Análisis de líneas de espera en el proceso de entrega de pedidos de un restaurante en la ciudad de Barranquilla

Analysis of waiting lines in the order delivery process of a restaurant in the city of Barranquilla

S. Bonfante, J. Carrillo, E. Gutiérrez, R. Silva & A. Pulido

Universidad Simón Bolívar, Barranquilla-Colombia

Open Access

Publicado:
6 de diciembre de 2020

Correspondencia:
apulido3@unisimonbolivar.edu.co

Resumen

El objetivo de este artículo es presentar un análisis de la calidad en los procesos del restaurante la Guagua Cubana Food, teniendo en cuenta las quejas e inconformidades que emanan los que allí acuden cuando llegan los fines de semana y desean probar unos de los platos del menú de este restaurante, cuando hay promociones y demás, actividades, eventos relacionados con la gastronomía colombiana. En este sentido, este artículo propone la implementación de un análisis y mediciones estadísticas para dar recomendaciones a este inconveniente. Todo lo anterior a través de un análisis por eventos discretos de las líneas de espera que se generan en el servicio y demás herramientas que nos ayuden a lograr nuestro objetivo.

Palabras claves: Calidad del servicio, Sistema de filas de espera, teoría de colas, características de operación.

Abstract

The objective of this article is to present an analysis of the quality in the processes of the restaurant la Guagua Cubana Food, taking into account the countless complaints and disagreements emanating from those who come there when they arrive on weekends and want to try one of the dishes on the menu of this restaurant, when there are promotions and others, activities, events related to Colombian gastronomy. In this sense, this article proposes the implementation of an analysis and statistical measurements to give recommendations to this problem. All of the above through an analysis by discrete events of the waiting lines that are generated in the service and other tools that help us achieve our objective.

Keywords: Quality of service, complaints, queuing theory, Pareto chart and objective.

Como citar (IEEE): S. Bonfante, J. Carrillo, E. Gutiérrez, R. Silva & A. Pulido, "Análisis de líneas de espera en el proceso de entrega de pedidos de un restaurante en la ciudad de Barranquilla", *Investigación y Desarrollo en TIC*, vol. 11, no. 2, pp. 49-62., 202

Introducción

En cualquier sector ya sea público o privado, las personas demandan ser escuchados, comprendidos y atendidos, pero solo a través de la calidad del servicio ofrecido se podrán dar respuesta a estas exigencias e incluso superar las expectativas del servicio en la relación tiempo de espera vs calidad [1]. No obstante, los amplios registros de quejas registrados por las oficinas de PQRSD, las amplias bibliografías y artículos que se refieren a esta temática, ha generado una multitud de conceptos y modelos nuevos que buscan la disminución de los tiempos de espera en el sector de atención al cliente [2].

La teoría de colas fue originariamente un trabajo práctico [3]. La primera aplicación de la que se tiene noticia es del matemático danés Erlang sobre conversaciones telefónicas en 1909, para el cálculo de tamaño de centralitas. Después se convirtió en un concepto teórico que consiguió un gran desarrollo, y desde hace unos años se vuelve a hablar de un concepto aplicado aunque exige un importante trabajo de análisis para convertir las fórmulas en realidades, o viceversa [4].

Todos hemos experimentado en alguna ocasión la sensación de estar perdiendo el tiempo al esperar en una cola. El fenómeno de las colas nos parece natural: esperamos en el coche al estar en un trancón, o un semáforo mal regulado, o en un peaje; esperamos en el teléfono a que nos atienda un operador y en la cola de un supermercado para pagar [5].

En este panorama, en que la calidad del servicio y el tiempo de espera transcurrido para la atención al usuario son vistos como estrategias de la empresa para la satisfacción del cliente, el tiempo de espera y la calidad del servicio ofrecido al usuario cumplen un papel relevante, logrando así cambiar la percepción e imaginario colectivo que se tiene de una empresa que oferta un servicio tan vital como atención al cliente mezclado con tiempos de espera. [6]

Un sistema de colas se puede describir como: “clientes” que llegan buscando un servicio, esperan si este no es inmediato, y abandonan el sistema una vez han sido atendidos. En algunos casos se puede admitir que los clientes abandonan el sistema si se cansan de esperar [7] [8]. El término “cliente” se usa con un sentido general y no implica que sea un ser humano, puede significar piezas esperando su turno para ser procesadas o una lista de trabajo esperando para imprimir en una impresora en red [9].

Un sistema de colas puede ser unietapa o multietapa. En los sistemas multietapa el cliente puede pasar por un número de etapas mayor que uno. Una peluquería es un sistema unietapa, salvo que haya diferentes servicios (manicura, maquillaje) y cada uno de estos servicios sea desarrollado por un servidor diferente. En algunos sistemas multietapa se puede admitir la vuelta atrás o “reciclado”, esto es habitual en sistemas productivos como controles de calidad y reproceso [10].

Los servidores pueden tener un tiempo de servicio variable, en cuyo caso hay que asociarle, para definirlo, una función de probabilidad [7]. También pueden atender en lotes o de modo individual. El tiempo de servicio también puede variar con el número de clientes en la cola, trabajando más rápido o más lento, y en este caso se llama patrones de servicio dependientes [10]. Al igual que el patrón de llegadas el patrón de servicio puede ser no-estacionario, variando con el tiempo transcurrido [11]. La disciplina de cola es la manera en que los clientes se ordenan en el momento de ser servidos de entre los de la cola. Cuando se piensa en colas se admite que la disciplina de cola normal es FIFO (atender primero a quien llegó primero) Sin embargo en muchas colas es habitual el uso de la disciplina LIFO (atender primero al último) [12]. También es posible encontrar reglas de secuencia con prioridades, como por ejemplo secuenciar primero las tareas con menor duración o según tipos de clientes. En cualquier caso dos son las situaciones generales en las que trabajar. En la primera, llamada en inglés "preemptive", si un cliente llega a la cola con una orden de prioridad superior al cliente que está siendo atendido, este se retira dando paso al más importante. Dos nuevos subcasos aparecen: el cliente retirado ha de volver a empezar, o el cliente retorna donde se había quedado. La segunda situación es la denominada "no-preemptive" donde el cliente con mayor prioridad espera a que acabe el que está siendo atendido [6].

El presente proyecto busca implementar un proyecto de teoría de cola en el restaurante la Guagua Cubana Food, ubicado en la ciudad de barranquilla. La teoría de colas es un estudio matemático de las líneas de espera y esto es lo que queremos aplicar en el área de procesos del restaurante. Esta teoría estudia factores como el tiempo de espera, la capacidad de trabajo de la unidad de sistema para que el sistema no colapse.

Estados del arte

El origen de la teoría de colas está en el esfuerzo de Agner Kraup Erlang (Dinamarca, 1878 - 1929) en 1909 para analizar la congestión de tráfico telefónico con el objetivo de cumplir la demanda incierta de servicios en el sistema telefónico de Copenhague. Sus investigaciones acabaron en una nueva teoría denominada teoría de colas o de líneas de espera [13]. Esta teoría es ahora una herramienta de valor en negocios debido a que un gran número de problemas pueden caracterizarse, como problemas de congestión llegada - salida.

El estudio de las colas es importante porque proporciona tanto una base teórica del tipo de servicio que se puede esperar de un determinado recurso, como la forma en la cual dicho recurso puede ser diseñado para proporcionar un determinado grado de servicio a sus clientes.

La teoría de colas es el estudio matemático del comportamiento de líneas de espera. Esta se presenta, cuando los "clientes" llegan a un "lugar" demandando un servicio a un "servidor", el cual tiene una cierta capacidad de atención. Si el servidor no está disponible inmediatamente y el cliente decide esperar, entonces se forma la línea de espera [14]. Una cola es una línea de espera y la teoría de colas es una colección de modelos matemáticos que describen sistemas de línea de espera particulares o sistemas de colas. Los modelos sirven para encontrar un balance económico entre el costo del servicio y el costo asociado a la espera por ese servicio. La teoría de colas en sí no resuelve este problema, sólo proporciona información para la toma de decisiones. [8]

Teoría de colas

A. Estructura de una línea de espera

Para ilustrar las características básicas de un modelo de línea de espera, consideramos la línea de espera en el restaurante de comida rápida Burger Dome. Burger Dome vende hamburguesas sencillas con queso, papas a la francesa, bebidas refrescantes y malteadas, así como un número limitado de artículos especiales y variedad de postres. Aunque a Burger Dome le gustaría atender de inmediato a cada cliente, en ocasiones llegaban más clientes de los que podían ser atendidos por el personal. Por tanto, los clientes hacían cola para hacer y recibir sus pedidos. A Burger Dome le preocupa que los métodos que actualmente utiliza para atender a los clientes ocasionen tiempos de espera excesivos. La gerencia desea estudiar la línea de espera para determinar el mejor método de reducir los tiempos de espera y mejorar el servicio [15].

B. Línea de espera de canal único

En la operación actual de Burger Dome, un despachador toma el pedido de un cliente, determina el costo total del pedido, recibe el dinero del cliente y luego surte el pedido. Una vez que el pedido del primer cliente se surte, el despachador toma el pedido del siguiente que espera a que lo atiendan. Esta operación es un ejemplo de una línea de espera de canal único. Cada cliente que entra al restaurante Burger Dome debe pasar a través de un canal —una estación de toma y entrega de pedidos— para hacer un pedido, pagar la cuenta y recibir la comida. Cuando llegan más clientes de los que pueden ser atendidos de inmediato, forman una línea y esperan a que se desocupe la estación de toma y entrega de pedidos [3].

C. Distribución de las llegadas

La definición del proceso de llegada a una línea de espera implica determinar la distribución probabilística del número de llegadas en un lapso de tiempo determinado. En muchas situaciones de línea de espera las llegadas ocurren al azar e independientemente de otras llegadas, y no podemos predecir cuándo ocurrirá una. En esos casos, los analistas cuantitativos han encontrado que la distribución de probabilidad de Poisson provee una buena descripción del patrón de llegadas [3].

D. Disciplina en las colas

Al describir un sistema de línea de espera, debemos definir la manera en la que las unidades que esperan se organizan para ser atendidas. Para la línea de espera de Burger Dome, y en general para la mayoría de las líneas orientadas al cliente, las unidades que esperan ser atendidas se acomodan de modo que la primera que llega es la primera en ser atendida; este método se conoce como disciplina FCFS en las colas. [16] Sin embargo, algunas situaciones demandan disciplinas diferentes en las colas. Por ejemplo, cuando un grupo de personas espera un elevador, el último en entrar a él es con frecuencia el primero en completar el servicio (es decir, el primero que sale del elevador). Otros tipos de disciplinas en las colas asignan prioridades a las unidades que esperan y luego atienden primero a la unidad con la más alta prioridad. En este capítulo consideramos sólo líneas de espera basadas en la disciplina en las colas del primero en llegar, primero en ser atendido [17]. Modelo de línea de espera de canal único con llegadas Poisson y tiempos de servicio exponenciales.

En esta sección se presentan fórmulas que pueden utilizarse para determinar las características de operación constante de una línea de espera de canal único. Las fórmulas son apropiadas si las llegadas siguen una distribución de probabilidad de Poisson y los tiempos de servicio llevan una distribución de probabilidad exponencial. Como estos supuestos son válidos para el problema de la línea de espera de Burger Dome, demostramos cómo pueden utilizarse las fórmulas para determinar las características de operación de Burger Dome y, por tanto, aportan información útil a la gerencia para la toma de decisiones.

La metodología matemática utilizada para determinar las fórmulas de las características de operación de líneas de espera es algo compleja. Sin embargo, nuestro propósito en este capítulo no es analizar el desarrollo teórico de modelos de línea de espera, sino más bien demostrar como las fórmulas dan información sobre las características de operación de la línea [7].

A. Modelos de Colas

El propósito de este apartado es exponer diferentes modelos de colas.

Las fórmulas siguientes se utilizan para calcular las características de operación constante de una línea de espera de canal único con llegadas Poisson y tiempos de servicio exponenciales [7].

Modelo M/M/1

λ = número medio de llegadas por periodo de tiempo (tasa de llegadas)

Tiempo entre llegadas = 1/ λ

μ= número medio de servicios por periodo de tiempo (tasa de servicios)

Tiempo de servicio = 1/ µ

- Condición necesaria: cµ > λ; donde "c" es el número de servidores

1. La probabilidad de que no haya unidades en el sistema:
2. $P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$
3. El número promedio de unidades en la línea de espera:
4. $L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}$
5. El número promedio de unidades en el sistema:
6. $L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$
7. El tiempo promedio que la unidad pasa en la línea de espera:
8. $W_q = \frac{L_q}{\lambda}$
9. El tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema:
10. $W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$
11. La probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar a ser atendida:
12. $Pw = \frac{\lambda}{\mu}$

13. La probabilidad de que haya n unidades en el sistema:
14. $P(n) = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n * P_0$ DONDE, $n \geq 0$

- *C*w: Costo de espera por periodo de tiempo de cada unidad
- *Ls:* Número promedio de unidades en el sistema
- *C*s: Costo de servicio por periodo de tiempo de cada canal
- *C:* Número de canales
- *TC:* Costo total por periodo de tiempo

TC = *C*w**Ls* + *C*s*c

Modelo de línea de espera de múltiples canales con llegadas Poisson y tiempos de servicio exponenciales

Una línea de espera de múltiples canales se compone de dos o más canales de servicio que se supone son idénticos en función de capacidad de servicio. En el sistema de múltiples canales, las unidades que llegan esperan en una sola línea y luego se dirigen al primer canal disponible para ser atendidas [3] [7].

En esta sección se presentan fórmulas para determinar las características de operación constante de una línea de espera de múltiples canales. Estas fórmulas son apropiadas si existen las siguientes condiciones [3]:

1. Las llegadas siguen una distribución de probabilidad de Poisson.
2. El tiempo de servicio de cada canal sigue una distribución de probabilidad exponencial.
3. La tasa de servicios es la misma para cada canal.
4. Las llegadas esperan en una sola línea de espera y luego se dirigen al primer canal abierto para que las atiendan [7].

Las siguientes fórmulas se utilizan para calcular las características de operación de líneas de espera de múltiples canales, donde

Modelo M/M/c

λ = tasa de llegadas del sistema

μ = tasa de servicios de cada canal

c = número de canales

1. Probabilidad de que no haya unidades en el sistema:

$$P_0 = \frac{1}{\frac{(\frac{\lambda}{\mu})^c}{c!}\left(\frac{c\mu}{c\mu - \lambda}\right) + \sum_{i=0}^{c-1} \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^i}{i!}}$$

2. Número promedio de unidades en la línea de espera:

$$Lq = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c} \lambda\mu}{(c-1)!\,(c\mu-\lambda)^{2}} * P_0$$

3. Número promedio de unidades en el sistema:

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

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

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

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

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

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

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

7. Probabilidad de que haya *n* unidades en el sistema:

$$P_n = \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} P_0 \,, si\ n \le c \qquad\qquad P_n = \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{c!\,c^{n-c}} P_0 \,, si\ n > c$$

El modelo de línea de espera de múltiples canales está basado en una sola línea de espera. También se habrá visto en situaciones en las que cada uno de los k canales tiene su propia línea de espera. Los analistas han demostrado que las características de operación de sistemas de múltiples canales son mejores si se utiliza una sola línea de espera. Las personas también las prefieren, nadie que llegue después de usted puede ser atendido antes que usted. Por tanto, cuando es posible, los bancos, mostradores de reservación de aerolíneas, establecimientos de comida rápida y otros negocios utilizan con frecuencia una línea de espera única para un sistema de múltiples canales [7].

Esta premisa obliga a que las empresas, en nuestro caso el restaurante la Guagua Cubana Food, mejore la calidad del servicio prestado por parte de todos y cada uno de los funcionarios adscritos a esa dependencia, mejorando así la imagen del servicio en temas de tiempo, ya que la mayoría de los usuarios que a ella acuden, buscan tener una atención eficaz y productiva [8].

Metodología de la investigación

Esta investigación consideramos que es un tipo de investigación aplicada, ya que nuestro objetivo es aplicar los conceptos de teoría de colas en el área de procesos del restaurante Guagua cubana food, pero también puede ser aplicada en un banco, en un supermercado, en cualquier área que tenga líneas de espera. De aquí definimos nuestra fuente de información primaria, formulando hipótesis para la recolección de datos y seleccionado todas nuestras fuentes a consultas, como lo son los libros, artículos y pag web [18]. Este trabajo también abarca el método explicativo, porque permite llegar a las razones de los fenómenos que han hecho que el restaurante genere deficiencia en las líneas de espera, puede haber también demandas insatisfechas, tiempos de exposición prolongados y falta de competitividad, yendo de lo general a lo específico, partiendo de premisas que logren una deducción de forma lógica a partir del razonamiento, generando así una posible comprobación de hipó tesis que ha hecho el restaurante [19]. Por otro lado, se realiza una identificación y análisis de las causales y cuales han sido sus resultados, seguidamente se aplicará el método analítico, ya que, una vez conocido el estado actual del restaurante, se procede a realizar una descomposición del caso puntual en sus líneas de esperas o teoría de colas a través de una serie de pasos y así obtener un resultado preciso. Y finalmente el estudio es aplicado que está enfocado a la parte de admisiones, debido a que se tiene el propósito de medir el grado de relación entre las diferentes variables como tiempos de los clientes esperando ser atendidos, cantidad de recursos (de cuantos trabajadores dispone el restaurante) la cantidad de la demanda, son variables que intervienen directamente con la teoría de colas y que deben ser estudiadas para generar resultados que permitan aproximar a una mejora y sincronización de estas [20].

Resultados

Las decisiones con respecto al número de servidores en cada instalación, se basan en dos importantes factores: el costo que se incurre al dar el servicio, y la espera por ese servicio. A continuación, se presenta las tablas de datos del restaurante en el cual se implementó la investigación. En la Tabla 1, presentamos el numero de pedidos recibidos diariamente en el restaurante en los meses de agosto y septiembre (20 datos), la fecha en la que se ejecuto cada pedido y el total de pedidos recibidos. El restaurante trabaja en promedio aproximadamente 8 horas por día, por lo que el numero de pedidios entrantes puede ser calculados en horas o minutos. La Tabla 2 presentamos el numero de trabajadores, la ocupacion de cada uno, su hora de entrada a laboral, su hora de salida, y el total de hora en las que laboran cada uno. Como podemos ver, el restaurante tiene una demanda de 1645 pedidos mensuales aproximadamente y un promedio de 82,25 pedidos por día (o 0,17135 pedidos/min), que sería nuestra tasa de llegadas (λ) (ver tabla 1).

Tabla 1. Pedidos entrantes

DATO	FECHA	NUMERO DE PEDIDOS ENTRANTES		
1	6-ago-20	40		
2	7-ago-20	50		
3	8-ago-20	150		
4	9-ago-20	70		
5	13-ago-20	40		
6	14-ago-20	50		
7	15-ago-20	200		
8	16-ago-20	100		
9	20-ago-20	40		
10	21-ago-20	50		
11	22-ago-20	150		
12	23-ago-20	60		
13	27-ago-20	35		
14	28-ago-20	45		
15	29-ago-20	60		
16	30-ago-20	200		
17	3-sept-20	80		
18	4-sept-20	85		
19	5-sept-20	90		
20	6-sept-20	50		
	TOTAL	1645		
	PROMEDIO	82,25	**λ**	Promedio de Pedido/ dia
		10,28125	**λ**	Promedio de Pedido/ hora
		0,171354167	**λ**	Promedio de Pedido/ min

Tabla 2. Estructura de trabajo del restaurante.

N° DE TRABAJA	OCUPACION	HORARIO DE ENTRADA	HORARIO DE SALIDA	HORAS LABORANDO
1	Cocinero	5:00 p. m.	2:00 a. m.	9
2	Auxiliar de cocina	5:00 p. m.	2:00 a. m.	9
3	Mesero	6:00 p. m.	2:00 a. m.	8
4	Mesero	6:00 p. m.	2:00 a. m.	8
5	Mesero	6:00 p. m.	2:00 a. m.	8
6	Recepcionista	6:00 p. m.	2:00 a. m.	8
7	Cajero	6:00 p. m.	2:00 a. m.	8
8	Domiciliario	6:00 p. m.	2:00 a. m.	8
9	Domiliciario	6:00 p. m.	2:00 a. m.	8
10	Administrador	5:00 p. m.	2:00 a. m.	9

La Tabla 3, se presenta el tiempo de entrega por día de trabajo para una muestra de pedidos. Esto viene siendo el tiempo de servicio, es decir, desde que se recibe el pedido hasta que el domiciliario lo entrega. Con esta infromacion es posible calcular la tasa de servicio (µ) por unidad de tiempo. Como se pude apreciar, el número de pedidos atendidos por minuto por un mensajero es iguala a µ = 0,03177 pedidos/min. En este sentido, para obtener el número mínimo de mensajeros requeridos basta con dividir λ/ µ. En nuestro caso sería igual a 0,17135 / 0,03177 = 5,3933 (aproximadamente 6 mensajeros). Con esta información podemos deducir que se requiere utilizar las fórmulas para un sistema M/M/c, con c = 6. En este modelo se busca optimizar el valor del número de servidores, asumiendo que las tasas de llegada y servicio (λ = 0,17135 y μ = 0,03177), respectivamente son fijas. Aplicando las fórmulas tenemos:

Tabla 3. Tiempo de servicios

PEDIDO	FECHA	TIEMPO DESDE QUE SE RECIBIÓ HASTA QUE SE ENTREGA	N° de pedidos	Tiempo promedio de entrega por pedido		
1	6-ago-20	60 min	2	30		
2	7-ago-20	42 min	1	42		
3	8-ago-20	45 min	1	45		
4	9-ago-20	38 min	1	38		
5	13-ago-20	25 min	2	12,5		
6	14-ago-20	90 min	3	30		
7	15-ago-20	34 min	2	17		
8	16-ago-20	53 min	1	53		
9	20-ago-20	36 min	2	18		
10	21-ago-20	33 min	1	33		
11	22-ago-20	60 min	2	30		
12	23-ago-20	24 min	1	24		
13	27-ago-20	60 min	2	30		
14	28-ago-20	27 min	1	27		
15	29-ago-20	23 min	1	23		
16	30-ago-20	60 min	2	30		
17	3-sept-20	45 min	1	45		
18	4-sept-20	22 min	1	22		
19	5-sept-20	55 min	1	55		
20	6-sept-20	100 min	4	25		
			PROMEDIO	31,475	**1/µ**	min/pedido
				0,031771247	**µ**	pedido/min

- La probabilidad de que no haya unidades en el sistema es de:

$$P_0 = \frac{1}{\dfrac{\left(\dfrac{0,17135}{0,03177}\right)^6}{6!}\left(\dfrac{6*0,03177}{6*0,03177-0,17135}\right)+\left[\dfrac{\left(\dfrac{0,17135}{0,03177}\right)^0}{0!}+\dfrac{\left(\dfrac{0,17135}{0,03177}\right)^1}{1!}+\dfrac{\left(\dfrac{0,17135}{0,03177}\right)^2}{2!}+\dfrac{\left(\dfrac{0,17135}{0,03177}\right)^3}{3!}+\dfrac{\left(\dfrac{0,17135}{0,03177}\right)^4}{4!}+\dfrac{\left(\dfrac{0,17135}{0,03177}\right)^5}{5!}\right]}$$

Po = 0,0021807 pedido/min

- El número promedio de unidades en la línea de espera es de:

$$Lq = \frac{\left(\frac{0{,}17135}{0{,}03177}\right)^{6} 0{,}17135 * 0{,}03177}{(6-1)!\,(6 * 0{,}03177\ - 0{,}17135)^{2}} * 0{,}0021807$$

$Lq = 6{,}557736$ Pedidos

- Número promedio de unidades en el sistema:

$$L_s = 6{,}557736\ + \frac{0{,}17135}{0{,}03177}$$

$L_s = 11{,}95118894$ Pedidos

- El tiempo promedio que la unidad pasa en la línea de espera:

$$W_q = \frac{6{,}557736}{0{,}17135}$$

$W_q = 38{,}271000$ Min/pedido

- El tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema:

$$W_s = 38{,}271000 + \frac{1}{0{,}03177}$$

$W_s = 69{,}747235$ Min/pedido

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

$$P_w = \frac{1}{6!}\left(\frac{0{,}17135}{0{,}03177}\right)^{6}\left(\frac{6*0{,}03177}{6*0{,}03177-0{,}17135}\right) * 0{,}0021807$$

$P_w = 0{,}7374821$ Pedido

TC: Costo total del sistema por periodo de tiempo

*TC = Cw*Ls* + Cs*c

Donde:

- Cw: Es el costo de espera por periodo de tiempo de cada unidad

Cw: 6,250$/hora, este costo es una estimación del costo de espera de los clientes tomando como base el salario mínimo vigente en Colombia.

- Ls: Es el número promedio de unidades en el sistema

$L_s = 11{,}95118894$ Pedidos

- Cs: Es el costo de servicio por periodo de tiempo de cada canal

50,000$/día*1dia/8 horas

- c: Es el número de canales en mi restaurante. c = 6 mensajeros

Sueldos y salarios.

Sueldo de los domiciliarios: $ 800.000

(Trabajan 4 días a la semana, 16 días al mes)

$50.000*4 días de la semana = $200.000 semanal

TC: Costo total por periodo de tiempo

*TC = 6,250**11,95118894 +6,250*6

TC = 485.662* 1hr/60min

TC = 8.094 $/min

El análisis de líneas de espera, mostrado anteriormente, con sus cálculos específicos que nos muestra la probabilidad de que no haya unidades en el sistema y nos arroja un valor de 0,0021807 pedido/min, también calculamos el numero promedio de unidades en la línea de espera $Lq = 6{,}557736$ pedido/min, el numero promedio de unidades en el sistema $L_s = 11{,}95118894$ pedido/min, el tiempo promedio que la unidad pasa en la línea de espera es de $W_q = 38{,}271000$ pedido/min, el tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema $W_s = 69{,}747235$ pedido/min, lo último y no menos importante, es la probabilidad que una unidad que llega tenga que esperar a que la atiendan $P_w = 0{,}7374821$ pedido/min. Estos resultados nos llevan a obtener nuestro costo total por periodo de tiempo, que calculando el valor de cada hora que laboral* el numero promedio de unidades en el sistema + el costo de servicio diario* los 6 mensajeros, nos da un total de: *TC* = 8.094 $/min.

Conclusiones

El objetivo de este articulo está en analizar la calidad de los procesos de un restaurante ubicado en la ciudad de Barranquilla, el motivo de este analisis fue el sin numero de quejas por los pedidos que llegaban retrasados e inconformidades de los clientes que cada fin de semana llegan a hacer sus pedidos. Con base a esto, decidimos implementar un modelo por eventos discretos de las líneas de espera que se generan en el servicio y demás herramientas que nos ayudaron a lograr nuestro objetivo y encontrarle solución a dicho inconveniente.

La teoría de las colas en si no resuelve directamente el problema, pero contribuye con la información vital que se requiere para tomar las decisiones concernientes prediciendo algunas características sobre la línea de espera: probabilidad de que se formen, el tiempo de espera promedio.

En esta investigación, podemos concluir que el costo total por periodo de tiempo es de 5,001.244 $/min, con 6 mensajeros en el sistema, con un sueldo de $ 800.000, ya que laboran solo 16 días al mes, 8 horas al día. La solución en la meta de elegir el número de domiciliarios que minimiza el total de los costos de servir más los costos de esperas. El problema se reduce en balancear los costos de servir o dar el servicio y los costos por esperar o costo que incurre un cliente con su permanencia en las instalaciones. En este balance existirá el nivel del servicio apropiado.

Referencias Bibliográficas

1. H. S. Martínez, «EMPRENDICES, Teoría de Colas o de Líneas de Espera,» 5 DICIEMBRE 2017. [En línea]. Available: https://www.emprendices.co/teoria-colas-lineas-espera/.
2. INTERTEK, «SISTEMAS PQRS,» [En línea]. Available: https://www.intertek.com.co/sistema-PQRS/.
3. T. A. W. David R. Anderson, Métodos cuantitativos para los negocios, CENGAGE LEARNING, 2011.
4. H. SANTIAGO, «EMPRENDICES,» Teoría de Colas o de Líneas de Espera, 5 DICIEMRE 2017. [En línea]. Available: https://www.emprendices.co/teoria-colas-lineas-espera/.
5. G. V. LOPEZ, «PORTAFOLIO,» 16 ABRIL 2012. [En línea]. Available: https://www.portafolio.co/opinion/gabriel-vallejo-lopez/problema-filas-94960.
6. C. E. Mora Contreras, «REMARK,» MAYO 2001. [En línea]. Available: https://www.redalyc.org/pdf/4717/471747525008.pdf.
7. F. S. HILLIER, INTRODUCCION A LA INVESTIGACION DE OPERACIONES, MC GRAW HILL, 2010.
8. J. P. G. Sabater, «APLICACION DE TEORIA DE COLAS EN LA DIRECCION DE OPERACIONES,» 2016. [En línea]. Available: http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/Teoriadecolasdoc.pdf.
9. J. C. D. COMPUTO, «ECURED,» 13 12 2010. [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Cliente.

10. D. S. T. W. DAVID ANDERSON, METODOS CUANTITATIVOS PARA LOS NEGOCIOS, CENGAGE LEARNING, 2011.

11. M. Á. T. Castellanos, INTRODUCCIÓN, CIUDAD DE MEXICO: Mc.Graw Hill, 2010, novena edicion.

12. J. Vermorel, «LOKAD,» METODO DE INVENTARIO FIFO, 2016. [En línea]. Available: https://www.lokad.com/es/metodo-de-inventario-fifo.

13. «TEORIA DE COLAS,» ECURED, [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Teor%C3%ADa_de_colas#Origen.

14. J. P. G. Sabater, «Aplicando Teoría de Colas en DIRECCION DE OPERCAIONES,» 2016. [En línea]. Available: http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/Teoriadecolasdoc.pdf.

15. M. MARTINEZ, «GESTIOPOLIS,» [En línea]. Available: https://www.gestiopolis.com/teoria-de-colas/.

16. J. Morales, «Algoritmos de planificación de procesos,» 21 SEPTIEMBRE 2016. [En línea]. Available: http://jmoral.es/blog/planificacion-procesos.

17. G. E. Vel´azquez, MODELOS DE TEORIA DE COLAS, SEVILLA, 2018.

18. J. L. G. Giraldo, «Curso de Metodología de Investigación Aplicada,» 2010. [En línea]. Available: https://www.ellibrototal.com/ltotal/ficha.jsp?idLibro=3806.

19. E. M. G. CASTELLANOS, «PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE MODELO DE TEORÍA DE COLAS,» 2018. [En línea]. Available: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16100/1/Elvira%20Gamez%20-%20Trabajo%20de%20grado%20-%20PROPUESTA%20DE%20MEJORA%20MEDIANTE%20MODELO%20DE%20TEOR%C3%8DA%20DE%20COLAS%20PARA%20EL%20.pdf.

20. J. C. P. Hdez, METODOLOGÍA, MC GRAW-HILL, 1997.