



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA

**“APLICACIÓN DE UN MODELO EN COLAS PARA
DETERMINAR EL NÚMERO ÓPTIMO DE VENTANILLAS QUE
SATISFAGA A LOS USUARIOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA
MATRIZ RIOBAMBA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado previo a la obtención del título de
INGENIERA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

AUTORA: TAMAYO CALERO JOSELIN LISET

TUTOR: MAT. MARCELO CORTEZ

Riobamba-Ecuador

Diciembre, 2017

© 2017, Tamayo Calero Joselin Liset

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA

El tribunal de titulación certifica que el Proyecto de investigación: “**APLICACIÓN DE UN MODELO EN COLAS PARA DETERMINAR EL NÚMERO ÓPTIMO DE VENTANILLAS QUE SATISFAGA A LOS USUARIOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA MATRIZ RIOBAMBA**” de responsabilidad de la Señorita Joselin Liset Tamayo Calero, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Mat. Marcelo Cortez

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Alexandra Viñan

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Yo, Joselin Liset Tamayo Calero declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Joselin Liset Tamayo Calero

060437322-5

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la sabiduría, la fuerza y los ánimos para luchar y seguir adelante, guiando mis pasos en todo momento.

A mis padres, Ángel y Marcia quienes con su ejemplo y apoyo incondicional fueron parte de este logro, regalándome la mejor herencia de la vida, mi profesión.

Y a toda mi familia y amigos quienes fueron un pilar esencial en la obtención de este título.

Joselin L. Tamayo C.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme guiado mis pasos, y por brindarme la capacidad y la perseverancia, para alcanzar cada una de las metas propuestas en mi vida.

A la Empresa Eléctrica Riobamba S.A por haberme abierto sus puertas para la elaboración de la investigación.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme formado en una profesional, a mis maestros quienes me brindaron sus conocimientos siendo siempre un gran apoyo pasa como alumna.

A mi director de trabajo de titulación Mat. Marcelo Cortez y a la Ing. Alexandra Viñan asesora, quienes con mucha paciencia, colaboraron con su experiencia en la culminación de este trabajo de investigación.

Y a todos mis amigos y familiares que durante el transcurso de mi formación como profesional han estado presentes dándome su apoyo y cariño.

Joselin L. Tamayo C.

CONTENIDO

RESUMEN.....	xviii
SUMMARY	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1 MARCO REFERENCIAL	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.1 Formulación del problema	3
1.2 Justificación	3
1.3 Antecedentes:	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II	
2 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Introducción a la teoría de colas	6
2.2 Modelo básico de una línea de espera.....	6
2.3 Elementos existentes en un modelo de colas.....	7
2.3.1 Fuente de Entrada	7
2.3.2 Patrón de arribo.....	7
2.3.3 Cola o Fila de espera	7
2.3.4 Proceso de Servicio	7
2.3.5 Disciplina de la cola	7
2.3.5.1 Disciplina FIFO	7
2.3.5.2 Disciplina LIFO	8
2.3.5.3 PRI.....	8
2.3.6 Mecanismos del Servicio	8

2.3.7	<i>Tasa de Servicio</i>	8
2.3.8	<i>Costo de Espera</i>	9
2.3.9	<i>Costo de Servicio</i>	9
2.4	Clasificación de un sistema de línea de espera	9
2.4.1	<i>Una cola, un servidor</i>	9
2.4.2	<i>Una cola, múltiples servidores</i>	9
2.4.3	<i>Varias colas, múltiples servidores</i>	10
2.5	Distribución de llegadas	10
2.6	Distribución de los tiempos de servicio	10
2.7	Notación de Kendall	11
2.8	Modelo de línea de espera de múltiples canales con llegadas Poisson y tiempos de servicio Exponenciales m/m/k.	12
2.9	Análisis económico de la línea de espera	13
CAPÍTULO III		
3	METODOLOGÍA	15
3.1	Tipo y diseño de investigación	15
3.1.1	<i>Características de la muestra</i>	15
3.1.2	<i>Población objetivo</i>	15
3.1.3	<i>Diseño de la muestra</i>	17
3.2	Métodos, Instrumentos y Técnicas de recolección de datos	17
3.2.1	<i>Métodos y técnicas</i>	17
3.2.2	<i>Instrumentos</i>	18
3.3.	Aplicación de la encuesta	18
3.3.1	<i>Objetivo de la encuesta</i>	18
3.4	Determinación de la base de datos	18
3.4.1	<i>Recolección de la información</i>	18
3.4.2	<i>Base de datos</i>	19
3.4.3	<i>Análisis descriptivo de la encuesta</i>	19
CAPÍTULO IV		
4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	21

4.1	Análisis del modelo en colas	38
4.2	Modelo en colas	39
4.2.1	<i>Planteamiento de la hipótesis</i>	39
4.2.2	<i>Base de datos para el modelo en colas</i>	39
4.2.2.1	<i>Tasa de llegadas</i>	39
4.2.2.2	<i>Cálculo de la tasa de llegadas</i>	42
4.2.2.3	<i>Tasa de servicio</i>	47
4.2.2.4	<i>Cálculo de la tasa de servicio</i>	50
4.2.2.5	<i>Regla de decisión</i>	56
4.2.2.6	<i>Modelo de línea de espera de canal múltiple (M/M/3) y (M/M/4)</i>	56
4.2.2.7	<i>Resultados para el modelo de línea de espera de canal múltiple (M/M/3)</i>	56
4.2.2.8	<i>Resultados para el modelo de línea de espera de canal múltiple (M/M/4)</i>	58
4.2.2.9	<i>Análisis, comparación y decisión de los resultados obtenidos de los modelos de líneas de espera estudiados</i>	61
	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3	Población usuarios atendidos departamento de Recaudación EERSA año 2016..	16
Tabla 2-3	Distribución del horario	20
Tabla 1-4	Tasa de llegadas de los usuarios para ser atendidos en el departamento de recaudación de la EERSA en los tres distintos horarios.	40
Tabla 2-4	Tasa de llegadas global - Horario de la mañana	45
Tabla 3-4	Tasa de llegadas global - Horario del medio día.....	46
Tabla 4-4	Tasa de llegadas global - Horario de la tarde.....	47
Tabla 5-4	Tasa de servicio de los usuarios atendidos en el departamento de recaudación de la EERSA en los tres distintos horarios.	48
Tabla 6-4	Tasa de Servicio Global de los usuarios al ser atendidos - Horario de la mañana	53
Tabla 7-4	Tasa de Servicio Global de los usuarios al ser atendidos - Horario del medio día	54
Tabla 8-4	Tasa de Servicio Global de los usuarios al ser atendidos - Horario de la tarde	55
Tabla 9-4	Datos obtenidos para el modelo M/M/3 - Horario de la mañana.....	56
Tabla 10-4	Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/3 - Horario de la mañana	57
Tabla 11-4	Datos obtenidos para el modelo M/M/3 - Horario del medio día	57
Tabla 12-4	Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/3 - Horario del medio día.....	57
Tabla 13-4	Datos obtenidos para el modelo M/M/3 - Horario de la tarde	58
Tabla 14-4	Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/3 - Horario de la tarde.....	58
Tabla 15-4	Datos obtenidos para el modelo M/M/4 - Horario de la mañana.....	58
Tabla 16-4	Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/4 - Horario de la mañana	59
Tabla 17-4	Datos obtenidos para el modelo M/M/4 - Horario del medio día	59
Tabla 18-4	Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/4 - Horario del medio día.....	60
Tabla 19-4	Datos obtenidos para el modelo M/M/4 - Horario de la tarde	60
Tabla 20-4	Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/4 - Horario de la tarde.....	60
Tabla 21-4	Comparación de resultados de los modelos M/M/3 y M/M/4 - Horario de la mañana	61

Tabla 22-4	Comparación de resultados de los modelos M/M/3 y M/M/4 - Horario del medio día.....	62
Tabla 23-4	Comparación de resultados de los modelos M/M/3 y M/M/4 - Horario de la tarde.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2	Proceso básico de colas	6
Figura 2-2	Elementos de un modelo en colas	7
Figura 3-2	Disciplina FIFO	8
Figura 4-2	Disciplina LIFO.....	8
Figura 5-2	Clasificación de Colas	9

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3	Población de Usuarios atendidos en el año 2016.....	16
Gráfico 1-4	Edad de los usuarios encuestados en el horario de la mañana	21
Gráfico 2-4	Edad de los usuarios encuestados en el horario del medio día	22
Gráfico 3-4	Edad de los usuarios encuestados en el horario de la tarde	22
Gráfico 4-4	Porcentaje del sexo de los usuarios encuestados en el horario de la mañana	23
Gráfico 5-4	Porcentaje de sexo de los usuarios encuestados en el horario del medio día.....	23
Gráfico 6-4	Porcentaje del sexo de los usuarios encuestados en el horario de la tarde.....	24
Gráfico 7-4	Pregunta 1 - Horario de la mañana	25
Gráfico 8-4	Pregunta 1 - Horario del medio día.....	25
Gráfico 9-4	Pregunta 1 - Horario de la tarde.....	26
Gráfico 10-4	Pregunta 2 - Horario de la mañana	26
Gráfico 11-4	Pregunta 2 - Horario del medio día.....	27
Gráfico 12-4	Pregunta 2 - Horario de la tarde.....	27
Gráfico 13-4	Pregunta 3 - Horario de la mañana	28
Gráfico 14-4	Pregunta 3 - Horario del medio día.....	28
Gráfico 15-4	Pregunta 3 - Horario de la tarde.....	29
Gráfico 16-4	Pregunta 4 - Horario de la mañana	30
Gráfico 17-4	Pregunta 4 - Horario del medio día.....	30
Gráfico 18-4	Pregunta 4 - Horario de la tarde.....	31
Gráfico 19-4	Pregunta 5 - Horario de la mañana	32
Gráfico 20-4	Pregunta 5 - Horario del medio día.....	32
Gráfico 21-4	Pregunta 5 - Horario de la tarde.....	33
Gráfico 22-4	Pregunta 6 - Horario de la mañana	34
Gráfico 23-4	Pregunta 6 - Horario del medio día.....	34
Gráfico 24-4	Pregunta 6 - Horario de la tarde.....	35
Gráfico 25-4	Pregunta 6 - Respuestas a la opción Otro – Horario de la mañana.....	35
Gráfico 26-4	Pregunta 6 - Respuestas a la opción Otro – Horario del medio día	36
Gráfico 27-4	Pregunta 6 - Respuestas a la opción Otro – Horario de la tarde	36
Gráfico 28-4	Pregunta 7 - Horario de la mañana	37
Gráfico 29-4	Pregunta 7 - Horario del medio día.....	37
Gráfico 30-4	Pregunta 7 - Horario de la tarde.....	38
Gráfico 31-4	Función de Distribución de Probabilidad de Poisson - Horario de la Mañana ..	43
Gráfico 32-4	Función de Distribución de Probabilidad de Poisson - Horario del medio día..	43
Gráfico 33-4	Función de Distribución de Probabilidad de Poisson - Horario de la tarde	44

Gráfico 34-4	Tasa de Llegadas de los usuarios en el horario de la mañana.....	45
Gráfico 35-4	Tasa de Llegadas de los usuarios en el horario del medio día	46
Gráfico 35-4	Tasa de Llegadas de los usuarios en el horario de la tarde	47
Gráfico 37-4	Función de Distribución de Probabilidad Exponencial - Horario de la mañana	51
Gráfico 38-4	Función de Distribución de Probabilidad Exponencial - Horario del medio día	51
Gráfico 39-4	Función de Distribución de Probabilidad Exponencial - Horario de la tarde	52
Gráfico 40-4	Tasa de Servicio de los usuarios al ser atendidos en el horario de la mañana ...	53
Gráfico 41-4	Tasa de Servicio de los usuarios al ser atendidos en el horario del medio día ..	54
Gráfico 42-4	Tasa de Servicio de los usuarios al ser atendidos en el horario de la tarde.....	55

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A	Respuestas a la encuesta – Edad del usuario
ANEXO B	Respuestas a la encuesta – Sexo del usuario
ANEXO C	Respuestas a la encuesta – Pregunta 1
ANEXO D	Respuestas a la encuesta – Pregunta 2
ANEXO E	Respuestas a la encuesta – Pregunta 3
ANEXO F	Respuestas a la encuesta – Pregunta 4
ANEXO G	Respuestas a la encuesta – Pregunta 5
ANEXO H	Respuestas a la encuesta – Pregunta 6
ANEXO I	Respuestas a la encuesta – Pregunta 7
ANEXO J	Tasa de llegada de los usuarios
ANEXO K	Tasa de servicio de los usuarios
ANEXO L	Prueba De Kolmogorov Smirnov
ANEXO M	Encuesta aplicada a los usuarios
ANEXO N	Toma de datos EERSA

LISTA DE ABREVIATURAS

CTC: Compañía de telefonía de Copenhague

FIFO: (first in, first out) Primero en llegar, primero en ser atendido.

LIFO: (last in, first out) El último en llegar es el primero en salir.

PRI: Esta disciplina se basa en la prioridad

Notación de Kendall

A: denota la distribución de probabilidad de las llegadas

B: denota la distribución de probabilidad del tiempo de servicio

K: denota el número de canales

Las letras en las posiciones A o B pueden tomar las diferentes notaciones:

M: Significa en A que la tasa de llegadas sigue una distribución de Poisson y en B que las tasas de servicio siguen una distribución exponencial.

D: Significa que las llegadas A o el tiempo de servicio B son determinísticos o constantes.

G: Significa que las llegadas A o el tiempo de servicio B tienen una distribución de probabilidad con una media y varianza conocidas.

M/M/1: Modelo de línea de espera de canal único con llegadas Poisson y tiempos de servicio exponenciales se clasifica como modelo

M/M/k: Modelo de línea de espera de múltiples canales con llegadas Poisson y tiempos de servicio exponenciales clasificará como modelo

P₀: Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

L_q: Número promedio de unidades en la línea de espera

L: Número promedio de unidades en el sistema

W_q : Tiempo promedio que una unidad pasa en la línea de espera

W: Tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema

P_w : Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar a que la atiendan

P_n : Probabilidad de que haya n unidades en el sistema

C_w : costo de espera por periodo de tiempo de cada unidad

L: número promedio de unidades en el sistema

C_s : costo de servicio por periodo de tiempo de cada canal

K: número de canales

TC: costo total por periodo de tiempo

RESUMEN

El objetivo fue aplicar un modelo en colas para determinar el número óptimo de ventanillas para agilizar y mejorar el desempeño dentro del Departamento de Recaudación de la Empresa Eléctrica Matriz Riobamba, garantizando así la satisfacción de los usuarios. Se emplearon varias técnicas e instrumentos para la recolección de la información, específicamente la aplicación de encuestas y la observación de forma directa, en donde la elaboración del proyecto estuvo dado en la planificación, la toma de datos, el análisis y la aplicación del modelo adecuado. Se aplicó análisis descriptivo y modelos de líneas de espera con la ayuda del software Excel. Al obtener los datos reales del Departamento de Recaudación, se mostró que al contar en la actualidad con 3 servidores existe una demora notable en el promedio de los usuarios que pasan en el sistema de 0.11 mientras que con el modelo propuesto en donde se implementará un servidor, los usuarios reducirían a 0.08; de igual forma en los tiempos que esperan los usuarios este reduce de 0.03 minutos a 0.01 minutos con dicho modelo. Se llegó a una solución viable y confiable la misma que consiste en la implementación de un servidor más en el departamento, debido a que de esta manera se consiguió que las largas colas y tiempos que suelen esperar los usuarios reduzcan considerablemente y así obtener la satisfacción de los mismos.

Palabras Claves: <ESTADISTICA>, <ENCUESTAS>, <INSATISFACCIÓN DE USUARIOS>, <TEORÍA DE COLAS>, <ANÁLISIS DESCRIPTIVO>, <MODELO DE LÍNEAS DE ESPERA>.

SUMMARY

The aim was to apply a model in queues to determine the optimal number of windows to speed up and improve the performance within the Collection Department of Riobamba Electric Company, thus guaranteeing the users' satisfaction. Several techniques and instruments were used for the collection of information, specifically the application of surveys and direct observation, where the elaboration of the project was given in the planning, data collection, analysis and the appropriate model application. Descriptive analysis and waiting line models were applied by Excel software. After obtaining the real data of the Department of Collection, it was shown that when currently having three servers there is a notable delay in the average number of users spending 0.11 in the system, while with the proposed model where a server will be implemented, users will reduce to 0.08; likewise, the waiting time is reduced from 0.03 to 0.01 minutes. We came at the viable and confinable solution that consists of the implementation of one more server in the department, since in this way achieved that the long queues and waiting times be considerably reduced and consequently obtain users' satisfaction.

Key words: <STATISTICS>, <SURVEYS>, <USERS' DISSATISFACTION>, <THEORY OF QUEUES>, <DESCRIPTIVE ANALYSIS>, <WAITING LINE MODEL>.

INTRODUCCIÓN

La Empresa Eléctrica Riobamba matriz S.A. (EERSA), es una entidad muy prestigiada, por los servicios de calidad que brinda y por su acatamiento a sus principales objetivos de generar energía eléctrica, esto se ha venido logrando gracias a las actividades que cada departamento realiza y al desempeño de quienes lo conforman.

No obstante, para el desarrollo diario de cada empresa, van aumentando las necesidades de la misma, sean estas en la parte financiera, personal, económica, para lo cual se torna indispensable el supervisar las actividades de cada departamento para prevenir el manejo de los recursos y el buen estado de los mismos.

De este modo, en el departamento de recaudación en donde se encargan del cobro de las planillas de luz, se ha visto la necesidad de realizar un estudio en teoría de colas o líneas de espera con la finalidad de evaluar el servicio que se presta en dicha área para observar si los usuarios están satisfechos con la atención del personal y si el tiempo que tardan en ser atendidos es el óptimo.

El estudio de las líneas de espera, tiene un valor muy útil dentro de las empresas dado que muchos problemas se pueden caracterizar, como un problema de congestión, en la vida cotidiana, un fenómeno común es la formación de colas, la misma que ocurre cuando los usuarios que buscan un servicio son mayores a la capacidad con el que cuenta dicho servicio.

El objetivo principal de este estudio, es el minimizar los tiempos que los usuarios suelen esperar para su cobro de las planillas, es decir el tiempo que suelen pasar en la cola y el tiempo que tardan hasta ser atendidos, por medio de la aplicación de un modelo óptimo el mismo que ayude a reducirlos tiempos de espera de los usuarios en el sistema.

Por tal motivo, se ha considerado importante este estudio, dado que los resultados del modelo ayudarán para la evaluación y toma de decisiones con respecto al área de recaudación de la EERSA.

El Capítulo I del trabajo de investigación, hace referencia a lo que es el problema formal, los antecedentes existentes y la justificación del porque se realiza la aplicación de una teoría de colas determinada.

El Capítulo II, hace referencia al marco teórico necesario para realizar este trabajo de investigación. Por medio del cual se llegó a tener el conocimiento necesario para elaborar dicho trabajo y las bases fundamentales para el desarrollo del mismo.

El capítulo III, nos presenta la línea de investigación, por medio del cual se evaluó la metodología necesaria para la aplicación del modelo en colas óptimo.

Y por último el Capítulo IV conlleva el análisis de los resultados y la elaboración de las conclusiones y la propuestas de mejora en el departamento de recaudación de la EERSA.

CAPÍTULO I

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 Planteamiento del problema

El estudio de las líneas de espera, tienen mucha importancia debido a que pueden proporcionar tanto bases teóricas del tipo de servicio que se puede esperar del departamento de recaudación de la EERSA, como de la forma en la cual dicho recurso puede ser diseñado para que pueda proporcionar un determinado grado de satisfacción en el servicio que brindan a sus usuarios.

Actualmente en la EERSA, matriz no existe un modelo de líneas de espera, ni ningún tipo de estudio determinado en el servicio de recaudación el cual permita realizar una eficiente utilización de los recursos necesarios para la adecuada atención de los usuarios que visitan dichas instalaciones.

Por lo que dicho proyecto de investigación ayudará a mejorar la calidad de servicio en el departamento mencionado anteriormente mediante la aplicación de un modelo en colas que permita determinar el número óptimo de ventanillas que satisfaga a los usuarios.

1.1.1 *Formulación del problema*

¿La aplicación de un modelo en colas que determine el número óptimo de ventanillas servirá para satisfacer a los usuarios de la Empresa Eléctrica Matriz de Riobamba?

1.2 Justificación

Esta investigación se realiza con la finalidad de aportar conocimiento sobre teoría de colas, el cual nos ayudará a evaluar si los servicios que está brindando en la actualidad el departamento de

recaudación de la EERSA son los indicados y de esta manera observar si los usuarios se sienten satisfechos de la atención que recibieron y si el tiempo en el cual fueron atendidos es apropiado.

Este trabajo se lo ejecuta debido a que existe la necesidad de optimizar los tiempos que los usuarios suelen esperar a ser atendidos para realizar el pago de sus planillas por medio de la aplicación de una teoría de colas, la misma que ayudará a minimizar los tiempos y de esta forma lograr la satisfacción de los usuarios.

Con los datos que se obtengan de la investigación se podrá sistematizar una propuesta de mejoramiento para poder incorporar en el departamento, y así se llegaría a demostrar que el uso de la teoría de colas mejora los tiempos que los usuarios esperan ser atendidos.

1.3 Antecedentes:

En el 2005 – La estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Blanca Ramos, realizó el estudio de “La teoría de colas como herramienta para optimizar el servicio en una entidad municipal”, en donde después de realizar el estudio en colas llegó a la conclusión de que en Caja se requiere de la contratación de otro empleado mientras que en las demás áreas se recomienda seguir proporcionando a los usuarios calidad en el servicio. (RAMOS, 2005)

En el 2013 – En la Universidad Politécnica de Cartagena en España, el estudiante Pedro Vera realizó la “Aplicación de la teoría de colas a la atención al público de una correduría de seguros”, en donde los resultados del estudio empírico recomiendan el empleo de 3 servidores puesto que ofrece resultados aceptables para la empresa reduciendo de esta manera los tiempos de espera. (VERA, 2013, pp. 41-42)

En el 2011 – Angélica Barreno estudiante de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, realizó un estudio denominado “Propuesta de un modelo de optimización de tránsito basado en teoría de colas para la ciudad de Riobamba”. El caso de estudio se lo realizó en la calle Primera Constituyente limitado entre Carabobo y Eugenio Espejo, llegando a la conclusión de que se debe aumentar la capacidad vial lo cual se conseguiría habilitando 3 carriles en la Primera Constituyente. (BARRENO, 2011, pp. 353-354)

En el 2014 – el estudiante de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Franklin Cazorla realizó su estudio llamado “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”, en donde se concluye el implementar un servidor más en dicho departamento para satisfacer al paciente, reduciendo de esta manera los tiempos de espera. (CAZORLA, 2014, pp. 92-94)

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Aplicar un modelo en colas para determinar el número óptimo de ventanillas que satisfaga a los usuarios de la Empresa Eléctrica Matriz de Riobamba.

1.4.2 Objetivos específicos

- Recopilar la información para la elaboración de la base de datos.
- Analizar la información obtenida para observar la situación actual de la EERSA.
- Determinar los parámetros que intervienen en el modelo que ayude a minimizar los tiempos de espera de los usuarios en el sistema.
- Emplear el modelo óptimo que minimizó los tiempos de espera en el sistema.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción a la teoría de colas

La teoría de las colas es el estudio matemático de las colas o líneas de espera. La formación de una cola, es un problema muy común, el mismo que sucede siempre que la demanda de usuarios que buscan un determinado servicio excede dicho servicio con el que cuenta una empresa.

En si la teoría de colas no ayuda a resolver de una forma directa un problema, pero contribuye con información importante la misma que se utiliza para tomar decisiones pertinentes, pronosticando de esta manera varias características sobre la línea de espera.

2.2 Modelo básico de una línea de espera

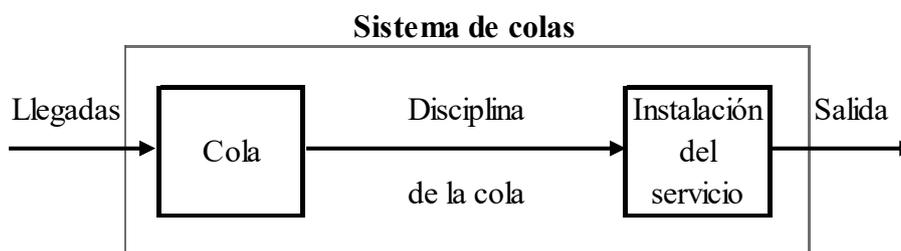


Figura 1-2 Proceso básico de colas

Fuente: (Leandro, 2008, p. 10)

Un modelo de colas se puede dividir en dos componentes básicos: estos son la cola y la instalación del servicio. Una vez que los usuarios llegan y no existe nadie en la cola, puede recibir de una vez el servicio, si esto no ocurre debe unirse a la cola existente, dicha cola no incluye al usuario que ya está siendo atendido.

Por lo general los usuarios son atendidos en el orden que llegan pero suelen haber prioridades.

2.3 Elementos existentes en un modelo de colas

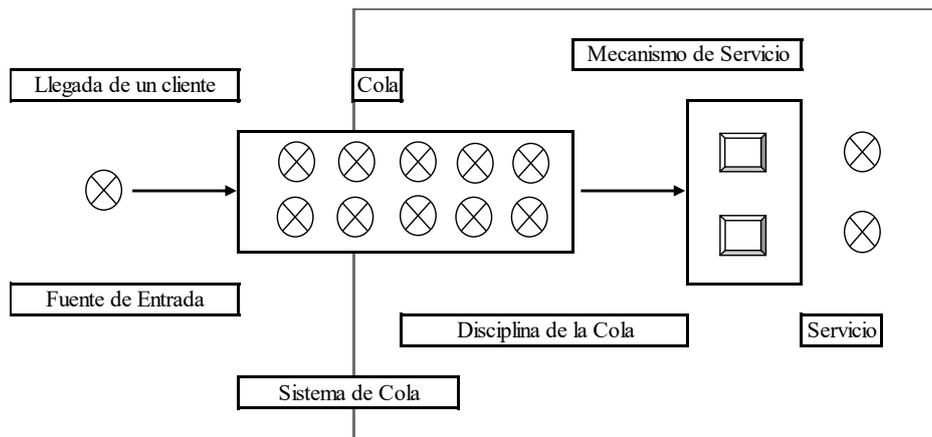


Figura 2-2 Elementos de un modelo en colas

Fuente: (DIAZ, 2014, p. 9)

2.3.1 Fuente de Entrada

Son los usuarios que llegan a una empresa en busca de un servicio, cabe recalcar que estos no solo pueden ser personas sino también automóviles, máquinas, documentos, etc.

2.3.2 Patrón de arribo

Es la forma en cómo llegaron los clientes, sean estos solos, acompañados, por medio de citas previas.

2.3.3 Cola o Fila de espera

Se refiere a la fila en sí que hacen los usuarios esperando que los atiendan.

2.3.4 Proceso de Servicio

Son los factores que intervienen para brindar el servicio, estos pueden ser el tiempo que se requiere para que los usuarios sean atendidos, si el servicio se mantiene constante a medida que la fila se acorta o se alarga.

2.3.5 Disciplina de la cola

Es la manera en cómo se seleccionan a los usuarios que se encuentran en la cola para ser atendidos. Dentro de esta tenemos varios tipos de disciplinas:

2.3.5.1 Disciplina FIFO

Primero en llegar, primero en ser atendido.

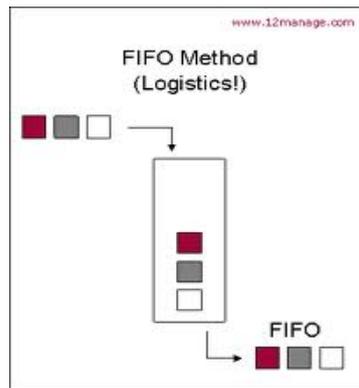


Figura 3-2. Disciplina FIFO

Fuente: (NARRC, 2012)

2.3.5.2 Disciplina LIFO

El último en llegar es el primero en salir.

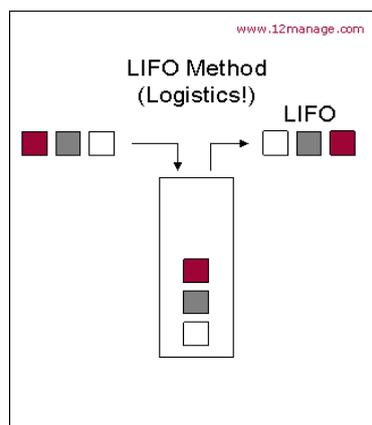


Figura 4-2. Disciplina LIFO

Fuente: (NARRC, 2012)

2.3.5.3 PRI

Esta disciplina se basa en la prioridad que un cliente tiene para ser atendido.

2.3.6 Mecanismos del Servicio

Consiste en la manera como se atiende a los usuarios, sea esta por un solo servidor o si hay varios servidores.

2.3.7 Tasa de Servicio

Número promedio de clientes que pueden ser atendidas en un periodo de tiempo.

2.3.8 Costo de Espera

El costo de espera es uno de los costos más difíciles de evaluar, puesto que a pesar de no ser un costo directo para una empresa, generalmente este costo se da cuando un servidor no abastece a los usuarios que llegan a la empresa, y estos usuarios se cansan de esperar y abandonan la cola, de esta forma se produce un costo de pérdida de oportunidad.

2.3.9 Costo de Servicio

El costo de servicio por lo contrario es muy sencillo de determinar, éste se asocia a la operación que realiza un servidor dentro de una empresa, dentro de estos costos estarán las prestaciones del servidor, el salario, y cualquier otro costo que este directamente asociado con el servidor.

2.4 Clasificación de un sistema de línea de espera

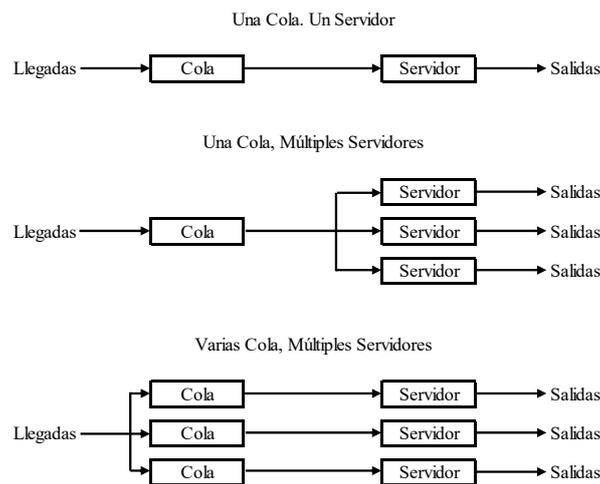


Figura 5-2. Clasificación de Colas

Fuente: (NARRC, 2012)

2.4.1 Una cola, un servidor

En este tipo de línea de espera, los usuarios esperan ser atendidos dependiendo de la forma en la que llegan por un solo servidor. Los primeros en llegar serán los primeros en ser atendidos.

2.4.2 Una cola, múltiples servidores

Este modelo se compone de varios servidores, los mismos que se supone tienen la misma capacidad de servicio, los usuarios que llegan esperan en una sola cola y luego se dirigirán al primer servidor que se encuentre disponible para que reciba la atención.

2.4.3 Varias colas, múltiples servidores

En este tipo de línea de espera, existen varios servidores y de igual forma existen varios usuarios en varias colas. Dentro de este modelo existen dos tipos, el primero en el cual no se pueden cambiar de cola los usuarios es decir se atiende a usuarios específicos, y el otro en el que se pueden cambiar de cola los usuarios.

2.5 Distribución de llegadas

Debido a que el número de usuarios que entran en busca de un servicio no es un valor constante, la definición del proceso de llegada a una línea de espera implica determinar la distribución probabilística del número de llegadas en un lapso de tiempo determinado.

Cuando en una línea de espera las llegadas ocurren al azar e independientemente de otras llegadas, y no se puede predecir cuándo ocurrirá una. En esos casos, los analistas cuantitativos han encontrado que la distribución de probabilidad de Poisson provee una buena descripción del patrón de llegadas.

La función de probabilidad de Poisson da la probabilidad de llegadas en un periodo de tiempo específico. La función de probabilidad es la siguiente: (ANDERSON, et al., 2011, pp. 656-684)

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \text{ con } x = 0, 1, 2, \dots \quad [1]$$

donde:

x = número de llegadas en un periodo de tiempo

λ = número promedio de usuarios que llegan a la cola en un tiempo determinado.

$e = 2.71828$

2.6 Distribución de los tiempos de servicio

El tiempo de servicio, es el tiempo que un cliente emplea en la instalación de servicio una vez que éste se ha iniciado. Es decir, el tiempo de servicio inicia cuando un cliente comienza a interactuar con el servidor y continúa hasta que el cliente es atendido.

Los tiempos de servicio rara vez son constantes. En una empresa, el número de atenciones y la combinación de estos pedidos varían considerablemente de un cliente al siguiente. Las atenciones pequeñas pueden manejarse en cuestión de segundos, pero las grandes pueden requerir más de dos minutos.

Si se supone que la distribución probabilística del tiempo de servicio, sigue una distribución probabilística exponencial, existen ecuaciones que proporcionan información útil sobre la operación de la línea de espera. Utilizando una distribución probabilística exponencial, la probabilidad de que el tiempo de servicio sea menor que o igual a un tiempo de duración t es: (ANDERSON, et al., 2011, pp. 656-684)

$$P(\text{tiempo de servicio} \leq t) = 1 - e^{-\mu t} \quad [2]$$

donde:

μ = número promedio de usuarios que pueden ser atendidos en un periodo de tiempo

$e = 2.71828$

2.7 Notación de Kendall

La notación de Kendall fue propuesta en 1953 por David G. Kendall para detallar un sistema de líneas de espera, consta de tres letras:

$$A / B / k$$

donde:

A denota la distribución de probabilidad de las llegadas

B denota la distribución de probabilidad del tiempo de servicio

k denota el número de canales

Las letras en las posiciones A o B pueden tomar las diferentes notaciones:

M Significa en A que la tasa de llegadas sigue una distribución de Poisson y en B que las tasas de servicio siguen una distribución exponencial.

D Significa que las llegadas A o el tiempo de servicio B son determinísticos o constantes.

G Significa que las llegadas A o el tiempo de servicio B tienen una distribución de probabilidad con una media y varianza conocidas.

Utilizando la notación Kendall, los modelos hasta ahora estudiados tendrían la siguiente notación:

Modelo de línea de espera de canal único con llegadas Poisson y tiempos de servicio exponenciales se clasifica como modelo **M/M/1**.

Modelo de línea de espera de múltiples canales con llegadas Poisson y tiempos de servicio exponenciales clasificara como modelo **M/M/k**. (ANDERSON, et al., 2011, pp. 656-684)

2.8 Modelo de línea de espera de múltiples canales con llegadas Poisson y tiempos de servicio Exponenciales m/m/k.

A continuación se presentan ecuaciones para determinar las características de operación constante de una línea de espera de múltiples canales que funcionan si y solo si se cumplen los siguientes supuestos:

- ✓ Las llegadas siguen una sola distribución de probabilidad de Poisson.
 - ✓ El tiempo de servicio de cada canal sigue una distribución de probabilidad exponencial.
 - ✓ La tasa de servicio μ para cada canal es la misma.
 - ✓ Los usuarios esperan en una sola línea y luego se dirigen al primer servidor disponible.
- (ANDERSON, et al., 2011, pp. 656-684)

Por lo tanto si se cumplen estos supuestos las formulas a utilizar son las siguientes, donde:

λ = tasa de llegadas de cada unidad

μ = tasa de servicios

k = número de canales

1. Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{k-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^k}{k!} \left(\frac{k\mu}{k\mu - \lambda} \right)} \quad [3]$$

2. Número promedio de unidades en la línea de espera

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^k \lambda \mu}{(k-1)! (k\mu - \lambda)^2} P_0 \quad [4]$$

3. Número promedio de unidades en el sistema

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad [5]$$

$$L > L_q$$

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

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad [6]$$

5. Tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad [7]$$
$$W > W_q$$

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

$$P_w = \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \left(\frac{k\mu}{k\mu - \lambda} \right) P_0 \quad [8]$$

7. Probabilidad de que haya n unidades en el sistema

$$P_n = \frac{\left(\lambda/\mu \right)^n}{n!} P_0 \quad \text{con } n \leq k \quad [9]$$
$$P_n = \frac{\left(\lambda/\mu \right)^n}{k! k^{(n-k)}} P_0 \quad \text{con } n \geq k$$

2.9 Análisis económico de la línea de espera

En la mayoría de los casos se establecerá una política de línea de espera, basándose en los costos que implican explicar dicho sistema. Para realizar un análisis económico se debe desarrollar un modelo de costo total el mismo que incluye el costo de espera y el costo de servicios.

Para desarrollar un modelo de costo total de una línea de espera, se comenzará por definir la notación que se utilizará: (ANDERSON, et al., 2011, pp. 656-684)

C_w = costo de espera por periodo de tiempo de cada unidad

L = número promedio de unidades en el sistema

C_s = costo de servicio por periodo de tiempo de cada canal

k = número de canales

TC = costo total por periodo de tiempo

El costo total es la suma del costo de espera y el costo de servicio; es decir:

$$TC = c_w L + c_s k$$

[10]

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

En este capítulo se detalla el diseño muestral que se utilizó para la investigación, dentro del mismo se incluirá el tipo de muestreo a utilizarse, la determinación del tamaño de la muestra; además se muestra el diseño de la encuesta y por último con éste análisis se puede evidenciar las características que sirven para que la Empresa Eléctrica Matriz pueda tomar las decisiones adecuadas en el área de recaudación.

3.1.1 Características de la muestra

Se va a aplicar muestreo aleatorio, en donde todos los usuarios tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. Se considera que un muestreo aleatorio es muy fiable y justo al momento de seleccionar una muestra a partir de la población.

3.1.2 Población objetivo

La investigación se aplicó a los usuarios que acuden a la Empresa Eléctrica Matriz, utilizando el informe de actividades del año 2016 de los usuarios atendidos en el departamento de Recaudación, durante todo el año. Donde se contabilizó una población de 30000 usuarios atendidos en dicho departamento y la distribución de los usuarios atendidos fue la siguiente:

Tabla 1-3. Población usuarios atendidos departamento de Recaudación EERSA año 2016

MESES	USUARIOS ATENDIDOS	% PACIENTES ATENDIDOS
ENERO	2484	8,28%
FEBRERO	2503	8,34%
MARZO	2563	8,54%
ABRIL	2459	8,20%
MAYO	2529	8,43%
JUNIO	2495	8,32%
JULIO	2468	8,23%
AGOSTO	2560	8,53%
SEPTIEMBRE	2482	8,27%
OCTUBRE	2476	8,25%
NOVIEMBRE	2526	8,42%
DICIEMBRE	2455	8,18%
TOTAL	30000	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

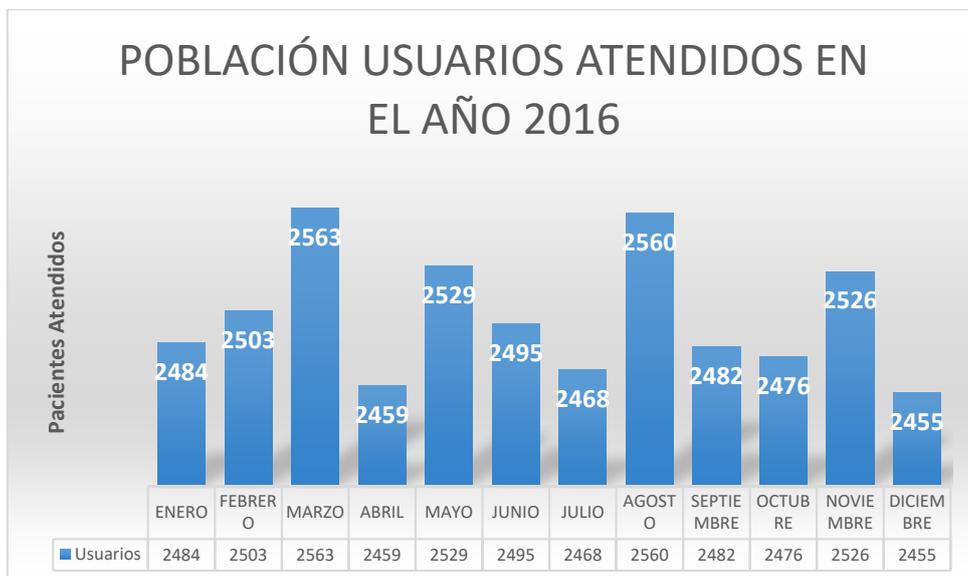


Gráfico 1-3. Población de Usuarios atendidos en el año 2016

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Se observa en la gráfica, que en el año 2016 en el departamento de Recaudación, el mes que se atendió una mayor cantidad de usuarios para el pago de sus planillas es Marzo con 2563 usuarios,

seguido del mes de Agosto con 2560 usuarios, mientras que Diciembre tuvo menor cantidad con 2455 usuarios.

3.1.3 Diseño de la muestra

La muestra es la parte numérica que representa a la población, por lo que establecer el tamaño de la muestra que se va a seleccionar es muy importante en cualquier estudio dado que ayudará a realizar un estudio más viable y creíble, en esta investigación puesto que se conoce el tamaño de la población de usuarios que asisten al departamento de Recaudación matriz de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A., se va a utilizar la siguiente fórmula para la determinación del tamaño de la muestra, debido a que es la fórmula más completa y mejor planteada y nos ayudará a obtener una muestra más confiable para el cálculo de la misma: (MAULE, 2014, pp. 3-5) (PICKERS, 2015).

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad [11]$$

donde:

N: Tamaño de la población (30000)

Z: Nivel de confianza (96%)

p: Probabilidad de éxito (0.05)

q: Probabilidad de fracaso (0.05)

e: Error máximo admisible (4%)

Para la realización del trabajo de investigación se realizará con un nivel de confianza del 96% estadísticamente, el error admisible será del 4%, se tendrá la misma probabilidad de éxito y de fracaso y nuestra población en estudio es de 30000 usuarios. Con estos datos y aplicando la ecuación 11 la muestra corresponde a **645 usuarios**, a los mismos que se les aplicará el estudio.

3.2 Métodos, Instrumentos y Técnicas de recolección de datos

3.2.1 Métodos y técnicas

Para la recolección de datos existe una gran diversidad de técnicas y herramientas para ser utilizadas, éstas pueden ser: encuestas, entrevistas, cuestionarios, los test y la observación.

Todas estas técnicas se las aplica con el fin de conseguir información que sea de utilidad para la investigación, en este caso se utilizó una encuesta y el método observacional para la toma de los datos.

ENCUESTA:

La encuesta es un método de investigación y recopilación de datos, los mismos que se utilizan para obtener información de una muestra de individuos sobre diversos temas. En esta ocasión se realizó una encuesta orientada a los usuarios de la Empresa Eléctrica Matriz Riobamba para obtener la determinación del nivel de satisfacción de atención del departamento de Recaudación.

OBSERVACIÓN:

EL método observacional consiste en captar, apreciar y percibir la realidad exterior, es muy útil para el análisis y se lo aplicará para la toma de tiempos de las diversas operaciones que realiza el usuario en el departamento de Recaudación.

3.2.2 Instrumentos

CUESTIONARIO:

El cuestionario es uno de los instrumentos para la recolección de datos más utilizado. Consiste en la formulación de un conjunto de preguntas para medir una o más variables de interés en un tiempo relativamente breve, en el cuál la persona que responde proporciona por escrito información sobre el tema dado.

3.3. Aplicación de la encuesta

3.3.1 Objetivo de la encuesta

Determinar el nivel de satisfacción de los usuarios de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. en el departamento de Recaudación.

3.4 Determinación de la base de datos

3.4.1 Recolección de la información

Para la recolección de la información de la investigación se la realizó por medio de encuestas a los usuarios que asistieron al departamento de Recaudación de la EERSA. Gracias a la ayuda del personal se pudo realizar las encuestas y la toma de tiempos por medio de la observación para el modelo en Colas de manera rápida y eficaz.

3.4.2 Base de datos

Luego de tener listas las variables en estudio, el paso a seguir consistió en revisar las preguntas de nuestra encuesta, en donde la información obtenida se la procesó de la siguiente forma:

- Se seleccionó los aspectos más importantes dentro del estudio.
- La información que fue obtenida de las encuestas fue analizada por medio de tablas y gráficas estadísticas.
- Los datos recogidos permitieron determinar el modelo en colas que se utilizó en el estudio.

3.4.3 Análisis descriptivo de la encuesta

Los datos que se obtuvieron de las 645 encuestas realizadas fueron de tipo informativo y teóricos dentro de los cuales tenemos:

Datos informativos.

- Edad
- Sexo
- Estado de gestación actual

Datos Teóricos.

- Información con respecto al trato que recibió dentro de la institución.
- Tiempo que tarda en ser atendido por el personal del departamento.
- Calificación de la calidad del servicio recibido por parte del departamento.
- Conocimiento de inconvenientes al realizar los pagos.
- Solución a los inconvenientes de manera satisfactoria para el usuario.
- Factores que deberían implementarse dentro del departamento.

Datos del tiempo de espera.

- Hora de llegada del usuario al departamento de Recaudación.
- Hora en que empieza a ser atendido el usuario por el personal.
- Hora en que termina en ser atendido el usuario.

La EERSA labora en un horario de 7:30 a 16:30; cabe recalcar que los datos fueron recogidos en tres distintos horarios para analizar de una manera más profunda lo que sucede dentro del departamento de recaudación de la EERSA y así observar en que horario existe algún inconveniente y dar solución al mismo.

Los horarios fueron separados de la siguiente manera:

Tabla 2-3. Distribución del horario

HORARIO		
MAÑANA	7:30 - 10:30	215 usuarios
MEDIO DIA	10:30 - 13:30	215 usuarios
TARDE	13:30 - 16:30	215 usuarios
TOTAL	7:30 – 16:30	645 usuarios

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se realiza el análisis de la encuesta, comenzando por los datos informativos de los encuestados:

EDAD DEL USUARIO

Se hace el análisis para los usuarios comprendidos entre las edades de 20 a 76 años, atendidos en los 3 distintos horarios:

- EN LA MAÑANA

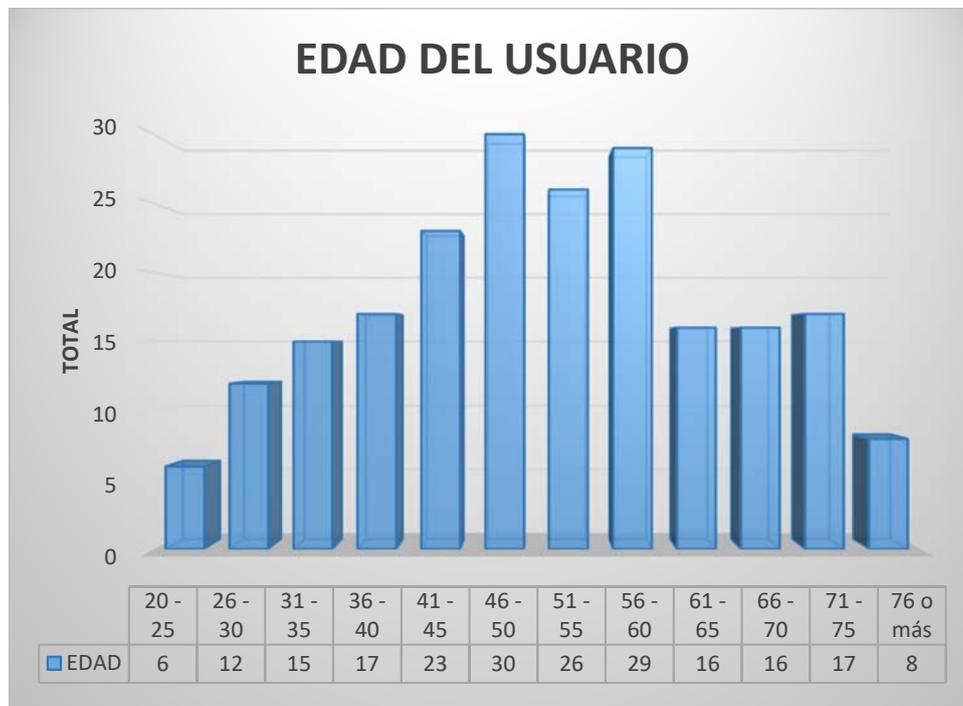


Gráfico 1-4. Edad de los usuarios encuestados en el horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **AL MEDIO DÍA**

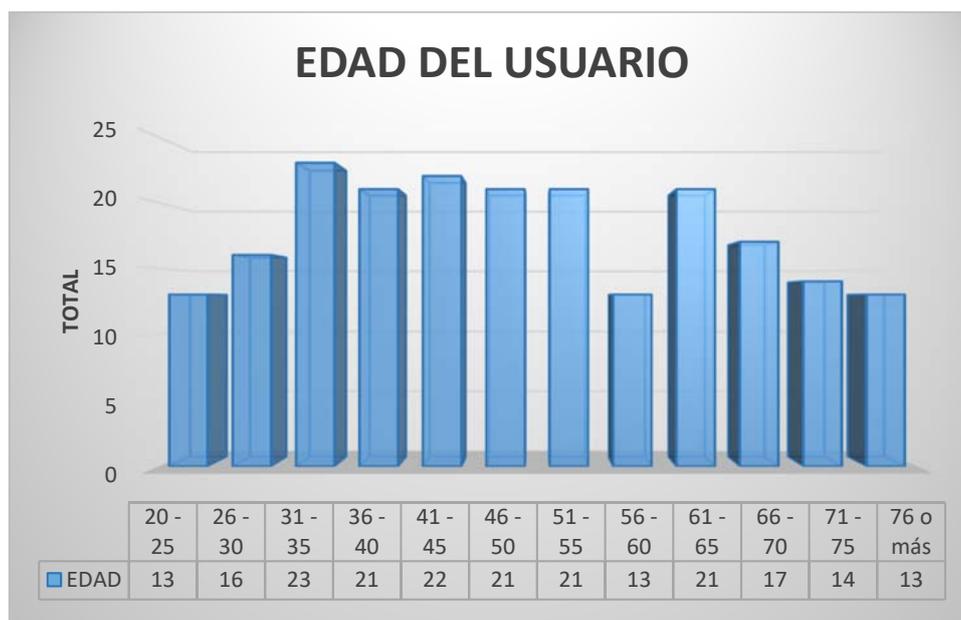


Gráfico 2-4. Edad de los usuarios encuestados en el horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **EN LA TARDE**

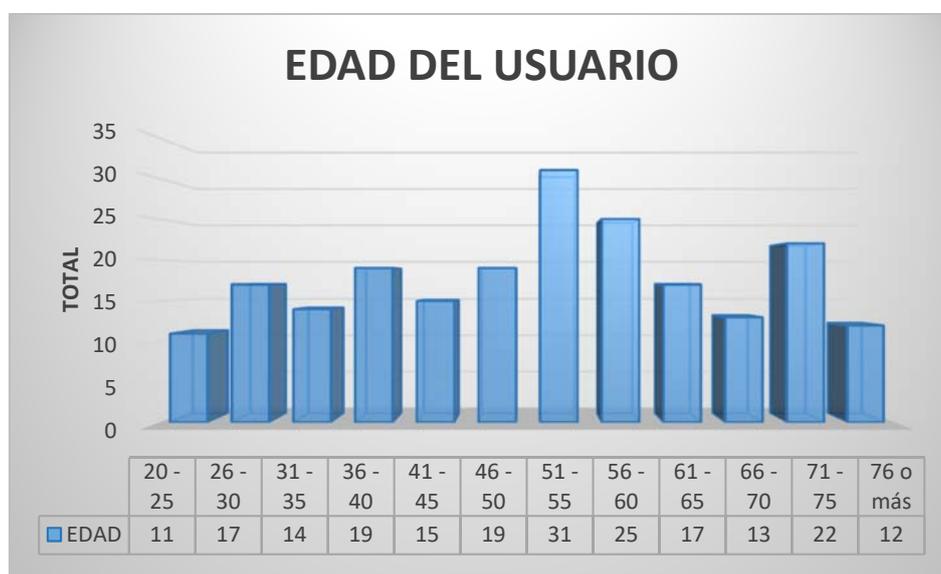


Gráfico 3-4. Edad de los usuarios encuestados en el horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Se puede observar en las gráficas que por la mañana la frecuencia más representativa es en los usuarios de 46 a 50 años, en los usuarios del medio día prevalecen los de 31 a 35 años y por la tarde la mayoría de usuarios comprenden las edades de 51 a 55; mientras que las menores

frecuencias de usuarios coinciden para los tres horarios en las edades de 20 a 25 años. Los datos obtenidos se pueden observar en el anexo A.

SEXO DEL USUARIO

- EN LA MAÑANA



Gráfico 4-4. Porcentaje del sexo de los usuarios encuestados en el horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- AL MEDIO DÍA



Gráfico 5-4. Porcentaje de sexo de los usuarios encuestados en el horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **EN LA TARDE**



Gráfico 6-4. Porcentaje del sexo de los usuarios encuestados en el horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Del total de usuarios encuestados en los tres distintos horarios se observa que existe una mayor asistencia de mujeres al departamento de recaudación que de hombres. Los datos obtenidos se pueden observar en el anexo B.

ESTADO DE GESTACIÓN ACTUAL

Con respecto a la pregunta de su estado de gestación actual existieron muy pocos mujeres embarazadas, de un total de 645 usuarios encuestados en los 3 distintos horarios, 355 fueron mujeres lo que representa el 55% de las cuales tan solo un 1% de ellas estaban embarazadas.

A continuación continuamos con el análisis de los datos teóricos de los encuestados:

PREGUNTA 1.

¿Considera usted que el trato dentro de la institución es cordial?

- EN LA MAÑANA

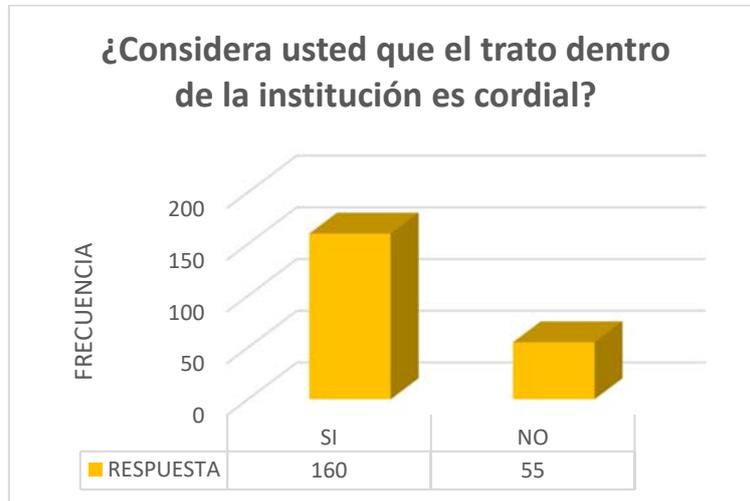


Gráfico 7-4. Preguntar 1 - Horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- AL MEDIO DÍA

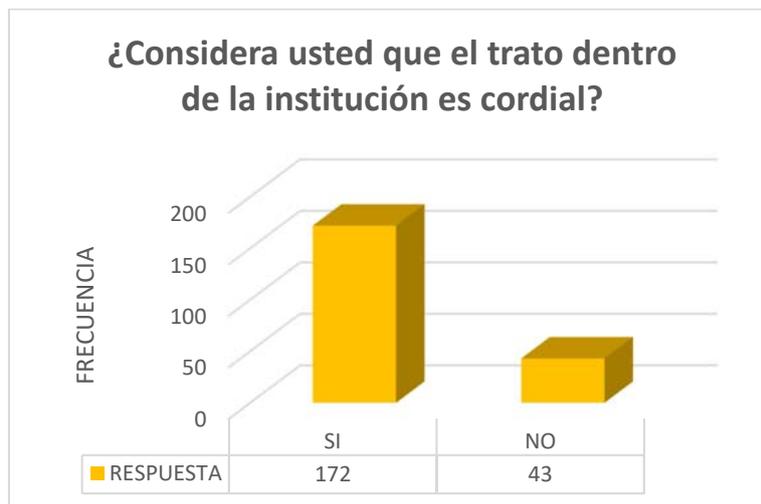


Gráfico 8-4. Preguntar 1 - Horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **EN LA TARDE**

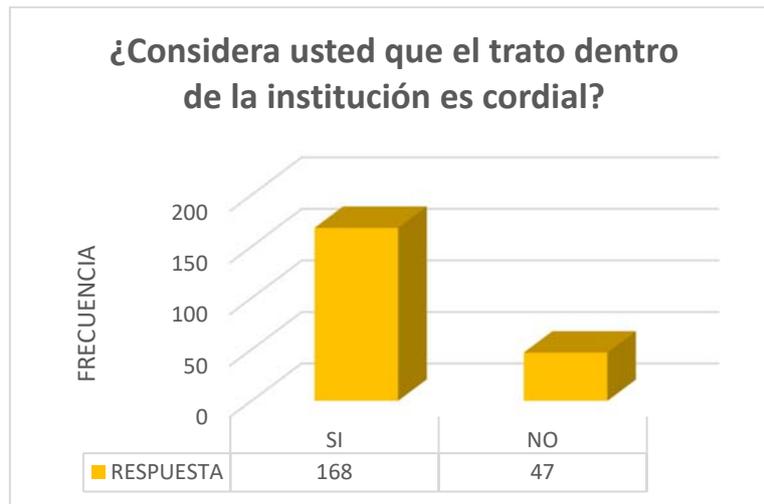


Gráfico 9-4. Pregunta 1 - Horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Con respecto a la pregunta 1 los usuarios encuestados en los tres horarios han coincidido en su mayoría que el trato dentro de la institución si es cordial mientras que muy pocos usuarios opinan que no los es. Los datos obtenidos se pueden observar en el anexo C.

PREGUNTA 2

¿Considera que el tiempo que tardó el personal en atenderlo fue rápido?

- **EN LA MAÑANA**

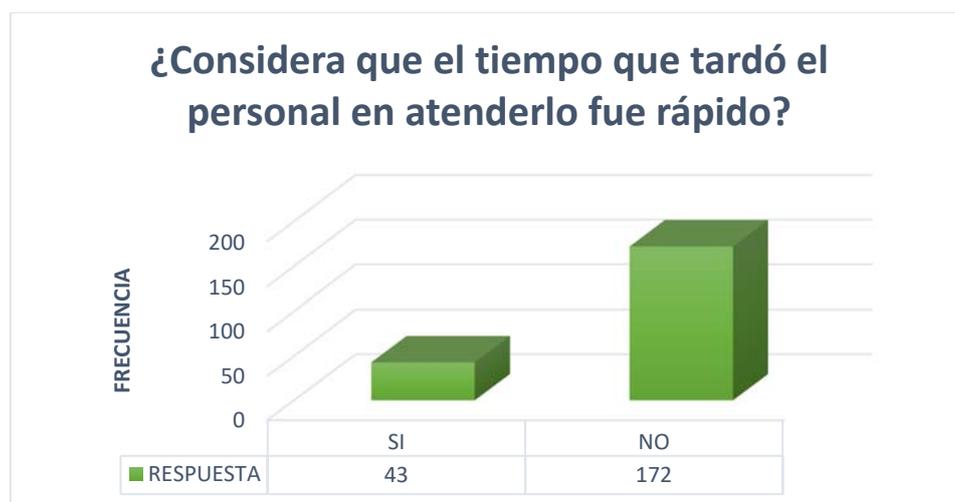


Gráfico 10-4. Pregunta 2 - Horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **AL MEDIO DÍA**

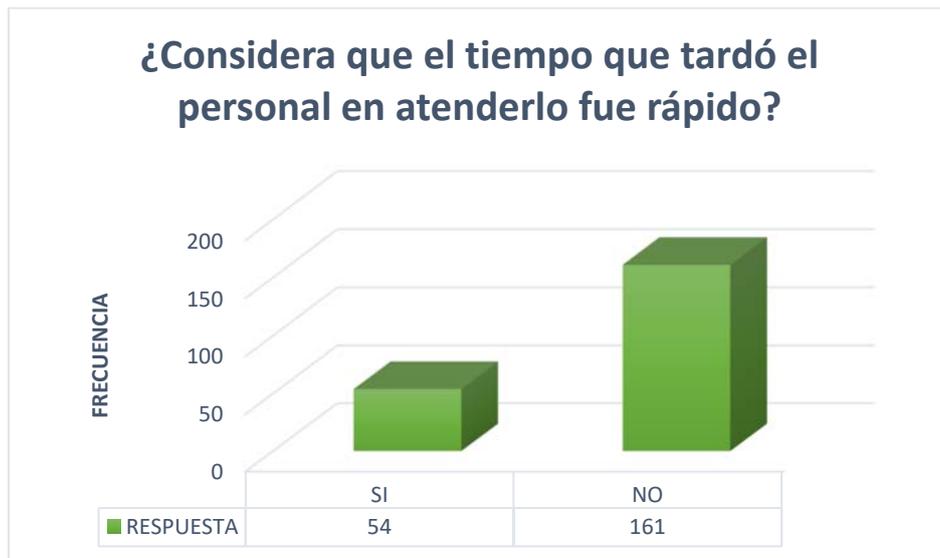


Gráfico 11-4. Pregunta 2 - Horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **EN LA TARDE**



Gráfico 12-4. Pregunta 2 - Horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

En base a la pregunta 2 los usuarios opinaron que el tiempo que tarda el personal en atenderlos no es rápido en ninguno de los tres horarios. Existió una minoría de usuarios que opinaron que si lo fue. Los datos obtenidos se pueden observar en el anexo D.

PREGUNTA 3

¿Cómo calificaría la calidad de servicio que recibió dentro del departamento de Recaudación?

- EN LA MAÑANA

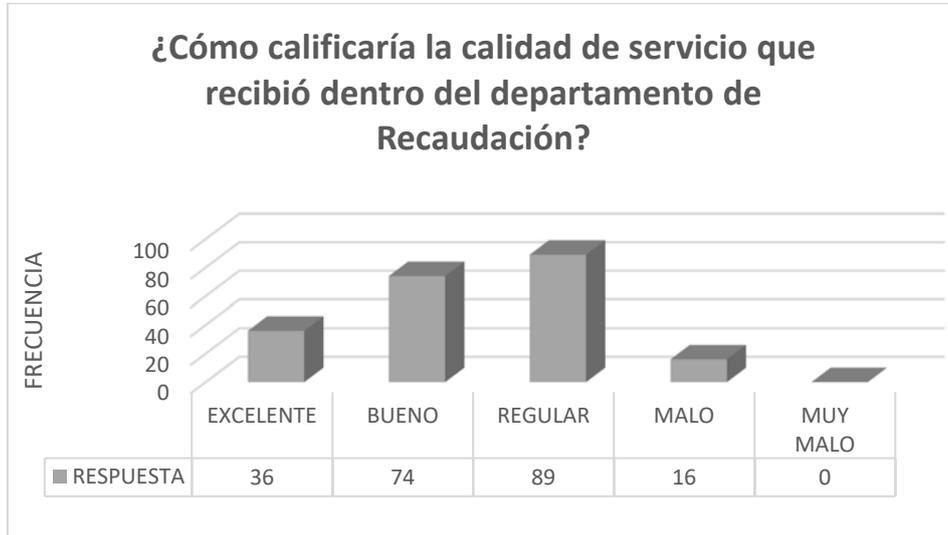


Gráfico 13-4. Pregunta 3 - Horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- AL MEDIO DÍA

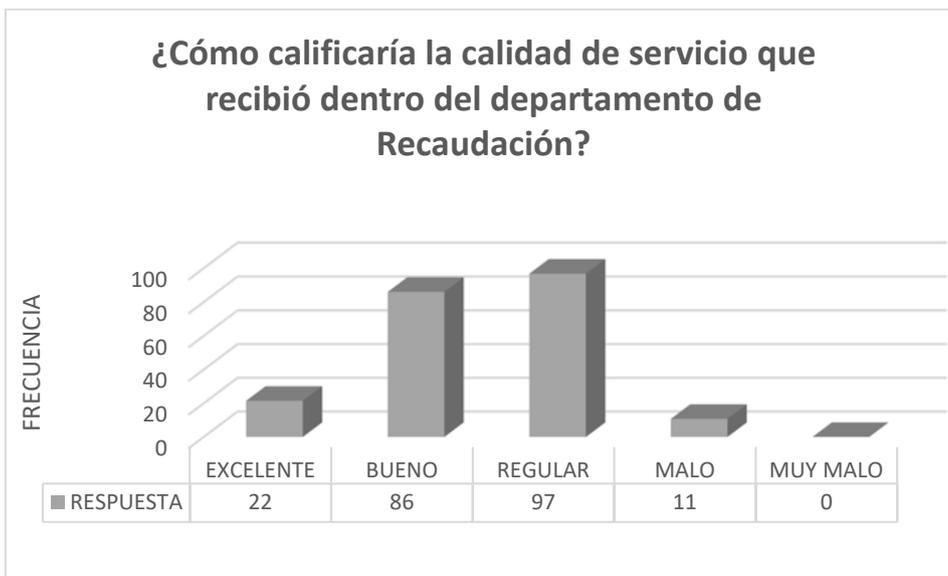


Gráfico 14-4. Pregunta 3 - Horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- EN LA TARDE

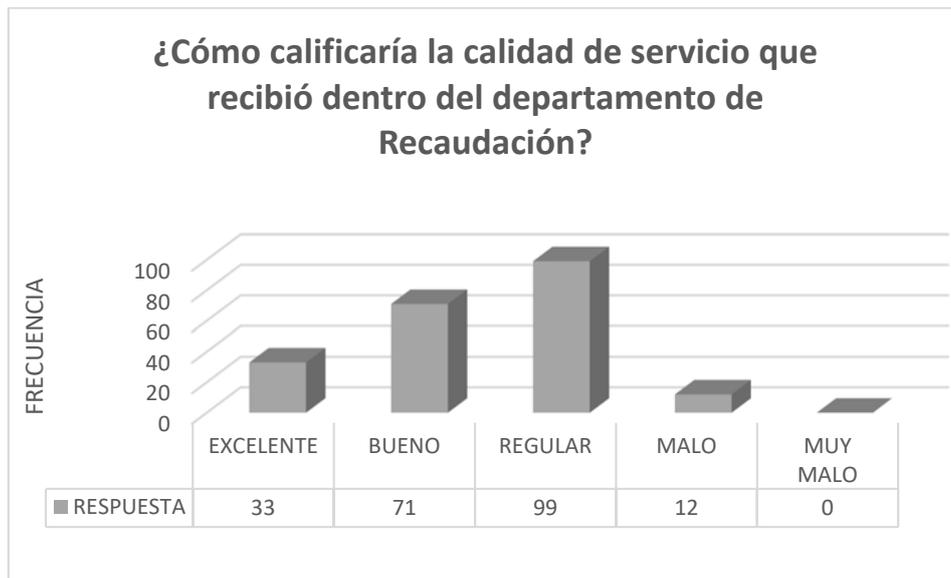


Gráfico 15-4. Pregunta 3 - Horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Los usuarios encuestados en los tres horarios en su mayoría opinaron que la calidad de servicio que recibieron por parte del personal del departamento de recaudación es regular; siguiéndole los usuarios que dicen que el servicio es bueno; luego siguen los usuarios que dicen que el servicio es excelente y por último los usuarios que opinaron que el servicio que recibieron es malo, ningún usuario opinó que el servicio es muy malo. Los datos obtenidos se pueden observar en el anexo E.

PREGUNTA 4

¿Ha tenido algún inconveniente al realizar sus pagos?

- EN LA MAÑANA

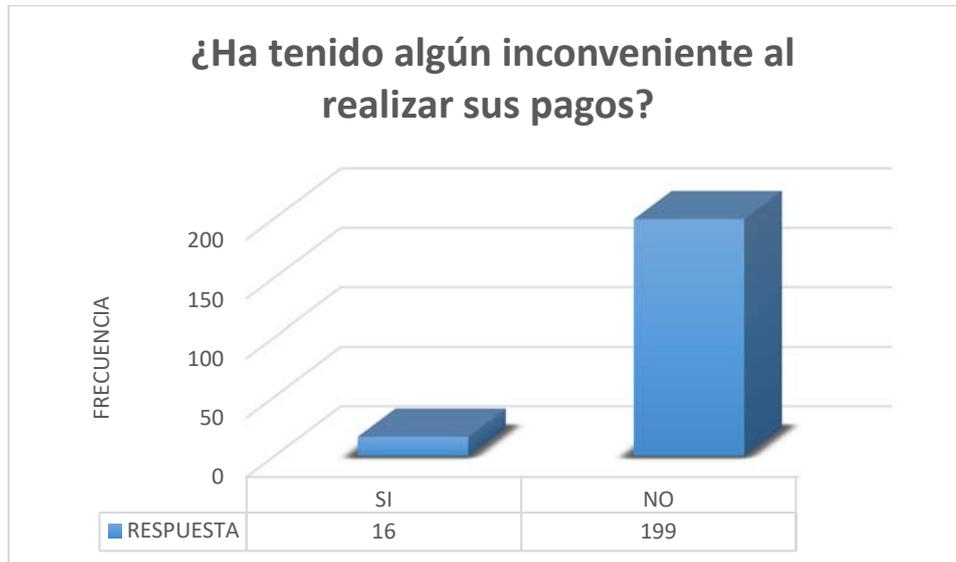


Gráfico 16-4. Preguntar 4 - Horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- AL MEDIO DÍA

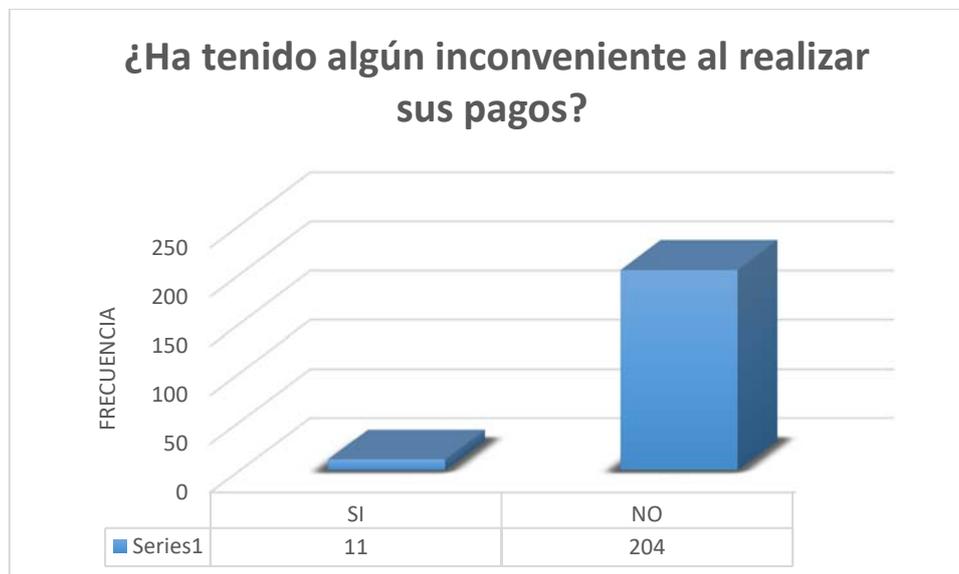


Gráfico 17-4. Preguntar 4 - Horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- EN LA TARDE

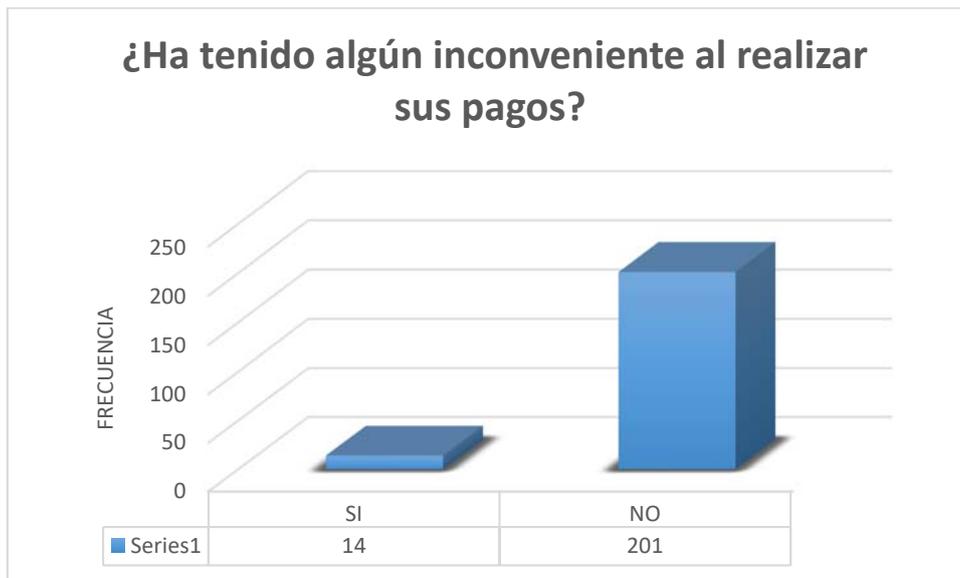


Gráfico 18-4. Pregunta 4 - Horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Se puede observar que en los tres horarios los usuarios indicaron que no han tenido inconvenientes al momento de realizar sus pagos, pero existió una pequeña cantidad de personas que dijeron que si lo tuvieron, pero los mismos no quisieron explicar cuál de ellos fueron por discreción a diferencia de uno que nos indicó que el inconveniente fue que no tenían sueltos en la ventanilla y no le cobraron hasta tenerlo. Los datos obtenidos se pueden observar en el anexo F.

PREGUNTA 5

¿El personal en atenderlo ha podido solucionar satisfactoriamente dicho inconveniente?

- EN LA MAÑANA

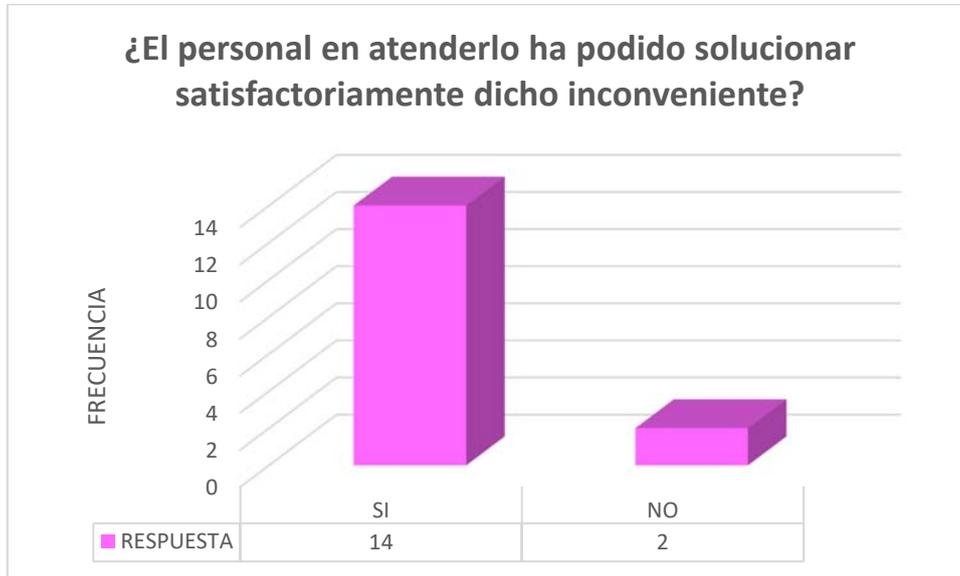


Gráfico 19-4. Preguntar 5 - Horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- AL MEDIO DÍA

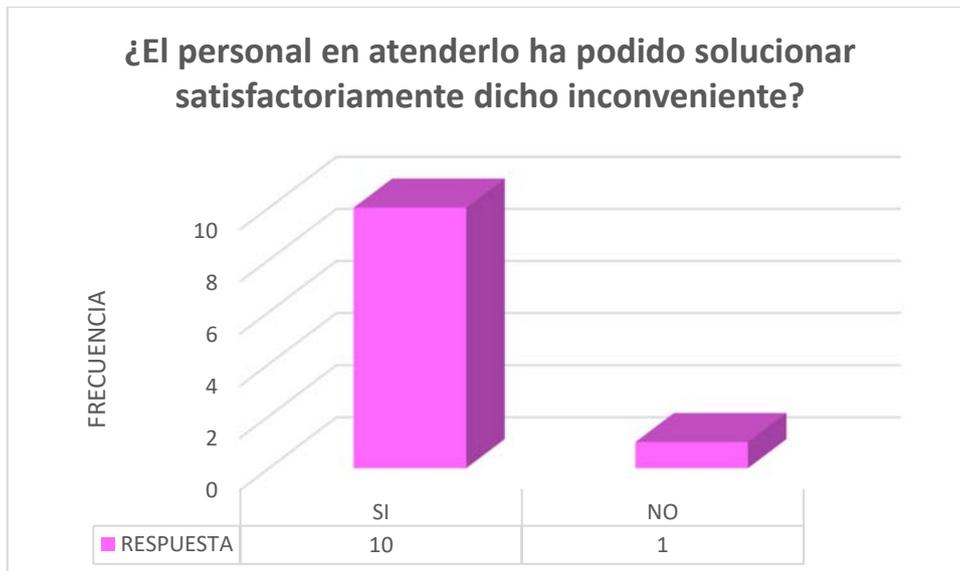


Gráfico 20-4. Preguntar 5 - Horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **EN LA TARDE**



Gráfico 21-4. Pregunta 5 - Horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

De los usuarios que en la pregunta anterior nos indicaron que sí tuvieron inconvenientes a la mayoría de ellos si les pudieron ayudar con dicho problema en los tres horarios mientras que hubo 4 usuarios a los cuales no les pudieron ayudar. Los datos obtenidos se pueden observar en el anexo G.

PREGUNTA 6

¿Cree usted que se debería implementar alguno de los siguientes factores dentro del departamento?

- EN LA MAÑANA

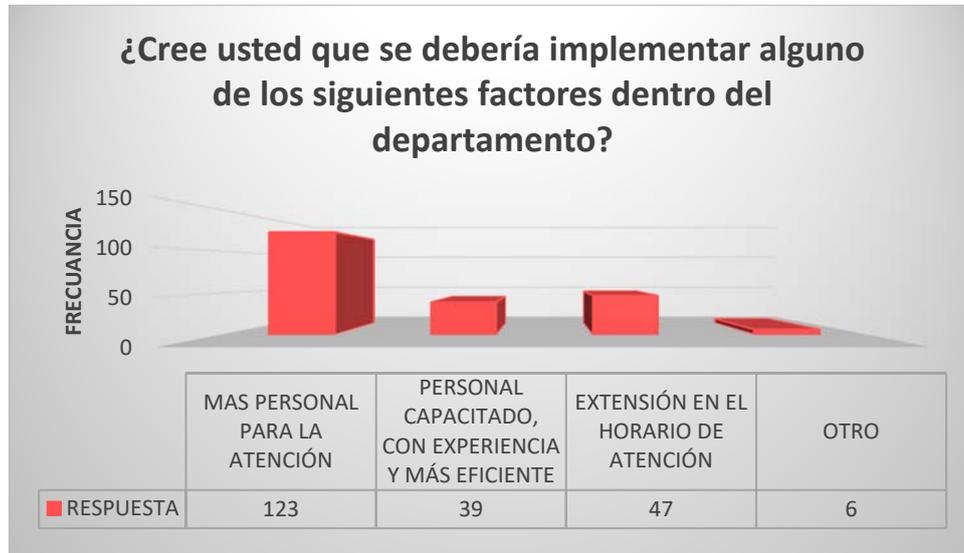


Gráfico 22-4. Pregunta 6 - Horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- AL MEDIO DÍA

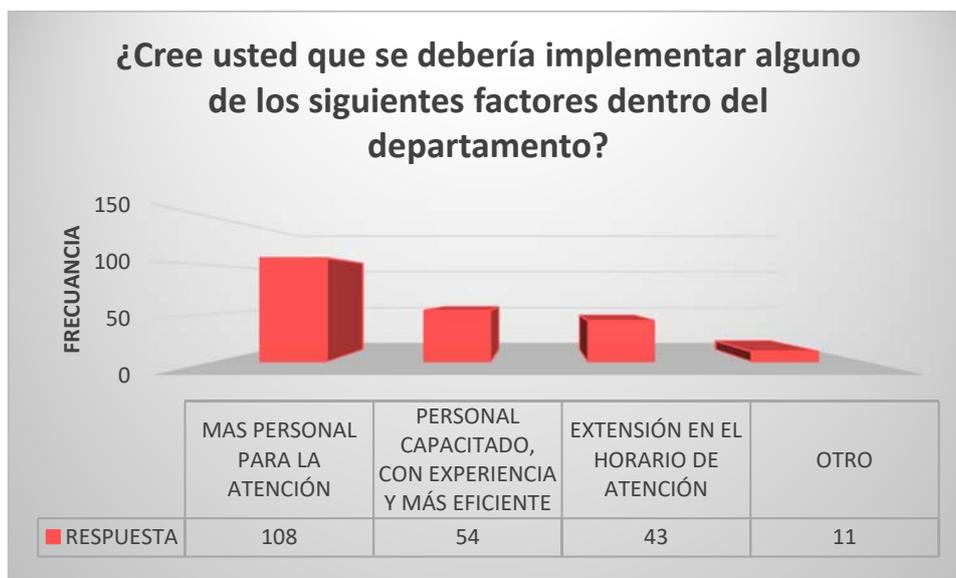


Gráfico 23-4. Pregunta 6 - Horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **EN LA TARDE**

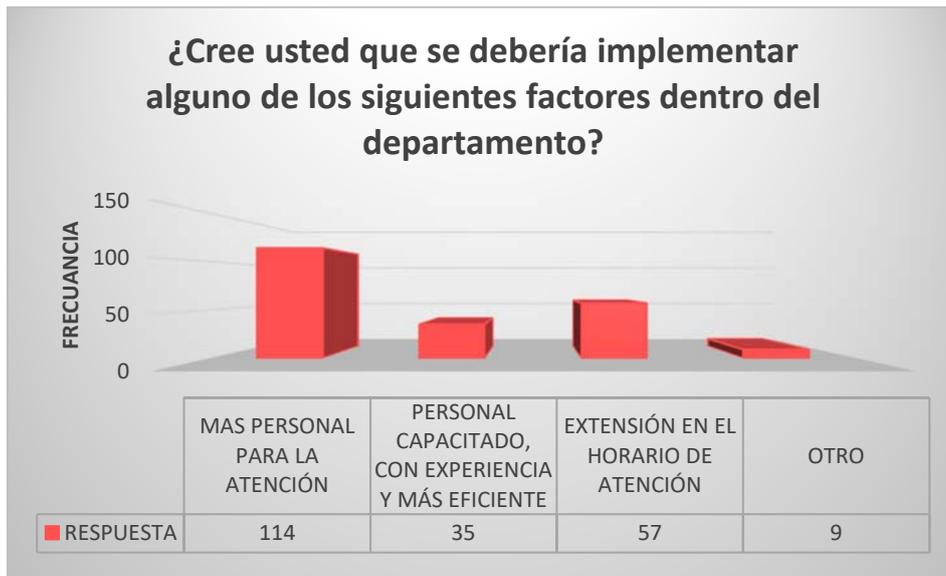


Gráfico 24-4. Pregunta 6 - Horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Los usuarios encuestados opinan en su mayoría que se debería implementar más personal para la atención, seguido de los usuarios que dijeron que se debería extender el horario y por ultimo opinaron que se debe implementar personal que sea capacitado, que tenga experiencia y que sea más eficiente para mejorar el servicio, mientras que una cantidad mínima de usuarios respondieron a la opción otro la cual se detalla a continuación:

Los datos obtenidos se pueden observar en el anexo H.

- **OPCIÓN OTRO HORARIO DE LA MAÑANA**

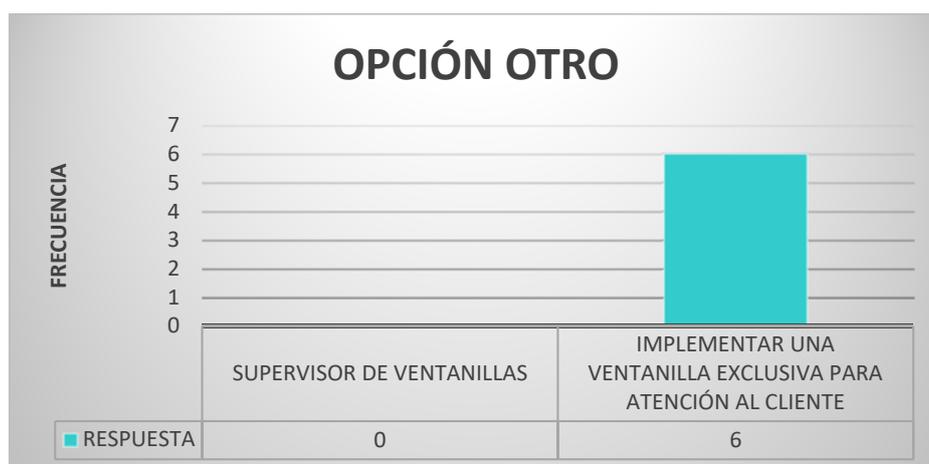


Gráfico 25-4. Pregunta 6 - Respuestas a la opción Otro – Horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **OPCIÓN OTRO HORARIO DEL MEDIO DÍA**



Gráfico 26-4. Pregunta 6 - Respuestas a la opción Otro – Horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **OPCIÓN OTRO HORARIO DE LA TARDE**

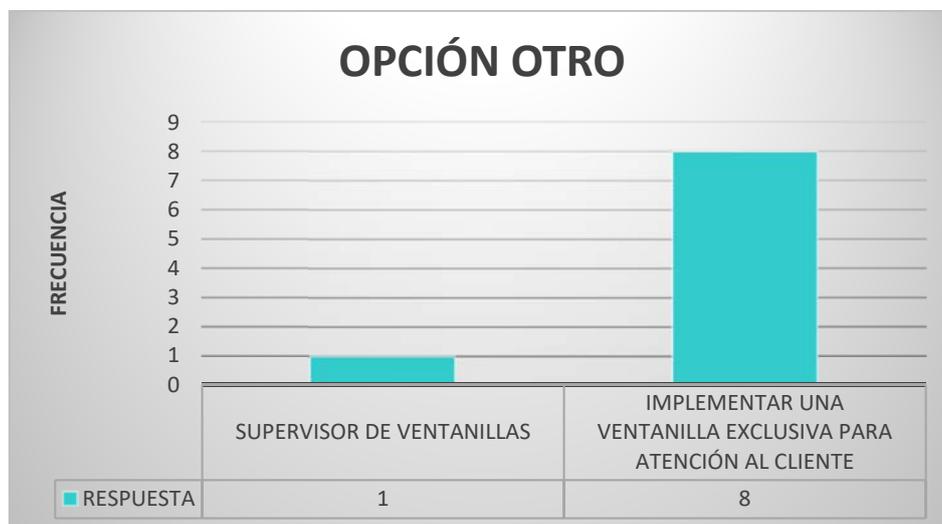


Gráfico 27-4. Pregunta 6 - Respuestas a la opción Otro – Horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

De los usuarios que respondieron a la opción otro, la mayoría indicaron que se debería implementar una ventanilla exclusiva para atención al cliente mientras que tan solo una persona indicó que sería bueno el implemento de un supervisor de ventanillas.

PREGUNTA 7

¿Acude al pago de sus planillas con un niño menos a los 3 años?

- EN LA MAÑANA

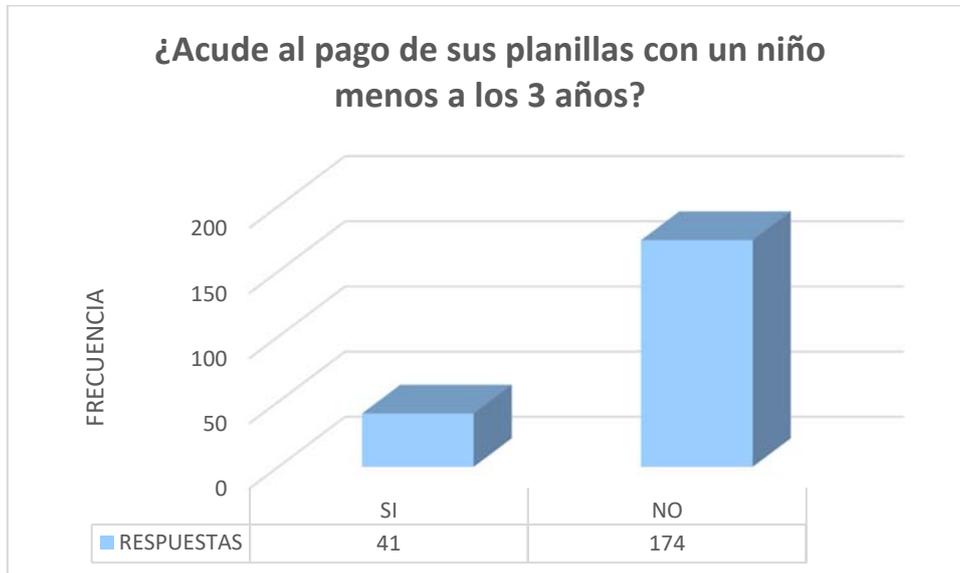


Gráfico 28-4. Pregunta 7 - Horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- AL MEDIO DÍA

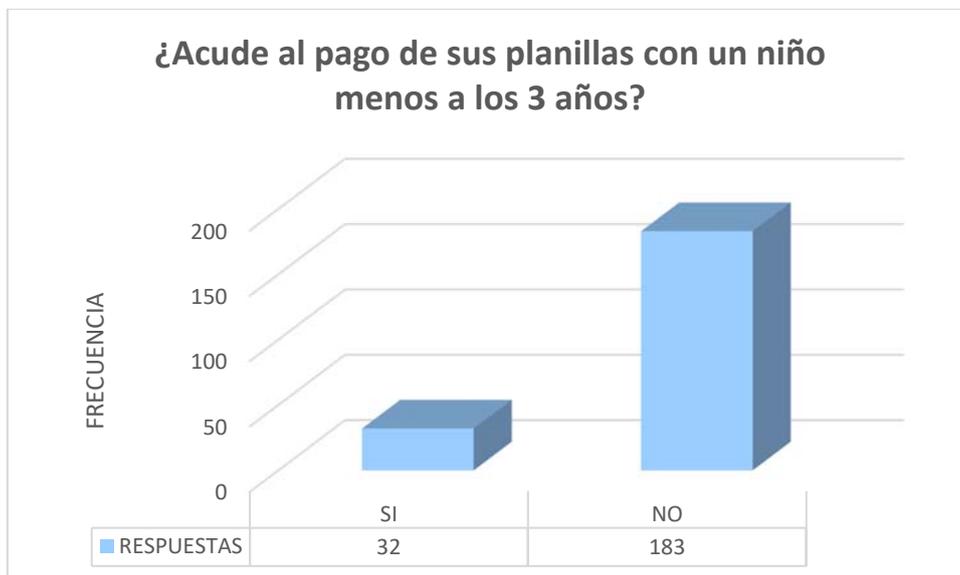


Gráfico 29-4. Pregunta 7 - Horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **EN LA TARDE**



Gráfico 30-4. Pregunta 7 - Horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Esta pregunta se realizó con la finalidad de saber si los usuarios asisten o no con niños en brazos, pues así evitarían hacer la cola que hace el resto de gente que no suele llevar a un niño sino que ellos pasan enseguida a la cola de preferencia. Los usuarios encuestados en su mayoría respondieron que no suelen ir con niños para realizar los pagos de sus planillas en ninguno de los tres horarios. Los datos obtenidos se pueden observar en el anexo I.

4.1 Análisis del modelo en colas

Resulta necesario un estudio en teoría de colas dentro del departamento de Recaudación de la EERSA, dado que nos va a ayudar a optimizar el problema de acumulación de usuarios en espera del servicio de dicho departamento, por lo tanto, por medio de un modelo en colas podremos tomar decisiones las mismas que mejoren el servicio prestado con el apoyo de la Gerencia de la empresa para el bienestar del departamento, mejorando así las llegadas de los usuarios y el proceso del servicio que se da a los mismos.

4.2 Modelo en colas

4.2.1 Planteamiento de la hipótesis

- H_0 : Al implementar una ventanilla más (4 ventanillas) en el Departamento de Recaudación de la EERSA se logrará mejorar el tiempo de permanencia de los usuarios en espera de atención en el mismo.
- H_1 : La no implementación de una nueva ventanilla en el Departamento de Recaudación de la EERSA permite la obtención de un tiempo mayor de permanencia de los usuarios en espera de atención en el mismo.

4.2.2 Base de datos para el modelo en colas

4.2.2.1 Tasa de llegadas

En la siguiente base de datos se presenta la muestra tomada a los usuarios que asistieron a la EERSA en el departamento de recaudación dentro del horario de 7:30 a 16:30, la muestra fue dividida para los tres distintos horarios en los que se distribuyó para el análisis de la misma, en donde se obtuvo un total de 36 usuarios para el horario de la mañana (7:30 – 10:30), 36 para el medio día (10:30 – 13:30) y 36 para la tarde (13:30 – 16:30); para la determinación de la tasa de llegadas de los usuarios en espera de la atención y a cada ventanilla, para ello se dividió el horario en un periodo de 5 minutos por una semana para cada horario, es decir 15 días laborables dentro de la EERSA.

Tabla 1-4. Tasa de llegadas de los usuarios para ser atendidos en el departamento de recaudación de la EERSA en los tres distintos horarios.

NÚMERO DE PERSONAS QUE ASISTEN EN LA MAÑANA POR PERIODO DE 5 MINUTOS																	
Muestras	Intervalo de Tiempo		HORARIO DE LA MAÑANA					HORARIO DEL MEDIO DÍA					HORARIO DE LA TARDE				
			L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
1	7:30	7:35	15	12	13	11	14	21	20	25	24	25	13	14	15	12	15
2	7:35	7:40	12	11	11	10	11	23	22	24	22	21	15	16	16	16	17
3	7:40	7:45	14	14	12	12	15	20	21	23	23	19	16	17	18	13	19
4	7:45	7:50	11	12	14	13	12	25	20	23	25	23	17	17	15	14	15
5	7:50	7:55	13	15	11	12	13	22	20	26	24	25	19	18	16	17	18
6	7:55	8:00	15	14	12	15	14	21	19	23	23	20	13	16	18	15	16
7	8:00	8:05	17	13	16	17	16	20	21	21	25	22	15	18	19	16	19
8	8:05	8:10	17	11	17	17	15	28	22	22	22	24	13	19	20	18	20
9	8:10	8:15	16	13	14	16	18	20	19	14	23	24	16	20	19	19	20
10	8:15	8:20	18	18	16	18	17	22	22	25	25	19	19	19	20	17	19
11	8:20	8:25	17	17	15	19	16	19	21	18	24	23	16	19	18	18	18
12	8:25	8:30	19	17	20	17	18	21	20	26	25	24	18	18	20	17	20
13	8:30	8:35	21	19	18	19	19	23	21	25	25	25	19	17	19	19	20
14	8:35	8:40	17	18	20	17	16	21	20	23	23	25	20	21	19	20	19
15	8:40	8:45	20	19	21	18	20	20	19	26	23	20	23	23	25	23	22
16	8:45	8:50	19	16	19	20	22	19	20	18	24	25	24	24	23	24	22
17	8:50	8:55	18	18	21	19	17	20	21	23	22	21	22	24	24	20	24
18	8:55	9:00	20	21	22	21	22	21	19	20	20	24	23	25	24	22	25
19	9:00	9:05	24	22	24	24	22	22	18	17	19	19	25	20	23	25	21
20	9:05	9:10	24	24	25	24	26	20	17	15	11	16	23	23	25	22	24
21	9:10	9:15	22	25	25	25	24	17	15	13	13	14	25	22	23	20	23

22	9:15	9:20	20	22	26	23	26	15	13	15	14	13	23	21	25	23	21
23	9:20	9:25	23	24	24	24	22	13	12	14	11	12	24	23	23	25	25
24	9:25	9:30	25	23	23	26	23	15	16	12	6	11	25	22	20	20	22
25	9:30	9:35	21	24	22	25	26	13	14	12	9	10	22	22	19	22	23
26	9:35	9:40	22	26	25	23	24	12	12	11	9	9	20	20	22	25	21
27	9:40	9:45	24	25	23	26	23	15	13	12	8	13	19	21	20	23	20
28	9:45	9:50	23	25	26	24	25	14	18	11	12	11	20	22	21	22	20
29	9:50	9:55	23	23	23	23	23	11	12	10	9	10	21	18	19	23	21
30	9:55	10:00	25	26	25	25	26	13	14	10	11	13	21	16	17	20	22
31	10:00	10:05	27	25	25	26	24	12	12	12	10	11	19	17	18	19	19
32	10:05	10:10	24	22	24	25	27	10	11	11	9	11	17	16	16	15	16
33	10:10	10:15	20	23	23	23	24	12	13	11	10	10	16	14	16	12	13
34	10:15	10:20	22	26	26	26	25	12	12	12	11	12	14	12	14	14	12
35	10:20	10:25	20	24	24	24	25	10	12	10	9	11	14	11	15	11	10
36	10:25	10:30	25	23	25	26	26	11	10	11	10	12	12	10	12	13	11
TOTAL			713	710	730	733	736	633	611	624	613	627	681	675	696	674	692

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

4.2.2.2 Cálculo de la tasa de llegadas

Para el cálculo de la tasa de llegadas, los datos deben cumplir con la condición de que las llegadas siguen una distribución de probabilidad de Poisson, una vez cumplida esta condición se puede continuar con el análisis, en donde, se tomará en cuenta al total de usuarios que asistieron al departamento de Recaudación en cada uno de los horarios y el tiempo total en minutos de cada horario el mismo que es igual a 180 minutos debido a que cada horario corresponde a 3 horas, durante los 15 días de la investigación.

La siguiente fórmula es para el cálculo de la distribución de probabilidad de Poisson:

$$f(k, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \quad [12]$$

La regla de decisión que se seguirá es la siguiente:

Si la distribución de probabilidad de Poisson, es menor al nivel de confianza del 96% con el cual se trabajará, se rechazará la hipótesis nula y se concluirá que la tasa de llegada de usuarios al departamento de Recaudación no se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

- **DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DE POISSON**

Hipótesis planteada para los tres distintos horarios en estudio:

H₀: La tasa de llegada de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

H₁: La tasa de llegada de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA no se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

Para el horario de la mañana contamos con un promedio de 20 usuarios con una tasa de llegada conocida igual a 4,02, aplicando la ecuación 12 obtenemos los siguientes resultados para los tres horarios:

$$\begin{aligned} f(20, 4.02) &= \frac{e^{-4.02} 4.02^{20}}{20!} \\ &= 0,999999989 \end{aligned}$$

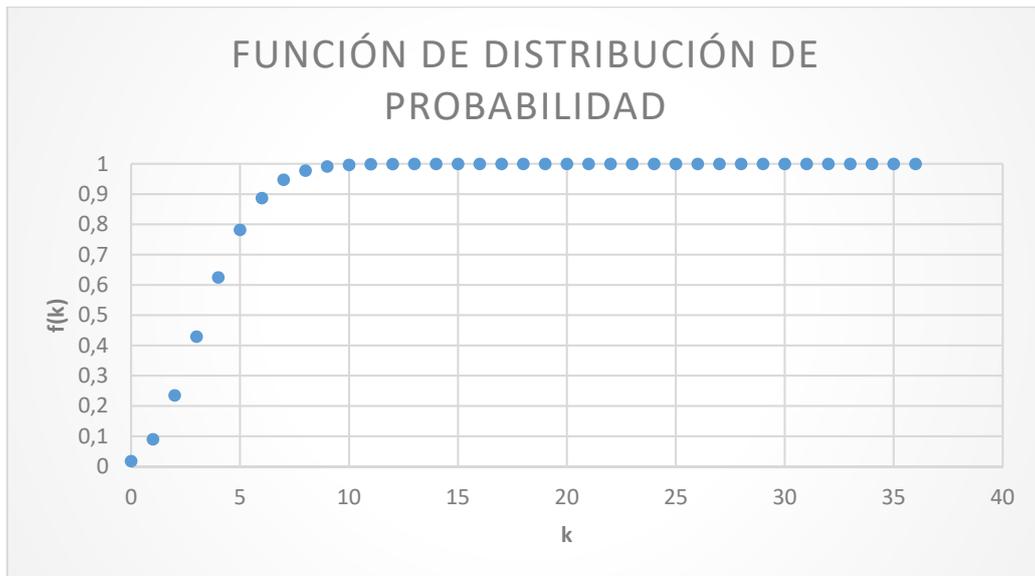


Gráfico 31-4. Función de Distribución de Probabilidad de Poisson - Horario de la Mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Para el horario del medio día contamos con un promedio de 18 usuarios con una tasa de llegada conocida igual a 3,45.

$$f(18, 3.45) = \frac{e^{-3.45} 3.45^{18}}{18!}$$

$$= 0,99999997$$

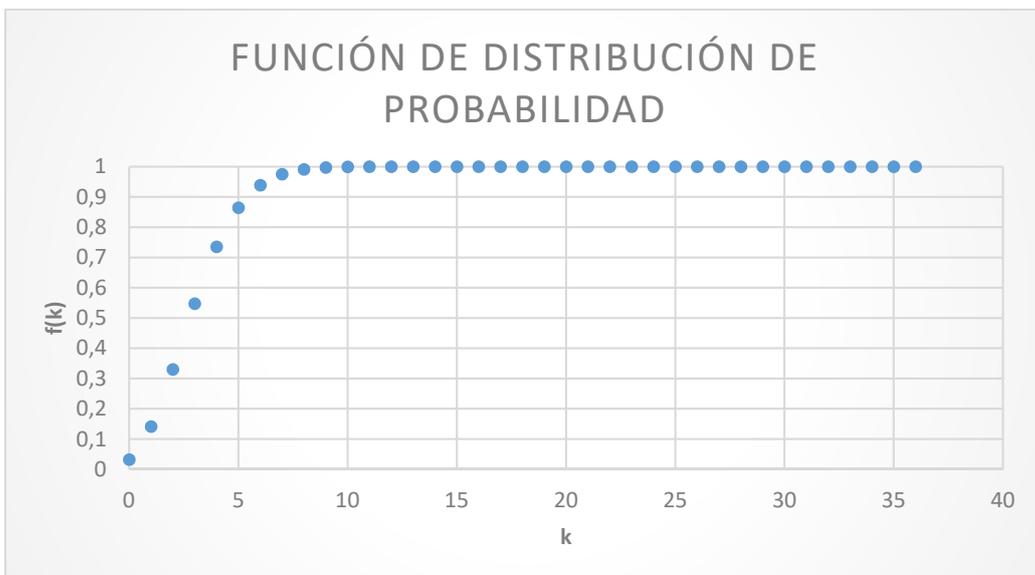


Gráfico 32-4. Función de Distribución de Probabilidad de Poisson - Horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Para el horario de la tarde contamos con un promedio de 19 usuarios con una tasa de llegada conocida igual a 3,80.

$$f(19, 3.80) = \frac{e^{-3.80} 3.80^{19}}{19!}$$
$$= 0,99999998$$

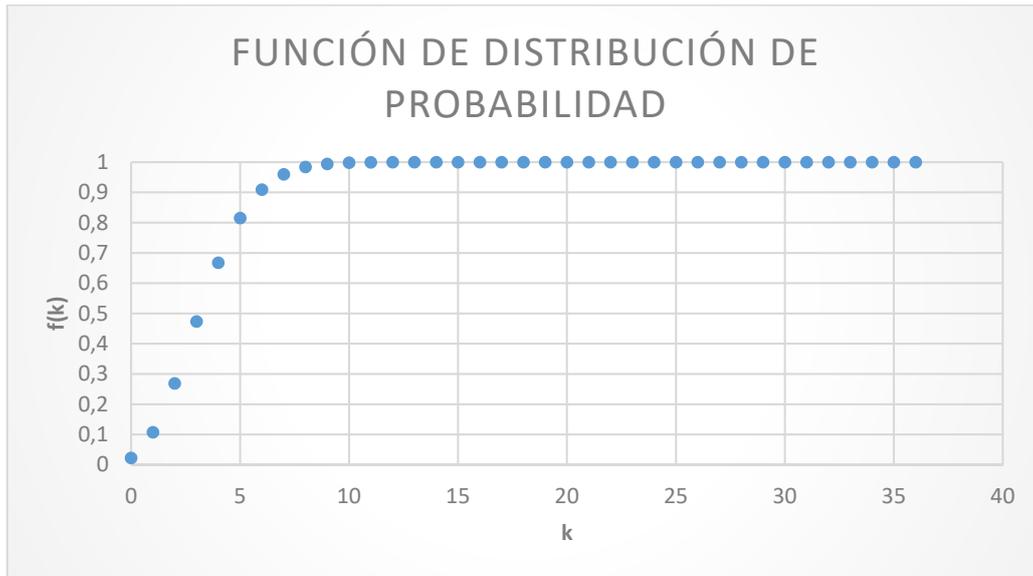


Gráfico 33-4. Función de Distribución de Probabilidad de Poisson - Horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Se concluye que en efecto la tasa de llegada de los usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en los tres distintos horarios si se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

- **EN LA MAÑANA**

A continuación se obtendrá la tasa de llegadas global, para ello se sumará las tasas de cada día y se dividirá para 5 que son los días del estudio del horario de la mañana.

Tabla 2-4. Tasa de llegadas global
- Horario de la mañana

DÍAS	λ
LUNES	3,96
MARTES	3,94
MIÉRCOLES	4,06
JUEVES	4,07
VIERNES	4,09
TOTAL	20,12
λ GLOBAL	4,02

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

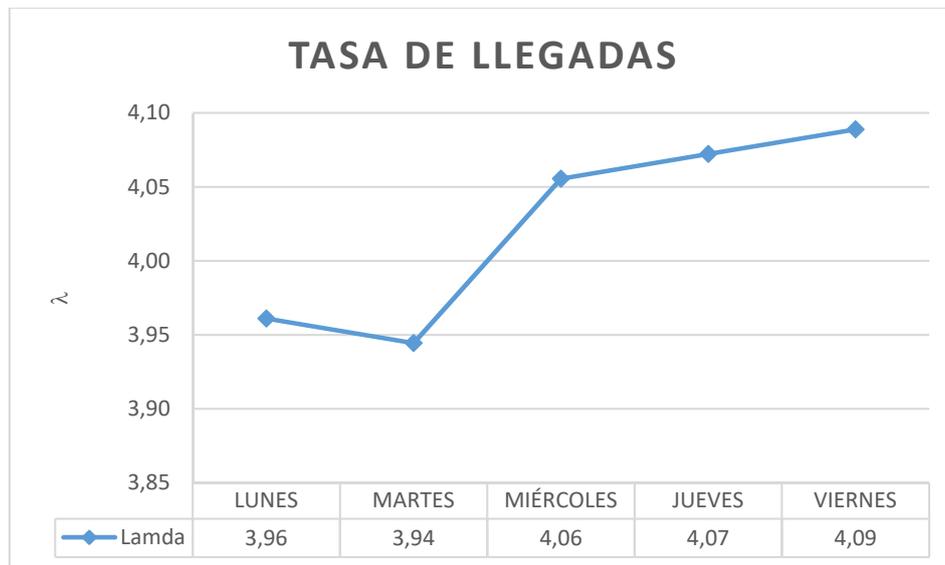


Gráfico 34-4. Tasa de Llegadas de los usuarios en el horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

En la gráfica se puede observar que en el horario de la mañana, el día en el que más llegadas de usuarios tenemos es en el día viernes, siguiéndole muy cerca el día jueves; mientras que el día martes es cuando se tiene menor recurrencia de usuarios.

- **AL MEDIO DÍA**

Ahora se obtendrá la tasa de llegadas global, para su obtención se sumará las tasas de cada día y se dividirá para 5 que son los días del estudio del horario del medio día.

Tabla 3-4. Tasa de llegadas global
- Horario del medio día

DÍAS	λ
LUNES	3,52
MARTES	3,39
MIÉRCOLES	3,47
JUEVES	3,41
VIERNES	3,48
TOTAL	17,27
λ	3,45

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

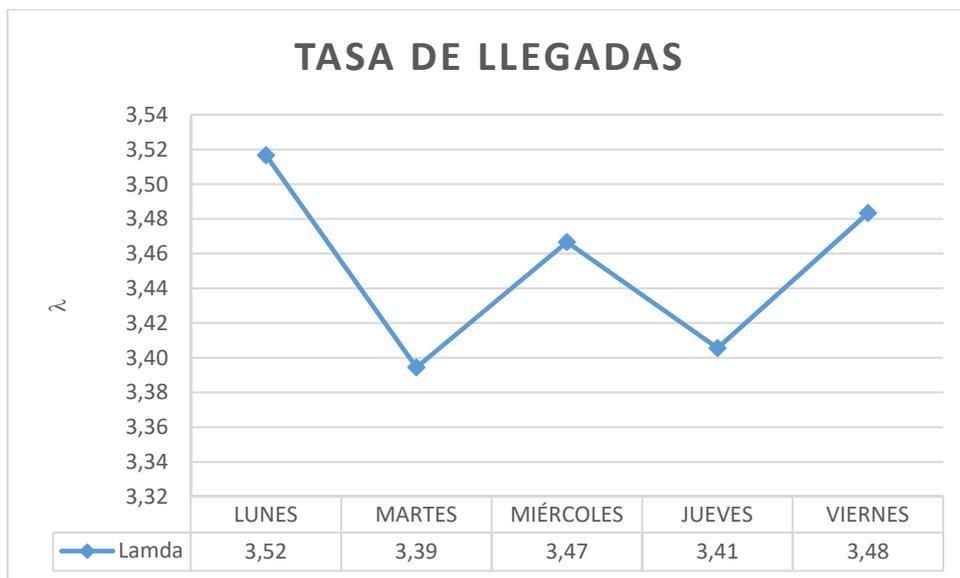


Gráfico 35-4. Tasa de Llegadas de los usuarios en el horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Se puede observar en la gráfica que los días en los que existe mayor llegada de usuarios en el horario del medio día al departamento de Recaudación son los días lunes y viernes, mientras que el día en que existe menor asistencia de usuarios es el día martes.

- **EN LA TARDE**

A continuación se va a obtener la tasa de llegadas global, en donde se sumará las tasas de cada día y se dividirá para 5 que son los días del estudio del horario de la tarde.

Tabla 4-4. Tasa de llegadas global
- Horario de la tarde

DÍAS	λ
LUNES	3,78
MARTES	3,75
MIÉRCOLES	3,87
JUEVES	3,74
VIERNES	3,84
TOTAL	18,99
λ	3,80

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

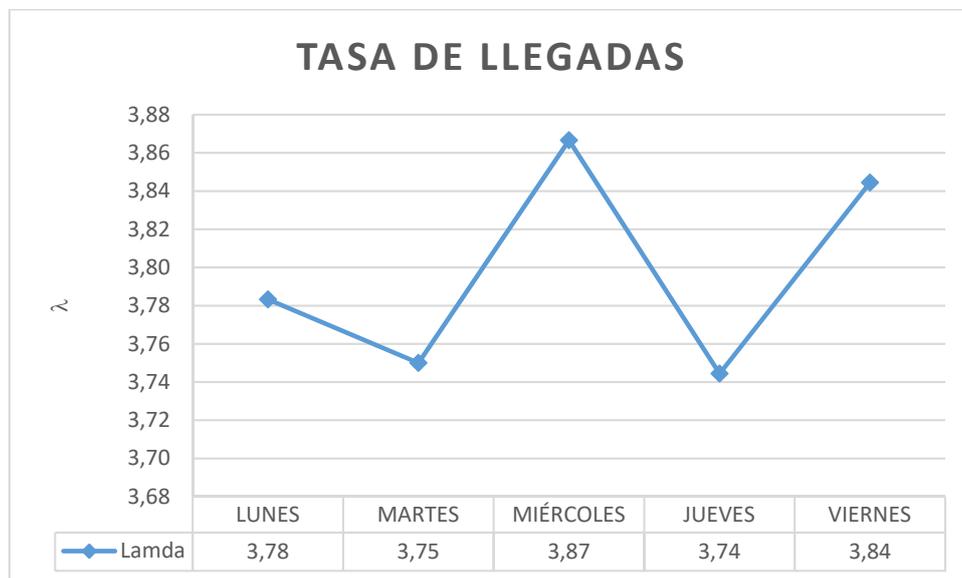


Gráfico 36-4. Tasa de Llegadas de los usuarios en el horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

En la gráfica realizada de las tasas de llegadas de los usuarios al departamento de Recaudación en el horario de la tarde se puede observar que los días en los que hay mayor llegada es el día miércoles, seguido del día viernes mientras que los días en los que hay menor asistencia de usuarios es el día jueves y muy de cerca el día martes.

4.2.2.3 Tasa de servicio

En la tasa de servicio se mide el tiempo que los usuarios emplearon en ser atendidos por parte del personal del departamento de Recaudación, el mismo que se lo midió en minutos y se lo realizó a los 36 usuarios en los 3 distintos horarios durante los 15 días antes mencionados.

Tabla 5-4. Tasa de servicio de los usuarios atendidos en el departamento de recaudación de la EERSA en los tres distintos horarios.

TIEMPO CRONOMETRADO EN MINUTOS																	
INTERVALO DE TIEMPO		MUESTRAS	HORARIO DE LA MAÑANA					HORARIO DEL MEDIO DÍA					HORARIO DE LA TARDE				
			L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
7:30	7:35	1	0:05:05	0:06:12	0:05:54	0:05:58	0:04:59	0:43:05	0:46:55	0:47:23	0:51:18	0:48:35	0:37:18	0:36:58	0:37:10	0:38:37	0:37:56
7:35	7:40	2	0:07:57	0:10:56	0:09:42	0:08:11	0:11:08	0:45:48	0:47:34	0:47:58	0:46:09	0:46:57	0:36:27	0:38:50	0:38:46	0:37:20	0:37:21
7:40	7:45	3	0:11:55	0:14:59	0:12:05	0:11:56	0:12:41	0:49:31	0:47:13	0:46:57	0:49:29	0:47:06	0:36:54	0:38:13	0:37:27	0:37:45	0:38:13
7:45	7:50	4	0:15:14	0:18:09	0:16:07	0:15:36	0:14:26	0:48:32	0:46:12	0:46:41	0:47:00	0:47:04	0:37:12	0:38:52	0:39:04	0:38:33	0:39:27
7:50	7:55	5	0:20:38	0:21:37	0:20:52	0:18:59	0:16:09	0:46:39	0:45:44	0:48:15	0:49:28	0:48:46	0:36:39	0:38:04	0:37:55	0:38:35	0:38:52
7:55	8:00	6	0:26:13	0:23:09	0:22:27	0:23:54	0:21:24	0:45:26	0:49:17	0:47:54	0:48:11	0:48:53	0:38:13	0:39:32	0:37:39	0:39:31	0:39:34
8:00	8:05	7	0:29:16	0:25:22	0:26:38	0:26:46	0:25:51	0:48:40	0:48:56	0:46:42	0:46:55	0:47:55	0:36:36	0:38:57	0:39:37	0:39:14	0:38:15
8:05	8:10	8	0:34:25	0:26:39	0:31:19	0:30:27	0:28:17	0:50:44	0:49:37	0:47:15	0:47:41	0:47:33	0:37:02	0:39:20	0:40:13	0:38:59	0:39:03
8:10	8:15	9	0:39:48	0:25:40	0:33:33	0:34:42	0:27:58	0:49:46	0:48:03	0:47:48	0:46:24	0:48:54	0:39:56	0:39:49	0:40:41	0:39:25	0:39:31
8:15	8:20	10	0:36:01	0:26:47	0:36:43	0:38:52	0:33:11	0:48:12	0:49:23	0:48:19	0:48:12	0:47:57	0:38:43	0:38:22	0:39:39	0:39:49	0:39:24
8:20	8:25	11	0:39:59	0:31:18	0:40:45	0:40:05	0:32:35	0:46:54	0:47:55	0:48:47	0:47:59	0:47:39	0:38:50	0:38:47	0:39:50	0:38:43	0:40:30
8:25	8:30	12	0:37:39	0:34:53	0:39:31	0:39:30	0:33:06	0:47:33	0:45:13	0:47:39	0:46:52	0:48:52	0:39:58	0:39:02	0:38:58	0:38:30	0:39:52
8:30	8:35	13	0:40:52	0:36:46	0:40:35	0:41:45	0:37:22	0:48:55	0:47:13	0:48:28	0:48:58	0:48:21	0:37:52	0:38:59	0:39:34	0:38:58	0:39:56
8:35	8:40	14	0:39:17	0:38:40	0:40:24	0:42:52	0:42:02	0:47:09	0:46:27	0:47:33	0:46:46	0:49:26	0:38:23	0:38:11	0:40:09	0:39:04	0:38:30
8:40	8:45	15	0:38:43	0:40:34	0:39:37	0:44:41	0:40:40	0:49:07	0:47:12	0:47:24	0:47:48	0:49:19	0:37:47	0:39:45	0:38:02	0:39:43	0:38:55
8:45	8:50	16	0:39:20	0:42:49	0:41:49	0:43:22	0:41:51	0:49:36	0:47:21	0:49:01	0:46:57	0:48:34	0:38:20	0:40:25	0:40:22	0:40:24	0:40:53
8:50	8:55	17	0:38:28	0:39:48	0:40:21	0:42:59	0:43:03	0:46:27	0:47:56	0:46:10	0:46:23	0:48:59	0:37:56	0:40:15	0:39:10	0:40:31	0:40:18
8:55	9:00	18	0:40:37	0:41:11	0:42:17	0:43:35	0:42:22	0:47:16	0:48:48	0:47:37	0:46:53	0:47:54	0:39:02	0:39:44	0:39:25	0:39:09	0:39:15
9:00	9:05	19	0:41:04	0:46:13	0:43:25	0:45:26	0:43:15	0:46:45	0:52:52	0:48:21	0:45:10	0:48:22	0:40:28	0:40:27	0:38:21	0:38:04	0:40:16
9:05	9:10	20	0:43:18	0:48:35	0:45:26	0:46:11	0:44:32	0:47:21	0:49:25	0:48:42	0:46:29	0:47:59	0:41:03	0:39:51	0:39:24	0:39:29	0:39:17
9:10	9:15	21	0:42:55	0:49:29	0:45:44	0:48:53	0:45:59	0:48:37	0:46:46	0:47:28	0:49:06	0:47:35	0:39:13	0:40:03	0:40:58	0:39:19	0:40:15
9:15	9:20	22	0:40:11	0:48:04	0:46:11	0:49:56	0:45:32	0:47:52	0:48:59	0:46:07	0:46:57	0:47:02	0:40:16	0:39:48	0:39:10	0:38:11	0:40:48

9:20	9:25	23	0:41:19	0:49:48	0:46:59	0:47:52	0:46:41	0:46:43	0:47:05	0:47:18	0:48:50	0:46:48	0:39:56	0:39:54	0:40:50	0:39:48	0:39:54
9:25	9:30	24	0:42:47	0:49:44	0:47:44	0:47:57	0:47:39	0:48:19	0:48:52	0:47:03	0:47:04	0:46:22	0:39:25	0:38:59	0:39:02	0:40:57	0:39:19
9:30	9:35	25	0:40:36	0:48:09	0:47:31	0:48:03	0:47:06	0:50:51	0:46:10	0:48:27	0:47:19	0:47:41	0:40:24	0:40:28	0:38:42	0:39:03	0:39:48
9:35	9:40	26	0:41:57	0:48:52	0:46:06	0:48:54	0:48:35	0:51:25	0:42:30	0:47:18	0:46:29	0:47:19	0:38:11	0:40:46	0:38:10	0:38:19	0:40:37
9:40	9:45	27	0:41:52	0:46:57	0:47:46	0:46:21	0:48:15	0:56:41	0:46:05	0:48:01	0:45:18	0:46:48	0:37:28	0:40:06	0:39:08	0:39:48	0:40:15
9:45	9:50	28	0:41:08	0:45:55	0:47:09	0:48:30	0:47:27	0:54:34	0:54:37	0:46:56	0:46:01	0:47:07	0:39:24	0:39:35	0:39:28	0:39:43	0:39:54
9:50	9:55	29	0:42:01	0:47:20	0:47:15	0:48:45	0:46:09	0:51:06	0:43:52	0:47:07	0:48:36	0:46:56	0:38:36	0:38:37	0:39:54	0:38:55	0:39:18
9:55	10:00	30	0:41:18	0:46:57	0:46:24	0:46:58	0:47:28	0:49:02	0:46:08	0:47:44	0:47:38	0:47:10	0:37:58	0:39:27	0:38:31	0:39:02	0:38:26
10:00	10:05	31	0:43:56	0:47:07	0:47:07	0:47:14	0:48:02	0:47:24	0:46:56	0:46:10	0:46:56	0:46:52	0:36:20	0:37:39	0:38:27	0:39:24	0:38:14
10:05	10:10	32	0:44:47	0:47:49	0:46:28	0:47:21	0:47:33	0:46:42	0:42:50	0:45:08	0:45:25	0:45:42	0:34:40	0:36:01	0:37:09	0:37:57	0:37:45
10:10	10:15	33	0:43:16	0:47:14	0:46:10	0:46:40	0:48:41	0:42:36	0:43:01	0:41:44	0:43:37	0:44:26	0:35:06	0:35:41	0:36:42	0:37:19	0:37:12
10:15	10:20	34	0:45:14	0:46:09	0:47:15	0:45:47	0:47:54	0:39:01	0:40:57	0:39:17	0:42:49	0:43:14	0:34:51	0:34:58	0:36:59	0:36:36	0:36:29
10:20	10:25	35	0:46:46	0:04:42	0:47:28	0:47:01	0:47:18	0:38:08	0:36:33	0:40:23	0:39:52	0:42:34	0:35:58	0:34:22	0:35:23	0:37:02	0:35:37
10:25	10:30	36	0:47:13	0:46:57	0:46:44	0:47:39	0:46:38	0:39:15	0:36:17	0:39:32	0:38:46	0:39:47	0:33:20	0:34:05	0:33:11	0:34:53	0:33:54
TOTAL			21:53:05	22:01:30	22:59:31	23:29:38	22:33:49	4:31:42	3:56:54	4:00:37	4:01:45	4:18:28	22:45:45	23:12:52	23:13:10	23:16:39	23:23:03

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

4.2.2.4. Cálculo de la tasa de servicio

Para el cálculo de la tasa de servicio los datos deben cumplir con la condición de que los tiempos siguen una distribución de probabilidad Exponencial, cumplida esta condición se puede continuar con el análisis en donde se tomará los datos del tiempo total en minutos que tardaron los servidores en atender a los usuarios por cada horario determinado y el total de usuarios a los cuales se tomó los tiempos los mismos que son 36 usuarios, en el transcurso de los 15 días de la investigación.

La siguiente fórmula es para el cálculo de la distribución de probabilidad Exponencial:

$$f(x) = \alpha e^{-\alpha x} \quad [13]$$

La regla de decisión que se seguirá es la siguiente:

Si la distribución de probabilidad de Exponencial es menor al nivel de confianza del 96% con el cual se trabajará, se rechazará la hipótesis nula y se concluirá que el tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación no se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

• DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD EXPONENCIAL

Hipótesis planteada para los tres distintos horarios en estudio:

H₀: El tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

H₁: El tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA no se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

Para el horario de la mañana contamos tasa de llegada conocida igual a $\lambda=4,02$; para la cual se dividirá para obtener el parámetro $\alpha = 1/\lambda$ y se desea que se tome al menos 20 minutos en atender al usuario. Utilizando la ecuación 13 se obtuvieron los siguientes resultados para los tres horarios:

$$\begin{aligned} f(x) &= 0.249 e^{-(0.249*20)} \\ &= \mathbf{0,99309234} \end{aligned}$$

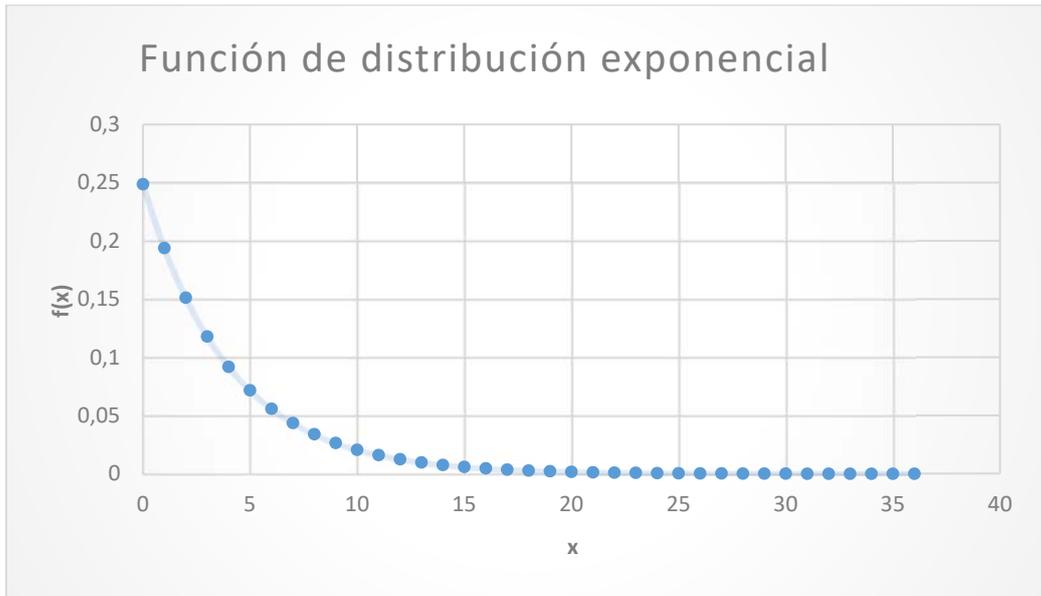


Gráfico 37-4. Función de Distribución de Probabilidad Exponencial - Horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Para el horario del medio día contamos tasa de llegada conocida igual a $\lambda=3.45$; para la cual se dividirá para obtener el parámetro $\alpha = 1/\lambda$ y se desea que se tome al menos 20 minutos en atender al usuario.

$$f(x) = 0.289 e^{-(0.289*20)}$$

$$= 0,99696366$$

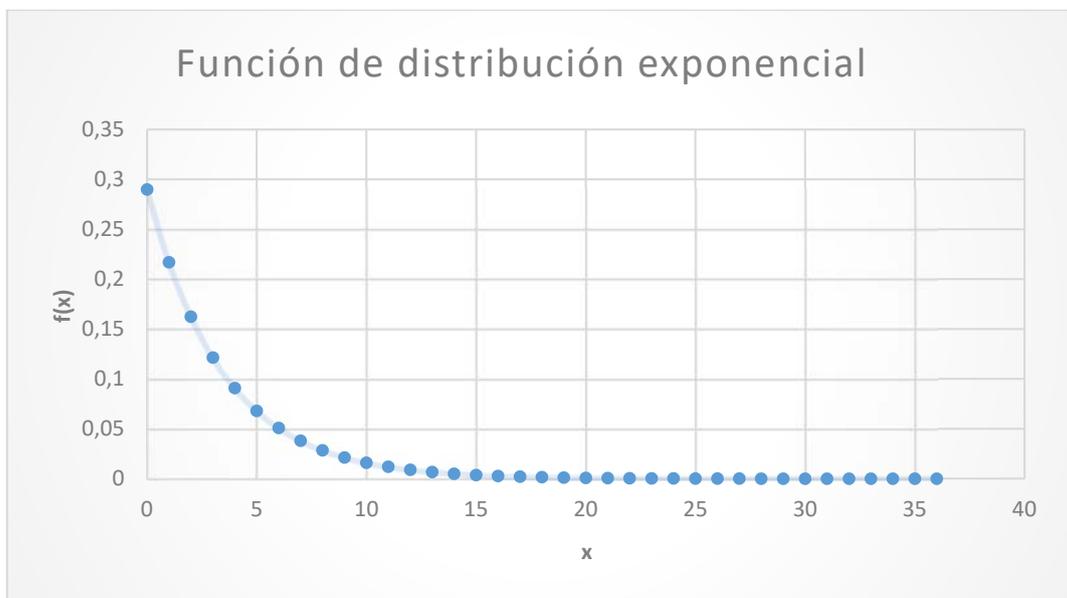


Gráfico 38-4. Función de Distribución de Probabilidad Exponencial - Horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Para el horario de la mañana contamos tasa de llegada conocida igual a $\lambda=3,80$; para la cual se dividirá para obtener el parámetro $\alpha = 1/\lambda$ y se desea que se tome al menos 20 minutos en atender al usuario.

$$f(x) = 0.263 e^{-(0.263*20)}$$

$$= 0,99482108$$

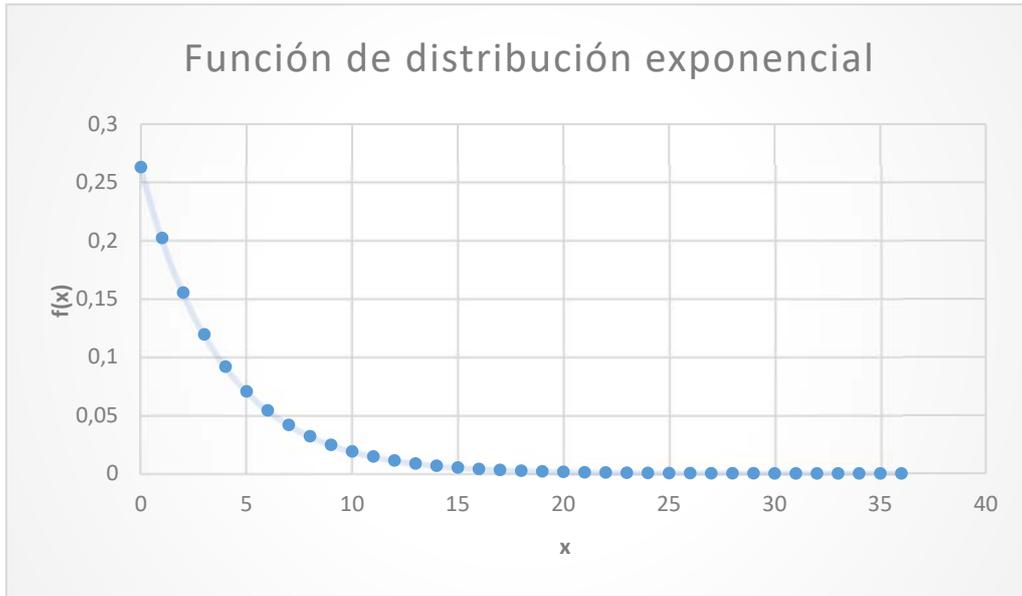


Gráfico 39-4. Función de Distribución de Probabilidad Exponencial - Horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Se concluye que en efecto el tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en los tres distintos horario si se ajustan a la distribución de probabilidad Exponencial.

Seguidamente calculamos la tasa de servicio global, en donde se suma las tasas de cada uno de los días y se los divide para los 5 días que son en los que se realizó la investigación en los tres horarios:

- EN LA MAÑANA

Tabla 6-4. Tasa de Servicio Global de los usuarios al ser atendidos - Horario de la mañana

DÍAS	μ
LUNES	0:36:28
MARTES	0:36:42
MIÉRCOLES	0:38:19
JUEVES	0:39:09
VIERNES	0:37:36
TOTAL	3:08:16
μ GLOBAL	0:37:39

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

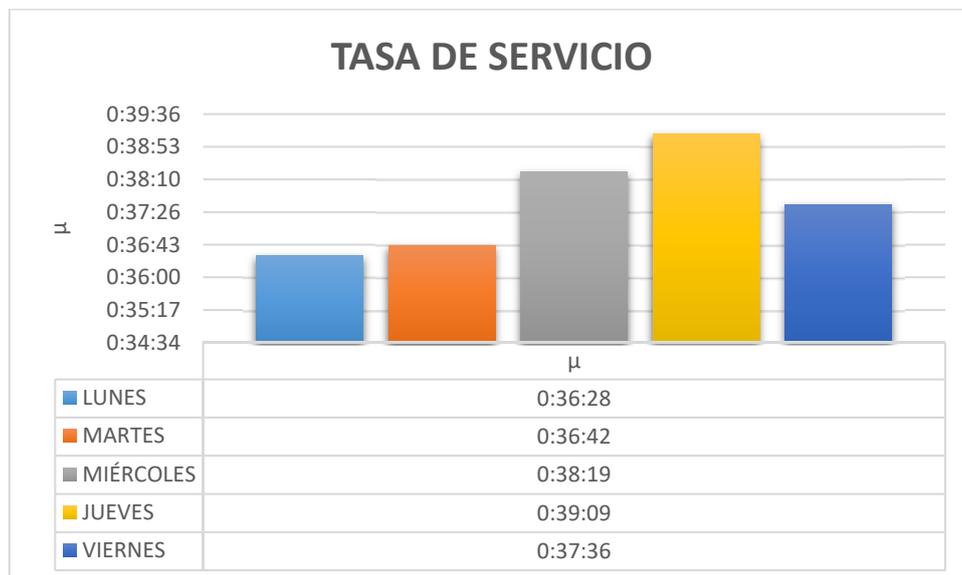


Gráfico 40-4. Tasa de Servicio de los usuarios al ser atendidos en el horario de la mañana

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

En la gráfica se puede observar que en el día jueves se ocupó un tiempo mayor para atender a los usuarios en el horario de la mañana, mientras que el lunes fue el día en el que se ocupó un menor tiempo para atender a los mismos.

- **AL MEDIO DÍA**

Tabla 7-4. Tasa de Servicio Global de los usuarios al ser atendidos - Horario del medio día

DÍAS	μ
LUNES	0:47:33
MARTES	0:46:35
MIÉRCOLES	0:46:41
JUEVES	0:46:43
VIERNES	0:47:11
TOTAL	3:54:42
μ GLOBAL	0:46:56

Fuente: Tamayo Joselín, 2017

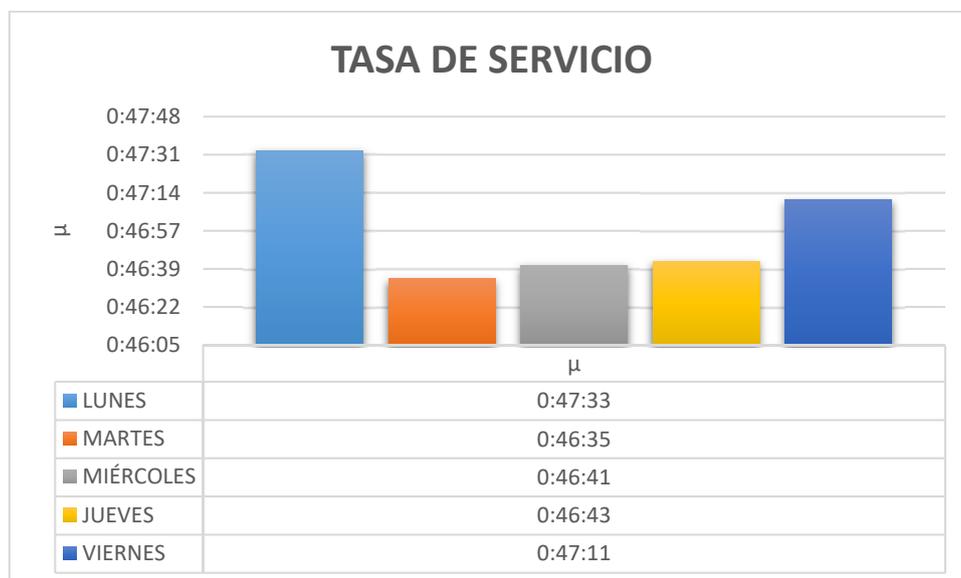


Gráfico 41-4. Tasa de Servicio de los usuarios al ser atendidos en el horario del medio día

Fuente: Tamayo Joselín, 2017

En la gráfica se puede observar que en el horario del medio día en los días que se emplea un mayor tiempo para la atención a los usuarios es el día lunes, seguido del día viernes, mientras que el día martes el personal del departamento ocupa un tiempo menor para la atención a los usuarios.

- **EN LA TARDE**

Tabla 8-4. Tasa de Servicio Global de los usuarios al ser atendidos - Horario de la tarde

DÍAS	μ
LUNES	0:37:56
MARTES	0:38:41
MIÉRCOLES	0:38:42
JUEVES	0:38:48
VIERNES	0:38:58
TOTAL	3:13:06
μ GLOBAL	0:38:37

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

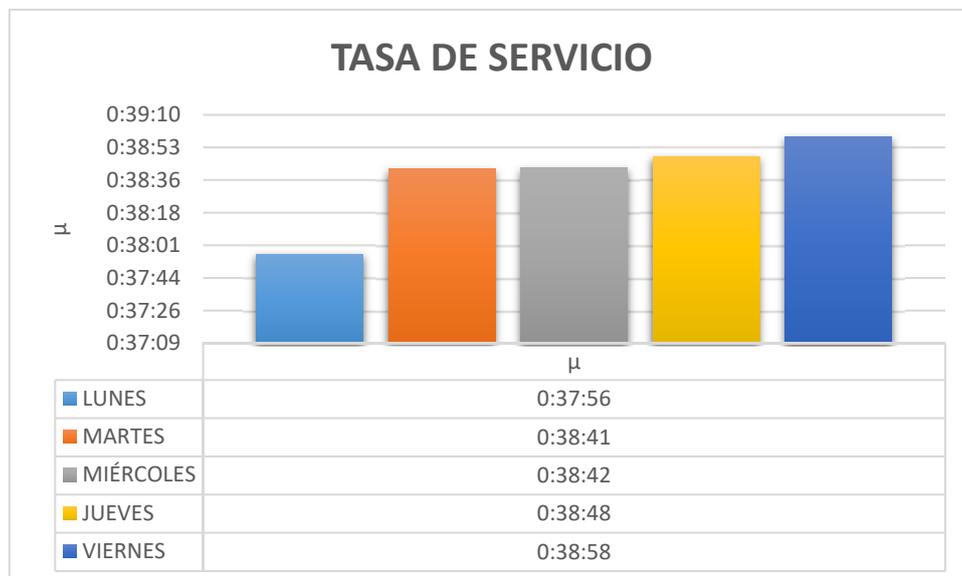


Gráfico 42-4. Tasa de Servicio de los usuarios al ser atendidos en el horario de la tarde

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Al realizar la gráfica de la tasa de servicio en cada uno de los 5 días de estudio, se puede observar que en el horario de la tarde el personal de servicio tarda mayor tiempo en atender a los usuarios en los días viernes y muy de cerca el día jueves, mientras que el menor tiempo que tardan en atender es en el día lunes.

4.2.2.5 Regla de decisión

A continuación se presenta la regla de decisión para nuestra hipótesis:

Se rechaza H_0 , si las ecuaciones utilizadas para calcular las características de operación de múltiples canales (M/M/3) son mayores que las ecuaciones utilizadas para calcular las características de operación de múltiples canales (M/M/4).

4.2.2.6 Modelo de línea de espera de canal múltiple (M/M/3) y (M/M/4)

Se presenta a continuación los resultados que se calcularon anteriormente, incluimos en costo de espera el mismo que se determinó previamente junto con la gerencia de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. para cada uno de los horarios determinados; utilizando las ecuaciones 3, 4, 5, 6, 7 y 10 propuestas en el capítulo 2.

4.2.2.7 Resultados para el modelo de línea de espera de canal múltiple (M/M/3)

- EN LA MAÑANA

Tabla 9-4. Datos obtenidos para el modelo M/M/3 - Horario de la mañana

DATOS OBTENIDOS - HORARIO DE LA MAÑANA	
TASA DE LLEGADA (λ)	4,02
TASA DE SERVICIO (μ)	37,39
COSTO DE ESPERA (C_w)	60
SERVIDORES (k)	3

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

A partir de los datos obtenidos se procede al cálculo de las características de operación en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10-4. Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/3 - Horario de la mañana

Modelo M/M/3 - Horario de la Mañana	
Po	0,90
Lq	0,00
L	0,11
Wq	0,00
W	0,03
CT	708,60

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **AL MEDIO DÍA**

Tabla 11-4. Datos obtenidos para el modelo M/M/3 - Horario del medio día

DATOS OBTENIDOS - HORARIO DEL MEDIO DÍA	
TASA DE LLEGADA (λ)	3,45
TASA DE SERVICIO (μ)	46,56
COSTO DE ESPERA (C_w)	60
SERVIDORES (k)	3

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Una vez obtenidos los datos para el modelo M/M/3, continuamos a realizar el cálculo de las características de operación del mismo, obteniendo así los siguientes resultados:

Tabla 12-4. Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/3 - Horario del medio día

Modelo M/M/3 - Horario del Medio Día	
Po	0,93
Lq	0,00
L	0,07
Wq	0,00
W	0,02
CT	705,93

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- EN LA TARDE

Tabla 13-4. Datos obtenidos para el modelo M/M/3 - Horario de la tarde

DATOS OBTENIDOS - HORARIO DE LA TARDE	
TASA DE LLEGADA (λ)	3,8
TASA DE SERVICIO (μ)	38,37
COSTO DE ESPERA (C_w)	60
SERVIDORES (k)	3

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Obtenidos los datos para nuestro modelo de línea de espera M/M/3, calculamos las características de operación para el horario de la tarde, en donde se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 14-4. Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/3 - Horario de la tarde

Modelo M/M/3 - Horario de la Tarde	
Po	0,91
Lq	0,00
L	0,10
Wq	0,00
W	0,03
CT	707,92

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

4.2.2.8 Resultados para el modelo de línea de espera de canal múltiple (M/M/4)

- EN LA MAÑANA

Tabla 15-4. Datos obtenidos para el modelo M/M/4 - Horario de la mañana

DATOS OBTENIDOS - HORARIO DE LA MAÑANA	
TASA DE LLEGADA (λ)	4,02
TASA DE SERVICIO (μ)	37,39
COSTO DE ESPERA (C_w)	80
SERVIDORES (k)	4

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Luego de haber obtenido los resultados para el modelo de línea de espera M/M/4 en el horario de la mañana, procedemos a hallar las características de operación para dicho modelo:

Tabla 16-4. Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/4 - Horario de la mañana

Modelo M/M/4 - Horario de la Mañana	
Po	0,81
Lq	0,00
L	0,09
Wq	0,00
W	0,02
CT	288,45

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **AL MEDIO DÍA**

Tabla 17-4. Datos obtenidos para el modelo M/M/4 - Horario del medio día

DATOS OBTENIDOS - HORARIO DEL MEDIO DÍA	
TASA DE LLEGADA (λ)	3,45
TASA DE SERVICIO (μ)	46,56
COSTO DE ESPERA (C_w)	80
SERVIDORES (k)	4

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

A partir de los resultados obtenidos para el modelo M/M/4 en el horario del medio día, hallamos las características de operación del modelo mencionado, obteniendo así lo siguiente:

Tabla 18-4. Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/4 - Horario del medio día

Modelo M/M/4 - Horario del Medio Día	
Po	0,79
Lq	0,00
L	0,04
Wq	0,00
W	0,01
CT	286,45

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **EN LA TARDE**

Tabla 19-4. Datos obtenidos para el modelo M/M/4 - Horario de la tarde

DATOS OBTENIDOS - HORARIO DE LA TARDE	
TASA DE LLEGADA (λ)	3,8
TASA DE SERVICIO (μ)	38,37
COSTO DE ESPERA (C_w)	80
SERVIDORES (k)	4

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Una vez hallados los resultados para el modelo M/M/4 en el horario de la tarde, procedemos a encontrar las características de operación para el mismo, en donde se obtuvo lo siguiente:

Tabla 20-4. Resultado de las características de operación para el Modelo M/M/4 - Horario de la tarde

Modelo M/M/4 - Horario de la Tarde	
Po	0,82
Lq	0,00
L	0,08
Wq	0,00
W	0,02
CT	287,94

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

4.2.2.9 Análisis, comparación y decisión de los resultados obtenidos de los modelos de líneas de espera estudiados

A continuación se realizará la comparación respectiva de los dos modelos de línea de espera estudiados para la toma de decisiones en cada uno de los horarios establecidos:

- **EN LA MAÑANA**

Tabla 21-4. Comparación de resultados de los modelos M/M/3 y M/M/4 - Horario de la mañana

Modelo M/M/3 - Horario de la Mañana		Modelo M/M/4 - Horario de la Mañana	
Po	0,90	Po	0,81
Lq	0,00	Lq	0,00
L	0,11	L	0,08
Wq	0,00	Wq	0,00
W	0,03	W	0,01
CT	384,60	CT	288,45

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Comparando estos resultados de las características de operación del modelo de línea de espera de canal múltiple M/M/3 con las características del modelo M/M/4 se puede observar las siguientes cosas:

1. La probabilidad de que no exista unidades en el sistema bajó de 0.90 a 0.81 usuarios.
2. El número promedio que los usuarios pasan en el sistema se reduce de 0.11 a 0.08.
3. El tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema llegó a bajar de 0.03 min a 0.01.
4. En base al costo total que implica un servidor más, se puede notar que de un gasto de \$ 384.60 éste reduce a \$ 288.45.

- **AL MEDIO DÍA**

Tabla 22-4. Comparación de resultados de los modelos M/M/3 y M/M/4 - Horario del medio día

Modelo M/M/3 - Horario del Medio Día		Modelo M/M/4 - Horario del Medio Día	
Po	0,93	Po	0,79
Lq	0,00	Lq	0,00
L	0,07	L	0,04
Wq	0,00	Wq	0,00
W	0,02	W	0,01
CT	381,93	CT	286,45

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

En base al horario del medio día al realizar la comparación entre los dos modelos estudiados, se puede observar lo siguiente:

1. La probabilidad de que no exista unidades en el sistema bajó de 0.93 a 0.79 usuarios.
2. El número promedio que los usuarios pasan en el sistema se reduce de 0.07 a 0.04.
3. El tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema llegó a bajar de 0.02 min a 0.01.
4. En base al costo total que implica un servidor más, se puede notar que de un gasto de \$ 381.93 éste reduce a \$ 286.45.

- **EN LA TARDE**

Tabla 23-4. Comparación de resultados de los modelos M/M/3 y M/M/4 - Horario de la tarde

Modelo M/M/3 - Horario de la Tarde		Modelo M/M/4 - Horario de la Tarde	
Po	0,91	Po	0,82
Lq	0,00	Lq	0,00
L	0,10	L	0,07
Wq	0,00	Wq	0,00
W	0,03	W	0,01
CT	383,92	CT	287,94

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Con respecto al horario de la tarde al realizar la comparación de los resultados de los dos modelos en estudio, podemos notar lo siguiente:

1. La probabilidad de que no exista unidades en el sistema bajó de 0.91 a 0.82 usuarios.
2. El número promedio que los usuarios pasan en el sistema se reduce de 0.10 a 0.07.
3. El tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema llegó a bajar de 0.03 min a 0.01.
4. En base al costo total que implica un servidor más, se puede notar que de un gasto de \$ 383.92 éste reduce a \$ 287.94.

Haciendo un análisis general de los dos modelos que se estudiaron es evidente que tanto los usuarios que permanecen en el sistema como el tiempo que esperan ser atendidos disminuye notablemente al momento de aumentar un servidor más, con respecto al costo que implica esta implementación se percibe una reducción en los tres distintos horarios que se establecieron por lo que se considera eficiente la aplicación del modelo M/M/4 en el departamento de Recaudación de la EERSA para la satisfacción de los usuarios al momento del pago de sus planillas.

CONCLUSIONES

- Con la información recopilada en las encuestas que se realizó en los tres distintos horarios determinados, se identificó que los usuarios no se sienten conformes con el tiempo que tarda el personal del departamento de Recaudación en atenderlos para el pago de sus planillas.
- Califican la calidad de servicio recibido en el departamento concluyendo que el mismo es regular; dicha calificación se da principalmente por el trato recibido por parte del personal y se debe tomar en cuenta si existen más factores en los que se está fallando para la mejora del mismo.
- En su mayoría los usuarios opinaron que dentro del departamento se debe implementar más personal para la atención dado que existen ventanillas vacías en donde podrían colocarlos, y de igual manera sugirieron que se debería reactivar la ventanilla para atención al cliente para de esta manera evitar hacer la misma cola que los usuarios, para el pago de planillas.
- Se observó que se necesita reforzar el control en ventanillas, coordinando así que el personal vaya acorde a la demanda diaria de usuarios que asisten en los distintos horarios al departamento de Recaudación.
- Por medio de la aplicación de los dos modelos de línea de espera en estudio M/M/3 y M/M/4 se llegó a una conclusión para el problema de largas colas que existe dentro del departamento, el mismo que consiste en que se debe implementar una ventanilla más para la atención, dado que así ayudaría a disminuir los tiempos que los usuarios pasan en el sistema y se obtendría la satisfacción de los usuarios dado que uno de los pedidos de ellos es que el departamento cuente con más personal, y así tener que esperar menos tiempo para ser atendidos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda mejorar el trato a los usuarios dentro de departamento por parte de todo el personal, para que se cuente con un servicio de excelente calidad.
- Debido a la existencia de usuarios que no hablan y no entienden español, que en su mayoría son adultos mayores mismos que provienen de la zona rural, se recomienda que exista al menos un funcionario que domine este idioma.
- Se recomienda a la Gerencia de la Empresa Eléctrica Riobamba Matriz S.A. la implementación de un funcionario más dentro del departamento de Recaudación, dado que dicho implemento no generará gastos sino todo lo contrario, ayudará a que la empresa cuente con más acogida y de esta manera contar con usuarios satisfechos con la atención y con el tiempo que brindan en atenderlos.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, D. et.al., Métodos Cuantitativos Para los Negocios. En: México: Cengage Learning, 11a ed., 2011, pp. 656-684.

BARRENO, A., Propuesta de un modelo de optimización de tránsito basado en teoría de colas para la ciudad de Riobamba. Trabajo de Titulación. En: Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias, Física y Matemáticas, 2011, pp. 353-354.

BELLIDO, R. G., Kolmogorov-Smirnov. En: *Pruebas no paramétricas*. Valencia, España, 8va ed., 2010, pp. 1-5.

CARRO PAZ ROBERTO, G. G. D., s.f. Modelos de Líneas de Espera. En: *Modelos de Líneas de Espera*. Argentina, 6ta ed., 2012, p. 3.

CAZORLA, F., 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. Trabajo de Titulación. En: Riobamba; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias, Física y Matemáticas, 2014, pp. 92-94.

IBM KNOWLEDGE., *Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra*. [En línea], 2011, [Consulta: 17 Abril 2017]. Available at: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLVMB_23.0.0/spss/base/idh_ntk1.html

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA., *Distribución exponencial*. [En línea], 2004, [Consulta: 21 Julio 2017]. Available at: <http://virtual.uptc.edu.co/ova/estadistica/docs/libros/ftp.bioestadistica.uma.es/libro/node78.htm>

DIAZ, A., Elementos existentes en un modelo de colas. En: *Teoría de la cola*. Maturín, 2014, pp. 9-12. [Consulta: 23 Mayo 2017]. Available at: <https://es.slideshare.net/anibaldiaz22/teoria-de-la-cola-alum-anibal-diaz>

GÓMEZ, M. M., Resumen de las ideas clave. En: *La Distribución de Poisson*. Valencia-España; Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Estadística, 2012, pp. 2-3.

HENAO J., PÉREZ J. & PÉREZ W., Teoría de Colas, Líneas de Espera. En: Colombia; Universidad Católica de Oriente, Ingeniería Industrial, 2010, pp. 1-8.

GRUPS INNOVACIO., *La Distribución Exponencial*. [En línea], 2013, [Consulta: 28 Mayo 2017]. Available at:

<http://www.ub.edu/stat/GrupsInnovacio/Statmedia/demo/Temas/Capitulo4/B0C4m1t3.htm>

LEANDRO, G., Sistema de colas, modelo básico. En: *Líneas de espera*. Costa Rica, Aula de Economía, Curso Métodos Cuantitativos, 2008, p. 10.

LINARES, E. G., Implementación en una Web de la teoría de colas. (Trabajo de Titulación). En Cataluña; Universidad Politécnica de Cataluña, Facultad de Sistemas Electrónicos, Escuela de Telecomunicaciones, 2008, pp. 10-52.

MAULE, A., Cálculo del Tamaño de la Muestra conociendo el Tamaño de la Población.. En: *Tamaño Optimo de la muestra* . Venezuela; Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”, 2014, pp. 3-5.

NARRC., *Teoría de Colas Conceptos Básicos*. [En línea], 2012, [Consulta: 22 Junio 2017]. Available at: <http://teoriacola.blogspot.com/>

PICKERS, S., *Tamaño de una muestra*. [En línea], 2015, [Consulta: 13 Julio 2017]. Available at: <http://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra>

PUELLO, N. P., *Investigación de Operaciones*. [En línea], 2011, [Consulta: 04 Agosto 2017]. Available at: <http://investigaciondeoperacionesnaty7.blogspot.com/p/teoria-de-colas.html>

RAMOS, B., La teoría de colas como herramienta para optimizar el servicio en una entidad municipal. (Trabajo de Titulación). En: Guatemala: Universidad de San Carlos De Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Administración de Empresas, 2005, pp. 73-75.

VERA, P., Aplicación de una teoría de colas a la atención al público de una correduría de seguros. (Trabajo fin de Grado). En: Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, Facultad de Ciencias de la Empresa, Escuela de Admintración, 2013, pp. 41-42.

ANEXOS

ANEXO A Respuestas a la encuesta – Edad del usuario

- **HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla 1A Edad de los usuarios encuestados en el horario de la mañana

HORA DE 7:30 A 10:30		
EDAD	USUARIOS	PORCENTAJE
20 - 25	6	3%
26 - 30	12	6%
31 - 35	15	7%
36 - 40	17	8%
41 - 45	23	11%
46 - 50	30	14%
51 - 55	26	12%
56 - 60	29	13%
61 - 65	16	7%
66 - 70	16	7%
71 - 75	17	8%
76 o más	8	4%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla 2A Edad de los usuarios encuestados en el horario del medio día

HORA DE 10:30 A 13:30		
EDAD	USUARIOS	PORCENTAJE
20 - 25	13	6%
26 - 30	16	7%
31 - 35	23	11%
36 - 40	21	10%
41 - 45	22	10%
46 - 50	21	10%
51 - 55	21	10%
56 - 60	13	6%
61 - 65	21	10%
66 - 70	17	8%
71 - 75	14	7%
76 o más	13	6%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DE LA TARDE**

Tabla 3A Edad de los usuarios encuestados en el horario de la tarde

HORA DE 13:30 A 16:30		
EDAD	USUARIOS	PORCENTAJE
20 - 25	11	5%
26 - 30	17	8%
31 - 35	14	7%
36 - 40	19	9%
41 - 45	15	7%
46 - 50	19	9%
51 - 55	31	14%
56 - 60	25	12%
61 - 65	17	8%
66 - 70	13	6%
71 - 75	22	10%
76 o más	12	6%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO B Respuestas a la encuesta – Sexo del usuario

- **HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla 1B Sexo de los usuarios encuestados en el horario de la mañana

HORA DE 7:30 A 10:30		
SEXO	USUARIOS	PORCENTAJE
HOMBRES	90	42%
MUJERES	125	58%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla 2B Sexo de los usuarios encuestados en el horario del medio día

HORA DE 10:30 A 13:30		
SEXO	USUARIOS	PORCENTAJE
HOMBRES	97	45%
MUJERES	118	55%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DE LA TARDE**

Tabla 3B Sexo de los usuarios encuestados en el horario de la tarde

HORA DE 13:30 A 16:30		
SEXO	USUARIOS	PORCENTAJE
HOMBRES	103	48%
MUJERES	112	52%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO C Respuestas a la encuesta – Pregunta 1

¿Considera usted que el trato dentro de la institución es cordial?

- **HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla 1C Pregunta 1 - ¿Considera usted que el trato dentro de la institución es cordial? – Horario de la mañana

HORA DE 7:30 A 10:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	160	74%
NO	55	26%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla 2C Pregunta 1 - ¿Considera usted que el trato dentro de la institución es cordial? - Horario del medio día

HORA DE 10:30 A 13:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	172	80%
NO	43	20%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DE LA TARDE**

Tabla 3C Pregunta 1 - ¿Considera usted que el trato dentro de la institución es cordial? - Horario de la tarde

HORA DE 13:30 A 16:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	168	78%
NO	47	22%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO D Respuestas a la encuesta – Pregunta 2

¿Considera que el tiempo que tardó el personal en atenderlo fue rápido?

- **HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla 1D Pregunta 2 - ¿Considera que el tiempo que tardó el personal en atenderlo fue rápido? – Horario de la mañana

HORA DE 7:30 A 10:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	43	20%
NO	172	80%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla 2D Pregunta 2 - ¿Considera que el tiempo que tardó el personal en atenderlo fue rápido? – Horario del medio día

HORA DE 10:30 A 13:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	54	25%
NO	161	75%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DE LA TARDE**

Tabla 3D Pregunta 2 - ¿Considera que el tiempo que tardó el personal en atenderlo fue rápido? – Horario de la tarde

HORA DE 13:30 A 16:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	57	27%
NO	158	73%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO E Respuestas a la encuesta – Pregunta 3

¿Cómo calificaría la calidad de servicio que recibió dentro del departamento de Recaudación?

- HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla1E Pregunta 3 - ¿Cómo calificaría la calidad de servicio que recibió dentro del departamento de Recaudación? - Horario de la mañana

HORA DE 7:30 A 10:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
EXCELENTE	36	17%
BUENO	74	34%
REGULAR	89	41%
MALO	16	7%
MUY MALO	0	0%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla2E Pregunta 3 - ¿Cómo calificaría la calidad de servicio que recibió dentro del departamento de Recaudación? - Horario del medio día

HORA DE 10:30 A 13:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
EXCELENTE	22	10%
BUENO	86	40%
REGULAR	97	45%
MALO	11	5%
MUY MALO	0	0%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DE LA TARDE**

Tabla3E Pregunta 3 - ¿Cómo calificaría la calidad de servicio que recibió dentro del departamento de Recaudación? - Horario de la tarde

HORA DE 13:30 A 16:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
EXCELENTE	33	15%
BUENO	71	33%
REGULAR	99	46%
MALO	12	6%
MUY MALO	0	0%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO F Respuestas a la encuesta – Pregunta 4

¿Ha tenido algún inconveniente al realizar sus pagos?

- **HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla1F Pregunta 4 - ¿Ha tenido algún inconveniente al realizar sus pagos? - Horario de la mañana

HORA DE 7:30 A 10:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	16	7%
NO	199	93%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla2F Pregunta 4 - ¿Ha tenido algún inconveniente al realizar sus pagos? - Horario del medio día

HORA DE 10:30 A 13:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	11	5%
NO	204	95%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DE LA TARDE**

Tabla3F Pregunta 4 - ¿Ha tenido algún inconveniente al realizar sus pagos? - Horario de la tarde

HORA DE 13:30 A 16:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	14	7%
NO	201	93%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO G Respuestas a la encuesta – Pregunta 5

¿El personal en atenderlo ha podido solucionar satisfactoriamente dicho inconveniente?

- **HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla1G Pregunta 5 - ¿El personal en atenderlo ha podido solucionar satisfactoriamente dicho inconveniente? - Horario de la mañana

HORA DE 7:30 A 10:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	14	87%
NO	2	13%
TOTAL	16	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla2G Pregunta 5 - ¿El personal en atenderlo ha podido solucionar satisfactoriamente dicho inconveniente? - Horario del medio día

HORA DE 10:30 A 13:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	10	91%
NO	1	9%
TOTAL	11	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- HORARIO DE LA TARDE**

Tabla3G Pregunta 5 - ¿El personal en atenderlo ha podido solucionar satisfactoriamente dicho inconveniente? - Horario de la tarde

HORA DE 13:30 A 16:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	13	93%
NO	1	7%
TOTAL	14	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO H Respuestas a la encuesta – Pregunta 6

¿Cree usted que se debería implementar alguno de los siguientes factores dentro del departamento?

- HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla1H Pregunta 6 - ¿Cree usted que se debería implementar alguno de los siguientes factores dentro del departamento? - Horario de la mañana

HORA DE 7:30 A 10:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MAS PERSONAL PARA LA ATENCIÓN	123	57%
PERSONAL CAPACITADO, CON EXPERIENCIA Y MÁS EFICIENTE	39	18%
EXTENSIÓN EN EL HORARIO DE ATENCIÓN	47	22%
OTRO	6	3%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Tabla2H Pregunta 6 - Respuestas a la opción Otro – Horario de la mañana

HORA DE 7:30 A 10:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SUPERVISOR DE VENTANILLAS	0	0%
IMPLEMENTAR UNA VENTANILLA EXCLUSIVA PARA ATENCIÓN AL CLIENTE	6	3%
TOTAL	6	3%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla3H Pregunta 6 - ¿Cree usted que se debería implementar alguno de los siguientes factores dentro del departamento? – Horario del medio día

HORA DE 10:30 A 13:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MAS PERSONAL PARA LA ATENCIÓN	108	50%
PERSONAL CAPACITADO, CON EXPERIENCIA Y MÁS EFICIENTE	54	25%
EXTENSIÓN EN EL HORARIO DE ATENCIÓN	43	20%
OTRO	11	5%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Tabla4H Pregunta 6 - Respuestas a la opción Otro – Horario del medio día

HORA DE 10:30 A 13:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SUPERVISOR DE VENTANILLAS	2	1%
IMPLEMENTAR UNA VENTANILLA EXCLUSIVA PARA ATENCIÓN AL CLIENTE	9	4%
TOTAL	11	5%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- HORARIO DE LA TARDE**

Tabla5H Pregunta 6 - ¿Cree usted que se debería implementar alguno de los siguientes factores dentro del departamento? – Horario de la tarde

HORA DE 13:30 A 16:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MAS PERSONAL PARA LA ATENCIÓN	114	53%
PERSONAL CAPACITADO, CON EXPERIENCIA Y MÁS EFICIENTE	35	16%
EXTENSIÓN EN EL HORARIO DE ATENCIÓN	57	27%
OTRO	9	4%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Tabla6H Pregunta 6 - Respuestas a la opción Otro – Horario de la tarde

HORA DE 13:30 A 16:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SUPERVISOR DE VENTANILLAS	1	0%
IMPLEMENTAR UNA VENTANILLA EXCLUSIVA PARA ATENCIÓN AL CLIENTE	8	4%
TOTAL	9	4%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO I Respuestas a la encuesta – Pregunta 7

¿Acude al pago de sus planillas con un niño menos a los 3 años?

• **HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla1I Pregunta 7 - ¿Acude al pago de sus planillas con un niño menos a los 3 años? - Horario de la mañana

HORA DE 7:30 A 10:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	41	19%
NO	174	81%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

• **HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla2I Pregunta 7 - ¿Acude al pago de sus planillas con un niño menos a los 3 años? - Horario del medio día

HORA DE 10:30 A 13:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	32	15%
NO	183	85%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DE LA TARDE**

Tabla3I Pregunta 7 - ¿Acude al pago de sus planillas con un niño menos a los 3 años? - Horario de la tarde

HORA DE 13:30 A 16:30		
RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	28	13%
NO	187	87%
TOTAL	215	100%

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO J Tasa de llegada de los usuarios

TASA DE LLEGADA

- **HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla1J Tasa de Llegadas de los usuarios en el horario de la mañana

DESARROLLO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
TOTAL DE MINUTOS ATENDIDOS	180	180	180	180	180
TOTAL DE USUARIOS ATENDIDOS	713	710	730	733	736
λ	3,96	3,94	4,06	4,07	4,09

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla2J Tasa de Llegadas de los usuarios en el horario del medio día.

DESARROLLO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
TOTAL DE MINUTOS ATENDIDOS	180	180	180	180	180
TOTAL DE USUARIOS ATENDIDOS	633	611	624	613	627
λ	3,52	3,39	3,47	3,41	3,48

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- HORARIO DE LA TARDE**

Tabla3J Tasa de Llegadas de los usuarios en el horario de la tarde

DESARROLLO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
TOTAL DE MINUTOS ATENDIDOS	180	180	180	180	180
TOTAL DE USUARIOS ATENDIDOS	681	675	696	674	692
λ	3,78	3,75	3,87	3,74	3,84

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO K Tasa de servicio de los usuarios

- HORARIO DE LA MAÑANA**

Tabla1K Tasa de Servicio de los usuarios al ser atendidos en el horario de la mañana

DESARROLLO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
TIEMPO TOTAL EN MINUTOS	21:53:05	22:01:30	22:59:31	23:29:38	22:33:49
USUARIOS ATENDIDOS EN EL DÍA	36	36	36	36	36
μ	0:36:28	0:36:42	0:38:19	0:39:09	0:37:36

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- HORARIO DEL MEDIO DÍA**

Tabla2K Tasa de Servicio de los usuarios al ser atendidos en el horario del medio día

DESARROLLO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
TIEMPO TOTAL EN MINUTOS	04:31:42	03:56:54	04:00:37	04:01:45	04:18:28
USUARIOS ATENDIDOS EN EL DÍA	36	36	36	36	36
μ	0:47:33	0:46:35	0:46:41	0:46:43	0:47:11

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

- **HORARIO DE LA TARDE**

Tabla3K Tasa de Servicio de los usuarios al ser atendidos en el horario de la tarde

DESARROLLO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
TIEMPO TOTAL EN MINUTOS	22:45:45	23:12:52	23:13:10	23:16:39	23:23:03
USUARIOS ATENDIDOS EN EL DÍA	36	36	36	36	36
μ	0:37:56	0:38:41	0:38:42	0:38:48	0:38:58

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

ANEXO L Prueba De Kolmogorov Smirnov

La prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra es un procedimiento de "bondad de ajuste", que permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada, es decir, contrasta si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución especificada. (BELLIDO, 2010, pp. 1-5)

El procedimiento Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra compara la función de distribución acumulada observada de una variable con una distribución teórica determinada, que puede ser la normal, la uniforme, la de Poisson o la exponencial. La Z de Kolmogorov-Smirnov se calcula a partir de la diferencia mayor (en valor absoluto) entre las funciones de distribución acumuladas teórica y observada. (IBM KNOWLEDGE, 2011)

Para los datos realizados en el Software Microsoft Excel en donde se comprobó que la tasa de llegada y tasa de servicio obtenidos del departamento de Recaudación de la Empresa Eléctrica Matriz Riobamba S.A. si cumplían con las condiciones del modelo de línea de espera de canal múltiple donde la tasa de llegada debe seguir una distribución de probabilidad de Poisson y la tasa de servicio debe seguir una distribución de probabilidad Exponencial, se realizó un análisis en el Software SPSS (Statistical Package for the Social Science) para corroborar con estas pruebas en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- **DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DE POISSON EN LA MAÑANA**

H₀: La tasa de llegada de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la mañana se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

H₁: La tasa de llegada de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la mañana no se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

Tabla 1L Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra – Distribución de Poisson - Horario de la Mañana

		Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra				
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
N		36	36	36	36	36
Parámetro de Poisson ^{a,b}	Media	19,81	19,72	20,28	20,36	20,44
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,076	,167	,171	,192	,161
	Positivo	,076	,106	,100	,091	,084
	Negativo	-,071	-,167	-,171	-,192	-,161
Z de Kolmogorov-Smirnov		,456	1,002	1,027	1,154	,968
Sig. asintótica (bilateral)		,986	,268	,242	,139	,306

a. La distribución de prueba es Poisson.

b. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Dado que los 5 valores de los días en estudio son mayores a 0.04 ya que se está trabajando con un nivel de significancia del 96%, se concluye que en efecto la tasa de llegada de los usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la mañana si se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

- **DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DE POISSON AL MEDIO DÍA**

H₀: La tasa de llegada de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario del medio día se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

H₁: La tasa de llegada de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario del medio día no se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

Tabla2L Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra - Distribución de Poisson - Horario del medio día

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
N		36	36	36	36	36
Parámetro de Poisson ^{a,b}	Media	17,58	16,97	17,33	17,03	17,42
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,187	,157	,242	,332	,242
	Positivo	,140	,103	,242	,305	,242
	Negativo	-,187	-,157	-,223	-,332	-,191
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,124	,945	1,452	1,993	1,451
Sig. asintótica (bilateral)		,160	,334	,059	,071	,096

a. La distribución de prueba es Poisson.

b. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Dado que los 5 valores de los días en estudio son mayores a 0.04 ya que se está trabajando con un nivel de significancia del 96%, se concluye que en efecto la tasa de llegada de los usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario del medio día si se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

• **DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DE POISSON EN LA TARDE**

H₀: La tasa de llegada de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la tarde se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

H₁: La tasa de llegada de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la tarde no se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

Tabla3L Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra - Distribución de Poisson - Horario de la tarde

		Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra				
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
N		36	36	36	36	36
Parámetro de Poisson ^{a,b}	Media	18,92	18,75	19,33	18,72	19,22
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,070	,093	,085	,080	,144
	Positivo	,070	,068	,085	,064	,081
	Negativo	-,060	-,093	-,078	-,080	-,144
Z de Kolmogorov-Smirnov		,422	,556	,510	,482	,863
Sig. asintótica (bilateral)		,994	,917	,957	,975	,446

a. La distribución de prueba es Poisson.

b. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Dado que los 5 valores de los días en estudio son mayores a 0.04 ya que se está trabajando con un nivel de significancia del 96%, se concluye que en efecto la tasa de llegada de los usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la tarde si se ajusta a la distribución de probabilidad de Poisson.

• **DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD EXPONENCIAL EN LA MAÑANA**

H₀: El tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la mañana se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

H₁: El tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la mañana no se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

Tabla4L Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra - Distribución Exponencial - Horario de la mañana

		Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 2				
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
N		36	36	36	36	36
Parámetro exponencial ^{a,b}	Media	19,81	19,72	20,28	20,36	20,44
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,427	,428	,419	,390	,416
	Positivo	,256	,268	,277	,279	,267
	Negativo	-,427	-,428	-,419	-,390	-,416
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,560	2,565	2,512	2,339	2,497
Sig. asintótica (bilateral)		,048	,142	,137	,236	,089

a. La distribución de prueba es exponencial.

b. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Dado que los 5 valores de los días en estudio son mayores a 0.04 ya que se está trabajando con un nivel de significancia del 96%, se concluye que en efecto el tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la mañana si se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

- **DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD EXPONENCIAL AL MEDIO DÍA**

H₀: El tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario del medio día se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

H₁: El tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario del medio día no se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

Tabla 5L Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra - Distribución Exponencial - Horario del medio día

		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
N		36	36	36	36	36
Parámetro	Media	17,58	16,97	17,33	17,03	17,42
exponencial. ^{a,b}						
Máximas diferencias	Absoluta	,434	,451	,438	,355	,409
extremas	Positivo	,215	,274	,223	,230	,238
	Negativo	-,434	-,451	-,438	-,355	-,409
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,603	2,708	2,630	2,130	2,454
Sig. asintótica (bilateral)		,141	,182	,246	,191	,287

a. La distribución de prueba es exponencial.

b. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Dado que los 5 valores de los días en estudio son mayores a 0.04 ya que se está trabajando con un nivel de significancia del 96%, se concluye que en efecto el tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario del medio día si se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

- **DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD EXPONENCIAL EN LA TARDE**

H₀: El tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la tarde se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

H₁: El tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la tarde no se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.

Tabla6L Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra - Distribución Exponencial - Horario de la tarde

Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra 2

		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
N		36	36	36	36	36
Parámetro	Media	18,92	18,75	19,33	18,72	19,22
exponencial. ^{a,b}						
Máximas diferencias	Absoluta	,470	,443	,487	,445	,431
extremas	Positivo	,267	,264	,274	,263	,272
	Negativo	-,470	-,443	-,487	-,445	-,431
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,818	2,656	2,925	2,673	2,584
Sig. asintótica (bilateral)		,252	,196	,184	,317	,293

a. La distribución de prueba es exponencial.

b. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Tamayo Joselin, 2017

Dado que los 5 valores de los días en estudio son mayores a 0.04 ya que se está trabajando con un nivel de significancia del 96%, se concluye que en efecto el tiempo entre llegadas de usuarios al departamento de Recaudación de la EERSA en el horario de la tarde si se ajusta a la distribución de probabilidad Exponencial.



EMPRESA ELÉCTRICA DE RIOBAMBA S.A.
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA



OBJETIVO:

Determinar el nivel de satisfacción de los usuarios de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. en el departamento de Recaudación.

Por favor, dedique unos minutos de su tiempo para contestar la siguiente encuesta relacionada al personal del departamento de Recaudación de la EERSA, su opinión es muy importante para la mejora de los servicios dentro de la Institución. Gracias.

DATOS INFORMATIVOS:

Edad: _____ **Sexo:** Hombre _____ Mujer _____

Si su respuesta es MUJER continúe conteste el siguiente ítem, caso contrario pase a la pregunta 1.

¿Actualmente usted se encuentra embarazada?

SI _____

NO _____

1. ¿Considera usted que el trato dentro de la institución es cordial?

SI _____

NO _____

2. ¿Considera que el tiempo que tardó el personal en atenderlo fue rápido?

SI _____

NO _____

3. ¿Cómo calificaría la calidad de servicio que recibió dentro del departamento de Recaudación?

EXCELENTE _____

BUENO _____

REGULAR _____

MALO _____

MUY MALO _____

4. ¿Ha tenido algún inconveniente al realizar sus pagos?

SI _____

NO _____

CUAL _____

Si su respuesta es SI continúe con la encuesta, caso contrario pase a la pregunta 6.

5. ¿El personal en atenderlo ha podido solucionar satisfactoriamente dicho inconveniente?

SI _____

NO _____

6. ¿Cree usted que se debería implementar alguno de los siguientes factores dentro del departamento?

Más personal para la atención _____

Personal capacitado, con experiencia y más eficiente _____

Extensión en el horario de atención _____

Otro (Indique cual) _____

7. ¿Acude al pago de sus planillas con un niño menos a los 3 años?

SI _____

NO _____

ANEXO N Toma de datos EERSA





