

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES**

**CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE SISTEMAS Y  
COMPUTACIÓN**



**“APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE COLAS EN LA ATENCIÓN DE  
CLIENTES EN LOS CAJEROS DE SUPERMERCADOS VIVANDA  
TIENDA DE BENAVIDES – LIMA”**

---

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Laura Verenice, ALANIA OSORIO

Asesor: Marco Antonio, DE LA CRUZ ROCCA

**CERRO DE PASCO**

**2018**

## **DEDICATORIA**

*A Dios, porque a él le debemos todos nuestros logros.*

*A mi madre Cirene y mi mamita Rayda, por sus consejos, valores y por su motivación que me permite ser una persona de bien.*

*A mi papito Amador por su perseverancia y constancia que lo caracteriza y que me ha infundado siempre y a mi padre Orlando por el valor mostrado para salir adelante.*

*A mis hermanas por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.*

## **RESUMEN**

En cumplimiento a las disposiciones vigentes del Reglamento de Grados y Títulos de nuestra Facultad de Ingeniería, Escuela de Formación Profesional de Sistemas y Computación, pongo a vuestra consideración la presente Tesis Intitulado “APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE COLAS EN LA ATENCIÓN DE CLIENTES EN LOS CAJEROS DE SUPERMERCADOS VIVANDA TIENDA DE BENAVIDES – LIMA”, con el propósito de optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas y Computación.

El desarrollo de la investigación abarca el desarrollo práctico del concepto de teoría de colas aplicándolo a una organización de la sociedad como es la tienda (supermercado) Vivanda, se busca conocer los beneficios de aplicar de la teoría de colas en la atención de clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides, ubicado en el distrito de Miraflores de la ciudad capital del país.

No dudo pues, que esta tesis sea un aporte significativo que contribuya al desarrollo académico universitario, así como al de las empresas de nuestra región.

## INDICE

DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	vi
CAPITULO I .....	1
1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2.1 Problema general .....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1 Objetivos generales.....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.5 IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN. ....	5
1.6 LIMITACIONES. ....	5
CAPITULO II .....	7
2 MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.2 BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS .....	11
2.2.1 Teoría de colas .....	11
2.2.2 Estructura del sistema de colas básico.....	14
2.2.3 Proceso básico de colas .....	15

2.2.4	Nomenclatura de teoría de colas.....	16
2.2.5	Notación y terminología .....	18
2.2.6	Condición de estado estable.....	19
2.2.7	Recoger datos de un sistema de colas.....	21
2.2.8	Proceso Poisson y distribución exponencial.....	21
2.2.9	Caracterización de las distribuciones de las llegadas y de la atención.....	25
2.2.10	Tipos de colas .....	26
2.2.11	Procesos de nacimiento y muerte .....	28
2.2.12	Modelos de colas basados en los procesos de nacimiento y muerte .....	29
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	33
2.4	SISTEMA DE HIPÓTESIS .....	35
2.4.1	Hipótesis general .....	35
2.4.2	Hipótesis específicas.....	35
2.5	VARIABLES .....	36
2.6	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	36
CAPITULO III.....		37
3	DISEÑO METODOLÓGICO .....	37
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	37
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
3.3.1	Población .....	38

3.3.2	Muestra .....	38
3.4	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	39
3.5.1	Técnicas. ....	39
3.5.2	Instrumentos. ....	39
3.6	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	40
3.7	PRESENTACIÓN DE DATOS .....	40
CAPITULO IV	.....	41
4	LA EMPRESA VIVANDA S.A.C. ....	41
4.1	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA VIVANDA. ...	41
4.1.1	Constitución Social. ....	41
4.2	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA TIENDA VIVANDA DE BENAVIDES. ....	45
4.2.1	Ideología empresarial.....	45
4.2.2	Misión .....	45
4.2.3	Visión.....	46
4.2.4	Objetivos estratégicos .....	46
4.2.5	Valores .....	47
4.2.6	Estructura organizacional.....	47
4.2.7	Organigrama estructural de la tienda Vivanda de Benavides .....	51
4.2.8	Productos .....	51
4.2.9	Clientes .....	52
CAPITULO V	.....	53
5	ANALISIS DEL SISTEMA DE COLAS EN TIENDA VIVANDA DE	

BENAVIDES.....	53
5.1 CONTEXTO CIRCUNSTANCIAL .....	54
5.2 TOMA DE DATOS .....	58
5.3 TRATAMIENTO DE LOS DATOS .....	60
5.3.1 Test Chi cuadrado .....	61
5.3.2 Test de Kolmogorov-Smirnov .....	62
5.3.3 Test de Anderson-Darling.....	64
5.3.4 Construcción y prueba del modelo .....	68
CONCLUSIONES.....	70
RECOMENDACIONES .....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXOS.....	81

## INTRODUCCIÓN

Las filas o colas son una constante de la vida cotidiana de las personas. Ellas se enfrentan con buen o mal humor, o incluso con indiferencia. Lo cierto es que, en el día a día, las colas constituyen algo desagradable, pero que debe ser encarado de la mejor manera posible. El analista de sistemas de gestión enfrenta problemas en que las colas surgen con implicaciones económicas serias, exigiendo un tratamiento racional del fenómeno.

La Teoría de colas es un sector de la Investigación Operativa que utiliza conceptos básicos de procesos estocásticos y de matemática aplicada para analizar el fenómeno de formación de colas y sus características. Se desarrolló con el fin de prever el comportamiento de las colas para permitir el dimensionamiento adecuado de instalaciones, equipamientos y su infraestructura.

Es necesario dejar claro de principio que los modelos no siempre logran representar las situaciones reales con gran precisión. Muchas veces, las premisas necesarias para el desarrollo matemático de los modelos implican simplificaciones sustanciales. Sin embargo, hay ventaja en desarrollar tales modelos, principalmente porque ellos conducen a un mejor entendimiento de los principales condicionantes del proceso.

Una cola se caracteriza por un proceso de llegada (personas, vehículos, trenes, etc.) a un sistema de atención formado por una o más unidades de servicio. Las unidades pueden ser atendidas individualmente (peaje, puerto, etc.), o en grupos (personas en un ascensor, vehículos en un semáforo, etc.).



En el caso en estudio de este trabajo, se analiza el modelo vigente y se propone uno alternativo para optimizar el servicio,

La investigación consta de 5 capítulos, a groso modo se describe cada uno de ellos:

En el Capítulo I, se expone la definición y formulación del problema, los objetivos, las hipótesis, el sistema de variables y la justificación del estudio.

En el Capítulo II, se presenta el marco teórico, comprende los antecedentes y las bases teóricas utilizadas para el desarrollo del estudio, así como la definición de términos necesarios para el entendimiento de la tesis, la formulación de hipótesis y finalmente se mencionan las variables de investigación.

En el Capítulo III, se describe la metodología propuesta y utilizada para el proceso de la investigación.

En el Capítulo IV, se analiza y describe la organización y el área bajo estudio (atención de clientes en cajeros de pago) mercado Vivanda, para tener un conocimiento adecuado de la realidad y situación del sistema (proceso de negocios

En el Capítulo V, se construye el modelo de colas basados en la teoría de colas y se prueban escenarios posibles factibles que optimicen el uso de recursos (costos y tiempo).

No dudo que la presente investigación será un aporte significativo tanto a los clientes como al prestador de servicios dentro de este sector.

LA AUTORA.

## **CAPITULO I**

### **SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La teoría de colas es un tema perteneciente a la Investigación de Operaciones, parte básica de la formación dentro de la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación de la UNDAC, encargada de proponer modelos para el manejo eficiente de las líneas de espera, sean estas personas, productos, automóviles, llamadas telefónicas entre otras.

Una tendencia que se está dando en la población es que los clientes ya no buscan comprar en la tiendita de la esquina o el mercadito del barrio. Ahora las personas suelen buscar lugares para realizar sus compras que tengan variedad, calidad, facilidades de pago y les preste servicios adicionales como

pago de servicios a terceros, salud, belleza, etc, para así poder resolver muchas de sus necesidades habituales en un solo sitio, un representante que brinda este tipo de servicios son los supermercados y de manera específica supermercados Vivanda, esta cuenta con 9 tiendas distribuidas en la ciudad de Lima.

La presente investigación se enfoca en el supermercado Vivanda de Benavides, ubicada en el distrito de Miraflores, esta presenta problemas operativos para el manejo de las filas de los clientes que solicitan servicios de pago en los cajeros por las compras realizadas, generando demoras y espera en cola.

Esto ocurre porque en un determinado momento la demanda de un servicio ha sobrepasado la capacidad de servicio, hay mucha gente esperando pagar en comparación con el número de cajas. Entonces lo que se necesita es optimizar, mediante un modelo de colas, el número de cajeros que debería de atender en mercados Vivanda de Benavides de forma tal que reduzca tiempos de espera para la atención, aumente el número de clientes atendidos y disminuya los costos de tiempo muerto en los cajeros.

Para Vivanda, igual que para todas las empresas prestadoras de bienes y servicios, la variable “clientes satisfechos” es fundamental a la hora de brindar los productos y servicios, más cuando se trata de productos de primera necesidad, donde el ambiente que circunda la entrega del producto o el pago de algún servicio es lo que permite generar el valioso valor agregado. En este

caso, el valor agregado se basa en controlar el tiempo de espera de atención a un usuario que paga por las compras realizadas en el supermercado Vivanda.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Problema general**

¿Qué beneficio se logran aplicando la teoría de colas en la atención de clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- 1 ¿De qué manera se puede establecer los parámetros adecuados a evaluar en el sistema de colas de atención a clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides?
- 2 ¿Cómo saber si el tiempo promedio de atención en el modelo de simulación del sistema de colas de atención a clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides está optimizado?

## **1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Objetivos generales**

Conocer los beneficios de aplicar de la teoría de colas en la atención de clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides – lima.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- 1 Identificar los parámetros adecuados a ser evaluados en el sistema de colas de atención en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides.
- 2 Demostrar que el tiempo de atención a clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides es menor en el modelo propuesto

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Con la creciente globalización y el aumento de la complejidad en las organizaciones, estas se verán obligadas a controlar y mantener su capital humano (recurso descubierto como clave hoy en día para el éxito de las organizaciones) así como sus clientes, y administrarlo de la mejor manera posible o de lo contrario estará destinada a extinguirse a largo plazo. Ante esto se hace muy necesario un adecuado trabajo en los procesos que lo conforman, en el caso particular de supermercados Vivanda el proceso de colas de espera es crítico para que cumpla con su función de servicio a la sociedad, ya que son miles de usuarios, que se ven afectados por la problemática actual, es así que con esta investigación se busca establecer beneficios como son un modelo de atención de cajeros con el número óptimo que ofrezcan un tiempo determinado de espera a los clientes con una eficiencia aceptable para la empresa.

Del mismo modo la presente investigación permitirá poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la fase del aprendizaje en las aulas universitarias de nuestra alma mater.

## **1.5 IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.**

La importancia de la investigación se presenta desde las siguientes perspectivas:

- **Relevancia social:** El presente trabajo de investigación beneficiara a los clientes internos y externos de la empresa, con una atención de sus necesidades de manera atenta, rápida y fluida.
- **Implicaciones prácticas:** La investigación permite poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación profesional dentro del área de investigación de operaciones, simulación y análisis de sistemas, permitiendo solucionar los problemas existentes en una empresa como es el caso de Supermercado Vivanda tienda de Benavides – Lima.
- **Utilidad metodológica:** Mediante la investigación se genera un modelo de un proceso productivo que puede ser analizado mediante un instrumento como la investigación de operaciones.

## **1.6 LIMITACIONES.**

Dadas las características del tema y del trabajo de investigación propuesto, se establecieron dos tipos de limitación:

**Limitación conceptual:** se analizó la situación y uso de las Tecnologías de la Información dentro de la empresa Vivanda tienda de Benavides.

**Limitación geográfica:** se circunscribió en la Provincia de Lima de la Región Lima.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Se encontró estudios a nivel internacional, así como a nivel nacional, y éstos fueron el motivo para iniciar la presente investigación la cual sentó bases para fijar los antecedentes que permita indicar como la investigación de operaciones mediante la teoría de colas optimizan o crean un mejor proceso de atención.

El presente estudio tiene como marco de referencia, los siguientes trabajos:

#### **Internacional**

Artículo de investigación de Fredy Alexander Gómez Jiménez, “Aplicación



de la teoría de colas en una entidad financiera: herramientas para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente”, publicado en la revista Universidad EAFIT, de fecha 09 de mayo de 2008, la investigación manifiesta que las entidades bancarias al ser instituciones prestadoras de servicios dan mucha relevancia la manera como hacen entrega de ellos a los clientes. Entre estos se ve en gran medida reflejado en el tiempo transcurrido entre el momento de la solicitud del servicio por parte del cliente y aquel en que realmente se lleva a cabo de manera efectiva. El trabajo muestra la aplicación de una herramienta de la Investigación de Operaciones como la teoría de colas, la cual busca modelar los procesos de líneas de espera, aplicado en una entidad financiera que posee problemas para la atención de sus clientes en la agencia principal, especialmente en la variable tiempo de atención al cliente.

Su principal conclusión indica que las colas que se presentan en el transcurso de los procesos de atención al usuario, indudablemente, tienen un modus operandi dependiendo de los días y las horas en que ocurre el evento; es deber de las empresas, pues, obtener el modelo de dicho comportamiento para adecuar su sistema de atención. En caso contrario o si se hace caso omiso a dicho modus operandis, las empresas desperdiciarán recursos valiosos, disminuyendo la eficiencia global de la empresa.

Por otro lado, se encuentra la investigación realizada por María Medieros Ruiz, “modelo de gestión de cajas de un supermercado utilizando datos

transaccionales”, Chile 2012, el proyecto propone un modelo basado en la aplicación de una metodología que consiste en estudiar la situación actual del supermercado con el objetivo de caracterizar los momentos de sub dotación y sobredotación que éste ha presentado en el tiempo, para luego proponer la cantidad de cajas en funcionamiento que cumpla con un nivel de servicio establecido para cada horario. La dotación de las cajas se obtiene mediante un modelo que recoge los datos transaccionales del punto de venta y estima el largo de la cola promedio en cada horario. En base a un nivel de servicio expresado en cantidad máxima de personas esperando, el modelo entrega la oferta de cajas necesarias para cubrir la demanda. Para calibrar el modelo mencionado, se combinaron datos del punto de venta y de mediciones del largo de la cola realizadas en la sala. Gracias a la metodología propuesta y al modelo desarrollado, es posible diseñar un prototipo de alarma en el punto de venta del supermercado que, en base a los datos en línea, estima el largo de la cola y el número de cajas necesarias para cumplir con un servicio establecido.

Así mismo tenemos la investigación realizada por Carlos Flores G., Carolina Linares y Juan Bonilla, “teoría de colas y su aplicación al sistema bancario”, El salvador 2009, el proyecto propone un modelo basado en la aplicación de una metodología que consistió en estudiar la situación actual del sistema de colas de atención en una entidad bancaria y determino que el modelo se encuentra bien como esta y que lo único que debería de realizarse es algún tipo de publicidad de dicha sucursal bancaria para que así la afluencia de clientes sea un poco mayor y evitar tiempo ocioso de los cajeros, para llegar

a esta conclusión se apoyó en el software de aplicación conocido como WinQSB.

### **Nacional**

Encontramos la investigación realizada por Jorge Rabanal y Marco Sánchez, “mejora en el proceso de atención de cola de servicio al cliente a través de una aplicación para supermercados”, Perú 2014, la investigación analiza modelos matemáticos que se compararán con los de simulación en situaciones reales. A través de la aplicación de dichos modelos, se optimizarán los tiempos en la atención y se puede tomar decisiones oportunas en los supermercados. Para desarrollar la aplicación aplica la metodología SCRUM como base para implementar la aplicación. El desarrollo del proyecto contiene la descripción y los prototipos que se utilizaron para el desarrollo de la aplicación del proyecto. También contiene el modelo matemático M/M/S, que fue tomado como muestra y aplicado para los supermercados.

Por otra parte, está el trabajo realizado por Luis Clemente Moquillaza, “mejora en el nivel de atención a los clientes de una entidad bancaria usando simulación”, Perú 2008, realiza un análisis de las colas originadas en las oficinas de una entidad bancaria producto de la configuración propia del sistema encargado de administrarlas, con el fin de realizar mejoras en busca de la disminución del tiempo de espera de los clientes. Esto redundará en aumentar el nivel de satisfacción del cliente, que como se sabe es un factor

muy importante en cualquier empresa, más aún en una dedicada al servicio. Propone y evalúa tres modelos e indica que todas las propuestas evaluadas para cada tipo de día logran de forma individual mejorar la situación de la oficina según los indicadores de gestión más relevantes (nivel de atención, tiempo de espera promedio, arribos fuera de rango) y alcanzar la meta planteada. Adicionalmente, cada propuesta implica un costo de cola mucho menor al estimado actual.

## **2.2 BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS**

### **2.2.1 Teoría de colas**

Conforme a Andrade (1990), un sistema de cola se compone de muchos elementos que quieren ser atendidos en un puesto de servicio y que, eventualmente, deben esperar hasta que el puesto esté disponible. En la caracterización de un sistema de cola, es posible destacar cinco componentes básicos, el modelo de llegadas de los usuarios, el modelo de servicio, el número de canales disponibles, la capacidad para atención de los usuarios y la disciplina de la cola, caractericemos cada uno:

**A. Modelo de llegadas de los usuarios:** Es usualmente especificado por el tiempo entre llegadas sucesivas de usuarios al establecimiento de prestación de servicios. Este tiempo puede ser determinista o una variable aleatoria. En general, desde el punto de vista de la administración de un sistema, las llegadas de los

clientes se producen de forma aleatoria, es decir, de forma casual e independiente, individualmente, pero posible de determinar un patrón en el conjunto de las observaciones. Los estudios muestrales permiten descubrir si el proceso de llegada de los usuarios puede ser caracterizado por una distribución de probabilidades.

Es necesario indicar con claridad que se entiende por experimento aleatorio, es un experimento con las siguientes características:

- Reproducibilidad, es decir, el experimento puede ser reproducido innumerables veces bajo condiciones inalteradas en su esencia.
- La casualidad de los resultados individuales, es decir, los resultados individuales son imprevistos, dependen del azar; es posible describir un conjunto que contiene todos los resultados posibles para el experimento
- La regularidad, es decir, cuando el experimento es reproducido un número muy grande de veces, aparece una configuración definida o regularidad del comportamiento del experimento. Esta regularidad permite determinar un modelo probabilístico para hacer previsiones relativas al experimento

**B. Modelo de servicio:** En el estudio de un sistema de colas es importante también realizar muestreos del número de clientes atendidos por unidad de tiempo o, equivalentemente, medir el tiempo gastado en cada servicio, a fin de determinar la distribución de probabilidades la duración de cada servicio, ya que en general ese tiempo es aleatorio, con cada cliente exigiendo un tiempo propio para la solución de su problema.

**C. Número de canales disponibles:** El número de canales disponibles se refiere al número de asistentes que efectúan simultáneamente la atención a los usuarios.

**D. Capacidad para atención de los usuarios:** La capacidad del sistema es el número máximo permitido en el establecimiento al mismo tiempo, tanto los que están siendo atendidos como los que están en la cola en espera. Un sistema que no tiene límite en el número permitido de usuarios en el establecimiento es considerado con capacidad infinita mientras que un sistema con un límite es considerado con capacidad limitada o finita.

**E. Disciplina de cola:** La disciplina de la cola es un conjunto de reglas que determinan el orden en que los clientes serán atendidos. Este orden puede ocurrir según los siguientes criterios:

FIFO (first in first out): el primero en entrar en la cola es el primero en ser atendido.

LIFO (last in first out): el último en entrar en la cola es el primero en ser atendido.

SIRO (breakfast in random order): el orden en la atención se elige de forma aleatoria.

PRI (priority): se establece una prioridad de atención

### 2.2.2 Estructura del sistema de colas básico

Hillier y Lieberman señalan una estructura básica para la mayoría de los modelos de colas como sigue: los clientes que requieren un servicio se generan en el tiempo en una fuente de entrada. Luego, entran al sistema y se unen a una cola. En determinado momento se selecciona un miembro de la cola para proporcionarle el servicio mediante alguna regla conocida como disciplina de la cola. Se lleva a cabo el servicio que el cliente requiere mediante un mecanismo de servicio, y después el cliente sale del sistema de colas. La figura 2.1 describe este proceso.

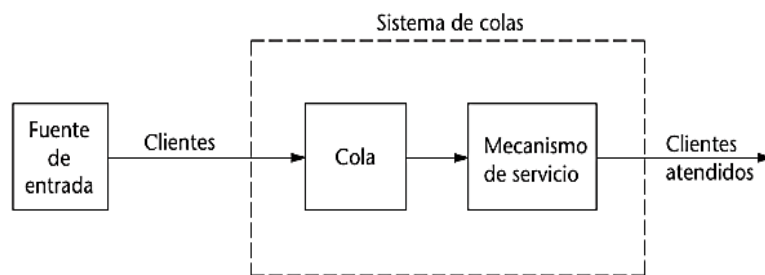


Figura 2.1 Estructura básica de una cola.

### 2.2.3 Proceso básico de colas

El proceso de colas más habitual es el siguiente: una sola línea de espera se forma frente a una única estación de servicio, dentro de ésta se pueden encontrar uno o más servidores. Cada cliente generado en la fuente de entrada es atendido por un servidor después de esperar en la cola su correspondiente turno.

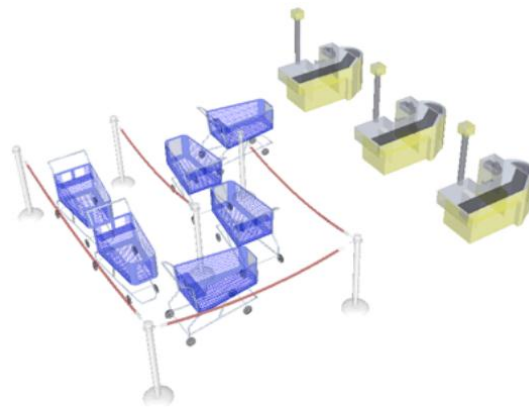


Figura 2.2 Sistema básico de cola.

Es importante para continuar aclarar un concepto importante. Normalmente al pensar en una cola lo primero que referimos es es una sucesión de personas colocados una detrás de otra esperando ser atendidos por otro individuo. Sin embargo, esto no tiene por qué ser así, el servidor podría ser un grupo de personas que se coordinan para dar el servicio (por ejemplo, un grupo de electricistas) o incluso no tiene por qué ser una persona física, ya que podría tratarse de máquinas, vehículos o dispositivos electrónicos. Al igual que los servidores, los clientes



tampoco tienen por qué ser personas: pueden ser unidades que esperan un proceso, automóviles, llamadas telefónicas a una centralita, etc.

Además de esto, la cola en sí tampoco tiene por qué existir físicamente; la presencia de una línea de espera frente a la estación de servicio es innecesaria. Podrían estar, por ejemplo, dispersos por un área esperando recibir servicio. El único requisito es que a pesar de no existir la cola físicamente, los cambios efectuados en el número de clientes que esperan ser atendidos funcionen como si prevaleciera dicha situación física (similar a la figura 2.2).

#### 2.2.4 Nomenclatura de teoría de colas

Para la investigación y basados en la concepción bibliográfica sobre teoría de colas se usa la siguiente nomenclatura, a fin de estandarizar en adelante la representación y el buen entendimiento del tema.

$\lambda$ = Número de llegadas por unidad de tiempo

$\mu$ = Número de servicios por unidad de tiempo si el servidor está ocupado

$c$ = Número de servidores en paralelo

$\rho = \frac{\lambda}{c \cdot \mu}$  : Congestión de un sistema con parámetros  $(\lambda, \mu, c)$

$N(t)$ : Número de clientes en el sistema en el instante  $t$

$N_q(t)$ : Número de clientes en la cola en el instante  $t$

$N_s(t)$ : Número de clientes en servicio en el instante  $t$

$P_n(t)$ : Probabilidad que haya  $n$  clientes en el sistema en el instante  $t = \Pr\{N(t)=n\}$

$N$ : Número de clientes en el sistema en el estado estable

$P_n$  : Probabilidad de que haya  $n$  clientes en estado estable  $P_n = \Pr\{N=n\}$

$L$  : Número medio de clientes en el sistema

$L_q$  : Número medio de clientes en la cola

$T_q$  : Representa el tiempo que un cliente invierte en la cola

$S$  : Representa el tiempo de servicio

$T = T_q + S$ : Representa el tiempo total que un cliente invierte en el sistema

$W_q = E[T_q]$ : Tiempo medio de espera de los clientes en la cola

$W = E[T]$ : Tiempo medio de estancia de los clientes en el sistema

$r$ : número medio de clientes que se atienden por término medio

$P_b$ : probabilidad de que cualquier servidor esté ocupado

### 2.2.5 Notación y terminología

Para clasificar los diferentes modelos de colas existe una notación estándar implantada por Kendall. Ésta consiste en una serie de símbolos separados entre sí por barras A/B/X/Y/Z

Donde:

A: Distribución del tiempo entre llegadas

B: Distribución del tiempo de servicio

X: Número de servidores

Y: Capacidad del sistema

Z: Disciplina de la cola

Los símbolos utilizados son:

CARACTERÍSTICA	SÍMBOLO	EXPLICACIÓN
Distribución del tiempo entre llegadas(A)	M	Exponencial
Distribución del tiempo de servicio(B)	D	Degenerativa
	Ek	Erlang
	Hk	Hiperexponencial
	G	General
Nº de servidores(X)	1, 2,3..., ∞	
Capacidad del sistema(Y)		
Disciplina de la cola (Z)	FIFO	Primero en entrar, primero en salir.
	LIFO	Ultimo en entrar, primero en salir.
	RSS	Selección aleatoria para el servicio
	PR	Prioridades
	GD	Disciplina general

Tabla 2.1 Símbolos usados para la descripción de colas

Es muy usual la utilización de únicamente los 3 primeros símbolos. Si esto ocurre, se supone que la capacidad del sistema es ilimitada y que la disciplina es FIFO. Por ejemplo:

$M/D/3$  es equivalente a  $M/D/3/\infty/FIFO$

y significa que los clientes entran según una distribución exponencial, se sirven de manera determinista con tres servidores sin limitación de capacidad en el sistema y siguiendo una estrategia FIFO de servicio.

### **2.2.6 Condición de estado estable**

A lo largo de la tesis se usará de forma habitual el supuesto de que la cola se encuentra en condición de estado estable, a continuación, se definirá éste para una mayor comprensión.

Cuando el sistema acaba de iniciarse, el estado del sistema está afectado por el estado inicial y el tiempo transcurrido. El sistema entonces se encuentra en condición transitoria. Una vez transcurrido cierto tiempo, el estado del sistema se vuelve independiente del estado inicial y del tiempo transcurrido desde éste. Cuando se llega a este punto decimos que el sistema se encuentra en condición de estado estable.

Para que llegue a producirse la condición de estado estable es necesario que se cumpla uno de los siguientes supuestos:

- $\lambda_n = 0$  para algún valor mayor que el estado inicial (solo se permite un número limitado de estados)
- $\lambda$  y  $\mu$  estén definidos y  $\rho$  sea  $< 1$

En este estado la distribución de probabilidad del estado del sistema se conserva a través de tiempo, razón por la que se tiende a analizar esta condición de estado estable. La notación de este sistema estable es:

$P_n$  = Probabilidad de que haya exactamente  $n$  clientes en el sistema

$L = \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot P_n$  = Número esperado de cliente en el sistema

$L_q = \sum_{n=0}^{\infty} (n - s) \cdot P_n$  = Longitud esperada de la cola

$W$  = Tiempo de espera en el sistema para cada cliente

$W = E(W)$

$W_q$  = Tiempo de espera en la cola para cada cliente

$W_q = E(W_q)$

Está demostrada la relación entre estas cuatro variables a través de las fórmulas de Little. Suponiendo  $\lambda_n$  como constante  $\lambda$  para toda  $n$  y  $1/\mu$  (tiempo medio de servicio) constante para toda  $n \geq 1$  entonces:

$$L = \lambda W$$

$$L_q = \lambda W_q$$

$$W = W_q + (1/\mu)$$

Es decir, el tiempo de espera en el sistema para cada cliente es igual al tiempo de espera en la cola para cada cliente más el tiempo medio del servicio.

### **2.2.7 Recoger datos de un sistema de colas**

José P. García Sabater manifiesta que a priori se puede pensar que el método más adecuado para recoger datos al analizar un sistema es establecer una plantilla y recoger los datos sobre el sistema cada cierto tiempo. Esta técnica es “orientada al tiempo”

Es mejor, sin embargo, utilizar una técnica de recogida de información asociada a eventos. “La información se recoge cuando algo ocurre”.

En una cola convencional los únicos datos a recoger son:

- a. Cada cuánto llega un cliente
- b. Cuánto se tarda en servir a cada cliente

No es necesario recoger más información para, a partir de las relaciones expuestas en el apartado anterior, definir cualquier medida de efectividad.

### **2.2.8 Proceso Poisson y distribución exponencial**

La mayor parte de los modelos de colas estocásticas asumen que el tiempo entre diferentes llegadas de clientes siguen una distribución

exponencial. O lo que es lo mismo que el ritmo de llegada sigue una distribución de **Poisson**.

Es común admitir que el ritmo de atención de cliente cuando el servidor está ocupado tiene una distribución de Poisson y la duración de la atención al cliente una distribución **exponencial**.

A continuación, se verán las características de una distribución de Poisson y como se relacionan con la distribución exponencial. Posteriormente se analizan las más importantes propiedades.

Adoptar la distribución de Poisson implica que la probabilidad de que lleguen  $n$  clientes en un intervalo de tiempo  $t$  es:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}$$

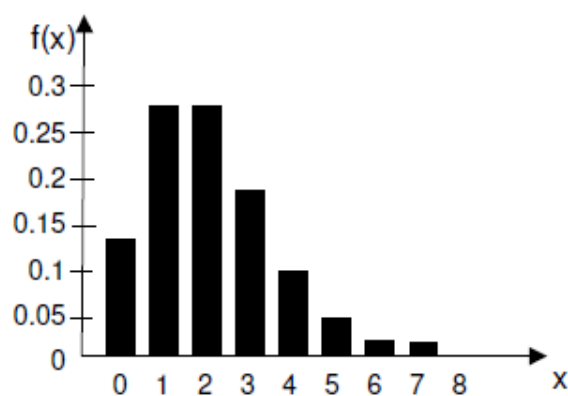


Figura 2.4 Función de densidad de probabilidad exponencial.

El tiempo entre llegadas se define, de este modo, como la probabilidad de que no llegue ningún cliente:

$$p_0(t) = e^{-\lambda t}$$

siendo por tanto una distribución exponencial.

**Propiedades :**

El uso de este proceso de llegada (o de servicio) tiene, entre otras las siguientes propiedades:

**P1** El número de llegadas en intervalos de tiempo no superpuestos es estadísticamente independiente.

**P2** La probabilidad de que una llegada ocurra entre el tiempo  $t$  y  $t+\Delta t$  es  $\lambda\Delta t + o(\Delta t)$ , donde  $\lambda$  es la tasa de llegada y  $o(\Delta t)$  cumple. De hecho,  $o(\Delta t)$  se podría entender como la probabilidad de que llegue más de uno.

**P3** La distribución estadística del número de llegadas en intervalos de tiempo iguales es estadísticamente equivalente

$$P_n(t-s) = \frac{[\lambda(t-s)]^n}{n!} e^{-\lambda(t-s)} \quad \forall t, s \geq 0, \quad t > s$$



**P4** Si el número de llegadas sigue una distribución de Poisson el tiempo entre llegadas sigue una distribución exponencial de media  $(1/\lambda)$  y, al contrario

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t} \Leftrightarrow P_o(t) = e^{-\lambda t}$$

**P5** Si el proceso de llegada es Poisson, los tiempos de llegada son completamente aleatorios con una función de probabilidad uniforme sobre el periodo analizado.

**P6** Para conocer los datos que definen un proceso de Poisson solo es necesario conocer el número medio de llegadas

**P7** Amnesia de la Distribución exponencial: La probabilidad de que falten  $t$  unidades para que llegue el siguiente cliente es independiente de cuánto tiempo llevamos sin que llegue ningún cliente.

$$P_r\{T \leq 1/T \geq t_0\} = P_r\{0 \leq T \leq t_1 - t_0\}$$

### **Distribución exponencial negativa**

Función de densidad de probabilidad de T(tiempo):

$$f(t) = \begin{cases} \alpha e^{-\alpha t} & \text{se } t \geq 0 \\ 0 & \text{se } t < 0 \end{cases}$$

Distribución acumulada:

$$F(t) = P(T \leq t) = 1 - e^{-\alpha t} \quad (t \geq 0)$$

$$\text{Média: } E(T) = \frac{1}{\alpha}$$

$$\text{Variância: } Var(T) = \frac{1}{\alpha^2}$$

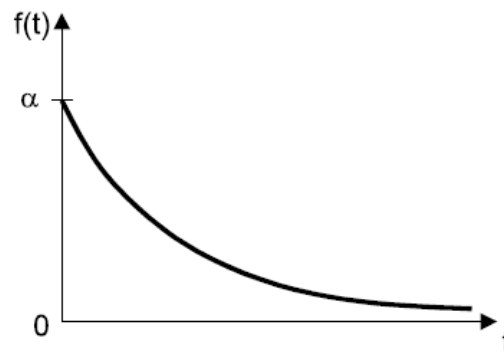


Figura 2.5 Función de densidad de probabilidad exponencial.

### 2.2.9 Caracterización de las distribuciones de las llegadas y de la atención

- a. Describir la información recogida, sobre las llegadas de clientes y su atención, a través de histogramas y parámetros muestrales (media, variancia, ...).
- b. Inferir de los parámetros muestrales a los parámetros de la población.

- c. Ajustar una distribución teórica al histograma experimental, y elegir una distribución estadística que describa 'adecuadamente' el fenómeno analizado.

La mayoría de los modelos analíticos de colas de espera suponen llegadas siguiendo una distribución de Poisson y un tiempo de atención caracterizado por una distribución exponencial negativa, distribuciones que más frecuentemente caracterizan las colas de espera reales.

### 2.2.10 Tipos de colas

De acuerdo con la configuración del sistema de colas que se analice, encontramos diferentes tipos, mismos que se muestran gráficamente a continuación:

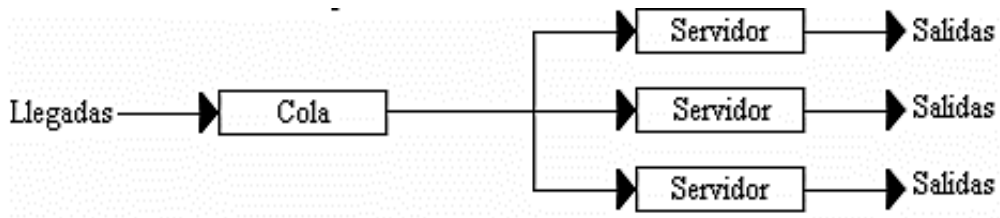
- **Cola de una línea, un servidor**

Los clientes son atendidos en una cola con un solo servidor



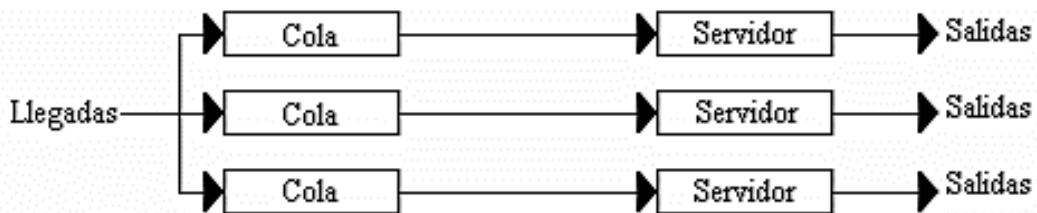
- **Cola de una línea, múltiples servidores**

En este caso un cliente es atendido con el primer servidor que se desocupe.



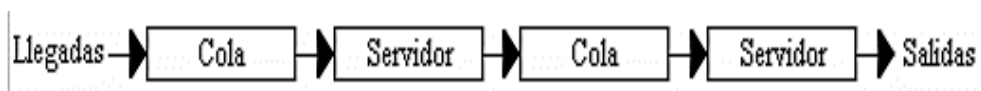
- **Varias colas, múltiples servidores**

En este caso cada cola presenta su propio servidor, este tipo de casos es muy frecuente en supermercados, un requisito para que este sistema se aplique es que existiera muy pocos intercambios entre las colas.



- **Una cola y servidores secuenciales**

Generalmente se ve estos casos cuando se dan una serie de servicios concatenados, como en la administración pública.



### 2.2.11 Procesos de nacimiento y muerte

Generalmente los modelos de colas suponen entradas (llegadas de clientes) y salidas (clientes servidos o atendidos) del sistema de acuerdo a un cierto comportamiento. Estos flujos representan un proceso probabilístico conocido como de nacimiento y muerte que se refiere a las llegadas de clientes y la salida de clientes, respectivamente. Este proceso describe en términos probabilísticos cómo cambia  $N(t)$ , estado del sistema, con el avance del tiempo (al aumentar  $t$ ). Según Hiller y Lieberman, los procesos de nacimiento y muerte están sujetos a los siguientes supuestos:

- **Supuesto 1:** Dado  $N(t) = n$ , la distribución de probabilidad del tiempo que falta hasta la siguiente llegada es exponencial con parámetro  $\lambda n$  donde  $n = 1, 2, \dots$
- **Supuesto 2:**  $N(t) = n$ , la distribución de probabilidad del tiempo que falta para la próxima muerte (cliente atendido o servido) es exponencial con parámetro  $\mu n$  donde  $n = 1, 2, \dots$
- **Supuesto 3:** Las variables aleatorias de los supuestos anteriores son mutuamente independientes lo que quiere decir que en una transición al estado siguiente sólo ocurre un nacimiento y en una transición al estado anterior solamente un evento de muerte.

Indudablemente todo proceso de nacimiento y muerte es equivalente a la conocida cadena de Markov (véase la Figura 2.3) en tiempo continuo, siendo esta un diagrama que ilustra los sucesivos estados del sistema y las transiciones de un estado a otro con sus respectivas tasas.

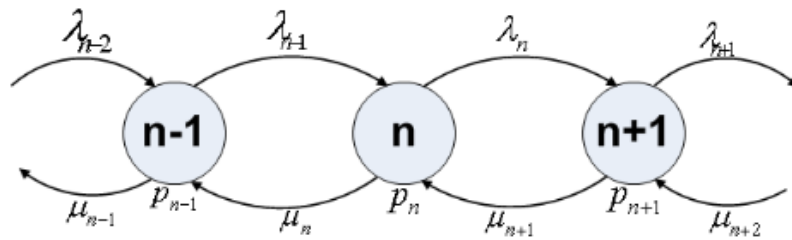


Figura 2.3 Ejemplo de cadena de Markov

Este modelo de nacimiento y muerte es el que se maneja con mucha frecuencia ya que el sistema es analizado después de que haya entrado en estado estable.

### 2.2.12 Modelos de colas basados en los procesos de nacimiento y muerte

Dentro de los modelos de colas basados en procesos de nacimiento y muerte encontramos muchas variaciones, según la nomenclatura dada en el ítem 2.2.4, no obstante, para la presente investigación solo describiremos dos de estos modelos, que son los que se emplean en supermercados, estos modelos son el M/M/1 y el M/M/s.

No es muy complejo conocer el origen de las fórmulas para estos modelos, y puede ser un ejercicio interesante cuando las condiciones

de partida no son exactamente las que se deben considerar. Sin embargo, se ha optado por la exposición de los resultados directos ya que se pretende la aplicación de éstos y no su consecución. Todos los resultados se han obtenido para el estado estacionario.

### **Modelo de cola M/M/1**

José García (2016) indica que una cola M/M/1 los clientes ingresan o llegan a la cola en función de una distribución de Poisson y la atención se presenta mediante una distribución exponencial negativa, a ello se añade que solo se cuenta con un único servidor.

En consecuencia, dado el tiempo (t) se da:

- La tasa de llegada es  $\lambda e^{-\lambda t}$
- La tasa de salida es  $\mu e^{-\mu t}$

Donde  $\lambda$  y  $\mu$  son número de llegadas por unidad de tiempo y número de servicios por unidad de tiempo si el servidor está ocupado respectivamente. Comenzando con esta información se pueden derivar todas las demás formulas mediante el análisis de los procesos de nacimiento y muerte, obteniendo los siguientes resúmenes:

- $P_n = (1 - \rho) \rho^n$  con  $\rho = \lambda/\mu$  (probabilidad de que haya n clientes en el sistema)

- $L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$  (número medio de clientes en el sistema)
- $W = \frac{1}{\mu - \lambda}$  (tiempo medio de clientes en el sistema)
- $L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$  (número medio de clientes en cola)
- $W_q = \frac{\rho}{\mu - \lambda}$  (tiempo medio de clientes en cola)

Supuestos del modelo:

- Las llegadas se atienden sobre una base FIFO.
- No se elude o se rechaza la fila.
- Las llegadas son independientes unas de otras, pero la tasa de llegada es constante en el tiempo.
- La tasa de servicio promedio es mayor que la tasa de llegadas promedio.

### **Modelo de cola con servidores en paralelo M/M/c**

Un sistema con servidores en paralelo se caracteriza porque hay más de un servidor que ejecuta la misma función con la misma eficiencia. En un sistema con servidores en paralelo no hay varias colas, sino una única cola.



Aquí encontramos que el número medio de clientes que se atienden por término medio  $r = \frac{\lambda}{\mu}$ , en tanto que la tasa de ocupación del sistema es  $\rho = \frac{\lambda}{c \cdot \mu}$ .

Cuando se consideran  $c$  servidores en paralelo, las tasas de llegada y de servicio vienen a ser:

- La tasa de llegada es  $\lambda e^{-\lambda t}$
- La tasa de servicio es  $\mu_n e^{-\mu_n t}$

Donde

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & 1 \leq n < c \\ c\mu & n \geq c \end{cases}$$

La probabilidad de que haya  $n$  clientes dentro de este tipo de sistema es:

$$P_n = \begin{cases} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} P_0 & 1 \leq n < c \\ \frac{\lambda^n}{c^{n-c} c! \mu^n} P_0 & n \geq c \end{cases}$$

La longitud de la cola media es:

$$L_q = \frac{r^c \rho}{c!(1-\rho)^2} P_0$$

El tiempo medio de espera en la cola es:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \left( \frac{r^c}{c!(c\mu)(1-\rho)^2} \right) P_0$$

Finalmente tenemos los valores de W y L, como se ve.

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} = \frac{1}{\mu} + \left( \frac{r^c}{c!(c\mu)(1-\rho)^2} \right) P_0$$

$$L = r + \left( \frac{r^c \rho}{c!(1-\rho)^2} \right) P_0$$

## 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

**2.3.1 Entidad.** - Representación de los flujos de entrada a un sistema.

**2.3.2 Estocásticas.** - En concreto el término estocástico se aplica a procesos, algoritmos y modelos en que existe una secuencia cambiante de eventos a medida que pasa el tiempo.

**2.3.3 Evento.** - Suceso instantáneo que puede cambiar el estado del sistema.

**2.3.4 Modelo.** - Es una representación simplificada de un sistema, construido con el propósito de estudiarlo, donde son considerados los aspectos que afectan al problema de estudio y debe ser lo suficientemente detallado para obtener conclusiones que apliquen al sistema real.

**2.3.5 Procesos de negocios.** - Son el conjunto de actividades requeridas para crear un producto o servicio. Estas actividades se apoyan mediante

flujos de material, información y conocimiento entre los participantes en los procesos de negocios. Los procesos de negocios también se refieren a las formas únicas en que las organizaciones coordinan el trabajo, la información y el conocimiento, y cómo la gerencia elige coordinar el trabajo.

**2.3.6 Recursos.** - Dispositivos necesarios para llevar a cabo una operación.

**2.3.7 Sistema.** - Colección de entes que actúan o interactúan para la consecución de un determinado fin. Dados los objetivos del estudio del sistema, generalmente se condiciona el conjunto total de entidades a ser evaluadas.

**2.3.8 Variables.** - Condiciones cuyos valores se crean modifican por medio de ecuaciones matemáticas y relaciones lógicas.

**2.3.9 Diagrama de bloque.** - Es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha. El diagrama facilita el

estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales.

## **2.4 SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### **2.4.1 Hipótesis general**

Si se aplica la teoría de colas se mejora la atención de clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

1. Realizando un análisis de la situación actual se identifica los parámetros adecuados a evaluar en el sistema de colas de atención en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides
2. El tiempo promedio de atención en el modelo de simulación del sistema de colas de atención a clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides es menor al tiempo promedio actual, que es de 3.74 minutos.

## 2.5 VARIABLES

### Variable Independiente

TEORIA DE COLAS

### Variables Dependientes

ATENCION DE CLIENTES

### Variables Interviniente

MODELO DE COLAS

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Indicador
<b>INDEPENDIENTE</b> TEORIA DE COLAS	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Modelo de cola</li><li>▪ Software de aplicación.</li></ul>
<b>DEPENDIENTE</b> ATENCION DE CLIENTES	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cantidad de clientes atendidos por unidad de tiempo</li><li>▪ Tiempo de atención por cliente en servicio del mercado</li><li>▪ Tiempo del cliente en cola de espera.</li></ul>
<b>INTERVINIENTE</b> MODELO DE COLAS	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Capacidad de trabajo sin que llegue a colapsar.</li></ul>

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es aplicada y descriptiva ya que no se satisfacen todas las exigencias de una investigación experimental, especialmente en cuanto se refiere al control de variables.

#### **3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

Para fines del estudio se aplicó el diseño de investigación No experimental, en la categoría transeccional, ya que la información se toma en un solo momento, para su posterior análisis.

### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.3.1 Población

El universo poblacional está conformado por las atenciones en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides siendo ésta un aproximado de 15000 personas al mes.

#### 3.3.2 Muestra

La muestra de estudio es determinada mediante la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2 * N + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Tamaño de la población.

p: porcentaje de la población de acuerdo con la investigación.

q: porcentaje de la población en desacuerdo con la investigación.

Z: Valor Z estadístico, para un nivel de confianza del 95%.

E: error estimado.

Aplicando los siguientes valores con un nivel de confianza del 90%:

N= 15000

p= 0.5

q= 0.5

Z=90% que equivale a 1.65

E=10%

Obtenemos  $n = 67.75$  atenciones, redondeando tenemos **68** atenciones.

### **3.4 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el presente trabajo de investigación se empleó el método Hipotético deductivo, ya que se parte de la observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia.

### **3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

#### **3.5.1 Técnicas.**

Para la obtención de los datos e información en la presente investigación se utilizaron:

- La observación.
- El Análisis Bibliográfico.

#### **3.5.2 Instrumentos.**

- En base a la lectura
- Libreta de notas
- Software de aplicación.



### **3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Después de hacer la evaluación y crítica de los datos a fin de garantizar la veracidad y confiabilidad se procedió a la depuración de datos innecesarios, apoyados en herramientas estadísticas necesarias como el SPSS.

### **3.7 PRESENTACIÓN DE DATOS**

Los medios que se utilizaron para la presentación de los datos obtenidos en el transcurso de la investigación fueron los siguientes:

- Gráficos.
- Tablas
- Figuras ilustrativas.

## **CAPITULO IV**

### **LA EMPRESA VIVANDA S.A.C.**

#### **4.1 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA VIVANDA.**

##### **4.1.1 Constitución Social.**

La Empresa Vivanda S.A.C. es una organización dedicada al rubro de supermercados, siendo su mercado de acción la ciudad capital Lima; esta organización nace debido a que las personas ya no tienen el tiempo o la disposición de recorrer tiendas en busca de los productos que necesitan; ahora desean encontrar todo rápido y fácil. Por eso, a fines del 2005 nace Vivanda, un concepto original con un formato interior único y con importantes innovaciones, dirigidas a convertir la compra diaria de los clientes en una experiencia gratificante. Vivanda

forma parte del Grupo Interbank, uno de los principales Grupos Empresariales del Perú.

La empresa cuenta en la actualidad con de ocho supermercados distribuidos de la siguiente manera:

<b>TIENDAS</b>
<p><b>Tienda Vivanda Asia</b> Av. Cayma s/n, Km 97.5 panamericana sur.</p>
<p><b>Tienda Vivanda Javier Prado</b> Av. Javier Prado Oeste 999, Magdalena.</p>
<p><b>Tienda Vivanda Pardo</b> Av. José Pardo 715, Miraflores.</p>
<p><b>Tienda Vivanda Monterrico</b> Av. La Encalada cuadra 5, esquina con Av. Angamos Este cuadra 15, Monterrico</p>
<p><b>Tienda Vivanda Benavides</b> Esquina Av. Benavides con calle Alcanfores, Miraflores.</p>
<p><b>Tienda Vivanda Dos de Mayo</b> Av. Dos de Mayo 1410.</p>
<p><b>Tienda Vivanda Pezet</b> Av. Juan Antonio Pezet 1340 – 1360, San Isidro.</p>
<p><b>Tienda Vivanda Libertadores</b> Av. Libertadores 596, San Isidro</p>

Tabla 4.1. Tiendas Vivanda en Lima.



Figura 4.1 Distribución geográfica de las tiendas Vivanda

Para la presente investigación, se ha tomado como centro de estudio la tienda Vivanda ubicada en Benavides, resaltada en amarillo en la tabla.

El logotipo que maneja Vivanda es:



Slogan

**¡Piensa Fresco!**

Vivanda es algo más que un supermercado, representa un estilo de vida innovador y emprendedor al igual que sus clientes, que buscan

vivir nuevas experiencias para disfrutar al máximo la frescura de la vida. Por eso en Vivanda se Piensa Fresco.

Vivanda al igual que otros supermercados también cuenta con marcas propias, siendo las siguientes:

- **Bell's**, es la marca emblemática de Vivanda, se distingue por ofrecer productos de calidad a un menor precio, especializada en las categorías de abarrotes, bebidas, congelados y panadería industrial.
- **La Florencia**, es una línea especializada en productos frescos especialmente en Quesos & Fiambres, Frutas & Verduras y Helados. Ofrece al cliente variedad y calidad en todos sus productos.
- **Boreal**, se especializa en ofrecer productos en las categorías de limpieza y cuidado personal enfocándose en papelería (papel higiénico, papel toalla, entre otros), cuidado personal (shampoo, jabón, algodones) y en cuidado del bebe. Esta marca no sólo brinda variedad, sino también calidad y cubre todos los segmentos y necesidades del consumidor.
- **Balanzé**, es una nueva propuesta de vivir bien: cuida mejor de tu vida, tu cuerpo, tu mente, tu alma y tu hogar. Balanzé ayuda a transformar hábitos de rutina en pequeños rituales. Disfruta de

una vida en equilibrio cada día con esta línea de productos saludables.

## **4.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA TIENDA VIVANDA DE BENAVIDES.**

### **4.2.1 Ideología empresarial**

La empresa basa su ideología en:

- Compromiso con el medio ambiente.
- Capacitación incesante a cada uno de los colaboradores para mantener excelentes profesionales.
- Brindar una atención al cliente de forma integral, personalizada con un servicio de calidad.

### **4.2.2 Misión**

La empresa refiere la siguiente misión:

Mejorar la calidad de vida de nuestros colaboradores, clientes y proveedores, minimizando el impacto ambiental, a través del desarrollo de actividades desde un enfoque de sostenibilidad, transversal a todas las áreas de la compañía, que, a su vez, creen una cultura de sostenibilidad en todos nuestros grupos de interés.

### **4.2.3 Visión**

Ser la cadena peruana de supermercados líder en el desarrollo e implementación de prácticas innovadoras de alto impacto en la eficiencia y sostenibilidad del negocio.

### **4.2.4 Objetivos estratégicos**

Los objetivos identifican las áreas estratégicas para concentrar o enfatizar los esfuerzos de la organización, dentro de estos la tienda Vivanda de Benavides considera los siguientes:

- Adquirir los productos de mayor calidad al por mayor para poder garantizar un precio menor al de la competencia y satisfacer las necesidades de nuestros clientes.
- Ser la más eficiente comercializadora de productos para el hogar, a través del compromiso y calidad en el servicio de atención al cliente.
- Ofrecer una variedad de productos y servicios completos y de calidad a un precio competitivo.
- Contar con colaboradores enfocados en brindar la mejor atención al cliente para poder cumplir con las expectativas de los mismos.
- Elaborar productos de calidad superior que cumplan las exigencias de los consumidores.

- Optimizar los recursos de la empresa y buscar nuevas alternativas que resulten beneficiosas a fin de recuperar la inversión realizada.
- Incentivar el liderazgo y trabajo en equipo a través de capacitación constante y reconocimiento al personal, para lograr un compromiso con la organización y procurar su crecimiento y desarrollo.

#### **4.2.5 Valores**

- Trabajo en equipo
- Honestidad
- Amabilidad
- Respeto
- Eficiencia y rapidez
- Puntualidad

#### **4.2.6 Estructura organizacional**

El recurso humano es uno de los ejes fundamentales de una empresa, son quienes llevan a cabo los objetivos de la empresa, además son lo que realizan las actividades que generan un valor agregado y permiten alcanzar los objetivos a la organización, en ese sentido la empresa Vivanda y en particular la Tienda de Benavides cuenta con una estructura organizacional como sigue:



**a. Administrador**

La Administración se encontrará en un nivel ejecutivo y sus funciones serán:

- Representar legalmente a la tienda.
- Planificar, organiza, dirigir y controlar la administración de la empresa.
- Monitorear constantemente el desarrollo del personal.
- Controla el rendimiento económico de la tienda.
- Informa a la gerencia general de la situación de la tienda.

**b. Contador**

Las funciones por desempeñar son:

- Velar por el patrimonio de la empresa.
- Preparar presupuesto de ingresos y egresos.
- Controlar los inventarios.
- Velar por que la contabilidad sea llevada de acuerdo a las normas y principios de contabilidad.

- Mantener un adecuado registro de los activos que dispone la empresa.
- Revisar la contabilidad
- Elaborar los estados financieros para presentar a las entidades de control.

**c. Bodeguero**

Las funciones determinadas para este cargo son:

- Encargado del resguardo del inventario en bodegas.
- Almacenamiento de inventario.
- Asistir en las adquisiciones al asistente de compras.

**d. Asistente de bodega**

Las funciones determinadas para este cargo son:

- Organizar el inventario en perchas.
- Limpieza del área de supermercado
- Control del stock de productos en perchas
- Enfundar los productos comprados por el cliente.

#### **e. Supervisor**

Las funciones determinadas para este cargo son:

- Recibir reclamos y devoluciones de clientes
- Realizar arqueos de cajas
- Supervisar cajas.
- Ayuda a los cajeros.
- Resguardo de cajas.

#### **f. Cajeros.**

Las funciones determinadas para este cargo son:

- Facturar los productos vendidos.
- Cobro de facturas.
- Cierre y cuadre de caja diarios.
- Entrega de cajas supervisora.
- Responsabilidad sobre su dinero en su caja.



Figura 4.2. Personal Administrativo y operativo Vivanda.

#### 4.2.7 Organigrama estructural de la tienda Vivanda de Benavides

El organigrama es la representación gráfica de la estructura organizativa de la empresa. Todo organigrama debe de ser flexible y adaptable, de forma que, si hay cambios en la empresa, este organigrama se pueda adaptar, es decir debe ajustarse a la realidad, en ese sentido la tienda Vivanda de Benavides presenta el siguiente organigrama.

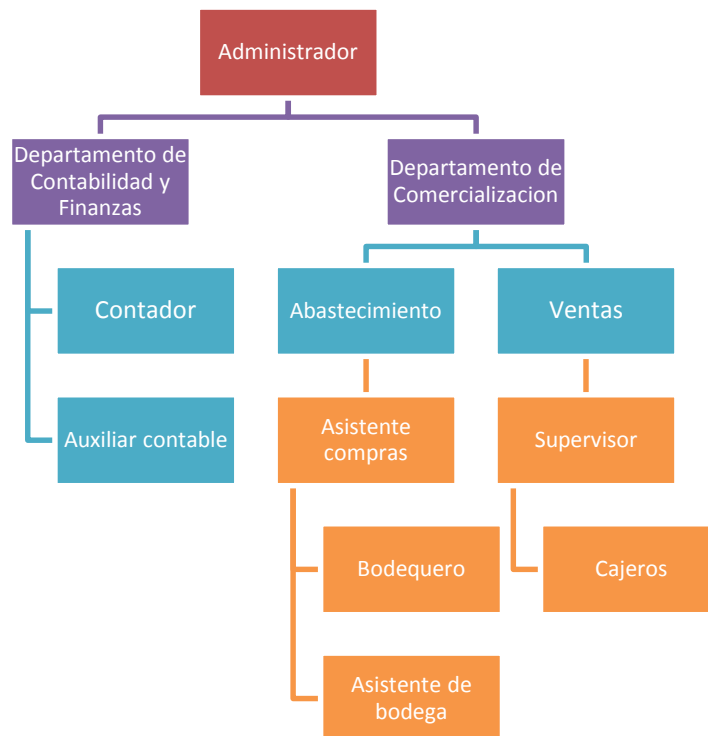


Figura 4.3. Organigrama de la empresa

#### 4.2.8 Productos

- Carnes.
- Licores.

- Abarrotes especiales.
- Lácteos y congelados.
- Quesos y fiambres.
- Frutas y verduras.
- Bebidas sin alcohol
- Cuidado personal.
- Limpieza del hogar.

#### **4.2.9 Clientes**

En la actualidad la tienda de Benavides enfoca su clientela en las zonas circundantes, siendo fluido el ingreso de compradores.

Sin embargo, como se mencionó en la tienda Vivanda de Benavides, ubicada en el distrito de Miraflores, presenta problemas operativos para el manejo de las filas de los clientes que solicitan servicios de pago en los cajeros por las compras realizadas, generando demoras y espera en cola.

La demanda de un servicio ha sobrepasado la capacidad, hay mucha gente esperando pagar en comparación con el número de cajas, sobre todo los fines de semana o noche en algunas fechas en días laborables.

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS DEL SISTEMA DE COLAS EN TIENDA VIVANDA DE BENAVIDES**

Para la el análisis y creación del modelo del sistema de colas en la empresa Vivanda tienda de Benavides se han seguido los siguientes pasos:

1. Se define el contexto circunstancial donde se está suscitando la situación problemática, identificando los actores y variables del modelo.
2. Se realiza la toma de datos
3. Se realiza el tratamiento y validación de datos
4. Se construye el modelo de cola del sistema bajo estudio.
5. Se prueba el modelo apoyados en el software Arena.
6. Se analiza de escenarios alternos factibles.

## 5.1 CONTEXTO CIRCUNSTANCIAL

El análisis de la situación actual es la etapa inicial para el desarrollo del modelo de cola de un sistema en funcionamiento, las variaciones que se realizan en los diferentes elementos componentes del sistema de colas, permiten entender cómo pueden variar su comportamiento en escenarios históricos, del presente y en diversos posibles a futuro.

Los datos que se tienen para esta investigación se recogieron en un lapso de dos meses (noviembre y diciembre) del año 2017, que representan a los servicios de atención por parte de los cajeros de la tienda Vivanda de Benavides en dos turnos, periodo de mayor concurrencia debido a las fiestas navideñas.

Si bien es cierto los datos se toman durante todos los días que tienen la semana, también se debe tener en cuenta que existe siempre una mayor concurrencia de clientes los fines de semana y feriados festivos donde también la concurrencia de clientes se incrementa. El horario de atención al público es de 8:00 a 15:00 primer turno y 15:00 a 22:00 el segundo turno, la atención se realiza según la siguiente forma:

- 03 cajeros individuales (servidores individuales), es decir cola de una línea con único servidor.

- 02 cajeros de atención rápida (10 productos como máximo por cliente) en una única cola, es decir cola de una línea con múltiples servidores (dos servidores).

El mecanismo de atención de los clientes desde que ingresan a la tienda Vivanda de Benavides es el siguiente:

1. Un cliente ingresa a la tienda a realizar sus compras diversas, puede comprar como prefiera en sus propios contenedores o con asistencia de unos cestos especiales individuales o carritos de compra que provee la tienda.
2. El tiempo de compra según los datos proporcionados por la tienda varían entre 20 minutos a 1 hora.
3. Terminada la compra el cliente se traslada hasta los puntos donde debe realizar los pagos por las compras realizadas; según el volumen de compra se dividen en 2: cantidades mayores a 10 productos pasan a los cajeros de colas individuales que en total son 3 (cajero1, cajero 2 y cajero 3) y si las compras son iguales o menores a 10 productos entonces pueden pasar por los cajeros de atención rápida donde se realiza una cola única, en total 2 cajeros de atención (cajero múltiple 1 y cajero múltiple 2), como es de suponer los tiempo de llegada entre clientes y el tiempo de atención varían significativamente entre la primera forma y la segunda.



4. La atención de los clientes en cola es mediante una disciplina FIFO, es decir, primero en entrar primero en salir.
5. Las formas de pago pueden ser en efectivo o mediante algún medio de pago autorizado (tarjeta de crédito, vales de compra, etc.). El cliente es atendido de manera preferencial, sin que nadie más indisponga su proceso de atención (los cajeros no estén realizando otro trabajo interno) y una vez finalizado el cliente abandona el local.

Visto el mecanismo de atención se concluye que en la tienda de Vivanda de Benavides, se aplican dos modelos de cola, M/M/1 y M/M/s, el primer modelo de cola se aplica a los cajeros individuales con cola única (cajero1, cajero 2 y cajero 3) mientras que el modelo M/M/s se aplica a la cuarta cola con varios servidores (cajero múltiple 1 y cajero múltiple 2) siendo en este caso el modelo de la forma M/M/2; modelos de cola que se analizaron en el capítulo 2 de esta investigación.

En cuanto a las instalaciones de la tienda Vivanda de Benavides, para entender el flujo de acceso, recorrido, pagos en los cajeros y salida de los clientes, se presenta la siguiente distribución, conforme se observa en el plano de planta (Figura 5.1).

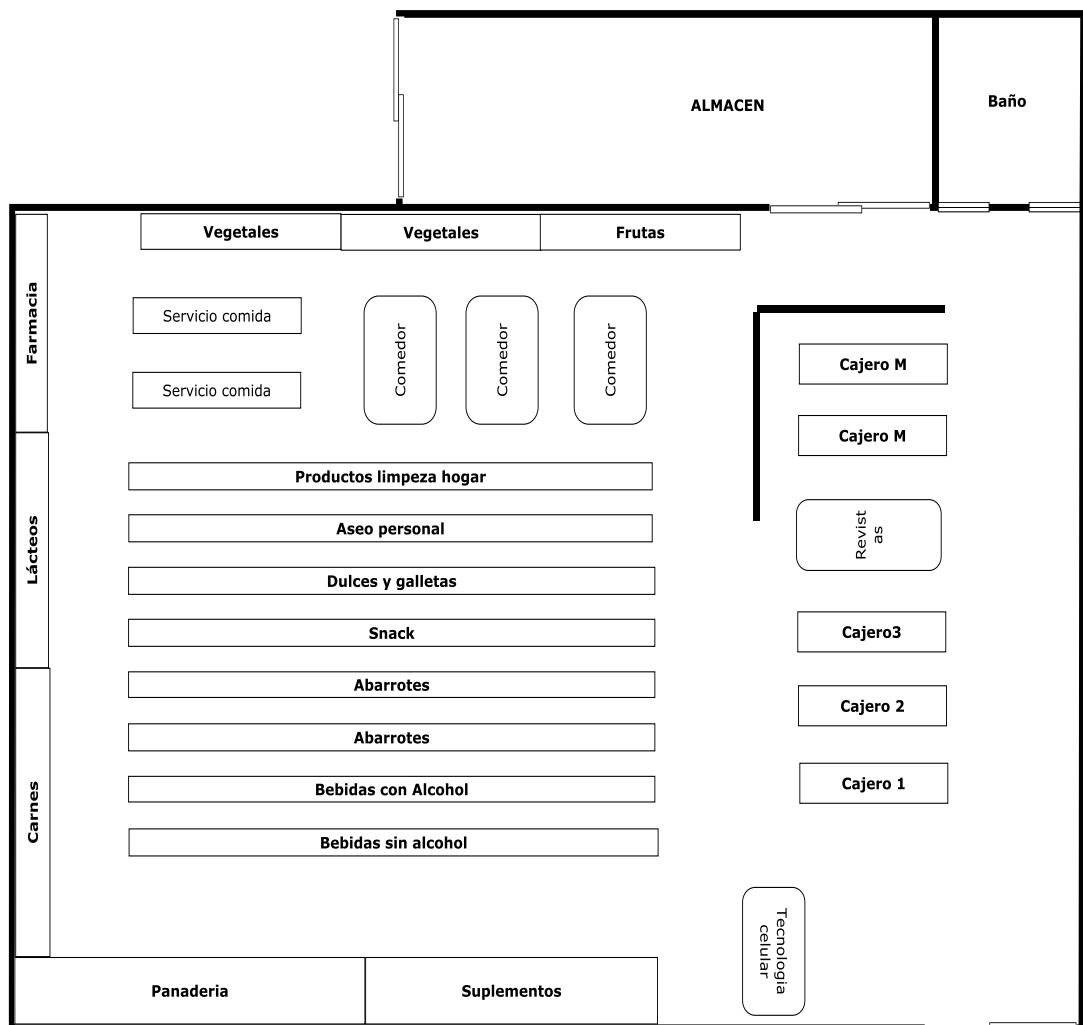


Figura 5.1. Plano de Planta tienda Vivanda de Benavides.  
Fuente: Elaboración propia

En las figuras se aprecia la forma en que distribuye el espacio, principal atención merece la ubicación de los cajeros, como se dijo tres cajeros individuales y 2 cajeros de atención rápida.

La situación problemática como ya se explicó en el capítulo I, presenta inconvenientes operativos para el manejo de las filas de los clientes que solicitan servicios de pago en los cajeros por las compras realizadas,

generando demoras y espera en cola, debido a que en un determinado momento la demanda de un servicio ha sobrepasado la capacidad de servicio, hay mucha gente esperando pagar en comparación con el número de cajas. Entonces lo que se necesita es optimizar, mediante un modelo de cola es el número de cajeros que debería de atender en mercados Vivanda de Benavides de forma tal que reduzca tiempos de espera para la atención, aumente el número de clientes atendidos y disminuya los costos de tiempo muerto en los cajeros.

## **5.2 TOMA DE DATOS**

El proceso de recogida de datos se realizó de manera personal dentro de las instalaciones de la tienda Vivanda de Benavides en el distrito de Miraflores, para realizar este trabajo se tuvo que escoger un emplazamiento que permita la visibilidad de la cola bajo estudio y el cajero que correspondía a dicha cola, sin interferir con el normal funcionamiento de atención ni ocupando espacio que use algún elemento del proceso (cliente – cajero), o sin provocar en los clientes y trabajadores la sensación de estar siendo observado o vigilado de alguna forma.

La toma de los datos se segmentó en función de dos tiempos a medir:

- Tiempo entre llegadas de un cliente a la cola del cajero bajo estudio.
- Tiempo de atención (servicio) de un cliente en el cajero bajo estudio de la cola correspondiente.

La recogida de los datos se realizó en una libreta de apuntes, que luego fue trasladada al software Microsoft Excel, los tiempos ingresados fueron tomados en valores enteros, es decir si la llegada de un cliente después del anterior sucedió a los 2 minutos y 25 segundos, dicho valor se anotó como si fuera 3 minutos, es decir se aproximó al próximo minuto entero superior. No fue necesario realizar el seguimiento a un cliente desde que llegaba a la cola hasta que terminaba su atención puesto que para el modelo de cola se requiere la media de los datos bajo estudio.

Sin embargo, cuando se recogió los datos se pudo observar que algunos clientes decidían cambiarse de cola al ver que donde estaban tenía una longitud mucho más grande que la del otro cajero, ante esta situación se anulaba el ingreso del tiempo como si nunca hubiera llegado este cliente a la cola, afortunadamente esta situación se presentó muy poco, no llegando a ser ni el 4% del total de observaciones.

En los Anexos 2 y 3 se encuentran las tablas con los datos tomados (Tiempo entre llegadas y Tiempo de atención en el servidor) durante el periodo establecido para tal fin, véase una muestra en la figura 5.2

TIEMPOS ENTRE LLEGADA DE LOS CLIENTES A LAS COLAS DE LOS CAJEROS

(DADO EN MINUTOS)

	CAJERO 1		CAJERO 2		CAJERO 3		CAJERO MULTIPLES	
	N°	TIEMPO	N°	TIEMPO	N°	TIEMPO	N°	TIEMPO
1	1	5	1	13	1	14	1	5
2	2	12	2	14	2	7	2	6
3	3	7	3	10	3	17	3	2
4	4	7	4	9	4	8	4	3

Figura 5.2. Tiempos tomados en el software MS Excel.

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 TRATAMIENTO DE LOS DATOS

El siguiente paso consiste en analizar los datos obtenidos e intentar aplicarles la teoría estudiada en el capítulo 2.

Lo primero que debemos hacer con los datos es comprobar si los tiempos entre llegadas o la tasa media de llegadas y los tiempos medios de servicio o la tasa de servicio siguen una distribución estadística que nos sitúe en uno de los modelos de colas estudiados.

De este modo llegamos a la conclusión de que, para obtener una información fácil de interpretar, el modelo que debe seguir el sistema es el M/M/s y

M/M/1. Para que se ajuste a este modelo las llegadas deben de seguir una distribución de Poisson y los tiempos de servicio una distribución exponencial negativa. Una vez que sabemos qué distribuciones sería deseable que siguieran nuestros datos buscamos un método que nos proporcione esta información.

La herramienta adecuada para esta tarea son los contrastes de bondad de ajuste, un tipo de contraste no paramétrico cuyo objetivo es comprobar si una muestra tiene procedencia de una población con determinada distribución de probabilidad.

Los test de bondad de ajuste que se utilizan son el test  $X^2$  (Chi cuadrado), el K-S (Kolmogorov-Smirnov) y Anderson-Darling, estos test se ejecutaran y evaluaran con la herramienta EasyFit 5.4.

### **5.3.1 Test Chi cuadrado**

Para Pedro Salvador (2013) este se basa en la comparación entre las frecuencias observadas en la muestra (FO) y las frecuencias teóricas de la distribución que queremos comprobar que sigue (FT).

El estadístico que se usa para realizar el test es el siguiente, basado en la diferencia entre FO y FT.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(FO - FT)^2}{FT}$$

Debido a la aleatoriedad de la muestra es normal que existan diferencias, si bien es cierto que, si sigue la distribución, lo común es que éstas sean pequeñas.

Las diferencias aparecen elevadas al cuadrado para evitar que el signo de éstas pueda compensar los resultados globales y ponderados por FT para obtener un resultado relativo que nos proporcione una información más útil que las simples diferencias globales. El estadístico sigue una distribución  $\chi^2$  con grados de libertad igual al número de intervalos en que se agrupan los datos menos uno.

La hipótesis nula a contrastar es que la muestra extraída pertenece a una población que sigue una determinada distribución. La hipótesis alternativa es lo contrario, que no se ajusta a la distribución. Puesto que un valor alto del estadístico nos indica unas grandes desviaciones, un valor alto de éste indicará que se rechaza la hipótesis nula. La región crítica tendrá pues la forma:  $\chi^2 \geq K$  (se rechaza la hipótesis nula)

El valor crítico K se determina en las tablas de la  $\chi^2$ , con los grados de libertad antes indicados y fijando un nivel de significación  $\alpha$ .

### **5.3.2 Test de Kolmogorov-Smirnov**

Este test está basado en la comparación entre las frecuencias relativas acumuladas. Si la muestra realmente sigue la distribución,

la diferencia entre la frecuencia relativa acumulada observada (FAO) y la frecuencia relativa acumulada teórica (FAT) no será muy significativa.

El estadístico que usaremos en este caso será la mayor diferencia entre FAO y FAT.

$$D_n = \max_{-\infty < x < \infty} |FAO(x) - FAT(x)|$$

Las hipótesis nula y alternativa para este test son idénticas a las anteriores, y puesto que un valor alto del estadístico también indica grandes desviaciones la región crítica tendrá la misma forma:  $\chi^2 \geq K$  (se rechaza la hipótesis nula)

El valor crítico K para diferentes tamaños muestrales y niveles de significación se recoge en una tabla para tal fin.

Descrita la manera como se validaron los datos para determinar si pertenecen o son compatibles con una distribución Poisson y Exponencial negativa, utilizamos el software EasyFit para determinar y realizar los cálculos, simplificando su análisis, los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla, primero para los tiempos entre llegadas y luego para el tiempo de atención en el servidor.



### 5.3.3 Test de Anderson-Darling

En estadística, la prueba de Anderson-Darling es una prueba no paramétrica sobre si los datos de una muestra provienen de una distribución específica. La fórmula para el estadístico A determina si los datos  $\{ Y_1 < \dots < Y_N \}$  (observar que los datos se deben ordenar) vienen de una distribución con función acumulativa

$$A^2 = -N - S$$

Donde

$$S = \sum_{k=1}^N \frac{2k-1}{N} [\ln F(Y_k) + \ln(1 - F(Y_{N+1-k}))]$$

El estadístico de la prueba se puede entonces comparar contra las distribuciones del estadístico de prueba (dependiendo que F se utiliza) para determinar el P-valor.

La prueba de Anderson-Darling es una prueba estadística que permite determinar si una muestra de datos se extrae de una distribución de probabilidad. En su forma básica, la prueba asume que no existen parámetros a estimar en la distribución que se está probando, en cuyo caso la prueba y su conjunto de valores críticos siguen una distribución libre. Sin embargo, la prueba se utiliza con mayor frecuencia en contextos en los que se está probando una familia de distribuciones, en cuyo caso deben ser estimados los

parámetros de esa familia y debe tenerse estos en cuenta a la hora de ajustar la prueba estadística y sus valores críticos. Cuando se aplica para probar si una distribución normal describe adecuadamente un conjunto de datos, es una de las herramientas estadísticas más potentes para la detección de la mayoría de las desviaciones de la normalidad.

Dada la explicación de cada uno de los test más usados para determinar la prueba de bondad de ajuste de los datos recopilados, se análisis los tiempos de llegada y atención entre clientes aplicando el software EasyFit, para las pruebas K-s y Anderson- Darling. El resumen se muestra en la tabla 5.1 y 5.2

### PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE TIEMPOS ENTRE LLEGADA DE LOS CLIENTES

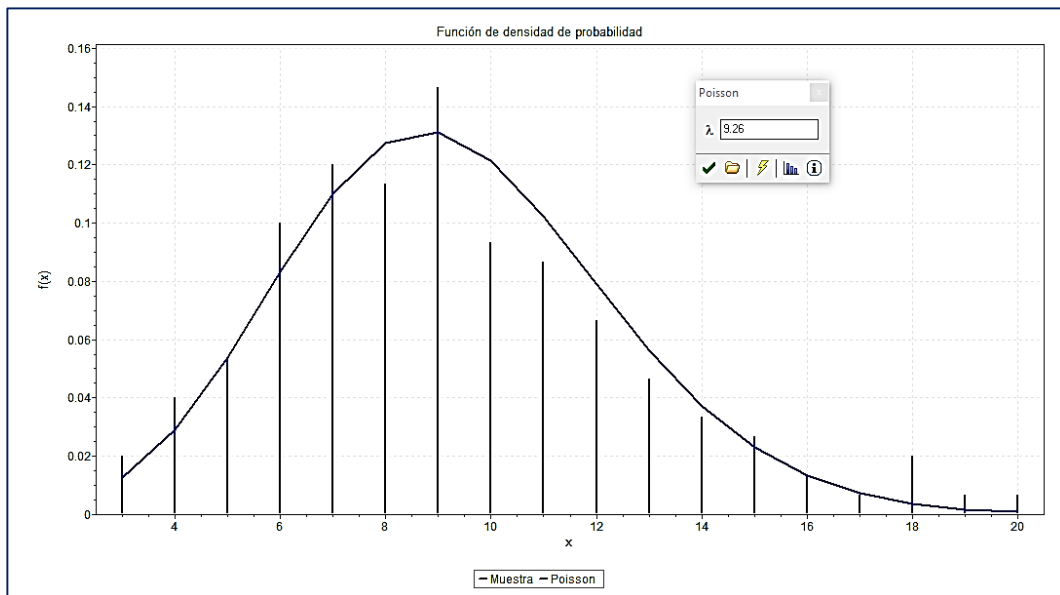
	CAJERO 1	CAJERO 2	CAJERO 3	CAJERO MULT
MEDIA ( $\lambda$ )	9.26	8.99	10.46	4.2
PRUEBA K-S (5%)	0.11	0.11	0.11	0.109
ESTADISTICA TEORICA	0.106	0.109	0.103	0.102
SE RECHAZA?	NO	NO	NO	NO

Tabla 5.1. Resumen de valores para la prueba de bondad de ajuste.

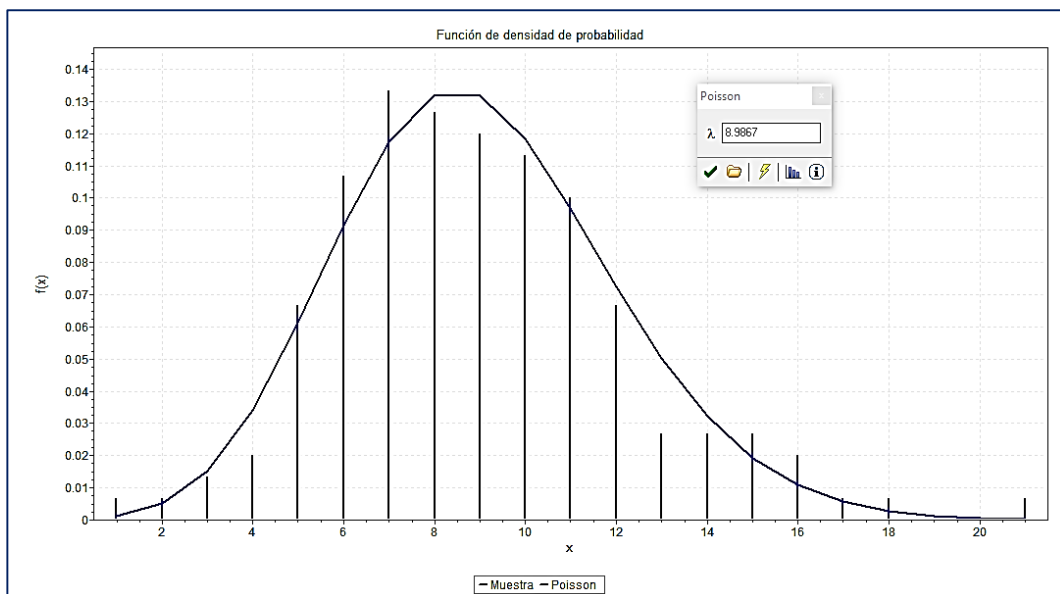
### TIEMPOS DE ATENCION EN CADA CAJERO

	CAJERO 1	CAJERO 2	CAJERO 3	CAJERO 4
<b>PROMEDIO</b>	7.25	7.49	8.29	3.74
<b>VARIANZA</b>	31.01	34.29	37.72	7.24

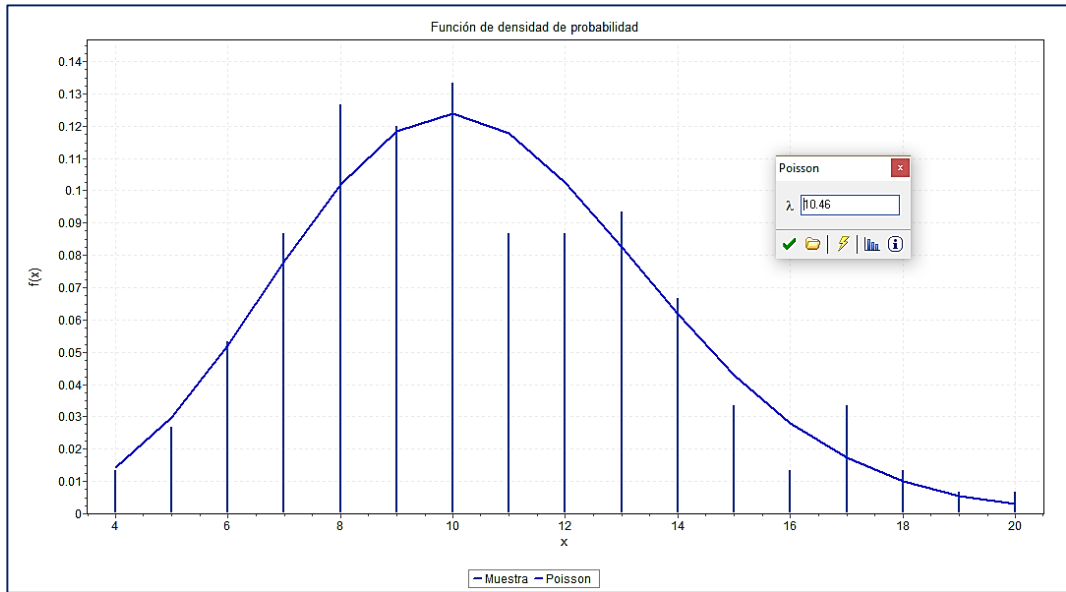
Tabla 5.2. Resumen de valores para la prueba de validacion de hipotesis.



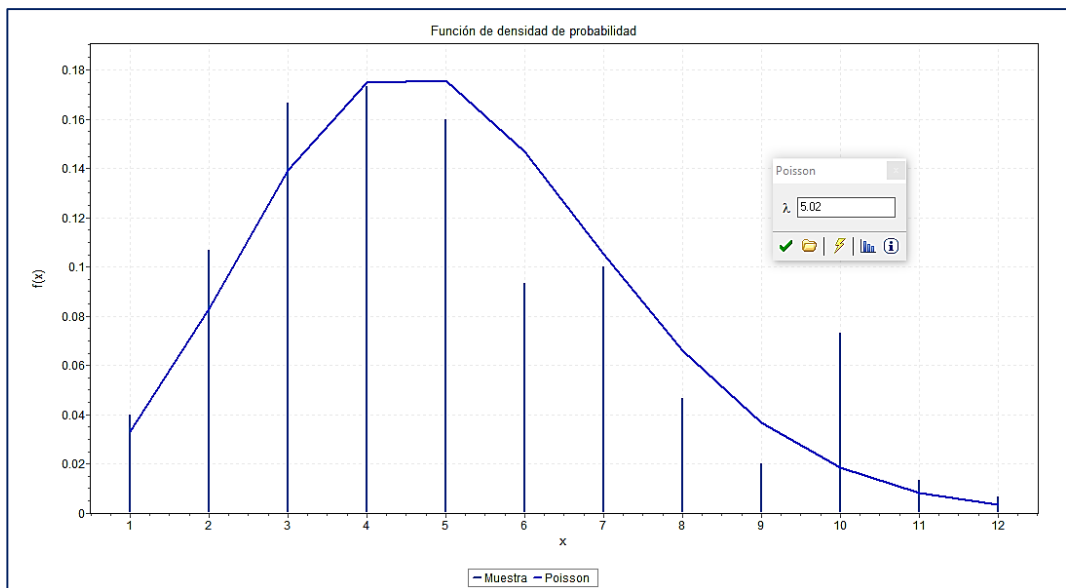
Grafica 5.1. Distribución Poisson de tiempos entre llegadas para cajero 1



Grafica 5.2. Distribución Poisson de tiempos entre llegadas para cajero 2



Grafica 5.3 Distribución Poisson de tiempos entre llegadas para cajero 3



Grafica 5.4. Distribución Poisson de tiempos entre llegadas para cajero múltiple

:

## 5.4 CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DEL MODELO

Una vez acopiada y validada la data, determinado los componentes del sistema de colas, se procede a construir el modelo de colas empleando para ello el software Arena v.14.0, aplicación que se amolda para la construcción grafica de sistemas basados en colas.

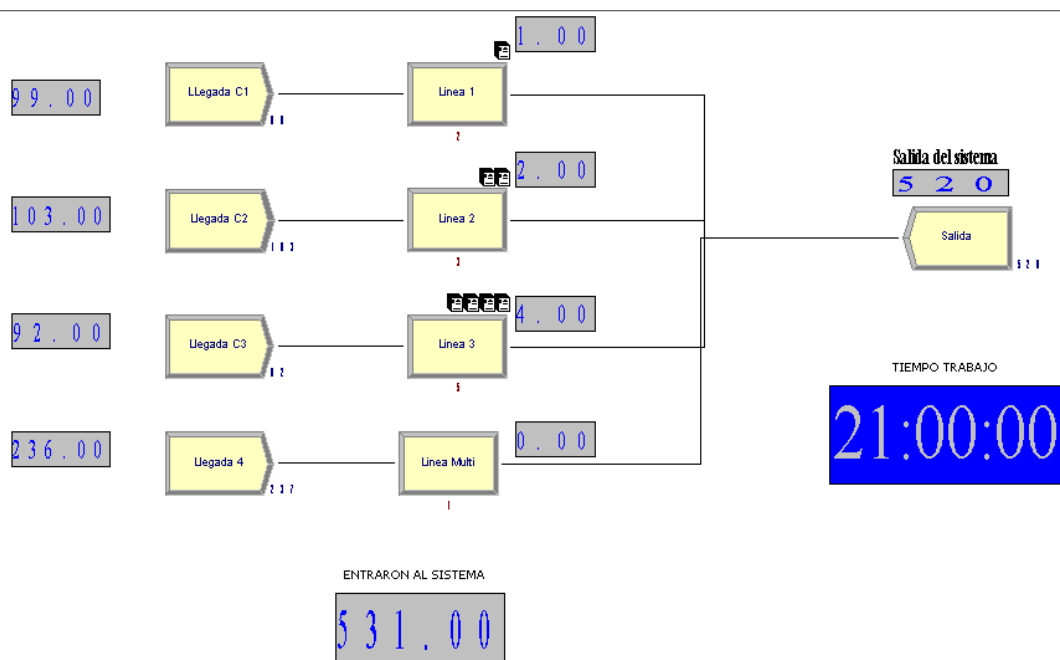


Figura 5.4. Modelo basado en el sistema de colas actual

Como se observa en la figura 5.4 el modelo inicial plasmado, que es reflejo de la situación que se maneja inicialmente en supermercados Vivanda de Benavides, simula la ejecución de un día normal de actividades que corresponde a 12 horas de trabajo continuado, y que permite visualizar resultados que se describen del modo siguiente:

En promedio ingresan al sistema 531 personas (atenciones), de ello el sistema termina de atender a 520, lo que indica que en el sistema se quedan en proceso de atención 11 personas.

La mayoría de atenciones en espera (cola) son en los cajeros individuales, siendo el cajero individual 3 el que mas demora en atención tiene, por las 4 atenciones en espera.

En esta situación se probaron diferentes escenarios posibles con el modelo de software creado, siendo el modelo que se tiene en la figura 5.5 la que mejores resultados brindo. Este modelo agrega en la Cola Multiple un servidor más, es decir, en el modelo básico existen dos cajeros y en este escenario se cuenta con tres cajeros.

Lo obtenido en las pruebas de simulación arrojó los resultados que se explican a continuación.

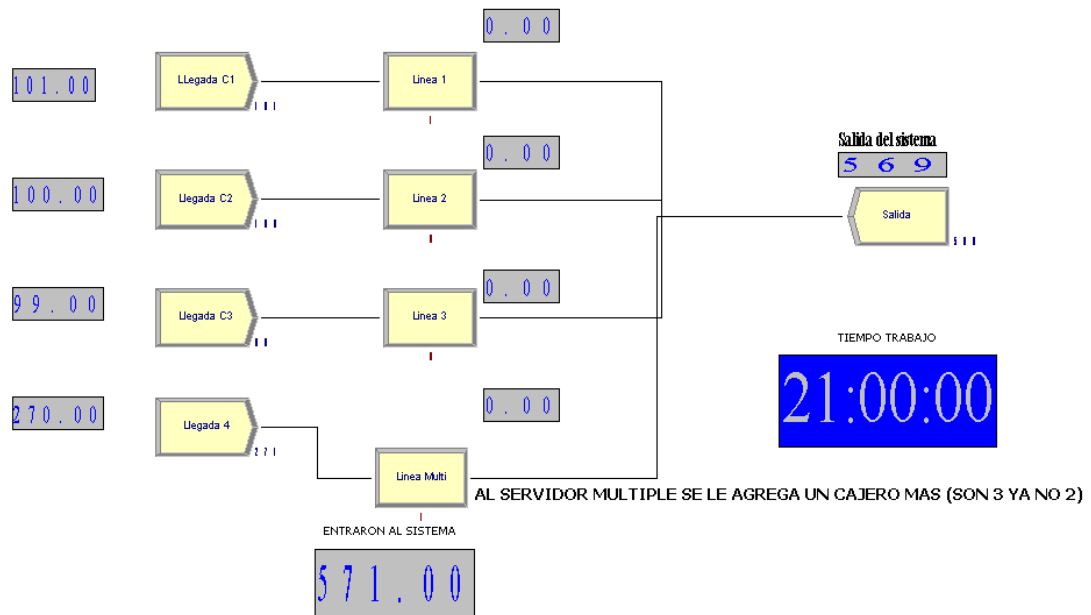


Figura 5.5. Modelo basado en el sistema de colas reestructurado

En promedio ingresan al sistema 571 personas (atenciones), de ello el sistema termina de atender a 569, lo que indica que en el sistema se quedan en proceso de atención 2 personas.

Pero ninguno se encuentra en cola de espera, sino que están en plena atención, uno en el cajero 1 y el otro en uno de los cajeros múltiples.

Esta situación optimiza dos aspectos: primero que la cantidad de atenciones en promedio es superior al original, y segundo que no existen colas de espera al culminar las 12 horas diarias de atención, según se ve en la simulación. El tiempo promedio de atención en la cola múltiple es de 3.46 minutos.

Por lo que se considera que este modelo es la alternativa apropiada para el supermercado Vivanda, y que a la vez valida la hipótesis de tesis planteada.

## 5.5 CONTRASTACION Y VALIDACION DE HIPÓTESIS

A continuación, se contrasta las hipótesis de la investigación, para ello pasaremos a mencionar una a una y demostrar su validez.

### Hipotesis especifica 1:

*Si se realiza un análisis de la situación actual entonces se identifica los parámetros adecuados a evaluar en el sistema de colas de atención en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides*

Realizado el análisis del sistema bajo estudio se identifico los siguientes ppp

La toma de los datos se segmento en función de dos tiempos a medir:

- Tiempo entre llegadas de un cliente a la cola del cajero bajo estudio.
- Tiempo de atención (servicio) de un cliente en el cajero bajo estudio de la cola correspondiente.

Dado las variables de medición del modelo se determino los valores estadísticos que se alimentaron al modelo de simulación, en base al anexo 2 y 3 (Tablas 5.3)

### TIEMPOS ENTRE LLEGADA DE LOS CLIENTES

	CAJERO 1	CAJERO 2	CAJERO 3	CAJERO MULT
MEDIA ( $\lambda$ )	9.26	8.99	10.46	4.2
PRUEBA K-S (5%)	0.11	0.11	0.11	0.109
ESTADISTICA TEORICA	0.106	0.109	0.103	0.102
SE RECHAZA?	NO	NO	NO	NO

pp



### TIEMPOS DE ATENCION DE LOS CLIENTES

	CAJERO 1	CAJERO 2	CAJERO 3	CAJERO MULTIPLE
PROMEDIO	7.25	7.49	8.29	3.74
VARIANZA	31.01	34.29	37.72	7.24

Tabla 5.3. Resumen de parámetros para el modelo de simulación.

Por lo que se considera validada la hipótesis específica 1.

#### **Hipotesis específica 2:**

$$H_0: u \Rightarrow 3.74$$

$$H_1: u < 3.74$$

*H1: El tiempo promedio de atención en el modelo de simulación del sistema de colas de atención a clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides es menor al tiempo promedio actual, que es de 3.74 minutos.*

Para validar esta hipótesis emplearemos la prueba Z, la prueba se aplicó a la cola múltiple toda vez que fue ahí donde se realizó la modificación del modelo simulado, pasando de 2 cajeros a 3 para la atención de los clientes.

El tiempo promedio de esta cola es de 3.74 con una varianza de 7.24, y desviación estándar poblacional de 2.69, para una población de 600 clientes, conforme se observa en la tabla (anexo 3)

Según las corridas del modelo de simulación este arrojó un tiempo medio muestral de atención de 4.06 minutos y un número total de 271 clientes

atendidos, según se observa en la figura 5.5, con esta información se pasa a realizar la validación de la hipótesis.

La prueba de hipótesis será Z con un nivel de significancia de 5%, siendo la fórmula de cálculo:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

$\bar{x}$  = media poblacional = 3.74 minutos

$\mu$  = media muestral = 4.06 minutos

$\sigma$  = desviación estándar poblacional = 2.69

n = tamaño de la muestra = 271

Para un nivel de significancia de 5%, con una prueba unilateral cola a la izquierda se obtiene un valor Z de tabla como sigue:

$$Z_{\alpha} = Z_{0.05} = -1.645$$

Luego, la región crítica en la variable Z es:  $RC = \{Z < -1.645\}$

Calculando el valor de Z por fórmula, reemplazando valores se obtiene:

$$Z = \frac{3.74 - 4.06}{2.69/\sqrt{271}} = -1.96$$

Dado que el valor de Z calculado  $-1.96 \in R.C$ , debemos rechazar  $H_0$  y concluir que la Hipotesis  $H_1$  se acepta, siendo esta la hipótesis de nuestra investigación.

Realizando la prueba de hipótesis mediante el software SPSS, tenemos el mismo resultado, conforme se ve en la siguiente explicación.

**Paso 1:** Con los datos en el SPSS, se desgloza el menú **Analizar**, luego **Comparar medias**, y ahí **Prueba T para una muestra** (que es el equivalente de la prueba Z) como se muestra en la figura 5.6

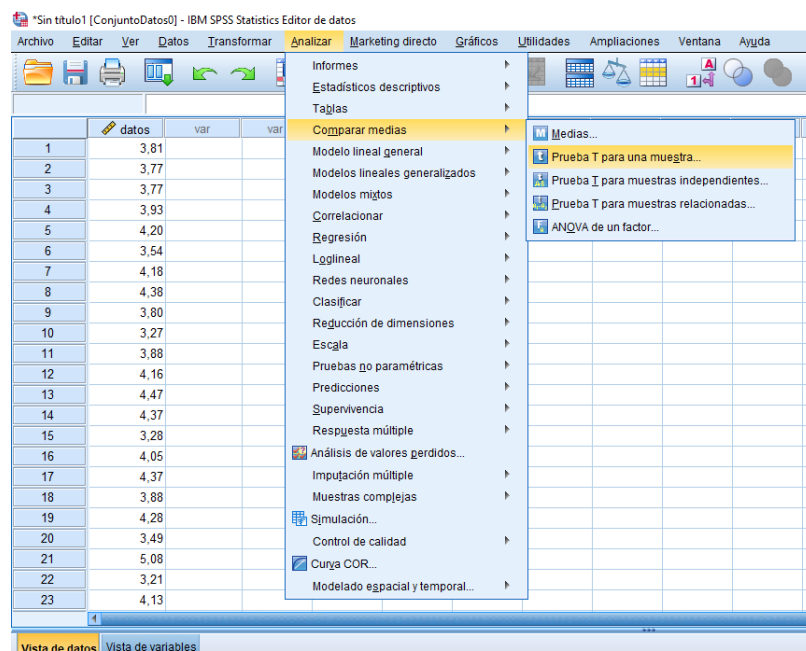


Figura 5.6 Selección de la prueba de muestra en SPSS.

**Paso 2:** En la ventana que aparece, se selecciona los datos a evaluar, la información se encuentra en la variable “datos”, y se traslada al lado derecho.

Colocamos el valor de la media a evaluar, es decir el valor 3.74 en el casillero *Valor de prueba*. Realizamos clic en aceptar. Figura 5.7

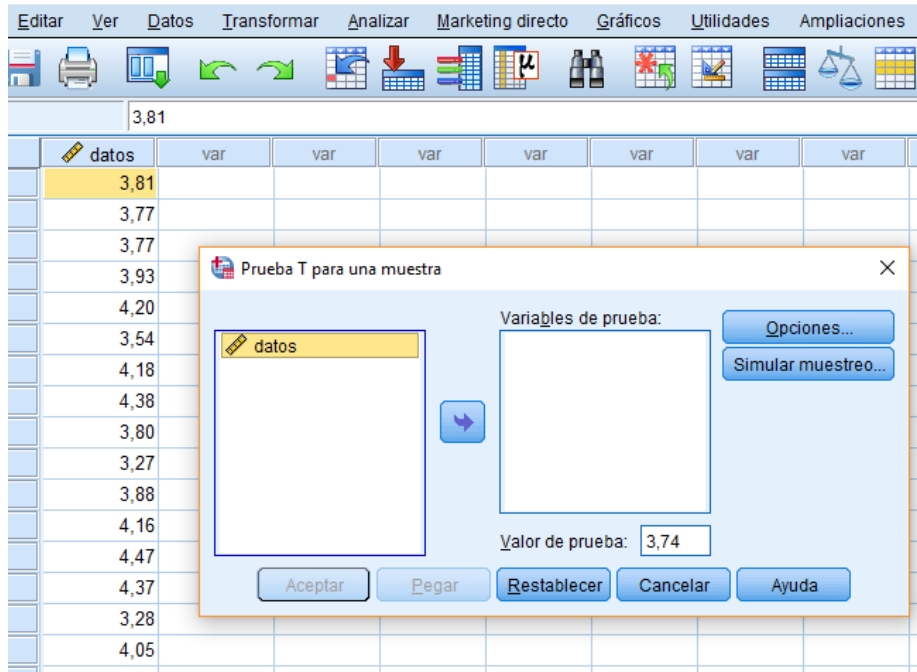


Figura 5.7 Selección de los datos a evaluar

**Paso 3:** Aparece otra ventana con los resultados de la evaluación (vea Figura 5.8). En esta se observa que la hipótesis nula se rechaza, ya que el P\_valor (Sig. (bilateral)) es menor a 0.05. Entonces se acepta la hipótesis alterna que es la hipótesis de investigación.

→ **Prueba T**

**Estadísticas de muestra única**

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
datos	271	4,0760	,39278	,02386

**Prueba de muestra única**

Valor de prueba = 3.74

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
datos	14,083	270	,000	,33601	,2890	,3830

Figura 5.8 Resultados prueba de hipótesis.

Por lo tanto, queda validada la segunda hipótesis específica.

## CONCLUSIONES

De lo estudiado en esta tesis se establece las siguientes conclusiones:

1. El uso de la Teoría de colas es una herramienta útil para evaluar la operatividad de un sistema. El tratamiento de los datos y el análisis de los resultados permite concluir sobre el comportamiento de los cajeros en el proceso de cobro que tiene tendencias diferentes y deben ser conciliadas en un resultado final.
2. Acerca del funcionamiento general del negocio es que se está trabajando con una combinación no adecuada de servidores y medios físicos ya que en función de los datos del estudio la óptica no funciona correctamente y los tiempos de espera no son razonablemente asequibles para este tipo de servicio.
3. No por ello se deben obviar limitaciones que afectan a la aplicación de la Teoría de Colas en este caso concreto. Estas limitaciones son tales como la asunción de tasas idénticas de servicio para todos los servidores o como la disciplina de servicio que no es puramente FIFO.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se debería de aplicar como escenarios factibles en los fines de semana el escenario alterno analizado y probado toda vez que esos días son donde la concurrencia de los clientes es mayor.
2. Se recomienda ampliar el estudio a otras tiendas Vivanda, que según lo entendido presentan similares problemas en la atención de clientes.
3. Como se observa en esta investigación el análisis de la información que se proporcionó y en base al cual se analizó el sistema de colas no implica variaciones de factores externos que puedan alterar la frecuencia de llegada de clientes, aumentando o disminuyendo su flujo actual.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Andrade, E. L. Introducción a la investigación de operations. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 1990.
- 2 Balestrini, Miriam. Cómo se elabora el Proyecto de investigación. 5<sup>a</sup> Edición. Editorial Consultores Asociados. Caracas, 2006.
- 3 Harrington, H. James. Mejoramiento de procesos de la empresa. Editorial Mc Graw Hill. Santa Fe de Bogotá, 1998.
- 4 Banks, Jerry [et al.]. Simulación de sistemas – Eventos Discretos (3 ed.). New Jersey, Prentice – Hall, 2001.
- 5 Bocquet, S. Theory with Reneging. Defence Systems Analysis Division, (DSTO-TR-1772), 2005.
- 6 García Sabater, José. Aplicando Teoría de Colas en Dirección de Operaciones. Grupo ROGLE, 2016.
- 7 Hernández S. Roberto, Fernández C. Carlos y Baptista L. María del Pilar. Metodología de la Investigación. 5<sup>a</sup>. Edición. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. México, 2010.
- 8 Hillier F.S. y Lieberman G.J. Introducción a la investigación de operaciones. McGraw-Hill, 2010.
- 9 Kendall, D. G. Stochastic processes occurring in the theory of queues and their analysis by the method of imbedded Markov chains. Annals of Mathematical Statistics, 1953.



- 10 Pedro Salvador Gonzales Vera. Aplicación de la teoría de colas a la atención al público de una correduría de seguros. Curso en Universidad Politecnica de Cartagena. 2013
- 11 Jorge Rabanal M y Marco Sánchez. Mejora en el proceso de atención de cola de servicio al cliente a través de una aplicación para supermercados. Tesis PUCP, 2014.

INTERNET, Varias páginas de investigación:

1. Marco Teórico, “Teoría de inventarios “  
<http://www.marcoteorico.com/curso/87/matematicas-para-la-toma-de-decisiones/713/teoria-de-inventarios>, visitada el 10 de diciembre de 2016.
2. Falkenberg E.D., Hesse W., Lindgreen P., Nilsson B.E, Oei J.L.H, Rolland C., Stamper R.K., Van Assche F.J.M., Verreijn-Stuart A.A., Voss K.: A Framework of Information Systems Concepts: The Frisco Report, IFIP 1998, disponible en <http://www.liacs.nl/~verrynst/frisco.html>, visitada el 14 de diciembre de 2016.

## **ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TEMA: “APLICACIÓN DE LA TEORIA DE COLAS EN LA ATENCION DE CLIENTES EN LOS CAJEROS DE SUPERMERCADOS VIVANDA TIENDA DE BENAVIDES – LIMA”

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>DISEÑO METODOLOGICO</b>
<p><b><u>Problema General:</u></b></p> <p>¿Qué beneficio se logran aplicando la teoría de colas en la atención de clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides?</p> <p><b><u>Problemas Específicos:</u></b></p> <p>¿De qué manera se puede establecer los parámetros adecuados a evaluar en el sistema de colas de atención a clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides?</p> <p>¿Cómo saber si el tiempo promedio de atención en el modelo de simulación del sistema de colas de atención a clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides esta optimizado?</p>	<p><b><u>Objetivo General.</u></b></p> <p>Conocer los beneficios de aplicar de la teoría de colas en la atención de clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides – lima.</p> <p><b><u>Objetivo Específicos.</u></b></p> <p>Identificar los parámetros adecuados a ser evaluados en el sistema de colas de atención en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides.</p> <p>Demostrar que el tiempo de atención a clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides es menor en el modelo propuesto</p>	<p><b><u>Hipótesis General.</u></b></p> <p>Si se aplica la teoría de colas entonces se obtendrá un modelo apropiado para la atención de clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides.</p> <p><b><u>Hipótesis Específicas.</u></b></p> <p>Realizando un análisis de la situación actual se identifica los parámetros adecuados a evaluar en el sistema de colas de atención en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides</p> <p>El tiempo promedio de atención en el modelo de simulación del sistema de colas de atención a clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides es menor al tiempo promedio actual, que es de 3.74 minutos.</p>	<p><b>Variables Independientes</b></p> <p>TEORIA DE COLAS</p> <p><b>Variables Dependientes</b></p> <p>ATENCION DE CLIENTES</p> <p><b>Variables Interviniente</b></p> <p>MODELO DE COLAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modelo de cola</li> <li>▪ Software de aplicación.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cantidad de clientes atendidos por unidad de tiempo</li> <li>▪ Tiempo de atención por cliente en servicio del mercado</li> <li>▪ Tiempo del cliente en cola de espera.</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Aplicada y descriptiva</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b></p> <p>Transeccional</p> <p><b>Método de la Investigación</b></p> <p>Hipotético deductivo</p> <p><b>Población</b></p> <p>El universo poblacional está conformado las atenciones de un año en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>La muestra de estudio es intencionada, se centra en las atenciones realizadas en el periodo de 20 días a clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides.</p>

**ANEXO 2**  
**TIEMPOS ENTRE LLEGADA DE LOS CLIENTES A LAS COLAS DE LOS**  
**CAJEROS**  
**(DADO EN MINUTOS)**

CAJERO 1		CAJERO 2		CAJERO 3		CAJERO MULTIPLE	
N°	TIEMPO	N°	TIEMPO	N°	TIEMPO	N°	TIEMPO
1	5	1	13	1	14	1	5
2	12	2	14	2	7	2	6
3	7	3	10	3	17	3	2
4	7	4	9	4	8	4	3
5	8	5	15	5	18	5	7
6	7	6	6	6	5	6	6
7	10	7	6	7	14	7	2
8	9	8	6	8	7	8	5
9	7	9	9	9	9	9	4
10	11	10	8	10	14	10	6
11	13	11	12	11	15	11	7
12	10	12	15	12	15	12	10
13	5	13	7	13	14	13	1
14	11	14	15	14	13	14	4
15	6	15	10	15	9	15	2
16	6	16	12	16	17	16	8
17	15	17	6	17	9	17	4
18	7	18	12	18	9	18	2
19	14	19	11	19	17	19	11
20	8	20	8	20	8	20	5
21	13	21	12	21	7	21	6
22	11	22	11	22	6	22	7
23	6	23	10	23	8	23	2
24	6	24	10	24	13	24	5
25	13	25	10	25	15	25	8
26	12	26	6	26	10	26	5
27	6	27	13	27	17	27	2
28	9	28	21	28	9	28	1
29	9	29	8	29	14	29	4
30	12	30	11	30	17	30	4
31	6	31	10	31	7	31	6
32	8	32	10	32	15	32	4
33	11	33	11	33	8	33	3

34	8	34	11	34	15	34	4
35	5	35	8	35	10	35	5
36	18	36	7	36	15	36	4
37	13	37	13	37	10	37	6
38	5	38	14	38	10	38	4
39	13	39	16	39	14	39	7
40	6	40	12	40	14	40	5
41	12	41	9	41	11	41	9
42	11	42	11	42	14	42	3
43	6	43	8	43	8	43	4
44	8	44	12	44	12	44	7
45	6	45	7	45	10	45	4
46	7	46	8	46	17	46	4
47	10	47	12	47	8	47	6
48	7	48	9	48	9	48	8
49	7	49	13	49	10	49	5
50	7	50	13	50	12	50	6
51	16	51	12	51	10	51	1
52	8	52	7	52	11	52	9
53	9	53	13	53	6	53	5
54	8	54	17	54	10	54	8
55	8	55	12	55	9	55	6
56	8	56	9	56	7	56	5
57	17	57	11	57	10	57	5
58	7	58	11	58	12	58	5
59	8	59	12	59	15	59	9
60	9	60	12	60	5	60	2
61	8	61	4	61	15	61	4
62	8	62	8	62	6	62	6
63	5	63	14	63	16	63	4
64	11	64	16	64	12	64	8
65	8	65	12	65	4	65	3
66	13	66	14	66	16	66	2
67	9	67	12	67	5	67	7
68	10	68	16	68	15	68	2
69	13	69	8	69	10	69	7
70	11	70	9	70	9	70	5
71	11	71	13	71	12	71	3
72	10	72	12	72	10	72	8
73	9	73	11	73	19	73	3
74	4	74	13	74	23	74	9

75	13	75	14	75	10	75	6
76	10	76	12	76	12	76	6
77	14	77	13	77	15	77	5
78	7	78	12	78	8	78	7
79	8	79	8	79	14	79	5
80	12	80	11	80	10	80	3
81	18	81	10	81	15	81	4
82	10	82	9	82	17	82	6
83	8	83	13	83	9	83	4
84	10	84	16	84	12	84	7
85	7	85	9	85	5	85	4
86	7	86	19	86	12	86	5
87	2	87	10	87	10	87	7
88	5	88	17	88	12	88	4
89	8	89	5	89	12	89	6
90	5	90	8	90	8	90	3
91	5	91	14	91	8	91	4
92	5	92	5	92	11	92	6
93	8	93	15	93	10	93	4
94	11	94	11	94	12	94	5
95	8	95	13	95	10	95	4
96	11	96	6	96	10	96	8
97	8	97	16	97	12	97	4
98	5	98	13	98	10	98	7
99	8	99	13	99	14	99	4
100	2	100	7	100	18	100	5
101	9	101	11	101	10	101	4
102	7	102	4	102	15	102	9
103	13	103	10	103	14	103	3
104	10	104	12	104	13	104	6
105	10	105	13	105	18	105	5
106	13	106	8	106	13	106	7
107	13	107	14	107	10	107	8
108	8	108	9	108	10	108	3
109	9	109	13	109	7	109	3
110	11	110	6	110	16	110	5
111	8	111	6	111	11	111	8
112	8	112	16	112	14	112	2
113	7	113	8	113	9	113	2
114	11	114	12	114	13	114	7
115	8	115	12	115	9	115	4

116	7	116	4	116	10	116	5
117	10	117	9	117	6	117	2
118	9	118	5	118	10	118	4
119	7	119	15	119	10	119	6
120	8	120	14	120	16	120	5
121	7	121	4	121	12	121	4
122	13	122	9	122	14	122	2
123	10	123	14	123	18	123	5
124	10	124	19	124	12	124	4
125	11	125	13	125	15	125	5
126	9	126	9	126	9	126	3
127	9	127	9	127	17	127	2
128	8	128	8	128	10	128	9
129	8	129	6	129	12	129	6
130	13	130	12	130	11	130	8
131	9	131	14	131	7	131	4
132	7	132	7	132	18	132	4
133	6	133	12	133	13	133	3
134	3	134	6	134	19	134	4
135	10	135	9	135	11	135	2
136	15	136	9	136	10	136	8
137	7	137	10	137	17	137	3
138	9	138	13	138	14	138	6
139	9	139	10	139	12	139	4
140	6	140	17	140	12	140	9
141	10	141	12	141	12	141	5
142	9	142	10	142	12	142	3
143	7	143	13	143	17	143	9
144	8	144	4	144	12	144	9
145	4	145	17	145	13	145	8
146	8	146	17	146	18	146	2
147	6	147	9	147	11	147	5
148	10	148	9	148	12	148	3
149	9	149	12	149	10	149	3
150	10	150	11	150	9	150	4

**ANEXO 3**  
**TIEMPOS DE ATENCION DE CLIENTES EN CADA COLA DE LOS**  
**CAJEROS**  
**(DADO EN MINUTOS)**

CAJERO 1		CAJERO 2		CAJERO 3		CAJERO MULTIPLE	
N°	TIEMPO	N°	TIEMPO	N°	TIEMPO	N°	TIEMPO
1	10	1	2	1	19	1	3
2	3	2	6	2	5	2	7
3	11	3	11	3	17	3	2
4	9	4	2	4	10	4	2
5	10	5	3	5	1	5	1
6	5	6	10	6	7	6	2
7	3	7	1	7	1	7	2
8	5	8	32	8	5	8	3
9	4	9	2	9	7	9	10
10	1	10	14	10	3	10	4
11	11	11	13	11	5	11	3
12	3	12	8	12	1	12	3
13	12	13	2	13	17	13	1
14	2	14	22	14	7	14	1
15	9	15	1	15	7	15	4
16	5	16	4	16	12	16	2
17	7	17	5	17	1	17	3
18	2	18	6	18	16	18	1
19	13	19	2	19	2	19	7
20	6	20	10	20	16	20	4
21	3	21	2	21	2	21	2
22	6	22	6	22	9	22	4
23	2	23	6	23	1	23	3
24	9	24	16	24	8	24	3
25	4	25	15	25	2	25	2
26	14	26	5	26	9	26	2
27	9	27	8	27	8	27	11
28	8	28	11	28	7	28	4
29	9	29	5	29	18	29	6
30	13	30	8	30	2	30	2
31	2	31	3	31	2	31	4
32	3	32	7	32	4	32	1
33	3	33	16	33	8	33	8
34	4	34	5	34	17	34	2



35	1	35	20	35	3	35	1
36	13	36	3	36	1	36	2
37	8	37	12	37	6	37	12
38	3	38	8	38	19	38	2
39	16	39	8	39	11	39	1
40	11	40	13	40	12	40	3
41	22	41	18	41	7	41	1
42	2	42	3	42	5	42	4
43	13	43	4	43	3	43	1
44	4	44	16	44	28	44	5
45	6	45	19	45	6	45	2
46	4	46	14	46	18	46	6
47	8	47	3	47	12	47	1
48	11	48	6	48	15	48	1
49	5	49	2	49	11	49	6
50	12	50	11	50	3	50	2
51	6	51	7	51	8	51	1
52	4	52	7	52	3	52	1
53	7	53	11	53	13	53	1
54	9	54	4	54	5	54	2
55	7	55	9	55	12	55	2
56	5	56	7	56	5	56	9
57	2	57	1	57	5	57	1
58	6	58	7	58	1	58	2
59	2	59	8	59	18	59	3
60	14	60	8	60	6	60	3
61	8	61	12	61	9	61	2
62	3	62	15	62	15	62	3
63	8	63	6	63	7	63	1
64	4	64	4	64	2	64	2
65	7	65	11	65	9	65	6
66	14	66	8	66	7	66	1
67	9	67	1	67	9	67	4
68	6	68	11	68	13	68	11
69	1	69	12	69	5	69	1
70	21	70	4	70	2	70	6
71	6	71	4	71	17	71	3
72	4	72	2	72	8	72	8
73	7	73	18	73	5	73	4
74	5	74	13	74	11	74	5
75	16	75	4	75	12	75	1

76	2	76	3	76	9	76	1
77	3	77	2	77	2	77	2
78	2	78	2	78	3	78	1
79	21	79	3	79	4	79	4
80	15	80	2	80	1	80	10
81	6	81	4	81	5	81	3
82	4	82	3	82	4	82	3
83	17	83	3	83	1	83	6
84	13	84	5	84	3	84	2
85	11	85	3	85	9	85	4
86	1	86	10	86	8	86	1
87	2	87	2	87	14	87	3
88	3	88	5	88	4	88	6
89	14	89	1	89	3	89	5
90	7	90	5	90	10	90	1
91	11	91	10	91	3	91	5
92	16	92	1	92	10	92	7
93	5	93	14	93	6	93	1
94	3	94	15	94	10	94	5
95	13	95	8	95	9	95	4
96	11	96	16	96	10	96	8
97	16	97	1	97	11	97	1
98	2	98	4	98	38	98	6
99	8	99	14	99	3	99	4
100	8	100	15	100	16	100	3
101	3	101	8	101	4	101	4
102	14	102	5	102	16	102	3
103	2	103	1	103	11	103	4
104	11	104	1	104	13	104	1
105	24	105	6	105	4	105	1
106	2	106	4	106	4	106	10
107	2	107	8	107	22	107	8
108	1	108	6	108	5	108	1
109	9	109	11	109	19	109	6
110	8	110	8	110	7	110	3
111	11	111	11	111	3	111	4
112	17	112	7	112	17	112	1
113	2	113	3	113	5	113	4
114	2	114	19	114	3	114	3
115	21	115	5	115	25	115	12
116	17	116	9	116	3	116	1

117	14	117	2	117	4	117	2
118	2	118	11	118	5	118	6
119	17	119	6	119	12	119	2
120	3	120	3	120	4	120	1
121	1	121	20	121	3	121	2
122	7	122	11	122	4	122	5
123	4	123	1	123	15	123	1
124	1	124	3	124	19	124	1
125	8	125	4	125	8	125	2
126	3	126	1	126	5	126	10
127	2	127	1	127	10	127	8
128	5	128	3	128	1	128	3
129	2	129	8	129	8	129	4
130	4	130	2	130	6	130	2
131	6	131	4	131	3	131	2
132	3	132	2	132	15	132	7
133	5	133	13	133	5	133	11
134	2	134	1	134	6	134	2
135	1	135	3	135	21	135	6
136	2	136	3	136	4	136	5
137	2	137	19	137	8	137	3
138	5	138	1	138	1	138	5
139	6	139	13	139	2	139	5
140	18	140	6	140	15	140	4
141	2	141	1	141	6	141	5
142	6	142	13	142	9	142	9
143	29	143	22	143	14	143	4
144	4	144	6	144	10	144	3
145	2	145	2	145	5	145	2
146	10	146	1	146	6	146	7
147	2	147	6	147	8	147	3
148	4	148	12	148	2	148	6
149	2	149	26	149	6	149	4
150	3	150	7	150	13	150	5

## ANEXO 4

### Tiempos de atención de cajero múltiple en la simulación (271 clientes)

N°	Tiempo atención min	N°	Tiempo atención min	N°	Tiempo atención min	N°	Tiempo atención min
1	3,81	36	4,96	71	4,28	106	3,70
2	3,77	37	3,90	72	4,28	107	4,39
3	3,77	38	4,26	73	4,66	108	4,20
4	3,93	39	4,05	74	3,37	109	4,13
5	4,20	40	4,38	75	3,90	110	4,37
6	3,54	41	4,52	76	4,43	111	4,01
7	4,18	42	3,39	77	4,31	112	3,21
8	4,38	43	4,36	78	3,79	113	4,27
9	3,80	44	4,06	79	4,36	114	4,03
10	3,27	45	3,61	80	4,31	115	3,91
11	3,88	46	4,31	81	4,16	116	4,37
12	4,16	47	4,78	82	4,07	117	4,18
13	4,47	48	3,85	83	3,98	118	3,73
14	4,37	49	4,02	84	4,30	119	3,82
15	3,28	50	3,33	85	3,62	120	3,92
16	4,05	51	4,60	86	3,67	121	3,62
17	4,37	52	4,42	87	4,95	122	4,04
18	3,88	53	3,43	88	4,96	123	4,24
19	4,28	54	4,03	89	4,22	124	3,92
20	3,49	55	3,50	90	3,73	125	3,92
21	5,08	56	3,73	91	4,18	126	3,42
22	3,21	57	4,71	92	3,94	127	4,03
23	4,13	58	4,40	93	3,41	128	4,12
24	4,44	59	3,97	94	4,53	129	4,03
25	3,99	60	4,11	95	3,29	130	3,84
26	4,32	61	3,71	96	4,47	131	3,98
27	3,88	62	4,27	97	4,40	132	4,38
28	4,40	63	4,10	98	4,22	133	3,84
29	4,27	64	3,94	99	4,36	134	5,15
30	4,09	65	3,09	100	3,77	135	4,18
31	4,31	66	3,90	101	3,84	136	4,42
32	4,32	67	3,50	102	4,12	137	4,67
33	3,73	68	4,37	103	4,04	138	3,87
34	4,47	69	4,98	104	3,46	139	4,47
35	4,37	70	3,67	105	3,59	140	4,77

N°	Tiempo atencion min	N°	Tiempo atencion min	N°	Tiempo atencion min	N°	Tiempo atencion min
141	4,54	176	3,69	211	3,57	246	4,39
142	4,48	177	4,32	212	4,61	247	3,73
143	4,10	178	4,92	213	4,13	248	4,23
144	4,43	179	3,26	214	4,04	249	4,45
145	3,39	180	4,22	215	4,17	250	3,80
146	3,82	181	4,32	216	4,05	251	3,63
147	4,46	182	3,95	217	4,40	252	4,14
148	4,45	183	4,35	218	3,92	253	4,19
149	3,66	184	4,55	219	4,32	254	3,70
150	4,44	185	4,25	220	3,88	255	4,25
151	4,08	186	4,62	221	3,39	256	3,75
152	5,00	187	3,98	222	4,63	257	3,98
153	4,36	188	4,08	223	3,62	258	3,58
154	4,38	189	3,47	224	4,49	259	3,75
155	3,89	190	3,71	225	4,12	260	4,21
156	4,01	191	4,67	226	4,11	261	4,36
157	4,05	192	4,16	227	4,54	262	4,94
158	3,95	193	5,14	228	4,14	263	4,32
159	4,23	194	3,41	229	3,32	264	3,78
160	3,94	195	3,83	230	4,16	265	3,36
161	4,29	196	3,82	231	4,46	266	3,87
162	4,04	197	4,68	232	4,19	267	3,58
163	4,28	198	4,03	233	4,01	268	3,83
164	4,31	199	4,26	234	4,40	269	3,69
165	3,86	200	3,63	235	4,12	270	4,24
166	4,42	201	3,67	236	4,27	271	3,74
167	3,96	202	3,63	237	3,55		
168	3,79	203	4,57	238	4,06		
169	4,17	204	4,30	239	4,11		
170	4,64	205	3,74	240	4,59		
171	3,81	206	4,34	241	3,85		
172	4,29	207	4,31	242	4,00		
173	3,66	208	4,15	243	3,88		
174	3,73	209	4,17	244	3,70		
175	3,53	210	3,79	245	3,66		