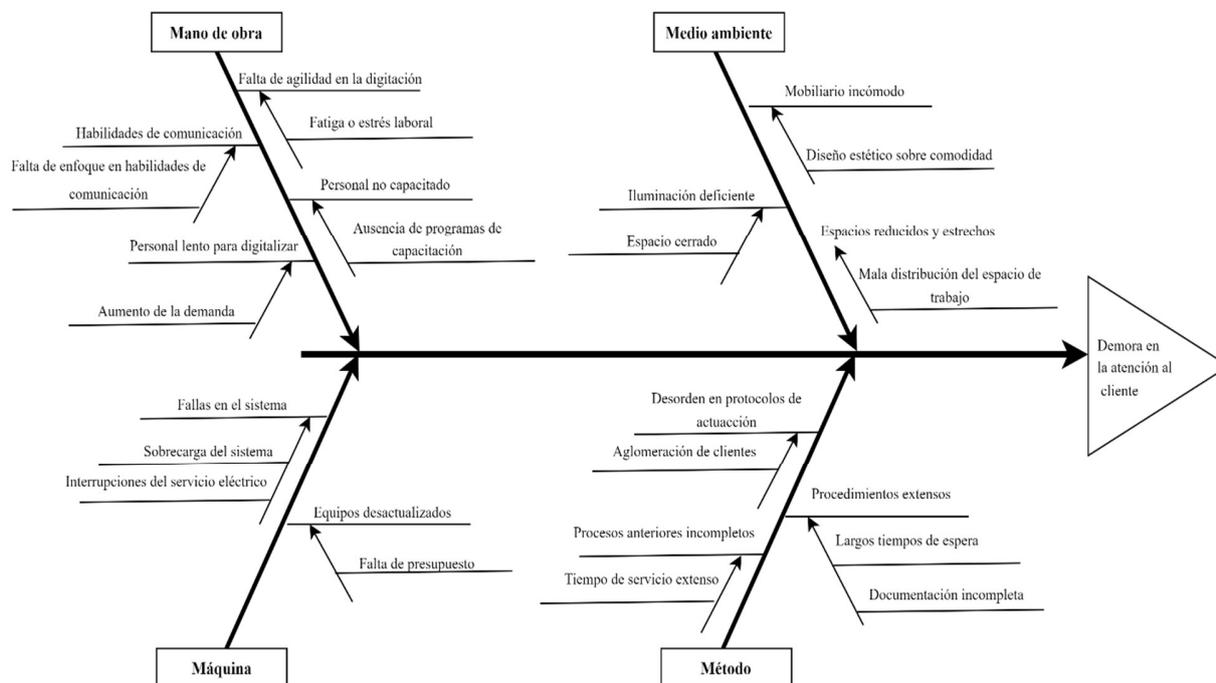


Fig. 18 Diagrama de Ishikawa: Demora en la prestación de servicios

4.12 Distribución de llegadas

Se registraron los tiempos de entrada y salida de los clientes en diferentes días y horarios. Este enfoque aseguró una muestra representativa del funcionamiento habitual del sistema, capturando una variabilidad adecuada en los patrones de llegada y proporcionando una base sólida y confiable para el análisis. Los registros indicaron que, en promedio, llegan 21 clientes cada hora. A partir de estos datos, se calculó el número total de llegadas en ese período de tiempo mediante el uso de fórmula matemática 24.

$$\lambda = \frac{N}{T} \quad (24)$$

Donde:

N = número total de llegadas

T = periodo de tiempo durante el cual ocurrieron esas llegadas

$$\lambda = \frac{N}{T} = \frac{21 \text{ clientes}}{60 \text{ minutos}} = 0.35 \text{ clientes por minuto}$$

4.13 *Distribución de probabilidad de Poisson*

Las llegadas ocurren de forma aleatoria e independientemente de otras llegadas, lo que hace imposible predecir cuándo ocurrirá otra. Para modelar este comportamiento, se aplicó la distribución de Poisson, que proporciona una descripción precisa del patrón de llegadas. Esta función de probabilidad facilita el cálculo de la probabilidad de que ocurran x llegadas en un período de tiempo. Estas probabilidades se calcularon a partir de la siguiente fórmula matemática:

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \quad (25)$$

Donde:

x = número de llegadas durante un intervalo de tiempo específico

λ = promedio de llegadas por cada período de tiempo

$e = 2.718228$

De este modo, las probabilidades de que lleguen 0, 1 y 2 clientes durante un minuto son los siguientes:

$$P(0) = \frac{0.35^0 e^{-0.35}}{0!} = 0.704$$

$$P(1) = \frac{0.35^1 e^{-0.35}}{1!} = 0.246$$

$$P(2) = \frac{0.35^2 e^{-0.35}}{2!} = 0.043$$

La probabilidad de que no haya llegadas de clientes en un minuto es de 0.704, mientras que la probabilidad de que llegue un cliente en ese mismo período es de 0.246. Por otro lado, la probabilidad de que dos clientes lleguen en un minuto es de 0.043. La tabla V detalla las probabilidades correspondientes a las llegadas de clientes durante un intervalo de un minuto:

TABLA V
PROBABILIDADES DE POISSON EN UN PERIODO DE UN MINUTO

Número de llegadas	Probabilidad
0	0.704
1	0.246
2	0.043
3	0.005
4	0.0004
5 o más	0.00003

4.14 Cálculo de la tasa de servicio

De acuerdo con los tiempos registrados, se determinó que un módulo de atención puede atender en promedio a 4 clientes por hora. Según el tiempo de servicio calculado, cada cliente es atendido en aproximadamente 13.31 minutos. Utilizando la fórmula matemática 26, se calculó la tasa de servicio.

$$\mu = \frac{1}{T_s} \quad (26)$$

Donde:

μ = número medio de clientes atendidos por unidad de tiempo

T_s = tiempo promedio de servicio

$$\mu = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{13.31 \text{ minutos}} = 0.075 \text{ clientes por minuto}$$

Con $\mu = 0.075$ y mediante el uso de la fórmula matemática 27, se calcularon las probabilidades de que un cliente pueda ser atendido en intervalos de 5, 20, 30 y 60 minutos.

$$P(\text{tiempo de servicio} \leq t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (27)$$

Donde:

t = tiempo en que un cliente pueda ser atendido

$$P(\text{tiempo de servicio} \leq 5 \text{ min}) = 1 - e^{-0.075 (5)} = 0.31$$

$$P(\text{tiempo de servicio} \leq 20 \text{ min}) = 1 - e^{-0.075 (20)} = 0.78$$

$$P(\text{tiempo de servicio} \leq 30 \text{ min}) = 1 - e^{-0.075 (30)} = 0.89$$

$$P(\text{tiempo de servicio} \leq 60 \text{ min}) = 1 - e^{-0.075 (60)} = 0.99$$

Por tanto, la probabilidad de que un cliente sea atendido en 5 minutos o menos es de 0.31, mientras que la probabilidad de ser atendido en 20 minutos o menos es de 0.78. Asimismo, existe un 0.89 de probabilidad de que el cliente reciba atención en 30 minutos o menos, y un 0.99 de probabilidad de ser atendido en un máximo de 60 minutos. Estos valores indican las probabilidades acumulativas de que un cliente sea atendido en distintos intervalos de tiempo. En conclusión, la posibilidad de que los clientes puedan ser atendidos en menor tiempo es baja, mientras que la probabilidad de ser atendidos en tiempos más largos es significativamente mayor.

4.15 Aplicación de la teoría de colas

Para un sistema de $k = 6$ módulos de atención, y considerando una tasa de llegadas de $\lambda = 21$ clientes por hora, así como una tasa de servicio de $\mu = 4$ clientes por hora para cada módulo, se obtienen las siguientes características de operación:

4.15.1 Estabilidad del sistema

La utilización del sistema, ρ , se define como:

$$\rho = \frac{\lambda}{k\mu}$$

Donde:

λ = tasa de llegadas

μ = tasa de servicio

k = número de módulos de atención

$$\rho = \frac{\lambda}{k\mu} = \frac{21 \text{ clientes} * \text{hora}}{6 (4 \text{ clientes} * \text{hora})} = 0.875$$

Dado que $\rho < 1$, el sistema es estable, lo que significa que el sistema puede manejar la carga de trabajo sin que las colas crezcan indefinidamente.

4.15.2 Probabilidad de que haya cero clientes en el sistema

Donde:

M = número medio de canales abiertos

λ = ritmo medio de llegadas

μ = ritmo medio de servicios en cada canal

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M \frac{M\mu}{M\mu - \lambda}} \quad \text{para } M\mu > \lambda$$

$$P_0 = \frac{1}{\left(\frac{1}{0!} \left(\frac{21}{4}\right)^0 + \frac{1}{1!} \left(\frac{21}{4}\right)^1 + \frac{1}{2!} \left(\frac{21}{4}\right)^2 + \frac{1}{3!} \left(\frac{21}{4}\right)^3 + \frac{1}{4!} \left(\frac{21}{4}\right)^4 + \frac{1}{5!} \left(\frac{21}{4}\right)^5 \right) + \frac{1}{6!} \left(\frac{21}{4}\right)^6 \left(\frac{6 * 4}{(6 * 4) - 21} \right)}$$

$$P_0 = 0.00292659$$

El resultado $P_0 = 0.29\%$ indica que la probabilidad de no tener ningún cliente en el sistema es muy baja. Aunque cada módulo puede atender a 4 clientes por hora, la capacidad total de

atención está limitada por el número de módulos disponibles. Por lo tanto, el sistema estará casi siempre ocupado o, al menos, parcialmente ocupado.

4.15.3 Número medio de clientes en el sistema

$$L_s = \frac{\lambda \mu (\lambda / \mu)^k}{(k-1)! (k\mu - \lambda)^2} * P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_s = \frac{21 * 4 * (21 / 4)^6}{(6-1)! ((6 * 4) - 21)^2} * 0.00292652 + \frac{21}{4}$$

$$L_s = 10.02$$

El resultado $L_s = 10.02$ indica que, en promedio, se encuentran 10.02 clientes dentro del sistema en cualquier momento, incluyendo tanto a los clientes que están recibiendo atención como a aquellos que están esperando en la cola.

4.15.4 Número medio de clientes en la cola esperando ser atendidas

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_q = 10.02 - \frac{21}{4} = 4.77$$

Esto significa que, en promedio, hay aproximadamente 4.77 clientes en la cola esperando ser atendidos en cualquier momento.

4.15.5 Tiempo medio en que un cliente pasa en la cola de espera o siendo atendido (o sea, en el sistema)

$$W_s = \frac{\mu (\lambda / \mu)^M}{(M-1)! (M\mu - \lambda)^2} * P_0 + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$$

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{10.02}{21} = 0.477 \text{ horas}$$

El resultado $W_s = 0.477$ horas, o aproximadamente $W_s = 28.62$ minutos, representa el tiempo promedio que un cliente permanece en el sistema desde su llegada hasta la finalización del servicio. Este cálculo incluye tanto el tiempo de espera en la cola como el tiempo dedicado a la atención, ofreciendo así una visión integral del ciclo de servicio del cliente.

4.15.6 Tiempo medio en que un cliente pasa en la cola esperando a ser atendida

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{4.77}{21} = 0.227 \text{ horas}$$

El resultado $W_q = 0.227$ horas, o aproximadamente $W_q = 13.62$ minutos, representa el tiempo medio que un cliente pasa esperando en la cola antes de ser atendido.

4.15.7 Tiempo medio que un cliente pasa en el servicio

$$S = \frac{1}{u}$$

$$S = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ horas}$$

El resultado $S = 0.25$ horas, o aproximadamente $S = 15.0$ minutos, representa el tiempo promedio de servicio que un cliente experimenta mientras es atendido.

4.15.8 Análisis global de la aplicación de la teoría de colas

Se han calculado y analizado varios aspectos clave que afectan la operación del sistema. En primer lugar, se evaluó la estabilidad del sistema, determinando que opera al 87.5% de su capacidad. Este alto nivel de ocupación indica que el sistema está casi siempre activo, con una probabilidad mínima de tener cero clientes en el sistema, reflejada por $P_0 = 0.29\%$. En términos de capacidad, se estima que, en promedio, hay 10 clientes dentro del sistema en cualquier momento, incluyendo tanto a los que están en la cola como a aquellos que están siendo atendidos. Además, se determinó que el tiempo medio que un cliente permanece en el sistema, desde su llegada hasta su salida, es de aproximadamente 28.62 minutos, de los cuales 13.62 minutos corresponden al tiempo de espera y 15.00 minutos representan el tiempo de servicio. Estos resultados proporcionan una visión integral del rendimiento operativo del sistema. En conclusión, el sistema presenta una baja probabilidad de estar vacío, con un promedio de 10 clientes en el sistema en cualquier momento y tiempos de espera moderados, lo que indica una capacidad razonable para manejar el flujo de clientes.

4.16 Simulación de la situación actual

Se realizó una primera simulación de la situación actual de la empresa. La siguiente gráfica representa el área de estudio, generada mediante el uso del software de FlexSim.

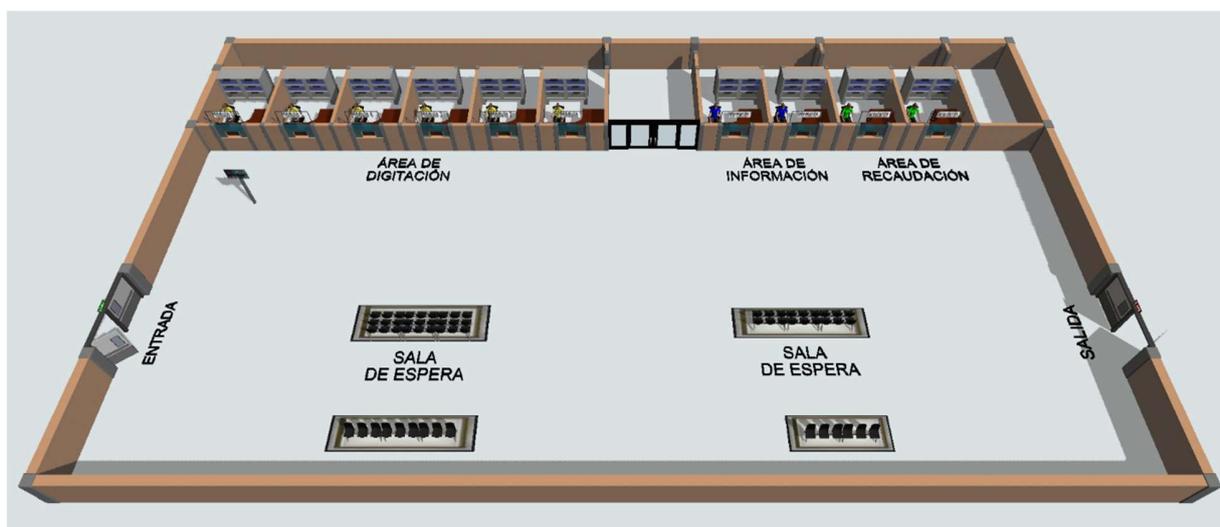


Fig. 19 Área de digitación generado mediante el software FlexSim

Se emplearon los siguientes recursos de FlexSim para representar los procesos en esta área.

Source (entrada): Este objeto genera los clientes que entran al sistema. Para ello, se trabaja con un tiempo entre llegadas de 3.02 minutos.

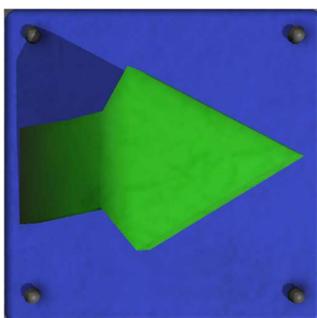


Fig. 20 Captura del recurso fijo del componente SOURCE de FlexSim [43]

Queue (sala de espera): Representa el área donde los clientes esperan para ser atendidos. Esta sala tiene una capacidad para 27 clientes y opera bajo el método FIFO, es decir, el cliente que llega primero es el primero que será atendido.



Fig. 21 Captura del recurso fijo del componente QUEUE de FlexSim [43]

Processor (módulos): Simula el proceso de atención al cliente. Este objeto representa los módulos de servicio (6 módulos) donde los clientes reciben atención. En este caso, se trabaja con una distribución triangular.



Fig. 22 Captura del recurso fijo del componente PROCESSOR de FlexSim [43]

Sink (salida): Este objeto representa el punto de salida del sistema, donde los clientes salen después de ser atendidos.

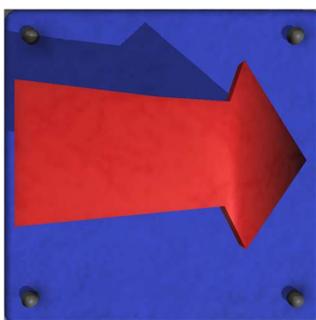


Fig. 23 Captura del recurso fijo del componente SINK de FlexSim [43]

4.17 *Resultados de la simulación con FlexSim*

Se utilizó una distribución exponencial para modelar el comportamiento de las llegadas de los clientes al sistema. Esta distribución fue ideal para representar el intervalo de tiempo entre llegadas, ya que ocurren de manera aleatoria e independiente. Se definió un tiempo entre llegadas de 3.02 minutos para el source. Para el processor, se empleó una distribución triangular, que permitió capturar la variabilidad en los tiempos de atención de manera más realista.

4.17.1 *Distribución temporal de los clientes en espera*

Se logró identificar la cantidad de clientes que estuvieron en la fila a distintas horas del día. La simulación se realizó durante una jornada laboral, de 8:00 a 17:00. Se consideraron los 6 módulos operando a plena capacidad. De acuerdo con los resultados obtenidos, se identificaron períodos de congestión en diferentes momentos del día. A medida que transcurría el tiempo, el número de clientes en espera variaba notablemente. Estos picos de afluencia se deben a la llegada

aleatoria e independiente de los clientes, lo que generaba fluctuaciones en el sistema de atención. La siguiente gráfica ilustra estos resultados, mostrando la distribución temporal de los clientes en espera. Se observan momentos específicos donde el número de clientes en la fila incrementa significativamente.

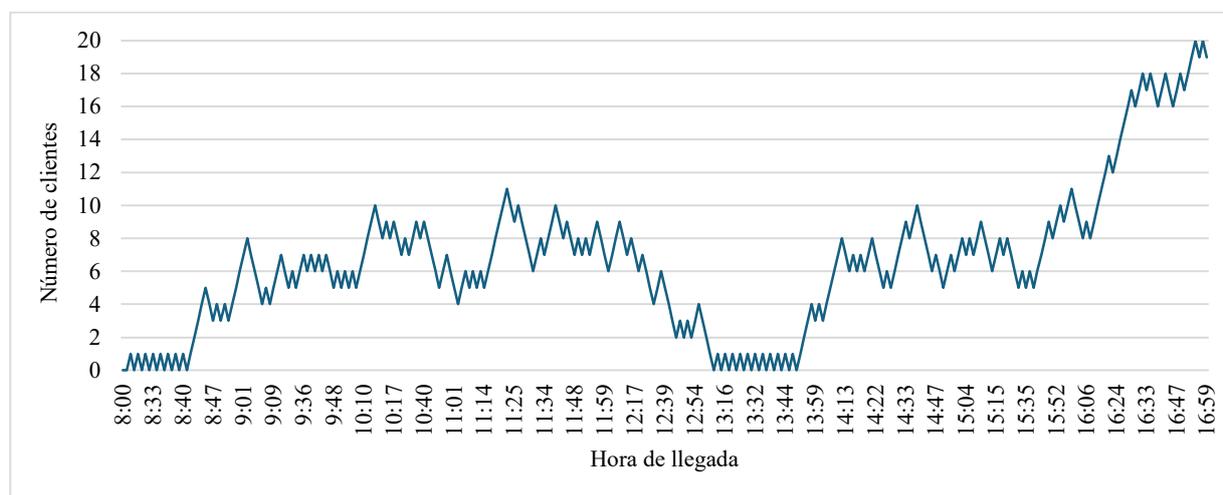


Fig. 24 Distribución temporal de los clientes

4.17.2 Tiempo de espera

En cuanto al tiempo de espera, FlexSim proporcionó el tiempo medio, el tiempo mínimo y el tiempo máximo de espera. La TABLA VI presenta detalladamente estos tiempos determinados por este software.

TABLA VI
TIEMPOS DE ESPERA

Objeto	Tiempo promedio	Tiempo mínimo	Tiempo máximo
Sala de espera	21.77	0.00	51.65

4.17.3 Ocupación de la sala de espera

A lo largo de todo el período simulado, la sala fue ocupada en su mayor capacidad por 20 clientes simultáneamente. Además, se determinó que, en promedio, la sala es ocupada por 6.40 clientes en cualquier momento del día. Este promedio refleja un uso constante y significativo de la sala, lo que indica una demanda constante y una utilización continua de la capacidad de la sala.

TABLA VII
OCUPACIÓN DEL SISTEMA

Objeto	En espera	Mínimo	Máximo	Promedio
Sala de espera	19	0	20	6.25

4.17.4 Utilización de los módulos de atención

Se consideraron los mismos tiempos de servicio para los 6 módulos de atención. Esta configuración fue diseñada para evaluar y analizar la capacidad operativa de los módulos bajo condiciones de trabajos normales. Aunque los tiempos eran similares, se observó que la eficiencia operativa varió ligeramente entre ellos, proporcionando una visión detallada y diferenciada del desempeño de cada uno. La siguiente tabla presenta estos resultados en detalle, mostrando la utilización de los módulos al finalizar la simulación.

TABLA VIII
UTILIZACIÓN DE LOS MÓDULOS

Módulo	Utilización del servicio
Módulo 1	95.33%
Módulo 2	94.93%
Módulo 3	90.14%
Módulo 4	89.79%
Módulo 5	90.93%
Módulo 6	87.49%
Promedio	91.44%

Los resultados indican que, en promedio, los módulos operaron al 91.20% de su capacidad. El módulo 1 alcanzó la mayor utilización con un 95.51%, mientras que el módulo 6 tuvo un 86.93%. Esta variabilidad sugiere que, aunque los tiempos de servicio sean uniformes, otros factores pueden influir en su eficiencia operativa.

4.17.5 Tiempo de permanencia

En cuanto al tiempo de permanencia, FlexSim proporcionó el tiempo promedio, el tiempo mínimo y el tiempo máximo para cada uno de los módulos. La TABLA IX detalla estos valores obtenidos durante la simulación.

TABLA IX
TIEMPO DE PERMANENCIA

Módulos	Tiempo promedio	Tiempo mínimo	Tiempo máximo
M1	22.52	6.04	48.61
M2	26.98	12.43	47.55
M3	20.28	5.03	44.65
M4	21.72	5.83	37.63
M5	24.48	7.97	43.46
M6	20.15	8.88	44.90

Los tiempos de permanencia experimentados por los clientes presentan una variabilidad significativa. El tiempo de permanencia más corto registrado fue de 5.03 minutos en el módulo 3, mientras que el más largo fue de 48.61 minutos en el módulo 1. A pesar de esta variabilidad entre los diferentes módulos, los tiempos promedio se mantuvieron en un rango relativamente estable, oscilando en torno a los 22.00 minutos.

4.18 Propuesta

Debido a la problemática identificada, surge la necesidad de desarrollar una propuesta de mejora enfocada en la optimización de los tiempos de espera, con el fin de aumentar la satisfacción de los clientes. Esto mediante la aplicación de la teoría de colas y el uso del software de FlexSim. La presente propuesta busca proporcionar una experiencia fluida y eficiente para los clientes, mejorando el proceso de atención y generando una percepción de calidad y profesionalismo, otorgando a la empresa una imagen positiva en comparación con otras organizaciones que ofrecen servicios similares.

Actualmente, la empresa cuenta con 6 módulos de atención, los cuales generalmente se encuentran activos. Con el objetivo de establecer tiempos óptimos para mejorar la calidad del servicio y la satisfacción del cliente, se plantea incrementar el número de módulos. Se realizarán simulaciones con 7 y 8 módulos de atención. Mediante esta estrategia, se espera que los tiempos de espera se reduzcan significativamente, minimizando la extensión de colas.

4.18.1 Aplicación de la teoría de colas con 7 módulos de atención

4.18.1.1 Probabilidad de que haya cero clientes en el sistema

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M \frac{M\mu}{M\mu - \lambda}} \quad \text{para } M\mu > \lambda$$

$$P_0 = \frac{1}{\left(\frac{1}{0!} \left(\frac{21}{4}\right)^0 + \frac{1}{1!} \left(\frac{21}{4}\right)^1 + \frac{1}{2!} \left(\frac{21}{4}\right)^2 + \frac{1}{3!} \left(\frac{21}{4}\right)^3 + \frac{1}{4!} \left(\frac{21}{4}\right)^4 + \frac{1}{5!} \left(\frac{21}{4}\right)^5 + \frac{1}{6!} \left(\frac{21}{4}\right)^6 \right) + \frac{1}{7!} \left(\frac{21}{4}\right)^7 \left(\frac{7 * 4}{(7 * 4) - 21} \right)}$$

$$P_0 = 0.00443722$$

El resultado $P_0 = 0.44\%$ indica que la probabilidad de que no haya clientes en el sistema es baja. A pesar del aumento en el número de módulos de atención, esta probabilidad se mantiene reducida. Al comparar este resultado con 6 módulos ($P_0 = 0.29\%$), la diferencia es mínima. Por lo tanto, el sistema estará casi siempre ocupado o, al menos, parcialmente ocupado.

4.18.1.2 Número medio de clientes en el sistema

$$L_s = \frac{\lambda \mu (\lambda / \mu)^k}{(k-1)! (k\mu - \lambda)^2} * P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_s = \frac{21 * 4 * (21 / 4)^7}{(7-1)! ((7 * 4) - 21)^2} * 0.00443722 + \frac{21}{4}$$

$$L_s = 6.41$$

El resultado $L_s = 6.41$ indica que, en promedio, hay 6.41 clientes en el sistema en cualquier momento, incluyendo tanto a los clientes que están siendo atendidos como a aquellos que están en espera. Al incrementar el número de módulos de atención, se observa una disminución en la cantidad promedio de clientes en el sistema, pasando de 10.01 clientes con 6 módulos a 6,41 clientes con 7 módulos.

4.18.1.3 Número medio de clientes en la cola esperando ser atendidas

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_q = 6.41 - \frac{21}{4} = 1.16$$

Esto significa que, en promedio, hay aproximadamente 1.16 clientes en espera en la cola para ser atendidos en cualquier momento. Al incrementar el número de módulos de atención, se observa una reducción notable en la cantidad promedio de clientes en la cola, pasando de 4.76 clientes con 6 módulos a 1.16 clientes con 7 módulos.

4.18.1.4 Tiempo medio en que un cliente pasa en la cola de espera o siendo atendido (o sea, en el sistema)

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

$$W_s = \frac{6.41}{21} = 0.305 \text{ horas}$$

El resultado $W_s = 0.305 \text{ horas}$, o aproximadamente $W_s = 18.30 \text{ minutos}$, representa el tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema desde su llegada hasta la finalización de su servicio. Al incrementar el número de módulos de atención, se observa una disminución en este tiempo, pasando de 28.62 minutos con 6 módulos a 18.30 minutos con 7 módulos.

4.18.1.5 Tiempo medio en que un cliente pasa en la cola esperando a ser atendida

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$W_q = \frac{1.16}{21} = 0.055 \text{ horas}$$

El resultado $W_q = 0.055 \text{ horas}$, o aproximadamente $W_q = 3.30 \text{ minutos}$ representa el tiempo medio que un cliente pasa esperando en la cola antes de ser atendido. Al incrementar el número de módulos de atención, se observa que este tiempo disminuye, pasando de 13.62 minutos con 6 módulos a 3.30 minutos con 7 módulos.

4.19 Aplicación de la teoría de colas con 8 módulos de atención

4.19.1 Probabilidad de que haya cero clientes en el sistema

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M \frac{M\mu}{M\mu - \lambda}} \quad \text{para } M\mu > \lambda$$

$$P_0 = \frac{1}{\left(\frac{1}{0!} \left(\frac{21}{4}\right)^0 + \frac{1}{1!} \left(\frac{21}{4}\right)^1 + \frac{1}{2!} \left(\frac{21}{4}\right)^2 + \frac{1}{3!} \left(\frac{21}{4}\right)^3 + \frac{1}{4!} \left(\frac{21}{4}\right)^4 + \frac{1}{5!} \left(\frac{21}{4}\right)^5 + \frac{1}{6!} \left(\frac{21}{4}\right)^6 + \frac{1}{7!} \left(\frac{21}{4}\right)^7 \right) + \frac{1}{8!} \left(\frac{21}{4}\right)^8 \left(\frac{8 * 4}{(8 * 4) - 21}\right)}$$

$$P_0 = 0.004961$$

El resultado $P_0 = 0.49\%$ indica que la probabilidad de que no haya clientes en el sistema es baja. A pesar del aumento en el número de módulos de atención, esta probabilidad se mantiene reducida. Al comparar este resultado con 6 módulos ($P_0 = 0.29\%$), la diferencia es mínima. Por lo tanto, el sistema estará casi siempre ocupado o, al menos, parcialmente ocupado.

4.19.2 Número medio de clientes en el sistema

$$L_s = \frac{\lambda \mu (\lambda / \mu)^k}{(k-1)! (k\mu - \lambda)^2} * P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_s = \frac{21 * 4 * (21 / 4)^8}{(8-1)! ((8 * 4) - 21)^2} * 0.004961 + \frac{21}{4}$$

$$L_s = 5.64$$

El resultado $L_s = 5.64$ indica que, en promedio, hay 5.64 clientes en el sistema en cualquier momento, incluyendo tanto a los clientes que están siendo atendidos como a aquellos que están en espera. Al incrementar el número de módulos de atención, se observa una

disminución en la cantidad promedio de clientes en el sistema, pasando de 10.01 clientes con 6 módulos a 5.64 clientes con 8 módulos.

4.19.1 Número medio de clientes en la cola esperando ser atendidas

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_q = 5.64 - \frac{21}{4} = 0.39$$

Esto significa que, en promedio, hay aproximadamente 0.39 clientes en espera en la cola para ser atendidos en cualquier momento. Al incrementar el número de módulos de atención, se observa una reducción notable en la cantidad promedio de clientes en la cola, pasando de 4.77 clientes con 6 módulos a 0.39 clientes con 8 módulos.

4.19.2 Tiempo medio en que un cliente pasa en la cola de espera o siendo atendido (o sea, en el sistema)

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

$$W_s = \frac{5.64}{21} = 0.269 \text{ horas}$$

El resultado $W_s = 0.269 \text{ horas}$, o aproximadamente $W_s = 16.14 \text{ minutos}$, representa el tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema desde su llegada hasta la finalización de su servicio. Al incrementar el número de módulos de atención, se observa una disminución en este tiempo, pasando de 28.62 minutos con 6 módulos a 16.14 minutos con 8 módulos.

4.19.3 Tiempo medio en que un cliente pasa en la cola esperando a ser atendida

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$W_q = \frac{0.39}{21} = 0.019 \text{ horas}$$

El resultado $W_q = 0.019 \text{ horas}$, o aproximadamente $W_q = 1.14 \text{ minutos}$, representa el tiempo medio que un cliente pasa esperando en la cola antes de ser atendido. Al incrementar el número de módulos de atención, se observa que este tiempo disminuye, pasando de 13.62 minutos con 6 módulos a 1.14 minutos con 8 módulos.

4.19.4 Comparación global con 6, 7 y 8 módulos de atención

TABLA X
COMPARACIÓN CON 6, 7 Y 8 MÓDULOS DE ATENCIÓN

Concepto	Unidades	6 módulos	7 módulos	8 módulos
Probabilidad de que no haya clientes en el sistema	Porcentaje	0.29%	0.44%	0.49%
Promedio de clientes en el sistema	Clientes	10.02	6.41	5.64
Tiempo promedio que un cliente permanece en el sistema	Cliente/minuto	28.62	18.30	16.14
Promedio de clientes en espera	Clientes	4.77	1.16	0.39
Tiempo promedio que un cliente pasa en la cola	Cliente/minuto	13.62	3.30	1.14

La tabla comparativa presenta los resultados obtenidos al aplicar la teoría de colas en sistemas con 6, 7 y 8 módulos de atención. La variabilidad en los resultados al aumentar la cantidad de módulos tiene un efecto notable en la eficiencia del sistema. Los datos indican que al incrementar los módulos de 6 a 8, se logra una reducción en el tiempo medio de espera, en la cantidad de clientes en la cola y en la cantidad de clientes en el sistema, mientras que se aumenta la probabilidad de tener cero clientes en el sistema. Por lo tanto, operar con 8 módulos de atención parece ser la opción más beneficiosa y recomendable. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también favorece una mayor satisfacción del cliente al reducir la congestión y los tiempos de espera, creando una experiencia más ágil y eficiente para los clientes.

4.20 Simulación con FlexSim

Mediante la simulación se espera obtener resultados similares a los obtenidos teóricamente. Para esta simulación con 7 y 8 módulos de atención, se mantendrán los mismos tiempos, así como las mismas distribuciones. La única variable que se modificará será el número de módulos de atención.

4.20.1 Distribución temporal de los clientes en espera

Mediante este software se identificó la cantidad de clientes que estuvieron en la fila a distintas horas esperando ser atendidos. Las gráficas que se presentan a continuación ilustran claramente estos resultados, mostrando la distribución temporal de los clientes en espera.



Fig. 25 Distribución temporal de los clientes con 6 módulos de atención

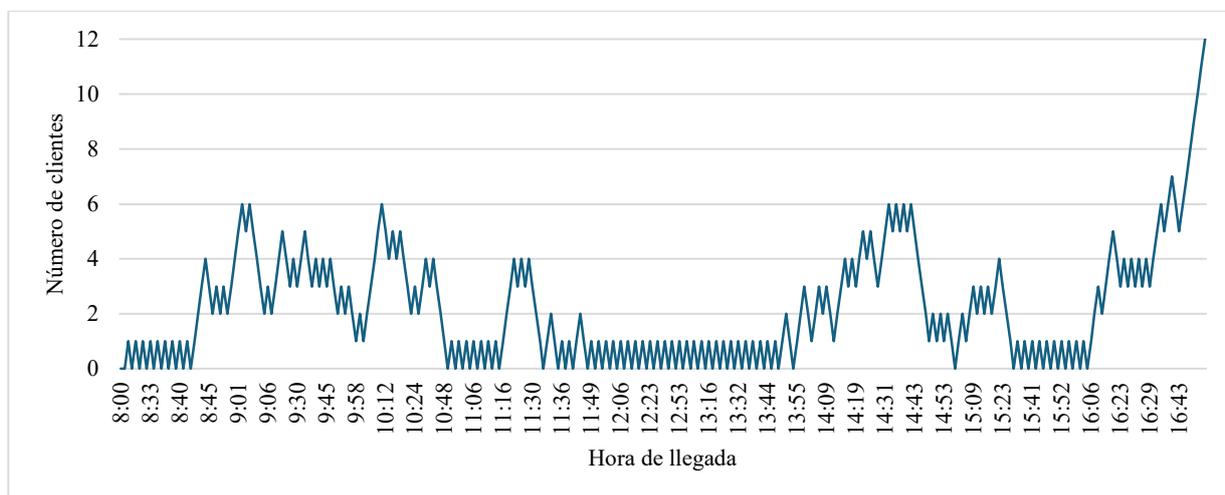


Fig. 26 Distribución temporal de los clientes con 7 módulos de atención

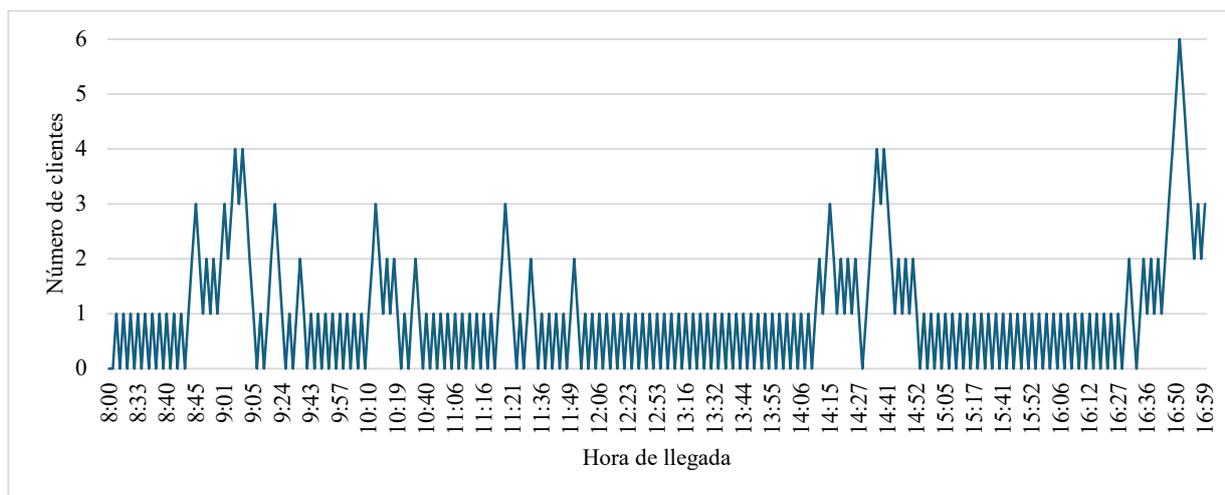


Fig. 27 Distribución temporal de los clientes con 8 módulos de atención

Según los resultados, se observa una notable reducción en la cantidad promedio de clientes en espera. Con 6 módulos, el promedio de clientes en espera fue de 6.25. Al aumentar a 7 módulos, este promedio disminuye a 1.97 clientes, y con 8 módulos se reduce aún más a 0.59 clientes.

4.20.2 Tiempo de espera

La figura 28 presenta de manera detallada los tiempos de espera determinados por FlexSim, incluyendo el tiempo máximo, el tiempo mínimo y el tiempo promedio.

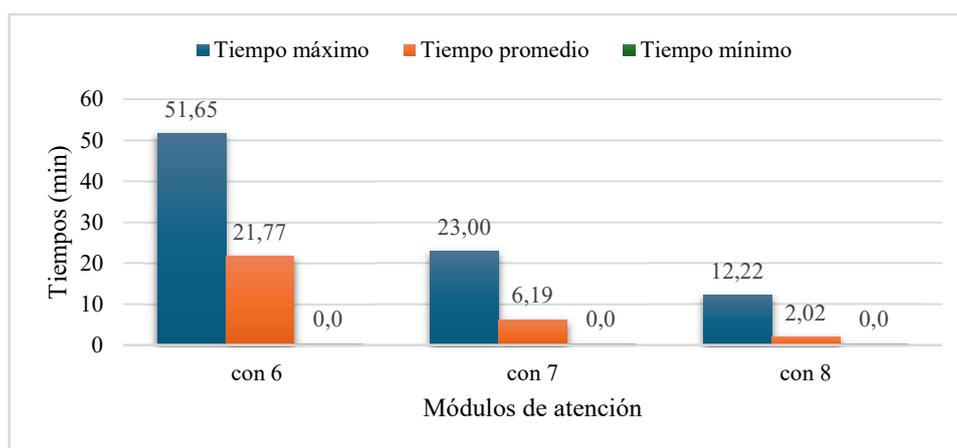


Fig. 28 Tiempo de espera

Al incrementar el número de módulos, se aprecia una notable disminución en los tiempos de espera. Los resultados demuestran que al operar con 7 y 8 módulos, los tiempos de espera se reducen significativamente. Con 7 módulos, el tiempo de espera disminuye en un 71.57%, mientras que con 8 módulos, la reducción alcanza un 67.37%. Estas cifras destacan la eficiencia mejorada y la capacidad del sistema para atender a los clientes de manera más rápida y efectiva.

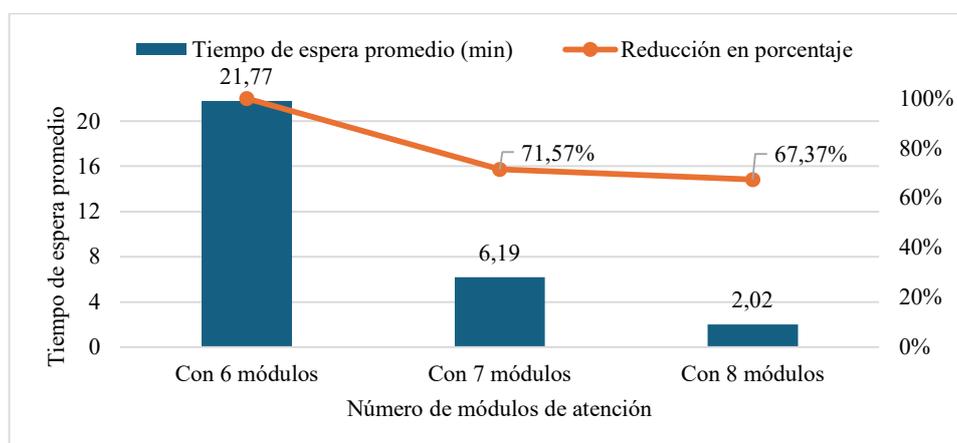


Fig. 29 Reducción de los tiempos de espera

4.20.2.1 Ocupación de la sala de espera

En cuanto a la cantidad de clientes que ocuparon la sala de espera a lo largo del período simulado, la ocupación máxima alcanzó 20, 12 y 6 clientes en los tres escenarios simulados. Se puede apreciar una reducción del número de clientes de 20 a 6. Esto sugiere que el incremento de módulos contribuye a disminuir el número de clientes en la fila.

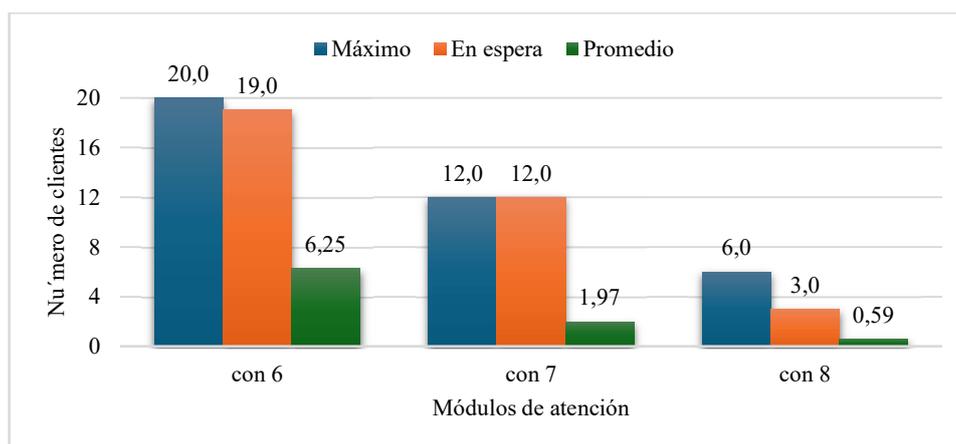


Fig. 30 Ocupación del sistema

4.20.2.2 Utilización de los módulos de atención

Al finalizar la simulación, que replicó una jornada laboral completa, se obtuvieron los siguientes resultados que reflejan la eficiencia operativa al trabajar con 6, 7 y 8 módulos de atención. Aunque los tiempos de servicio eran similares para todos los módulos, se observó una ligera variación en la eficiencia operativa. La siguiente figura presenta estos resultados en detalle:



Fig. 31 Utilización de los módulos

Los resultados obtenidos indican que, en promedio, el sistema con 6 módulos de atención es utilizado al 91.44% de su capacidad. Al aumentar a 7 módulos, la utilización disminuye a un 81.68% y con 8 módulos la utilización se reduce aún más, alcanzado un 73.99% de su capacidad.

Es decir, a medida que se incrementa la cantidad de módulos de atención, la carga sobre cada uno de ellos disminuye. Esto sugiere que un mayor número de módulos permite distribuir la demanda de manera más equilibrada, reduciendo la sobrecarga en cada módulo individual. Esto no solo optimiza la eficiencia operativa, sino que también favorece una experiencia más satisfactoria para los clientes, al disminuir los tiempos de espera y agilizar el proceso de atención.

4.20.2.3 *Tiempo de permanencia*

A partir de los resultados obtenidos, se puede apreciar que el tiempo promedio de permanencia se mantiene constante en los 3 escenarios, con valores cercanos a los 22 minutos. Cabe resaltar que, al incrementar el número de módulos de atención de 6 y 8, el tiempo de permanencia individual no presenta cambios significativos; es decir, no disminuye ni aumenta. La figura 32 detalla estos tiempos determinados por el software de FlexSim.

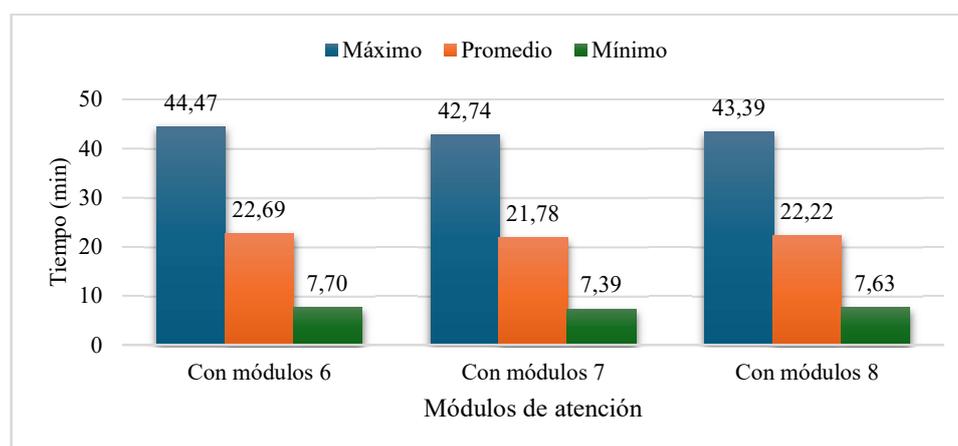


Fig. 32 Tiempo de permanencia

4.21 *Estrategia de mejora*

Con el propósito de mejorar la experiencia del cliente, garantizar altos niveles de satisfacción, gestionar eficientemente el sistema de gestión de turnos, y reducir los tiempos de espera, se proponen las siguientes estrategias de mejora:

4.21.1 *Gestión de turnos*

Con el fin de gestionar y anunciar los turnos de manera clara y organizada, mantener una comunicación eficiente con los clientes en espera y brindar información actualizada, se sugiere la adquisición de una pantalla de señalización digital con sistema de voz. Se observó que la pantalla actual no tiene un tamaño adecuado, lo que dificulta la visibilidad de los anuncios de los turnos, y además carece de un sistema de voz que comunique a los clientes el siguiente turno. Actualmente,

esta tarea recae en el personal de seguridad o en los encargados de los módulos de atención, lo que no solo consume tiempo, sino que también puede generar confusión y retrasos. Este tipo de dispositivo es una excelente opción, ya que no solo proporcionará información visual, sino que también anunciará los turnos de manera audible, mejorando la accesibilidad y la experiencia de los clientes. La adquisición de este tipo de dispositivo de señalización es una inversión estratégica que traerá múltiples beneficios a la empresa y, sobre todo, mejorará significativamente el confort y la eficiencia en la sala de espera.

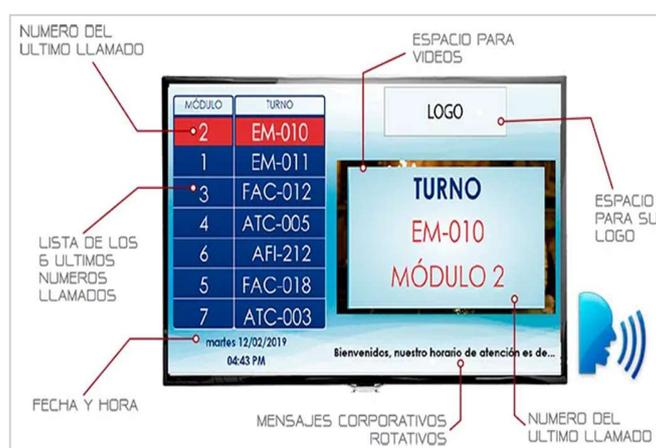


Fig. 33 Ejemplo ilustrativo - Pantalla de señalización digital con sistema de voz [44]

Consideraciones importantes:

- Tamaño de la pantalla: Pantallas de entre 32 y 55 pulgadas.
- Resolución y calidad de la imagen: Pantalla con alta resolución (Full HD o 4K).
- Brillo y contraste: Buen nivel de brillo y contraste (si la sala tiene mucha luz natural).
- Sistema de voz: Considerar la posibilidad de añadir altavoces externos.
- Software de gestión de contenido (CMS): Pantalla que sea compatible con un CMS robusto.
- Conectividad y puertos: Suficientes puertos (HDMI, USB, Ethernet).
- Estética y ubicación: Estéticamente agradable y ubicación estratégica.

Beneficios que se espera para los clientes:

- Reducirá la ansiedad y el estrés asociados con la espera.
- Automatización del llamado de turnos, reduciendo la carga de trabajo del personal.
- La pantalla grande y de alta resolución será fácilmente legible para personas con problemas de visión parcial.

4.21.1.1 Costos para la implementación de la estrategia 1

En lo que respecta a los costos asociados con esta mejora, se presenta a continuación una tabla detallada que especifica los materiales necesarios para implementar esta propuesta. Esta tabla incluye una descripción de cada material, la cantidad requerida, el costo unitario y el costo total estimado.

TABLA XI
COSTO ESTIMADO PARA LA ESTRATEGIA 1

Concepto	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo total \$
Pantalla de señalización digital (LG 43 pulgadas)	1	\$ 389,00	\$ 389,00
Software de turnos	1	\$ 450,00	\$ 450,00
Servicio técnico de instalación del software	1	\$ 120,00	\$ 120,00
TOTAL			\$ 959,00

4.21.2 Asignación numerada en los asientos

Con el fin de optimizar la gestión de colas y organizar de manera más eficiente la sala de espera, se sugiere la asignación de numeración a los asientos, del 1 al 27, mediante el uso de adhesivos numerados. Esta medida tiene como objetivo reducir el desorden que frecuentemente se observa en esta empresa y proporcionar una experiencia más ordenada y eficiente para los clientes. A continuación, se presenta un ejemplo ilustrativo de esta sugerencia:



Fig. 34 Ejemplo ilustrativo – Asientos con adhesivos numerados

Este sistema funcionará de la siguiente manera: los asientos estarán numerados del 1 al 27. Cada nuevo cliente que ingrese se sentará en el asiento correspondiente según el orden de llegada.

Por ejemplo, si los asientos 1, 2, 3 y 4 están ocupados, el próximo cliente deberá sentarse en el asiento número 5, y así sucesivamente, manteniendo siempre este orden.

A medida que los clientes sean atendidos y los asientos se desocupen, algunos de los primeros asientos quedarán vacíos. Para asegurar que los primeros asientos no permanezcan desocupados, se sugiere que cuando el último asiento ocupado se desocupe (por ejemplo, el 15), se oriente a los nuevos clientes a ocupar los primeros asientos disponibles. De este modo, se mantendrá una secuencia ordenada y eficiente. La responsabilidad de orientar a los clientes sobre la correcta utilización de los asientos puede asignarse al personal de seguridad, quien deberá asegurarse de que los clientes se sienten en los asientos correspondientes. Alternativamente, se puede diseñar un cartel o afiche informativo que explique claramente a los clientes cómo deben ubicarse en la sala de espera, asegurando así que todos comprendan y sigan el sistema de numeración. A continuación, se presenta un ejemplo ilustrativo:

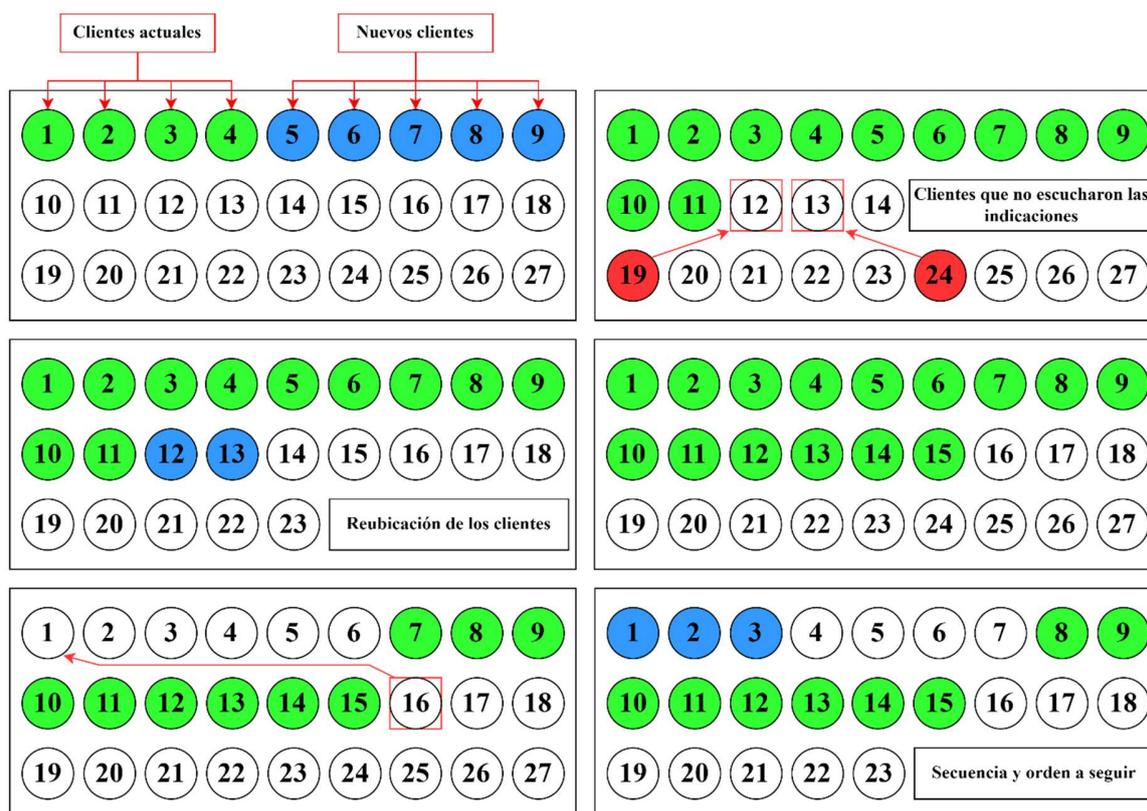


Fig. 35 Funcionalidad de la asignación numerada en los asientos

4.21.2.1 Costos para la implementación de la estrategia 2

En lo que respecta a los costos asociados con esta mejora, se presenta a continuación una tabla detallada que especifica los materiales necesarios para implementar esta propuesta. Esta tabla

incluye una descripción de cada material, la cantidad requerida, el costo unitario y el costo total estimado.

TABLA XII
COSTO ESTIMADO PARA LA ESTRATEGIA 2

Concepto	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo total \$
Adhesivos enumerados	27	\$ 1,75	\$ 47,25
TOTAL			\$ 47,25

4.21.3 Redistribución en planta

Para reducir los tiempos de espera mediante la implementación de dos nuevos módulos de atención, se propone una redistribución en planta. Actualmente, la planta baja cuenta con un área de digitación, un área de información y un área de recaudación. El área de digitación dispone de 6 módulos de atención, mientras que las áreas de información y recaudación tienen dos ventanillas de atención respectivamente. La siguiente figura ilustra la distribución actual de la planta de la empresa.

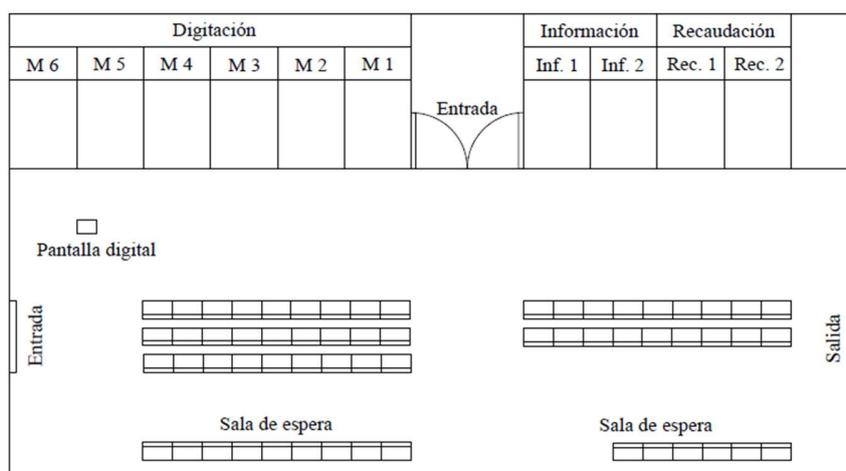


Fig. 36 Distribución en planta (ANTES)

La propuesta consiste en reubicar una ventanilla del área de información y una ventanilla del área de recaudación para instalar los 2 nuevos módulos de atención. De esta forma, se contará con 8 módulos de atención, lo que permitirá aumentar la capacidad de atención y reducir los tiempos de espera. Según los datos obtenidos, un módulo de atención puede atender a 4 clientes por hora, por lo que los 6 módulos actuales atienden a 24 clientes en una hora. Con el incremento de los 2 nuevos módulos, la capacidad de atención se incrementará a 32 clientes por hora, logrando así atender a 8 clientes más por hora en comparación con la distribución actual. Adicionalmente,

se propone la reubicación de la pantalla de señalización digital, que actualmente se encuentra desplazada hacia la izquierda, dificultando la visibilidad directa de los clientes desde la sala de espera. Para mejorar la comodidad y eficiencia en la orientación de los clientes, se plantea centrar esta pantalla frente a la sala de espera, lo que facilitará su visualización desde ambos extremos de las filas de espera. La siguiente gráfica ilustra la redistribución en planta de la empresa.

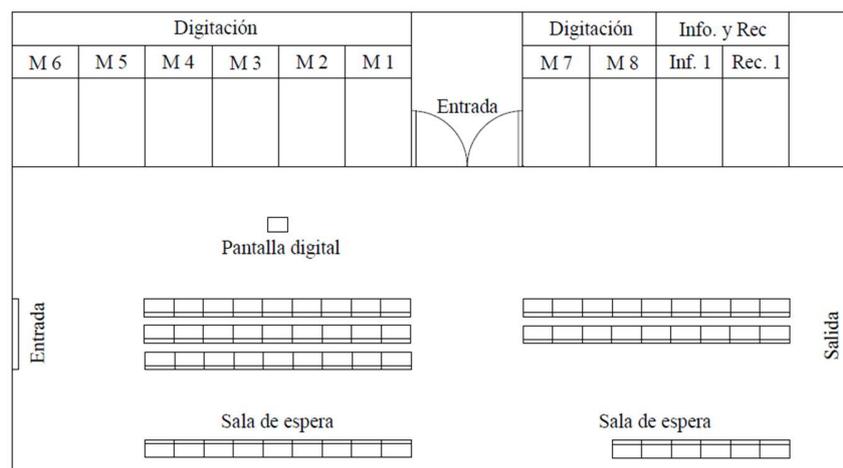


Fig. 37 Distribución en planta (DESPUÉS)

4.21.3.1 Costos para la implementación de la estrategia 3

En lo que respecta a los costos asociados con esta mejora, se presenta a continuación una tabla detallada que especifica los materiales necesarios para implementar esta propuesta. Esta tabla incluye una descripción de cada material, la cantidad requerida, el costo unitario y el costo total estimado.

TABLA XIII
COSTO ESTIMADO PARA LA ESTRATEGIA 4

Concepto	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo total \$
Escritorio	2	\$ 150,00	\$ 300,00
Sillas giratorias	2	\$ 50,00	\$ 100,00
Sillas para clientes	2	\$ 32,00	\$ 64,00
Computadora de escritorio	2	\$ 369,00	\$ 738,00
Impresora	2	\$ 130,00	\$ 260,00
Teléfono	2	\$ 54,00	\$ 108,00
Oficinistas	2	\$ 650,00	\$ 1.300,00
TOTAL			\$ 2.870,00

4.21.4 Capacitación del personal

Mediante la capacitación continua del personal, se garantizará que los empleados del área de digitación estén bien capacitados. Si bien el personal actual ya conoce los pasos necesarios para realizar diversos trámites, como la transferencia de dominio, la emisión por primera vez de vehículos y duplicados de revisiones, entre otros, esta propuesta de capacitación va más allá. El objetivo es mantener al personal actualizado de manera regular según sea necesario, especialmente considerando que los reglamentos, disposiciones o leyes pueden cambiar. Este tipo de cambios muchas de las veces afectan aspectos como por ejemplo, la disminución o aumento de requisitos para realizar un trámite en específico. Se sugiere que el personal reciba capacitación cada vez que se modifiquen los reglamentos o disposiciones, ya sea por cambios internos de la empresa o por disposiciones de entidades gubernamentales. De esta manera, el personal estará constantemente capacitado sobre cualquier cambio, y podrá implementar nuevos procedimientos de manera inmediata. Esto garantizará una atención eficiente y bien valorada por los clientes, quienes experimentarán una prestación de servicios ágil y oportuna al observar que los procesos son rápidos y efectivos.

4.21.5 Terminal de autoservicio

Se sugiere implementar un autoservicio para gestionar el ingreso de los clientes a la sala de espera. El autoservicio estará ubicado estratégicamente, como se ilustra en la figura 39.



Fig. 38 Autoservicio [44]

Su función principal será proporcionar un ticket de turno a los clientes. Además, permitirá seleccionar el tipo de trámite a realizar, generando automáticamente el respectivo turno e indicando en este el tiempo de espera y el tiempo de servicio estimado. Una ventaja adicional es que el

personal de los módulos de atención sabrá con anticipación el tipo de trámite a realizarse, lo que les permitirá prepararse adecuadamente antes de la llegada del cliente. La siguiente figura ilustra la ubicación estratégica del terminal de autoservicio.

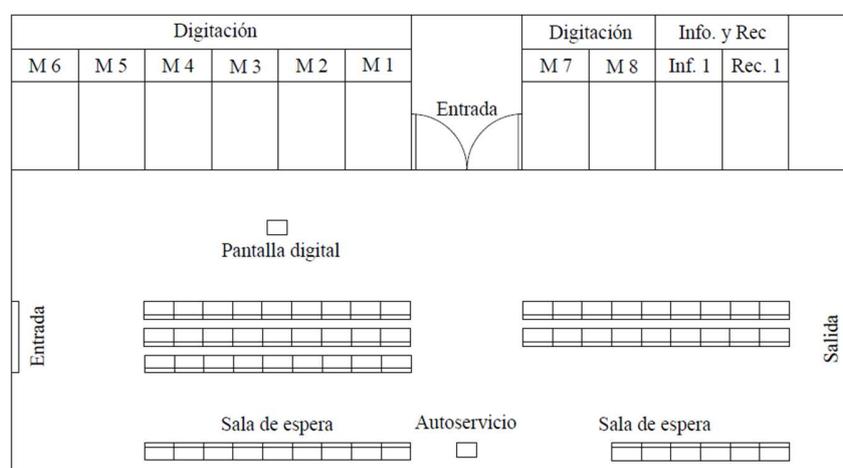


Fig. 39 Ubicación estratégica del autoservicio

El funcionamiento del sistema será el siguiente: el cliente ingresará a la sala de espera y se dirigirá al terminal de autoservicio, donde seleccionará el tipo de trámite a realizar. El terminal proporcionará el respectivo turno y los tiempos estimados para completar dicho trámite. Investigaciones han demostrado que los sistemas electrónicos de gestión de colas no solo reducen el tiempo de espera, sino que también aumentan la satisfacción del cliente al proporcionar tiempos más precisos. Al ofrecer un tiempo estimado para la realización del trámite, los clientes tendrán la seguridad de que su trámite será realizado en el tiempo previsto, lo que reducirá el estrés o enojo que comúnmente se genera en las salas de espera.

4.21.5.1 Costos para la implementación de la estrategia 5

En lo que respecta a los costos asociados con esta mejora, se presenta a continuación una tabla detallada que especifica los materiales necesarios para implementar esta propuesta. Esta tabla incluye una descripción de cada material, la cantidad requerida, el costo unitario y el costo total estimado.

TABLA XIV
COSTO ESTIMADO PARA LA ESTRATEGIA 5

Concepto	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo total \$
Terminal de autoservicio	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
TOTAL			\$ 1.200,00

4.22 *Cuadro de mejora y seguimiento continuo*

TABLA XV
CUADRO DE MEJORA Y SEGUIMIENTO CONTINUO

Área de mejora	Indicadores	Definición	Unidad de medida	Frecuencia de revisión	Valor actual	Meta con 7 módulos	Meta con 8 módulos	Objetivo	Acciones recomendadas
Rendimiento del sistema	Tiempo promedio de espera	Tiempo que un cliente permanece en la cola	Minutos	Mensual	13.62	3.30	1.14	Reducir al mínimo posible	Implementar nuevas estrategias para optimizar tiempos de espera
	Capacidad del sistema	Número medio de clientes en el sistema	Clientes	Mensual	10.02	6.41	5.64	Mantener dentro del rango aceptable	Revisar la capacidad del sistema y ajustar recursos
	Tasa de servicio	Número promedio de clientes atendidos por unidad de tiempo	Clientes/minuto	Mensual	24	28	32	Aumentar según demanda	Evaluar y mejorar la eficiencia del proceso de servicio
	Capacidad de la cola	Cantidad máxima de clientes que ocupan la sala.	Cliente	Mensual	20	12	6	Disminuir la longitud de la cola	Revisión mensual de capacidad y ajuste de infraestructura
Satisfacción del cliente	Tiempo de permanencia	Tiempo requerido para atender a un cliente	Minutos	Mensual	22.69	21.78	22.22	Minimizar el tiempo de servicio	Mejorar procesos para reducir tiempos de servicio
	Nivel de satisfacción del cliente	Valoración de la satisfacción del cliente	Porcentaje	Trimestral	62%	100%	100%	Mantener alta satisfacción	Aplicar encuestas y realizar mejoras basadas en los resultados.
Eficiencia operativa	Utilización del sistema	Porcentaje del tiempo que el sistema está ocupado	Porcentaje	Mensual	91.44%	81.68%	73.99%	Maximizar la utilización	Mejorar procesos para disminuir la utilización del sistema

CONCLUSIONES

- La revisión bibliográfica facilitó la elaboración de un marco teórico robusto. Proporcionó bases sólidas acerca de la teoría de colas, ofreciendo información relevante sobre los conceptos y fórmulas matemáticas necesarias para comprender y analizar el modelo de colas más adecuado para este trabajo. La revisión permitió aplicar los conocimientos teóricos en contextos prácticos, identificando patrones de llegadas, tiempos de espera y tiempos de servicio. Esto facilitó la comprensión de cómo la variabilidad en estos tiempos impacta el desempeño del sistema.
- El diagnóstico de la situación actual de la empresa reveló una problemática significativa en el área de digitación, caracterizada por demoras en la prestación de servicios. Las encuestas aplicadas mostraron percepciones variadas, especialmente en los tiempos de espera y tiempos de servicio. Se determinó que los clientes esperaban en promedio 13.62 minutos antes de ser atendidos, con tiempos de servicio de 28.62 minutos. La mayoría de los clientes experimentaron tiempos de espera prolongados y percibieron el sistema de atención como insuficiente para la demanda actual, lo que sugiere que la capacidad del sistema podía ser razonable para manejar el flujo de clientes.
- La aplicación de la teoría de colas y la simulación indica que lo óptimo es trabajar con 8 módulos de atención. Al incrementar el número de módulos, se observa una notable disminución en los tiempos de espera. Los resultados demuestran que al operar con 7 y 8 módulos reduce significativamente los tiempos de espera. Con 7 módulos, el tiempo de espera disminuye en un 71.57%, mientras que con 8 módulos, la reducción alcanza un 77.37%. Estas cifras destacan la eficiencia mejorada y la capacidad del sistema para atender manera más rápida y efectiva a los clientes.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aumentar el número de módulos de atención de 6 a 8 para disminuir los tiempos de espera. Esta ampliación no solo disminuirá los tiempos de espera, sino que también mejorará la experiencia del cliente al proporcionar un servicio más rápido y eficiente. Con 8 módulos de atención, será posible atender a 32 clientes por hora, en comparación con los 24 clientes que se pueden atender con 6 módulos.
- Se sugiere la implementación de tecnologías avanzadas para optimizar el sistema de gestión de colas. Entre estas tecnologías se incluyen pantallas de señalización digital con sistema de voz, terminales de autoservicio y/o aplicaciones móviles. Estas herramientas permitirán gestionar y anunciar los turnos de manera organizada y mantener una comunicación eficiente con los clientes en espera, lo que resultará en una experiencia más fluida y menos estresante para ellos.
- Es recomendable realizar encuestas de forma periódica para evaluar la satisfacción de los clientes y tomar en consideración sus opiniones. Este enfoque permitirá evaluar el grado de satisfacción con los servicios brindados, identificar áreas de mejora en los procesos y otros aspectos relevantes.
- Se sugiere ampliar este tipo de estudio a otras áreas que enfrenten problemas similares en la prestación de servicios. Al aplicar los conocimientos obtenidos de estos estudios en diversas áreas, se logrará una mejora significativa en la calidad del servicio, la eficiencia operativa y la experiencia del cliente en general.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. H. Luque, «Propuesta de mejora en los tiempos de espera en las filas de los supermercados,» 2016. [En línea]. Available: <https://repositorio.21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/17599/LUQUE%2C%20PEDRO%20HORACIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 23 junio 2023].
- [2] M. L. Malca Villanueva, «Teoría de colas para disminuir tiempos de espera en el área de atención al cliente en la empresa E.P.S. SEDACAJ S.A.,» 2021. [En línea]. Available: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28672/Malca%20Villanueva%2c%20Mar%2c%20Liliana_PDF_TOTAL.pdf?sequence=11&isAllowed=y.
- [3] P. S. Gonzáles Vera, «Aplicación de la teoría de colas a la atención al público de una correduría de seguros,» 2012. [En línea]. Available: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3660/tfg299.pdf>.
- [4] J. L. Navarro Ríos, «TEORÍA DE COLAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ATENCIÓN DEL ÁREA DE PLATAFORMA. LA POSITIVA SEGUROS Y REASEGUROS,» 2017. [En línea]. Available: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10303/navarro_rj.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [5] . Asamblea Nacional, «Ley Orgánica de Servicio Público, LOSEP,» 6 octubre 2010. [En línea]. Available: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/LOSEP.pdf>.
- [6] Empresa Pública Municipal de Movilidad - Cayambe, «ACTUALIZACIÓN DEL ESTATUTO ORGÁNICO DE GESTIÓN ORGANIZACIONAL POR PROCESOS DE LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE MOVILIDAD CAYAMBE,» 2022. [En línea]. Available: <https://epmmc.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/1-ACTUALIZACION-ESTATUTO-2022-EPMMC-FINAL-signed.pdf>.
- [7] B. A. Cardona Ramos, «La teoría de colas como herramienta para optimizar el servicio en una entidad municipal,» 2005. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/33125662->

Universidad-de-san-carlos-de-guatemala-facultad-de-ciencias-economicas-la-teoria-de-colas-como-herramienta-para.html.

- [8] F. R. Cazorla Huaraca, «Análisis estadístico mediante teoría de colas para determinar el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del hospital provincial general docente de Riobamba,» 2014. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3207/1/226T0026.pdf>.
- [9] J. L. Paguay García, «Estudio de teoría de colas en el área de información de la dirección de movilidad tránsito y transporte del GADM Riobamba,» 2020. [En línea]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6419/1/ESTUDIO%20DE%20TEOR%c3%8dA%20DE%20COLAS%20EN%20EL%20%c3%81REA%20DE%20INFORMACI%c3%93N%20DE%20LA%20DIRECCI%c3%93N%20DE%20MOVILIDAD%20TR.pdf>.
- [10] L. A. Guizhca Yuquilema, «Estudio de teoría de colas en el área de matriculación vehicular en la dirección de movilidad tránsito y transporte del GADM-Colta,» 2021. [En línea]. Available: http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8343/1/8.%20Tesis%20Teoria%20de%20Colas_Lenin%20Guizhca-FINAL.pdf.
- [11] G. A. García Llinás y Á. L. González Ariza, Manual práctico de investigación de operaciones, Barranquilla: Universidad del Norte, 2015.
- [12] F. Hillier y G. Lieberman, Introducción a la investigación de operaciones, Nueva York: McGraw-Hill, 2010.
- [13] E. López Rocafiguera y P. Barberán, «Análisis mediante teoría de colas,» septiembre 2019. [En línea]. Available: https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/148227/2/Modulo2_AnalisisMdianteTeoriaDeColas.pdf.
- [14] M. Levy Matarasso, «Manual de investigación de operaciones,» 2014. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/35111833/Teoria_de_Colas.

- [15] H. Santiago, «Teoría de Colas o de Líneas de Espera,» 5 diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.emprendices.co/teoria-colas-lineas-espera/>.
- [16] D. Anderson, D. Sweeney, T. Williams, J. Camm y M. Kipp, «Métodos cuantitativos para los negocios,» 2011. [En línea]. Available: <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/93212>.
- [17] V. M. á. Burbano Pantoja, M. A. Valdivieso Miranda y Á. Burbano Valdivieso, «Aplicaciones de la teoría de colas y líneas de espera en contextos específicos de investigación,» 2018. [En línea]. Available: <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/132820>.
- [18] L. Cuatrecasas Arbós , «Organización de la producción y dirección de operaciones,» 2012. [En línea]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=6jNY9FcLGcoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.
- [19] H. Gutiérrez y R. De la Vara Salazar, «Control estadístico de calidad y seis sigma,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>.
- [20] K. Albrecht y L. Bradford, «La excelencia en el servicio,» 1990. [En línea]. Available: https://books.google.com.ec/books/about/La_excelencia_en_el_servicio.html?hl=es&id=W6tDPwAACAAJ&redir_esc=y.
- [21] V. C. Pérez Torres, «Calidad total en la atención al cliente. Pautas para garantizar la excelencia en el servicio,» 2006. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/8910048/CALIDAD_TOTAL_EN_LA_ATENCI%C3%93N_AL_CLIENTE_Pautas_para_Garantizar_la_Excelencia_en_el_Servicio.
- [22] C. Tarodo, «Comunicación empresarial y atención al cliente,» 2015. [En línea]. Available: <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/62484>.
- [23] N. Valenzuela, C. Buentello, L. Gómez y . Villareal, «La atención al cliente, el servicio, el producto y el precio como variables determinantes de la satisfacción del cliente en una

- pyme de servicios,» 2019. [En línea]. Available: <https://revistageon.unillanos.edu.co/index.php/geon/article/view/159/155>.
- [24] M. d. C. Blanco, *Comunicación empresarial y atención al cliente*, Macmillan Iberia, S.A., 2011.
- [25] F. Lobato y F. Villagrà, *Gestión logística y comercial*, Macmillan Iberia, S.A., 2013.
- [26] F. J. Ariza Ramírez y J. M. Ariza Ramírez, «Información y atención al cliente,» s.f. [En línea]. Available: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448196813.pdf>.
- [27] M. Á. Jiménez Solano, *Satisfacción de los clientes a través de las estrategias de calidad de servicio implementadas en los bancos comerciales de Santo Domingo 2000 - 2003*, El Cid Editor, 2009.
- [28] M. d. P. Blanco y . Torres, *Atención básica al cliente. COMT0211: (2 ed.)*, IC Editorial, 2022.
- [29] J. Del Molino, J. Moreno, M. Moreno, P. Morillas, J. Palacios, E. Gonzàles y . Salgado, *Modelo Q+4D: C3mo medir la satisfacci3n del cliente m3s all3 de la calidad percibida*, AENOR - Asociaci3n Espa3ola de Normalizaci3n y Certificaci3n, 2011.
- [30] N. Casas, «Teoría de las restricciones o los cuellos de botellas,» s.f. [En línea]. Available: <http://revista-mm.com/administracion/teoria-de-las-restricciones-o-los-cuellos-de-botella/>.
- [31] D. Zambrano, L. Soto y . Ugalde, «Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad,» 11 noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8219338>.
- [32] S. Resco, A. Martha, J. Gaibor y . Encalada, «Cuellos de botella y recursos restringidos por la capacidad en las instituciones del sector privado,» mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/recursos-restringidos-instituciones.html>.

- [33] F. J. Cristofani y J. M. Contín, «Cuellos de botella en procesos operativos X qué y cómo detectar,» DEINGENIERÍAINDUSTRIAL.COM, 2021. [En línea]. Available: <https://deingenieriaindustrial.com/administracion-operaciones/cuellos-de-botella/>.
- [34] C. Fullana y . Urquía, «Los modelos de simulación: Una herramienta multidisciplinar de investigación,» mayo 2009. [En línea]. Available: http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA32/Carmen_Fullana_Belda_y_Elena_Urqu%C3%ADa_Grande.pdf.
- [35] S. De la Fuente Fernández, «SIMULACIÓN SISTEMAS DE COLAS,» 25 septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.estadistica.net/IO/7-8-SIMULACION-COLAS.pdf>.
- [36] H. Hoeger, «SIMULACIÓN,» 9 noviembre 2005. [En línea]. Available: <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/hhoeger/simulacion/PARTE1.pdf>.
- [37] M. Asunción, J. Morales, X. Barber y . Aparicio, «Apuntes de teoría de colas: Simulación y análisis de sistemas de esperas,» 2007. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/277749574_Apuntes_de_Teoria_de_Colas_Simulacion_y_Analisis_de_Sistemas_de_Espera.
- [38] . FlexSim, «¿Qué es FlexSim?,» FlexSim problem solved, 2021. [En línea]. Available: <https://www.flexsim.com.mx/>. [Último acceso: 19 noviembre 2023].
- [39] Universidad de Alicante, «Simulación de un proceso industrial mediante el software FlexSim,» 6 febrero 2022. [En línea]. Available: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20587/1/Simulacion_de_un_proceso_industrial_mediante_FlexSim.pdf. [Último acceso: 19 noviembre 2023].
- [40] Empresa Pública Municipal de Movilidad - Cayambe, «Planificación Institucional,» 22 enero 2020. [En línea]. Available: https://epmmc.gob.ec/wp-content/uploads/2021/02/PLANIFICACION-INSTITUCIONAL-PLAN-ESTRATEGICO_compressed.pdf.
- [41] . Google Maps, «Ubicación Empresa Publica Municipal de Movilidad - Cayambre,» 13 mayo 2024. [En línea]. Available:

<https://www.google.com.ec/maps/place/Empresa+Publica+Municipal+de+Movilidad+-+Cayambe/@0.0569702,-78.1342731,13z/data=!4m6!3m5!1s0x8e2a09e2d21247cf:0xd6c280865b8f81bb!8m2!3d0.059145!4d-78.1369821!16s%2Fg%2F11h7nbndd3?hl=es&entry=ttu>. [Último acceso: 13 mayo 2024].

- [42] . Empresa Pública Municipal de Movilidad - Cayambe, «Estructura Orgánica EPMM-C,» 25 enero 2018. [En línea]. Available: https://epmmc.gob.ec/pagina_anterior/wp-content/uploads/2018/01/Copia-de-Literal-a1-Estructura.pdf.
- [43] . FlexSim, «Introduction to FlexSim,» [En línea]. Available: <https://docs.flexsim.com/en/24.1/Introduction/QuickStart/QuickStart.html>. [Último acceso: 24 junio 2024].
- [44] . Magiturno, «Sistemas de Turnos por Software Magisoft V1,» 19 octubre 2021. [En línea]. Available: <https://magiturno.com/producto/sistemas-de-turnos-por-software-magisoft-v1/>. [Último acceso: 16 julio 2024].

ANEXOS:

Anexo 1: Registro de tiempos

Universidad Técnica del Norte						
Formato de registro de tiempos						
Responsable	Luis Burga			Área	Digitación	
Aprobado por	Ing. Karen Benavides, MSc.					
Fecha	13/11/2023 a 17/11/2023			Empresa	EPMM-C	
Herramienta	Cronómetro					
DATOS						
N° de clientes	Hora de llegada a la sala de espera	Hora de llegada para recibir el servicio	Hora de salida	Tiempo de espera	Tiempo de servicio	TOTAL
1	10:05:01	10:19:51	10:35:27	0:14:50	0:15:36	0:30:26
2	10:10:01	10:15:47	10:31:06	0:05:46	0:15:19	0:21:05
3	10:15:52	10:19:11	10:51:09	0:03:19	0:31:58	0:35:17
4	10:17:08	10:40:39	10:52:34	0:23:31	0:11:55	0:35:26
5	10:21:39	10:33:04	10:45:09	0:11:25	0:12:05	0:23:30
6	10:21:45	10:46:05	11:21:46	0:24:20	0:35:41	1:00:01
7	10:32:42	10:42:12	10:50:56	0:09:30	0:08:44	0:18:14
8	10:36:23	10:55:02	11:02:19	0:18:39	0:07:17	0:25:56
9	10:47:15	10:57:23	11:02:02	0:10:08	0:04:39	0:14:47
10	10:49:12	11:06:14	11:16:47	0:17:02	0:10:33	0:27:35
11	10:54:12	11:09:11	11:27:24	0:14:59	0:18:13	0:33:12
12	10:57:12	11:17:13	11:37:17	0:20:01	0:20:04	0:40:05
13	10:59:10	11:09:31	11:25:45	0:10:21	0:16:14	0:26:35
14	11:05:12	11:16:14	11:27:47	0:11:02	0:11:33	0:22:35
15	13:03:21	13:17:56	13:36:23	0:14:35	0:18:27	0:33:02
16	13:08:57	13:19:13	13:27:17	0:10:16	0:08:04	0:18:20
17	13:14:21	13:39:51	13:52:37	0:25:30	0:12:46	0:38:16
18	13:15:23	13:50:32	13:55:46	0:35:09	0:05:14	0:40:23
19	13:15:51	13:28:28	13:48:47	0:12:37	0:20:19	0:32:56
20	13:17:33	14:01:03	14:16:48	0:43:30	0:15:45	0:59:15
21	13:17:57	13:25:12	13:48:01	0:07:15	0:22:49	0:30:04
22	13:18:02	13:49:30	14:00:22	0:31:28	0:10:52	0:42:20
23	13:18:07	13:53:46	13:59:33	0:35:39	0:05:47	0:41:26
24	13:19:21	13:41:48	14:02:21	0:22:27	0:20:33	0:43:00
25	13:20:23	14:39:33	15:23:28	1:19:10	0:43:55	2:03:05
26	13:21:20	13:45:00	14:01:07	0:23:40	0:16:07	0:39:47
27	13:23:51	13:30:36	13:38:18	0:06:45	0:07:42	0:14:27
28	13:25:46	13:37:51	13:49:13	0:12:05	0:11:22	0:23:27

29	13:28:17	13:55:10	14:02:40	0:26:53	0:07:30	0:34:23
30	13:39:27	14:53:35	15:23:39	1:14:08	0:30:04	1:44:12
31	13:45:34	14:03:07	14:28:16	0:17:33	0:25:09	0:42:42
32	13:48:25	14:50:00	14:55:40	1:01:35	0:05:40	1:07:15
33	13:50:52	14:01:43	14:21:21	0:10:51	0:19:38	0:30:29
34	13:54:01	14:16:12	14:22:48	0:22:11	0:06:36	0:28:47
35	13:54:21	14:08:16	14:14:42	0:13:55	0:06:26	0:20:21
36	13:56:07	14:07:43	14:23:00	0:11:36	0:15:17	0:26:53
37	13:57:16	14:13:13	14:22:30	0:15:57	0:09:17	0:25:14
38	13:58:01	14:17:43	15:07:16	0:19:42	0:49:33	1:09:15
39	13:58:53	14:23:45	14:52:39	0:24:52	0:28:54	0:53:46
40	13:59:10	14:03:02	14:06:35	0:03:52	0:03:33	0:07:25
41	14:01:52	14:12:12	14:37:02	0:10:20	0:24:50	0:35:10
42	14:03:58	14:18:37	14:27:12	0:14:39	0:08:35	0:23:14
43	14:05:09	14:10:18	14:12:30	0:05:09	0:02:12	0:07:21
44	14:12:22	14:23:19	14:31:40	0:10:57	0:08:21	0:19:18
45	14:17:33	14:23:12	14:34:08	0:05:39	0:10:56	0:16:35
46	14:20:27	14:36:09	14:43:13	0:15:42	0:07:04	0:22:46
47	14:20:43	14:29:40	14:43:01	0:08:57	0:13:21	0:22:18
48	14:24:31	14:34:45	14:44:47	0:10:14	0:10:02	0:20:16
49	14:25:21	14:32:09	14:45:33	0:06:48	0:13:24	0:20:12
50	14:26:23	14:30:41	15:15:16	0:04:18	0:44:35	0:48:53
51	14:26:47	14:35:11	14:47:23	0:08:24	0:12:12	0:20:36
52	14:32:33	15:28:50	15:40:57	0:56:17	0:12:07	1:08:24
53	14:41:21	14:44:07	14:53:17	0:02:46	0:09:10	0:11:56
54	14:47:52	14:52:42	15:04:19	0:04:50	0:11:37	0:16:27
55	14:53:34	15:06:22	15:23:34	0:12:48	0:17:12	0:30:00
56	14:54:26	15:51:58	15:58:51	0:57:32	0:06:53	1:04:25
57	14:54:29	15:07:03	15:21:56	0:12:34	0:14:53	0:27:27
58	15:01:15	15:24:35	15:31:36	0:23:20	0:07:01	0:30:21
59	15:01:28	15:25:21	15:38:44	0:23:53	0:13:23	0:37:16
60	15:06:33	15:18:39	15:32:59	0:12:06	0:14:20	0:26:26
61	15:08:55	15:36:43	15:45:17	0:27:48	0:08:34	0:36:22
62	15:11:37	15:15:50	15:24:55	0:04:13	0:09:05	0:13:18
63	15:16:29	15:32:35	15:37:27	0:16:06	0:04:52	0:20:58
64	15:19:40	15:25:05	15:38:18	0:05:25	0:13:13	0:18:38
65	15:21:33	15:31:58	15:43:55	0:10:25	0:11:57	0:22:22
66	15:24:55	15:47:31	16:07:42	0:22:36	0:20:11	0:42:47
67	15:25:41	15:43:22	15:59:45	0:17:41	0:16:23	0:34:04
68	15:30:25	15:42:55	15:50:23	0:12:30	0:07:28	0:19:58
69	15:34:10	15:38:50	15:48:43	0:04:40	0:09:53	0:14:33
70	15:34:40	15:41:12	15:49:00	0:06:32	0:07:48	0:14:20
71	15:36:33	15:45:50	15:51:24	0:09:17	0:05:34	0:14:51
72	15:41:38	15:52:33	16:13:20	0:10:55	0:20:47	0:31:42

73	15:52:47	16:07:55	16:12:25	0:15:08	0:04:30	0:19:38
74	15:55:18	16:04:56	16:09:12	0:09:38	0:04:16	0:13:54
75	16:05:52	16:11:06	16:22:26	0:05:14	0:11:20	0:16:34
76	16:10:26	16:14:12	16:30:50	0:03:46	0:16:38	0:20:24
77	12:02:31	12:09:40	12:29:20	0:07:09	0:19:40	0:26:49
78	12:03:05	12:17:58	12:31:04	0:14:53	0:13:06	0:27:59
79	12:05:01	12:13:00	12:29:31	0:07:59	0:16:31	0:24:30
80	12:06:21	12:12:56	12:33:12	0:06:35	0:20:16	0:26:51
81	12:08:56	12:17:30	12:29:10	0:08:34	0:11:40	0:20:14
82	12:09:15	12:19:06	12:32:27	0:09:51	0:13:21	0:23:12
83	12:10:33	12:28:07	12:46:26	0:17:34	0:18:19	0:35:53
84	12:12:11	12:29:41	12:40:20	0:17:30	0:10:39	0:28:09
85	12:14:27	12:24:09	12:26:33	0:09:42	0:02:24	0:12:06
86	12:23:05	12:46:37	13:34:22	0:23:32	0:47:45	1:11:17
87	12:25:23	12:36:31	12:47:00	0:11:08	0:10:29	0:21:37
88	12:27:04	12:44:40	12:57:13	0:17:36	0:12:33	0:30:09
89	12:29:40	12:47:01	12:55:24	0:17:21	0:08:23	0:25:44
90	12:30:21	12:49:57	13:19:25	0:19:36	0:29:28	0:49:04
91	12:37:15	12:43:52	12:56:45	0:06:37	0:12:53	0:19:30
92	12:39:59	12:45:43	12:52:22	0:05:44	0:06:39	0:12:23
93	12:41:36	12:53:22	13:02:55	0:11:46	0:09:33	0:21:19
94	12:43:45	12:47:09	12:55:01	0:03:24	0:07:52	0:11:16
95	12:46:10	12:55:32	13:14:34	0:09:22	0:19:02	0:28:24
96	12:48:47	12:59:07	13:15:13	0:10:20	0:16:06	0:26:26
97	12:49:47	12:55:54	13:07:06	0:06:07	0:11:12	0:17:19
98	12:50:51	13:09:55	13:24:08	0:19:04	0:14:13	0:33:17
99	12:53:27	13:00:00	13:18:47	0:06:33	0:18:47	0:25:20
100	12:55:42	13:01:30	13:35:24	0:05:48	0:33:54	0:39:42
101	12:56:42	13:22:00	13:26:14	0:25:18	0:04:14	0:29:32
102	12:57:16	13:06:44	13:28:55	0:09:28	0:22:11	0:31:39
103	12:58:59	13:08:09	13:24:02	0:09:10	0:15:53	0:25:03
104	13:01:27	13:40:24	13:53:10	0:38:57	0:12:46	0:51:43
105	13:03:21	13:35:35	13:41:44	0:32:14	0:06:09	0:38:23
106	13:05:31	13:42:05	13:54:35	0:36:34	0:12:30	0:49:04
107	13:07:01	13:12:48	13:44:26	0:05:47	0:31:38	0:37:25
108	13:12:59	13:35:12	13:46:13	0:22:13	0:11:01	0:33:14
109	13:14:53	13:44:43	13:53:00	0:29:50	0:08:17	0:38:07
110	13:19:21	13:27:04	13:39:18	0:07:43	0:12:14	0:19:57
111	13:20:15	13:55:57	14:00:06	0:35:42	0:04:09	0:39:51
112	13:21:12	13:53:40	14:05:03	0:32:28	0:11:23	0:43:51
113	13:25:03	13:36:41	13:55:12	0:11:38	0:18:31	0:30:09
114	13:26:04	13:33:18	13:52:11	0:07:14	0:18:53	0:26:07
115	13:27:32	13:40:18	13:56:11	0:12:46	0:15:53	0:28:39

116	13:28:04	13:36:56	13:54:49	0:08:52	0:17:53	0:26:45
117	13:34:00	14:05:56	14:16:50	0:31:56	0:10:54	0:42:50
118	13:44:50	14:08:46	14:20:21	0:23:56	0:11:35	0:35:31
119	13:46:15	14:47:44	15:09:35	1:01:29	0:21:51	1:23:20
120	13:47:00	13:55:54	14:24:14	0:08:54	0:28:20	0:37:14
121	13:48:27	14:04:24	14:17:12	0:15:57	0:12:48	0:28:45
122	13:49:39	13:56:21	14:02:27	0:06:42	0:06:06	0:12:48
123	13:51:40	13:56:00	14:06:01	0:04:20	0:10:01	0:14:21
124	13:55:04	14:11:48	14:25:23	0:16:44	0:13:35	0:30:19
125	13:59:14	14:20:22	14:38:29	0:21:08	0:18:07	0:39:15
126	14:03:39	14:42:10	14:47:27	0:38:31	0:05:17	0:43:48
127	14:04:12	14:48:08	15:04:21	0:43:56	0:16:13	1:00:09
128	14:07:12	14:17:40	14:31:19	0:10:28	0:13:39	0:24:07
129	14:07:19	14:44:17	14:57:37	0:36:58	0:13:20	0:50:18
130	14:10:49	14:31:53	14:43:50	0:21:04	0:11:57	0:33:01
131	14:14:04	14:20:38	14:38:43	0:06:34	0:18:05	0:24:39
132	14:15:01	14:46:04	14:55:30	0:31:03	0:09:26	0:40:29
133	14:15:29	14:20:33	14:37:02	0:05:04	0:16:29	0:21:33
134	14:16:24	14:20:19	14:30:20	0:03:55	0:10:01	0:13:56
135	14:25:01	15:01:31	15:11:27	0:36:30	0:09:56	0:46:26
136	14:28:01	14:35:01	14:59:14	0:07:00	0:24:13	0:31:13
137	14:28:31	14:31:31	14:46:01	0:03:00	0:14:30	0:17:30
138	14:30:20	14:58:52	15:06:07	0:28:32	0:07:15	0:35:47
139	14:44:38	15:06:35	15:22:21	0:21:57	0:15:46	0:37:43
140	14:47:54	15:05:36	15:12:08	0:17:42	0:06:32	0:24:14
141	14:59:07	15:14:41	15:29:04	0:15:34	0:14:23	0:29:57
142	15:01:32	15:19:27	15:35:22	0:17:55	0:15:55	0:33:50
143	15:05:17	15:13:31	15:27:15	0:08:14	0:13:44	0:21:58
144	15:06:14	15:21:20	15:42:14	0:15:06	0:20:54	0:36:00
145	15:07:19	15:33:27	15:38:53	0:26:08	0:05:26	0:31:34
146	15:07:48	15:12:12	15:37:27	0:04:24	0:25:15	0:29:39
147	15:09:10	15:15:10	15:28:52	0:06:00	0:13:42	0:19:42
148	15:14:10	15:47:01	15:55:07	0:32:51	0:08:06	0:40:57
149	15:16:30	15:41:30	15:55:00	0:25:00	0:13:30	0:38:30
150	15:19:07	15:23:37	15:32:01	0:04:30	0:08:24	0:12:54
151	15:25:14	15:30:05	15:39:08	0:04:51	0:09:03	0:13:54
152	15:28:55	15:32:16	15:45:23	0:03:21	0:13:07	0:16:28
153	15:38:41	15:44:14	15:58:03	0:05:33	0:13:49	0:19:22
154	15:41:01	15:53:49	16:05:30	0:12:48	0:11:41	0:24:29
155	15:44:00	15:51:17	16:02:02	0:07:17	0:10:45	0:18:02
156	15:44:01	15:55:50	16:11:03	0:11:49	0:15:13	0:27:02
157	15:44:46	15:53:40	16:09:26	0:08:54	0:15:46	0:24:40
158	15:47:34	15:57:00	16:06:02	0:09:26	0:09:02	0:18:28

159	15:52:59	15:58:59	16:03:17	0:06:00	0:04:18	0:10:18
160	15:53:28	16:03:16	16:12:11	0:09:48	0:08:55	0:18:43
161	15:58:46	16:04:03	16:09:23	0:05:17	0:05:20	0:10:37
162	16:01:22	16:18:16	16:31:58	0:16:54	0:13:42	0:30:36
163	16:01:31	16:07:31	16:11:44	0:06:00	0:04:13	0:10:13
164	16:05:11	16:11:14	16:18:59	0:06:03	0:07:45	0:13:48
165	16:09:12	16:22:06	16:31:22	0:12:54	0:09:16	0:22:10
166	8:08:31	8:45:05	8:53:35	0:36:34	0:08:30	0:45:04
167	8:10:01	8:15:48	8:40:26	0:05:47	0:24:38	0:30:25
168	8:15:59	8:38:12	8:45:13	0:22:13	0:07:01	0:29:14
169	8:17:53	8:47:43	8:51:00	0:29:50	0:03:17	0:33:07
170	8:22:21	8:30:04	8:36:18	0:07:43	0:06:14	0:13:57
171	8:23:15	8:58:57	9:01:06	0:35:42	0:02:09	0:37:51
172	8:24:12	8:56:40	9:02:03	0:32:28	0:05:23	0:37:51
173	8:28:03	8:38:41	8:53:12	0:10:38	0:14:31	0:25:09
174	8:29:04	8:35:18	8:53:11	0:06:14	0:17:53	0:24:07
175	8:30:32	8:43:18	8:57:11	0:12:46	0:13:53	0:26:39
176	8:31:04	8:37:56	8:57:49	0:06:52	0:19:53	0:26:45
177	8:37:00	9:07:56	9:19:50	0:30:56	0:11:54	0:42:50
178	8:47:50	9:10:46	9:17:21	0:22:56	0:06:35	0:29:31
179	8:49:15	9:49:44	10:06:35	1:00:29	0:16:51	1:17:20
180	8:50:00	8:57:54	9:19:14	0:07:54	0:21:20	0:29:14
181	8:51:27	9:06:24	9:15:12	0:14:57	0:08:48	0:23:45
182	8:52:39	8:59:21	9:04:27	0:06:42	0:05:06	0:11:48
183	8:54:40	8:57:07	9:11:01	0:02:27	0:13:54	0:16:21
184	8:58:04	9:15:48	9:21:23	0:17:44	0:05:35	0:23:19
185	9:04:14	9:24:22	9:35:29	0:20:08	0:11:07	0:31:15
186	10:00:15	10:25:35	10:32:36	0:25:20	0:07:01	0:32:21
187	10:01:28	10:26:21	10:39:44	0:24:53	0:13:23	0:38:16
188	10:05:33	10:19:39	10:34:59	0:14:06	0:15:20	0:29:26
189	10:07:55	10:38:43	10:46:17	0:30:48	0:07:34	0:38:22
190	10:10:37	10:16:50	10:25:55	0:06:13	0:09:05	0:15:18
191	10:15:29	10:33:35	10:37:27	0:18:06	0:03:52	0:21:58
192	10:17:40	10:26:05	10:39:18	0:08:25	0:13:13	0:21:38
193	10:20:33	10:32:58	10:43:55	0:12:25	0:10:57	0:23:22
194	10:22:55	10:48:31	11:07:42	0:25:36	0:19:11	0:44:47
195	10:24:41	10:45:22	10:58:45	0:20:41	0:13:23	0:34:04
196	10:29:25	10:43:55	10:52:23	0:14:30	0:08:28	0:22:58
197	10:33:10	10:39:50	10:50:43	0:06:40	0:10:53	0:17:33
198	10:33:40	10:43:12	10:48:12	0:09:32	0:05:00	0:14:32
199	10:35:33	10:46:50	10:51:24	0:11:17	0:04:34	0:15:51
200	10:40:38	10:54:33	11:15:20	0:13:55	0:20:47	0:34:42
201	10:51:47	11:08:55	11:12:25	0:17:08	0:03:30	0:20:38

202	10:54:18	11:05:56	11:11:12	0:11:38	0:05:16	0:16:54
203	11:04:52	11:12:06	11:21:26	0:07:14	0:09:20	0:16:34
204	11:09:26	11:15:12	11:39:50	0:05:46	0:24:38	0:30:24
205	11:01:31	11:11:40	11:28:20	0:10:09	0:16:40	0:26:49
206	11:03:05	11:18:58	11:32:04	0:15:53	0:13:06	0:28:59
207	11:05:01	11:14:00	11:32:31	0:08:59	0:18:31	0:27:30
208	11:07:21	11:14:56	11:31:12	0:07:35	0:16:16	0:23:51
209	11:08:56	11:18:30	11:27:10	0:09:34	0:08:40	0:18:14
210	11:10:15	11:21:06	11:35:27	0:10:51	0:14:21	0:25:12
211	11:11:33	11:29:07	11:47:26	0:17:34	0:18:19	0:35:53
212	11:13:11	11:29:41	11:41:20	0:16:30	0:11:39	0:28:09
213	11:15:27	11:24:09	11:28:33	0:08:42	0:04:24	0:13:06
214	11:24:05	11:46:37	12:33:22	0:22:32	0:46:45	1:09:17
215	11:26:23	11:36:31	11:45:34	0:10:08	0:09:03	0:19:11
216	11:28:04	11:44:40	11:56:13	0:16:36	0:11:33	0:28:09
217	11:30:40	11:48:01	11:54:24	0:17:21	0:06:23	0:23:44
218	11:31:21	11:48:57	12:21:25	0:17:36	0:32:28	0:50:04
219	11:38:15	11:44:52	11:57:45	0:06:37	0:12:53	0:19:30
220	11:40:59	11:47:43	11:54:22	0:06:44	0:06:39	0:13:23
221	11:42:36	11:55:22	12:03:55	0:12:46	0:08:33	0:21:19
222	11:44:45	11:48:09	11:54:01	0:03:24	0:05:52	0:09:16
223	11:47:10	11:57:32	12:12:34	0:10:22	0:15:02	0:25:24
224	11:49:47	11:58:07	12:17:13	0:08:20	0:19:06	0:27:26
225	11:50:47	11:54:54	12:08:06	0:04:07	0:13:12	0:17:19
226	11:51:51	12:11:55	12:23:08	0:20:04	0:11:13	0:31:17
227	11:57:42	12:23:00	12:27:14	0:25:18	0:04:14	0:29:32
228	11:58:16	12:07:44	12:29:55	0:09:28	0:22:11	0:31:39
229	11:59:59	12:10:09	12:21:02	0:10:10	0:10:53	0:21:03

Anexo 2: Encuesta de satisfacción**Universidad Técnica del Norte****Encuestas para evaluar el nivel de satisfacción**

Estimados clientes: El propósito de esta encuesta es evaluar su nivel de satisfacción con respecto a los servicios brindados en el área de digitación. La información recopilada será utilizada meramente con fines académicos. La encuesta es anónima, por lo que le invitamos a responder con total sinceridad.

1. En la escala del 1 al 5. ¿Cómo evaluaría la satisfacción en relación al servicio brindado?

- Muy satisfecho
- Satisfecho
- Ni satisfecho ni insatisfecho
- Insatisfecho
- Muy insatisfecho

2. Cuando usted llegó al servicio. ¿Habían personas esperando para ser atendidos?

- Sí
- No

3. ¿Cuánto tiempo esperó en la fila antes de ser atendido?

- Menos de 5 minutos
- Entre 5 y 15 minutos
- Entre 15 y 30 minutos
- Entre 30 minutos y 1 hora
- Más de 1 hora

4. ¿Cómo consideraría el tiempo que usted esperó en la fila para ser atendido?

- Muy largo

- Largo
- Ni corto ni largo
- Corto
- Muy corto

5. ¿Cuánto tiempo se demoró en ventanilla para realizar su trámite?

- Menos de 5 minutos
- Entre 5 y 15 minutos
- Entre 15 y 30 minutos
- Entre 30 minutos y 1 hora
- Más de 1 hora

6. ¿Cómo consideraría el tiempo que se demoró en ventanilla para realizar su trámite?

- Muy largo
- Largo
- Ni corto ni largo
- Corto
- Muy corto

7. ¿Está usted de acuerdo en que el número actual de ventanillas es adecuado y suficiente para atender a las personas con total normalidad, evitando la formación de filas largas y asegurando una experiencia eficiente en el servicio?

- Si
- No

8. ¿Cómo evalúa la capacitación al personal para llevar a cabo sus tareas de manera óptima?

- Excelente

- Muy bueno

- Bueno

- Regular

- Deficiente