

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA GABRIEL RENÉ MORENO

## *FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y TELECOMUNICACIONES*



### Proyecto De Investigación Operativa I

### **TEMA: SIMULACION DE COLAS EN EL SURTIDOR DE COMBUSTIBLE “ES San Luis I - GNV”**

**INTEGRANTES:** Carlos Leonel Barrios Mayorga - 222007591

Pedro Alaca - 222007281

**MATERIA:** Investigación Operativa I

**SIGLA:** MAT419-SC

**DOCENTE:** Sanchez Hervas Jose Gabriel

**GESTIÓN:** 2-2024

# Contenido

1. Introducción.....	3
2. Planteamiento del Problema .....	3
3. Objetivos.....	3
3.1 Objetivo General.....	3
3.2 Objetivos Específicos.....	3
4. Justificación .....	4
5. Marco Teórico .....	4
5.1 Teoría de Colas .....	4
5.2 Ventajas de la Teoría de Colas.....	4
5.3 Elementos a Tener en Cuenta .....	5
5.4 Simulación .....	5
5.4.1 Ventajas de la Simulación .....	6
5.5 Definiciones Basicas .....	6
5.6 Relevancia de la Teoría de Colas en Estaciones de Servicio.....	6
6. Desarrollo del Problema .....	7
6.1 Analisis del Sistema Actual .....	7
6.2 Programa Basado en la Simulación de Colas .....	9
6.2.1 Funcionalidades Principales .....	9
6.3 Estructura del Programa.....	10
7.Conclusión.....	11

## **1. Introducción**

El presente proyecto aborda la simulación de colas en el surtidor de combustible “ES San Luis I - GNV”, utilizando principios de la investigación operativa para analizar y optimizar el proceso de atención a los clientes. La investigación operativa, a través de técnicas de simulación, permite modelar y comprender sistemas complejos donde el comportamiento de las variables involucradas no siempre es predecible ni lineal. En este caso, se analizará el comportamiento de las colas en el surtidor de combustible “ES San Luis I - GNV”, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de espera para los usuarios.

## **2. Planteamiento del Problema**

Se plantea la necesidad de desarrollar un modelo de simulación de colas que permita analizar y entender el comportamiento del flujo de vehículos en la estación "ES San Luis I - GNV". Con esta herramienta, se podrán evaluar distintos escenarios y estrategias, identificando las mejores prácticas para reducir los tiempos de espera, mejorar la asignación de recursos y, en última instancia, ofrecer un servicio más ágil y eficiente a los usuarios.

## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivo General**

Analizar el proceso de atención al cliente en el surtidor de combustible “ES San Luis I - GNV” y generar una simulación de colas, con el fin de buscar como mejorar la eficiencia operativa y reducir los tiempos de espera.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un análisis del comportamiento de las colas en el surtidor de combustible “ES San Luis I - GNV”.
- Realizar un programa que permita simular las colas en el surtidor de combustible “ES San Luis I - GNV”.
- Documentar el proceso y los resultados obtenidos, estableciendo lineamientos para futuras investigaciones o implementaciones de sistemas de simulación en estaciones de servicio.

## 4. Justificación

Los resultados de esta simulación pueden servir como una base objetiva para la toma de decisiones gerenciales, facilitando la identificación de áreas de mejora y la implementación de estrategias que minimicen tiempos de espera y maximicen el uso de los surtidores de GNV. Esto no solo beneficiará a la administración de "ES San Luis I - GNV" en términos de eficiencia operativa y reducción de costos, sino también a los usuarios, quienes experimentarán un servicio más ágil y satisfactorio.

Este proyecto no solo tiene una relevancia directa para la estación de servicio en cuestión, sino que también puede servir como referencia para otras estaciones de GNV que enfrenten problemas similares. La implementación de modelos de simulación podría convertirse en una herramienta clave para mejorar la competitividad y la calidad del servicio en el sector de distribución de combustibles.

## 5. Marco Teórico

### 5.1 Teoría de Colas

La teoría de colas es un campo de la investigación operativa que analiza sistemas en los que los clientes (en este caso, vehículos) esperan en línea para recibir un servicio. Este enfoque matemático permite evaluar y optimizar factores como:

- Tiempo promedio de espera.
- Longitud promedio de la cola.
- Utilización de los recursos.

El análisis de colas se aplica ampliamente en estaciones de servicio para identificar mejoras operativas, asegurando una atención eficiente y reduciendo los tiempos de espera.

### 5.2 Ventajas de la Teoría de Colas

La implementación de modelos de colas en sistemas reales ofrece varias ventajas:

- **Optimización del uso de recursos:** Permite determinar el número óptimo de servidores necesarios.

- **Reducción de tiempos de espera:** Evalúa políticas que minimicen el tiempo promedio de atención.
- **Escenarios simulados:** Proporciona un entorno controlado para analizar diferentes configuraciones sin interrumpir las operaciones reales.

En el caso del surtidor “ES San Luis I - GNV,” estas ventajas son cruciales para garantizar un flujo vehicular ágil y eficiente.

### 5.3 Elementos a tener en cuenta

Al modelar un sistema de colas, es necesario considerar los siguientes elementos clave:

- **Tasa de llegada:** Define la frecuencia con la que los vehículos llegan a la estación.
- **Tasa de servicio:** Representa la capacidad del sistema para atender a los clientes en un período de tiempo.
- **Disciplina de la cola:** Regla que establece el orden de atención, como “Primero en entrar, primero en ser atendido” (FIFO).
- **Número de servidores:** Indica cuántos surtidores están disponibles para atender a los vehículos.

Estos factores permiten construir un modelo matemático que refleje con precisión el comportamiento del sistema.

### 5.4 Simulación

La **simulación** es una herramienta clave para analizar sistemas complejos, replicando virtualmente su comportamiento. En este proyecto, se utiliza la simulación para modelar el flujo de vehículos en “ES San Luis I - GNV.” Esta técnica permite probar diferentes configuraciones y estrategias sin afectar las operaciones reales.

#### 5.4.1 Ventajas de la simulación:

- **Análisis detallado:** Permite evaluar métricas clave como tiempos de espera, longitud de las colas y utilización de los servidores.
- **Escenarios hipotéticos:** Facilita el análisis de políticas alternativas y la planificación de expansiones futuras.
- **Reducción de costos:** Optimiza los recursos operativos al evitar inversiones innecesarias.

### 5.5 Definiciones Básicas

- **Tiempos de espera:** Período promedio que un vehículo pasa en cola antes de ser atendido.
- **Utilización del servidor:** Proporción de tiempo durante el cual un surtidor está en uso.
- **Tasa de servicio:** Velocidad con la que se atienden a los clientes en la estación.
- **Simulación discreta:** Técnica computacional para modelar eventos que ocurren en momentos específicos, como la llegada y salida de vehículos.

### 5.6 Relevancia de la Teoría de Colas en Estaciones de Servicio

En estaciones de servicio como “ES San Luis I - GNV,” la teoría de colas es fundamental para:

- Reducir tiempos de espera y mejorar la experiencia del cliente.
- Optimizar la asignación de recursos como el número de surtidores.
- Aumentar la eficiencia operativa al minimizar tiempos muertos y colas excesivas.

## 6. Desarrollo del Problema

### 6.1 Análisis del Sistema Actual

En el sistema actual, se observan tiempos de espera poco significativos durante la hora pico. El análisis inicial identificará las métricas clave: Hora de llegada, hora de ingreso al servidor y hora de finalización del servicio. A continuación, se muestran los datos del surtidor de combustible: “ES San Luis I GNV”

LLEGADAS Y COLAS EN EL SURTIDOR DE COMBUSTIBLE "ES San Luis I GNV" (20/10/2024 - 19:09 HORA DE INICIO)							
Nro Móvil	Hora Llegada	Intervalo entre llegadas (min)	Tiempo Espera (min)	Hora Ingreso Servidor	Hora Finalizacion	Tiempo Servidor (min)	Tiempo en el Sistema (min)
1	19:09	00:00	00:00	19:10	19:11	00:01	00:01
2	19:12	00:03	00:00	19:12	19:14	00:02	00:02
3	19:23	00:11	00:01	19:24	19:26	00:02	00:03
4	19:26	00:03	00:01	19:27	19:30	00:03	00:04
5	19:36	00:10	00:05	19:41	19:42	00:01	00:06
6	19:45	00:09	00:04	19:49	19:50	00:01	00:05
7	19:48	00:03	00:03	19:51	19:52	00:01	00:04
8	19:52	00:04	00:01	19:53	19:54	00:01	00:02
9	19:54	00:02	00:01	19:55	19:56	00:01	00:02
10	19:56	00:02	00:01	19:57	19:58	00:01	00:02
11	19:58	00:02	00:00	19:58	20:00	00:02	00:02
12	19:59	00:01	00:04	20:03	20:04	00:01	00:05
13	20:14	00:15	00:02	20:16	20:19	00:03	00:05
TOTAL		01:05	00:23			00:20	00:43

#### CALCULOS:

Tiempo Promedio en el Sistema:	$43 / 13 = 3,30$ min/cliente
Tiempo Promedio en el Servidor:	$20 / 13 = 1,04$ min/cliente
Tiempo Promedio en la Cola:	$23 / 13 = 1,76$ min/cliente
Tasa Media de Llegada:	$1 / 65 = 0,01$ clientes/min
Tasa Media de Servicio:	$1 / 20 = 0,05$ clientes/min

### TABLA DE FRECUENCIAS - TIEMPO ENTRE LLEGADAS

INTERVALO ENTRE LLEGADAS (MIN)	FRECUENCIAS ABSOLUTAS	FRECUENCIAS RELATIVAS	FRECUENCIAS ACUMULADAS	INTERVALO DE NÚMEROS ALEATORIOS
1	1	0.08	0.08	0,01 -- 0,08
2	3	0.25	0.33	0,09 -- 0,33
3	3	0.25	0.58	0,34 -- 0,58
4	1	0.08	0.67	0,59 -- 0,67
9	1	0.08	0.75	0,68 -- 0,75
10	1	0.08	0.83	0,76 -- 0,83
11	1	0.08	0.92	0,84 -- 0,92
15	1	0.08	1.00	0,93 -- 0,00
TOTAL	12	1.00		

### TABLA DE FRECUENCIAS - TIEMPO EN EL SERVIDOR

TIEMPO SERVIDOR (MIN)	FRECUENCIAS ABSOLUTAS	FRECUENCIAS RELATIVAS	FRECUENCIAS ACUMULADAS	INTERVALO DE NÚMEROS ALEATORIOS
1	8	0.62	0.62	0,01 -- 0,62
2	3	0.23	0.85	0,63 -- 0,85
3	2	0.15	1.00	0,86 -- 0,00
TOTAL	13	1.00		

### TABLA DE SIMULACIÓN

NRO MÓVIL	NRO ALEATORIO	INTERVALO ENTRE LLEGADAS (MIN)	HORA LLEGADA (MIN ACUMULADOS)	TIEMPO ESPERA (MIN)	TIEMPO DE ESPERA ENTRE VEHICULOS (MIN)	HORA INGRESO SERVIDOR (MIN)	NRO ALEATORIO	TIEMPO SERVIDOR (MIN)	TIEMPO SISTEMA (MIN)	HORA FINALIZACION (MIN)
1	2	0	0	0	0	0	44	1	1	1
2	25	2	2	2	2	4	93	3	5	7
3	71	5	7	2	5	12	47	1	3	10
4	1	0	7	7	0	7	10	1	8	15
5	88	9	16	7	9	25	15	1	8	24
6	39	3	19	16	3	22	57	2	18	37
7	19	1	20	19	1	21	95	3	22	42
8	73	5	25	20	5	30	20	1	21	46
9	24	2	27	25	2	29	91	3	28	55
10	57	3	30	27	3	33	80	3	30	60
11	70	4	34	30	4	38	77	3	33	67
12	63	3	37	34	3	40	32	1	35	72
13	75	6	43	37	6	49	66	2	39	82
14	86	9	52	43	9	61	89	3	46	98
15	76	6	58	52	6	64	27	1	53	111
16	18	1	59	58	1	60	25	1	59	118
17	4	0	59	59	0	59	85	3	62	121
18	47	3	62	59	3	65	29	1	60	122
19	98	15	77	62	15	92	68	2	64	141
20	9	0	77	77	0	77	57	2	79	156



## **6.2 Programa Basado en la Simulación de Colas**

El programa desarrollado para este proyecto es una herramienta computacional diseñada para modelar y analizar el comportamiento de las colas en la estación de servicio “ES San Luis I - GNV”. Su propósito principal es simular el flujo de vehículos en el surtidor, proporcionando métricas clave que permiten evaluar y optimizar la eficiencia operativa.

### **6.2.1 Funcionalidades principales:**

#### **1. Entrada de datos personalizados:**

- Permite al usuario configurar parámetros esenciales como tasas de llegada, tasas de servicio, y el número de servidores disponibles.
- Estos parámetros son fundamentales para ajustar la simulación a distintos escenarios operativos.
- 

#### **2. Simulación interactiva:**


- El programa utiliza un modelo de simulación discreta para replicar el comportamiento de los vehículos en la cola.
- Se genera un flujo dinámico que muestra las interacciones entre los usuarios y los servidores (surtidores).
- 

#### **3. Visualización de resultados:**

- Proporciona métricas clave como el tiempo promedio de espera, la longitud promedio de la cola, y la utilización de los servidores.
- Presenta tablas para una interpretación sencilla y clara de los datos.

# TABLA DE SIMULACION

## Paso 1: Seleccionar la hora a la que se inicia la simulacion

Selecciona una hora: 07:09 p. m. 

## Paso 2: Presione el boton "Generar Iteracion"

Nro Movil	Nro Aleatorio	Intervalo de Llegada (min)	Hora de Llegada	Tiempo Espera (min)	Hora de Ingreso al Servidor	Nro Aleatorio	Tiempo Servicio (min)	Hora de Salida del Servidor	Tiempo en el Sistema (min)
1	-	-	19:09	0	19:09	54	1	19:10	1
2	89	11	19:20	0	19:20	8	3	19:23	3
3	87	11	19:31	0	19:31	66	3	19:34	3
4	65	4	19:35	0	19:35	81	2	19:37	2

Generar Iteracion

El programa está disponible en línea para su acceso y uso. Puede consultarse a través del siguiente enlace: <https://leonelbm123.github.io/Proyecto-IO2/>

Para mayor comodidad, también se puede acceder escaneando el siguiente código QR:



## 6.3 Estructura Técnica

El programa ha sido implementado utilizando herramientas web accesibles, lo que permite que cualquier usuario, sin necesidad de instalación de software adicional, pueda realizar simulaciones directamente desde un navegador.

## **7. Conclusión**

El desarrollo de este programa ha demostrado ser una herramienta eficaz para abordar problemas complejos en la gestión de colas en estaciones de servicio. Los resultados de las simulaciones han permitido identificar cuellos de botella y evaluar la viabilidad de diversas estrategias operativas.