

APLICACIÓN DE TEORÍA DE COLAS: MEJORA DE LA ATENCIÓN AL CLIENTE EN UNA PYME COMERCIAL

Data de submissão: 08/12/2023

Data de aceite: 01/02/2024

Angélica Salas Montenegro

Docente del área de Ciencias Básicas en el TecNM Campus Santiago Papasquiari. Santiago Papasquiari, Durango, México <https://orcid.org/0009-0007-1183-718>

Blanca Guadalupe Pérez Valenzuela

Estudiante de Ingeniería Industrial en el TecNM Campus Santiago Papasquiari. Santiago Papasquiari, Durango, México <https://orcid.org/0009-0001-6469-8538>

Ángel Armando Vargas Reyes

Estudiante de Ingeniería Industrial en el TecNM Campus Santiago Papasquiari. Santiago Papasquiari, Durango, México <https://orcid.org/0009-0003-6106-6062>

RESUMEN: La investigación de operaciones, utiliza teorías que estudian el fenómeno de la teoría de colas, mismas que representan un problema en las organizaciones por la falta de equilibrio entre tiempos de espera y el costo del servicio. En el presente artículo, se aplica la estructura de la Teoría de Colas con el objetivo de identificar el nivel óptimo de la capacidad de un sistema que minimice el costo de espera, que evalúen las posibilidades de tener un balance entre tiempo de espera y

de servicio, esto, abordará la problemática del desequilibrio de tiempos en una Pyme comercial dedicada a la venta de bienes de consumo. Es así, que, para el desarrollo de esta aplicación, se consideraron varios factores, (1) Muestreo en tiempos de espera y de servicio de los clientes en las cajas, (2) la capacidad de los cajeros, (3) análisis de situación encontrada y posibles soluciones mediante Pom Qm for Windows. En la fase uno se muestreó el tiempo de llegada y el tiempo de servicio del cliente. En la dos se mide la capacidad de los cajeros. La fase tres muestra el análisis de la teoría de colas con Pom Qm for Windows y en la última, se muestra una simulación, que propone una solución para cumplir con el objetivo de esta aplicación. Los resultados obtenidos, fueron determinados mediante tres factores de impacto que dan lugar a proponer un layout con una mejor logística, abrir un cajero más con especificaciones, donde los clientes estarían optimizando su tiempo de espera en fila en de 4.52 minutos a 1.41 minutos, en donde la capacidad de atención aumenta considerablemente.

PALABRAS CLAVE: Teoría de colas, costo de servicio, tiempo de espera.

APPLICATION OF QUEUING THEORY: IMPROVING CUSTOMER SERVICE IN A COMMERCIAL SME

ABSTRACT: Operations Research uses theories that study the phenomenon of queuing theory, which represents a problem in organizations due to the lack of balance between waiting times and the cost of service. In this article, the structure of queuing theory is applied with the objective of identifying the optimal level of capacity of a system that minimizes the waiting cost, evaluating the possibilities of having a balance between waiting time and service. This will address the problem of time imbalance in a commercial SME dedicated to the sale of consumer goods. Thus, for the development of this application, several factors were considered, (1) sampling of waiting and service times of customers at checkouts, (2) the capacity of cashiers, (3) situation analysis found through and possible solution alternatives Pom Qm for Windows. In phase one, the customer arrival time and service time were sampled. In phase two, the capacity of the ATMs is measured. Phase three shows the analysis of queuing theory with Pom Qm for Windows and in the last phase a simulation is shown that proposes a solution to meet the objective of this application. The results obtained were determined by three impact factors that lead to the proposal of a layout with better logistics, opening one more ATM with specifications where customers would optimize their waiting time in line from 4.52 minutes to 1.41 minutes, in which the attention span increases significantly.

KEYWORDS: Queuing theory, cost of service, waiting time.

1 | INTRODUCCIÓN

Las filas o colas son una constante en la vida cotidiana de las personas y lo cierto es que las colas constituyen algo desagradable que debe ser encarado de la mejor manera posible. En este artículo, se presenta la aplicación de la Teoría de Colas que es parte fundamental en la Investigación de Operaciones en el “Súper López” ubicado en Nuevo Ideal Durango, mismo que lleva aproximadamente cinco años de servicio ofreciendo bienes de consumo a los clientes de la región.

Se identifica una problemática de desequilibrio de tiempos tanto de espera como de servicio, es decir, el tiempo que el cliente espera en fila es mayor que el tiempo que dura el servicio, esto conlleva a generar un costo de espera significativo y una gran molestia en las personas dando como resultado poca clientela y por ende poca ganancia para la empresa. El análisis y la aplicación se realizan con el objetivo de mejorar la atención al cliente tomando en cuenta la capacidad del sistema y su minimización en la espera. Si bien, la teoría de colas es el estudio de las líneas de espera que trata de cuantificar el fenómeno de esperar formando colas, mediante medidas representativas de eficiencia (Taha, 2004, p. 579).

Por lo tanto, al realizar el análisis, se llegó a la conclusión de que el modelo que se aplica es $M/M/s$, siendo el número de servidores (S), la distribución del tiempo entre llegadas consecutivas (λ) y la distribución del tiempo de servicio (μ), además de la disciplina de la cola, la cual se caracteriza por ser FIFO.

Los factores que determinaron el desarrollo de la aplicación son el muestreo del comportamiento y los tiempos de espera y de servicio de los clientes en las cajas de la Pyme, realizando así una cronometría que segrego los datos base correspondientes a su utilización, la capacidad de los cajeros, un análisis de situación encontrada mediante la utilización de Pom Qm for Windows con la interpretación de indicadores de desempeño y la simulación para las posibles alternativas de solución, eligiendo la más óptima y factible, dicha solución se complementa con un mejoramiento en layout, haciendo así un ahorro de espacio para la implementación de la solución.

2 | OBJETIVOS DE LA APLICACIÓN

El planteamiento de objetivos es la parte fundamental de cualquier artículo y/o investigación, sirven al proceso de indagación y ayudan a evaluar sus resultados. Son el parámetro privilegiado a la hora de considerar la coherencia interna del artículo y, por ello, son centrales en la elaboración y revisión del texto. Los objetivos planteados para este artículo, se muestran enseguida, mismos que se cumplen como sigue:

- Prestar atención al tiempo de permanencia en el sistema o en la cola de espera.
- Establecer un balance equilibrado (“óptimo”) entre las consideraciones los tiempos de espera y los tiempos de servicio.
- Identificar el nivel óptimo de capacidad del sistema que minimiza el costo del mismo.
- Simular y evaluar el impacto que las posibles alternativas de modificación de la capacidad del sistema que tendrían en el costo total del mismo.

3 | MARCO REFERENCIAL

3.1 La Empresa

El Súper López ubicado en el municipio de Nuevo Ideal que se encuentra al Noroeste del Estado de Durango, México, ofrece sus servicios aproximadamente hace seis años, la venta de bienes de consumo a sus clientes consolidados y a los posibles compradores es su mayor actividad. El súper cuenta actualmente con dos cajas de cobro, dos personas que operan en las cajas y una persona más que realiza actividades de limpieza, carga y descarga de mercancía.

3.2 Marco teórico y conceptual

Para este artículo se utiliza el aporte de las herramientas descritas:

3.2.1 Sistema o teoría de colas

En la actualidad es común que debamos esperar para recibir algún servicio, en los restaurantes, en los bancos, en los cajeros, en la atención médica, etc., muchas empresas que se dedican a vender productos o servicios, tienen un elemento en común y es la necesidad que el cliente espera por ellos, es por eso que hoy día se ha implementado como una estrategia importante la forma rápida y eficiente de realizar esta operación y se ha constituido en un medio competitivo para ganar clientes, la teoría de colas es el estudio de la espera de carácter aleatorio de los fenómenos de colas, este análisis es el cálculo de probabilidades, constituyéndose en un modelo matemático llamado proceso estocástico donde una o varias magnitudes varían en forma aleatoria en función de la unidad de tiempo.

3.2.2 Elementos de un modelo de colas

Las líneas de espera están formadas por un cliente que requiere de un servicio, que es proporcionado por un servidor en un determinado periodo. Según Taha (2012) en su libro investigación de operaciones dice que “Los clientes llegan a una instalación (servicio) desde de una fuente. Al llegar, un cliente puede ser atendido de inmediato o esperar en una cola si la instalación está ocupada. Cuando una instalación completa un servicio, “jala” de forma automática a un cliente que está esperando en la cola, si lo hay. Si la cola está vacía, la instalación se vuelve ociosa hasta que llega un nuevo cliente. Desde el punto de vista del análisis de colas, la llegada de los clientes está representada por el tiempo entre llegadas (tiempo entre llegadas sucesivas), y el servicio se mide por el tiempo de servicio por cliente” (p.595).

Las líneas de espera son modelos para solucionar o hacer menos tediosa la espera cuando llegamos para recibir un servicio y el momento de abandonar el mismo, con el objetivo de determinar el tiempo mínimo de espera en la fila y también determinar la cantidad de servidores que requiere la empresa para atender el flujo de usuarios diarios. Como vemos, es una gran herramienta para mejorar procesos en las empresas, obtener mayor competitividad y agilidad en la atención. Hoy es usado en muchas empresas, que ven una oportunidad de crecer y con el aumento de la productividad de sus trabajadores, suprimieron el tiempo en procesos viciados e ineficientes, es una alternativa o mejor una herramienta para mejorar. Proceso básico de colas:

- Colas: los clientes ingresan al sistema y se unen a la fila para recibir su servicio y luego sale del sistema.
- Fuente de entrada: hace referencia al tamaño, comprende el número de usuarios que necesiten el servicio.
- Cliente: son todos los usuarios que requieran acceder a dicho
- Capacidad de la cola: se dice que puede ser finita o infinita en el servicio.

- Disciplina de la cola: es la forma en que se reciben los usuarios para ser atendidos, aquí tenemos algunos ejemplos claros de cómo hacer esta selección.
- FIFO (first in first out): primero en entrar, primero en salir, según la cual se atiende primero al cliente que antes haya llegado. o Calidad en el servicio.

Este término ha sido expresado por muchos autores de los cuales quiero mencionar el referente expresado por Denove C. y James D. (2006) que afirman: “esta época de globalización y competitividad exige un enfoque hacia el servicio. El cliente tiene para la compañía un valor no solo en el momento de la compra sino a largo plazo, y para mantenerlo es necesario recurrir a todas las herramientas, el tesón y el ingenio posible”. Los autores Hillier, S. y Lieberman (2010) que describen: “vivimos en el mundo del servicio, donde las organizaciones deben realizar más que producir y los productos físicos se diferencian por la calidad del servicio inherente a ellos más que por sus atributos”. Los autores afirman que la gerencia del servicio muestra cómo se puede convertir una organización que este dentro de cualquier actividad en una organización orientada hacia el cliente y dirigido hacia el servicio.

3.2.3 *Pom Qm for Windows*

Es un programa para la gestión de operaciones, métodos cuantitativos y la investigación de operaciones. Una de sus grandes ventajas es que hace complemento con algunos otros como Solver para problemas de transporte, pronósticos, manejo de inventario, balances de línea de espera, etc.

3.2.4 *Satisfacción al cliente*

Hay muchos autores que hablan del tema, mencionaré uno que hace referencia al vínculo económico, la satisfacción del cliente y los beneficios, donde expresa que “Aunque hoy día la mayoría de las empresas proclaman que la satisfacción y el servicio al cliente se encuentran entre sus prioridades, la realidad a la que se enfrentan este último (Contestadores automáticos, largas colas de espera etc.) confirman más bien lo contrario. Ello suele deberse a que, para muchas de esas promesas, el vínculo entre unos niveles altos de satisfacción del consumidor y los beneficios generales permanecen poco claros. Como resultado, la mayoría de las empresas no se comprometen firme con sus clientes”. Se pretende que esta entidad pueda buscar soluciones de mejora para tener clientes satisfechos que han recibido un servicio con buena calidad, pero esto depende también de las expectativas que el cliente tenga o espere del servicio prestado, un cliente satisfecho es un cliente que indica que el servicio se ha prestado con calidad, que es lo que realmente buscamos cuando nos acercamos a una entidad para ser atendidos, hoy tenemos mayores oportunidades de buscar un mejor servicio en la atención.

En cuanto a la “Teoría de Colas” o “Teoría de líneas de espera”, esta puede ser

utilizada tanto en empresas de servicios como en empresas manufactureras, por el hecho de que se relaciona la llegada de los clientes con el sistema mismo, es decir, como se procesa la tarea y posteriormente como esta sale. Es preciso decir que lo fundamental en las líneas de espera es que no son una condición fija de un sistema productivo, sino que la administración del servicio o el diseño del sistema en el cual se encuentra la fila, se puede controlar (Chase, Jacobs & Aquilano, 2009).

4 | SITUACIÓN ENCONTRADA

En primera instancia se realizó un muestreo durante las horas pico (13:00 – 15:00 hrs) en que más afluencia de clientes existe en el Super en cinco días consecutivos (lunes – viernes), el muestreo se efectuó mediante la observación de los tiempos de llegada y los tiempos de servicio de los clientes, con la finalidad de obtener la tasa de llegada por hora ($\lambda = \text{lambda}$) y la tasa de servicio por hora ($\mu = \text{mu}$), sabiendo que como son dos cajas, se cuenta con dos servidores ($S = \text{servidores}$). A los clientes se les atiende siguiendo un orden tipo FIFO.

Enseguida se muestran las tablas de una parte del muestreo que se realizó de cada día mencionado. Cabe mencionar que la diferencia de tiempos está dada en segundos.

Día UNO		Día DOS		
Entrada	Servicio	Entrada	Salida	Duración
12:58	60	12:57	01:01	232
12:59	60	01:02	01:02	46
01:00	60	01:11	01:13	122
01:02	34	01:13	01:14	53
01:04	38	01:15	01:16	44
01:05	54	01:16	01:23	436
01:06	20	01:24	01:28	232
01:07	40	01:28	01:30	140
01:07	35	01:30	01:33	160
01:07	300	01:33	01:34	36
01:14	20	01:34	01:35	82
01:14	143	01:35	01:36	23
01:16	12	01:36	01:44	480
01:17	19	01:45	01:48	120

Tabla 1. Muestreo del día uno y dos.

Fuente: Elaboración propia.

Día TRES		Día CUATRO		
Entrada	Servicio	Entrada	Salida	Duración
01:17	29	01:53	01:55	157
01:19	17	01:57	01:58	29
01:20	14	01:58	01:59	36
01:21	93	02:02	02:04	71
01:23	38	02:06	02:07	43
01:23	155	02:11	02:11	32
01:26	120	02:15	02:16	23
01:28	29	02:16	02:17	30
01:28	35	02:17	02:18	42
01:29	25	02:18	02:18	17
01:30	28	02:19	02:20	46
01:30	31	02:20	02:20	21
01:31	24	02:22	02:23	23
01:31	16	02:23	02:25	114

Tabla 2. Muestreo del día tres y cuatro.

Fuente: Elaboración propia.

Día CINCO				
Entrada	Servicio	Entrada	Salida	Duración
01:34	65	02:25	02:26	15
01:36	38	02:26	02:28	108
01:36	36	02:28	02:29	57
01:37	18	02:29	02:30	13
01:38	37	02:32	02:36	268
01:38	10	02:36	02:38	125
01:39	15	02:38	02:40	61
01:40	57	02:40	02:41	52
01:41	27	02:46	02:46	28
01:41	17	02:46	02:48	100
01:44	41	02:48	02:49	30
01:44	37	02:51	02:54	126

Tabla 3. Muestreo día cinco.

Fuente: Elaboración propia.

Después del muestreo correspondiente, se obtuvieron las siguientes tasas de llegada y de servicio promedio por hora.

- Número de servidores $S = 2$
- Tasa de llegada $\lambda = 83$ personas por hora.
- Tasa de servicio $\mu = 47$ personas por hora.

Enseguida y mediante el análisis de la situación encontrada, se analizan los indicadores de desempeño mediante el software Pom Qm for Windows, mostrados en la siguiente figura:

Cost analysis		Time unit (arrival, service rate)		Instruction	
<input checked="" type="radio"/> No costs	<input type="radio"/> Use Costs	hours		There are more results available in	
Waiting Lines Results					
(untitled) Solution					
Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
MM/s		Average server utilization	.88		
Arrival rate(lambda)	83	Average number in the queue(Lq)	6.25		
Service rate(mu)	47	Average number in the system(L)	8.01		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	.08	4.52	271.02
		Average time in the system(W)	.1	5.79	347.61

Imagen 1. Indicadores de desempeño

Fuente: Elaboración propia, en programa Pom Qm for Windows

donde:

- Durante el horario de servicio de las cajas por día, su utilización es en promedio

de un 88%.

- El número promedio de personas esperando en la fila a ser atendidas es de $6.25 \approx 7$ personas.
- El número promedio de personas en el sistema, ya sea esperando en la fila o siendo atendidas es de $8.01 \approx 9$ personas.
- El tiempo promedio que una persona espera en la fila para ser atendido es de 4.52 minutos aproximadamente.
- El tiempo promedio que una persona pasa en el sistema, ya sea esperando en la fila o siendo atendidas es de 5.79 minutos aproximadamente.

En este análisis se puede observar que el tiempo que pasa una persona en la fila de espera es de 4.52 minutos, mientras que, en todo el sistema, es decir, en el “Super López” desde que llega hasta que sale tarda 5.79 minutos, por lo tanto, esto nos arroja que el tiempo promedio que dura la atención al cliente es de 1.27 minutos, es aquí donde se analiza que el tiempo de espera en la fila es excesivo en el proceso nacimiento – muerte de cada cliente.

También, se identifica que la logística del “Super López” no es la adecuada, puesto que el espacio de la atención al cliente (cajas) está muy reducido y en el espacio donde se encuentra la mercancía se encuentra espacio sobrante, la imagen que en seguida se muestra, presenta la logística y el espacio del lugar.

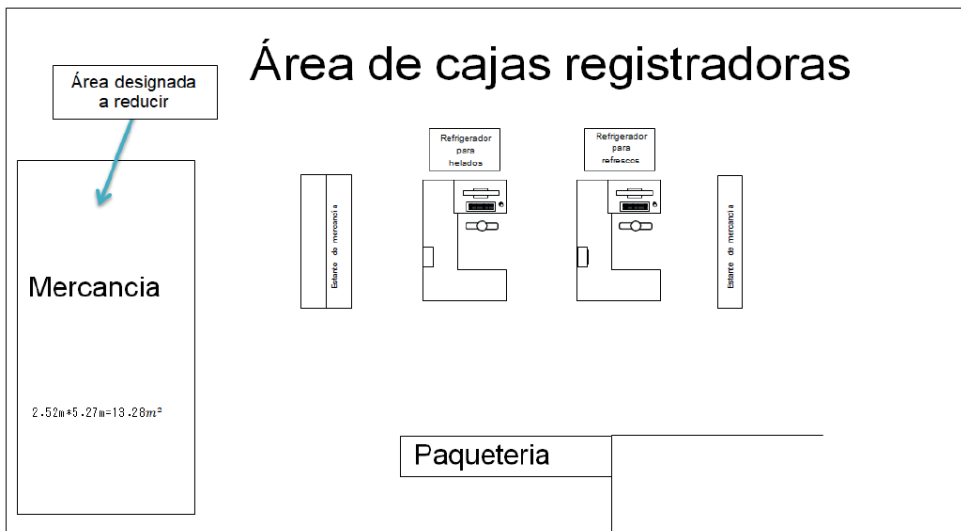


Imagen 2. Layout actual.

Fuente: Elaboración propia, en programa AutoCad versión 2023

Es así como mediante el estudio de la situación se determinaron tres factores de impacto que marcaron la pauta para encontrar una solución más óptima y factible.

- i. la logística de la Pyme no es la adecuada;
- ii. los cajeros existentes no son suficientes para los clientes, y
- iii. la espera del cliente que lleva pocos productos, es la misma espera que hace un cliente que lleva más de diez productos.

5 | RESULTADOS

Después de considerar la situación anterior mencionada, los indicadores de desempeño y sobre todo los factores de impacto identificados, se proponen tres opciones que llevarán a un equilibrio de tiempos de espera y de servicio para los clientes.

- i. un layout con una logística mejorada, con el cual se ahorran 8.31m² de espacio,
- ii. se plantea abrir un cajero más, con especificaciones para clientes que lleven diez productos o menos, por lo tanto, aumentaría un servidor más con el espacio que se ahorró inicialmente, y que sea específicamente para clientes que lleven diez o menos productos.

Se muestra enseguida la imagen del layout propuesto con una logística de espacio mejorada, donde se observa la posición del tercer servidor con las especificaciones antes mencionadas y un ahorro de área de mercancía.

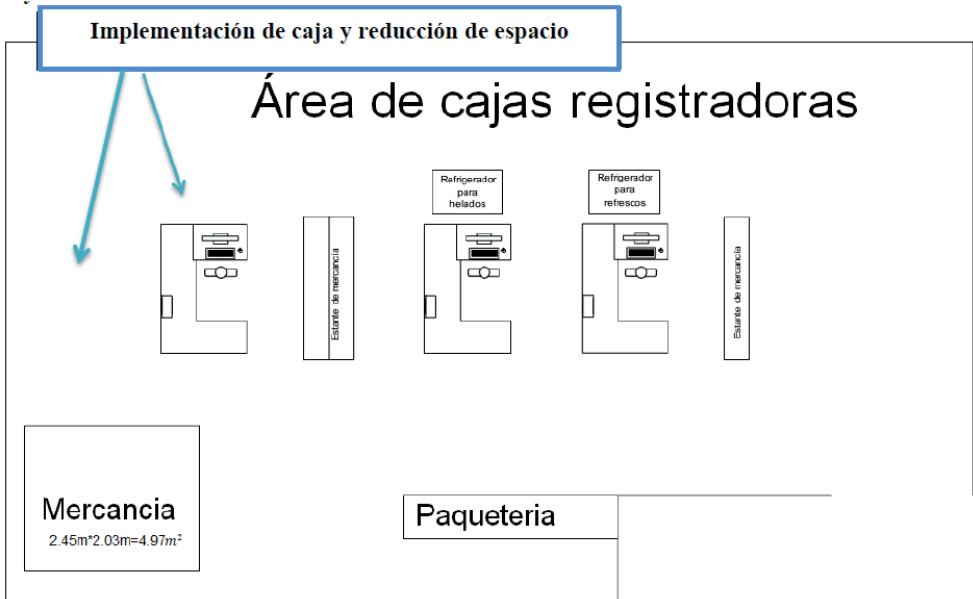


Imagen 3. Layout con logística mejorada y un tercer servidor.

Fuente: Elaboración propia, en programa AutoCad versión 2023

También mediante el software Pom Qm for Windows se realizó una simulación de datos con un tercer servidor $S = 3$, la misma tasa de llegada y la misma tasa de servicio, los

indicadores arrojan lo siguiente:

Cost analysis		Time unit (arrival, service rate)		Instruction	
<input checked="" type="radio"/> No costs <input type="radio"/> Use Costs		hours		There are more results	
Waiting Lines Results					
(untitled) Solution					
Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s		Average server utilization	.76		
Arrival rate(λ)	80	Average number in the queue(Lq)	1.88		
Service rate(μ)	35	Average number in the system(L)	4.16		
Number of servers	3	Average time in the queue(Wq)	.02	1.41	84.43
		Average time in the system(W)	.05	3.12	187.29

Imagen 4. Mejora de Indicadores de desempeño

Fuente: Elaboración propia, en programa Pom Qm for Windows

donde:

- Durante el horario de servicio de las cajas por día, su utilización es en promedio de un 76%.
- El número promedio de personas esperando en la fila a ser atendidas es de $1.88 \approx 2$ personas.
- El número promedio de personas en el sistema, ya sea esperando en la fila o siendo atendidas es de $4.16 \approx 5$ personas.
- El tiempo promedio que una persona espera en la fila para ser atendido es de 1.41 minutos aproximadamente.
- El tiempo promedio que una persona pasa en el sistema, ya sea esperando en la fila o siendo atendidas es de 3.12 minutos aproximadamente.

Analizando los nuevos datos se puede observar que el tiempo que pasa una persona en la fila de espera es de 1.41 minutos, mientras que, en todo el sistema, es decir, en el “Super López” desde que llega hasta que sale tarda 3.12 minutos, por lo tanto, esto nos arroja que el tiempo promedio que dura la atención al cliente es de 1.71 minutos, mostrando así, un equilibrio entre el tiempo de espera en la fila y el tiempo que tarda el servicio al cliente. La implementación de un cajero con especificaciones a diez productos aumenta la capacidad de servicio al cliente en un 25% aproximadamente.

AUTORIZACIÓN / RECONOCIMIENTOS

En este apartado me es placentero agradecer a quienes dieron su apertura, autorización y apoyo para la elaboración de este artículo.

Agradecer al TecNM por brindar las herramientas y capacitaciones académicas

necesarias, así como por el exhorto continuo de llevar a la práctica real los conocimientos teóricos en los estudiantes.

También, de manera especial agradecer enormemente al TecNM Campus Santiago Papasquiari de quien recibí todo el apoyo y acompañamiento durante la elaboración, presentación y publicación del artículo, agradecer por la gestión sustancial para que esto fuera posible.

Finalmente, pero no menos importante externar nuestro agradecimiento al “Super López” que nos brindó la confianza para llevar a cabo el análisis y la aplicación necesaria, solventando la problemática presentada.

REFERENCIAS

Chase, et al, (2009) **Administración de Operaciones producción y cadena de suministros** (8va edición), México, Mc Graw Hill.

Denove, Chris y James D. Power (2006) **La satisfacción del cliente**, Editorial portafolio. EAU business school, (06/12/2023) “mapa de procesos”. Recuperado el 06 de diciembre de 2023, de: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/tipos-definicion-y-desarrollo-de-un-mapa-deprocesos/>

Hillier, S. y Lieberman, G. (2010) Teoría de colas. **En Introducción a la Investigación de Operaciones**. México: McGraw-Hill/Inter Americana Editores.

Taha, Hamd A. (2004) **Investigación de Operaciones**. (7ma ed.) México: Pearson/Educación de México.

Taha, Hamd A. (2012) **Investigación de operaciones**, México, Editorial Pearson.

Pom Qm for Windows versión estudiantil, Pearson. Recuperado, de: <http://www.pomqmforwindows.software.incomer.com>