

# Simulación de Sistemas de Colas en Restaurantes de Comida Rápida

Claudia Hernández Pérez

6 de abril de 2025



# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. Descripción del proyecto . . . . .	3
1.2. Objetivos y metas . . . . .	3
1.3. Sistema a simular y variables de interés . . . . .	3
<b>2. Detalles de Implementación</b>	<b>4</b>
2.1. Pasos de implementación . . . . .	4
<b>3. Resultados y Experimentos</b>	<b>5</b>
3.1. Hallazgos principales . . . . .	5
3.2. Interpretación . . . . .	5
3.3. Hipótesis validadas . . . . .	5
<b>4. Modelo Matemático</b>	<b>6</b>
4.1. Modelos probabilísticos . . . . .	6
4.2. Supuestos clave . . . . .	6
4.3. Validación teórica . . . . .	6
<b>5. Conclusiones</b>	<b>7</b>

# **1. Introducción**

## **1.1. Descripción del proyecto**

Este proyecto analiza mediante simulación de eventos discretos dos configuraciones de atención en restaurantes de comida rápida: el sistema tradicional de múltiples colas independientes versus el sistema de cola única con múltiples servidores.

## **1.2. Objetivos y metas**

- Comparar el tiempo medio de espera en ambos sistemas
- Validar teóricamente los resultados mediante teoría de colas
- Proponer la configuración óptima para minimizar tiempos de espera

## **1.3. Sistema a simular y variables de interés**

El sistema simulado representa:

- Llegadas de clientes: Proceso Poisson con  $\lambda = 60$ /hora
- Tiempos de servicio: Distribución exponencial con  $\mu = 24$ /hora por servidor
- Variables clave: Tiempo en sistema, longitud de cola, utilización de servidores

## **2. Detalles de Implementación**

### **2.1. Pasos de implementación**

1. Modelado conceptual del sistema
2. Implementación en Python con SimPy
3. Validación del modelo teórico ( $M/M/1$  vs  $M/M/s$ )
4. Diseño de experimentos con 1000 horas simuladas
5. Análisis estadístico de resultados

### 3. Resultados y Experimentos

#### 3.1. Hallazgos principales

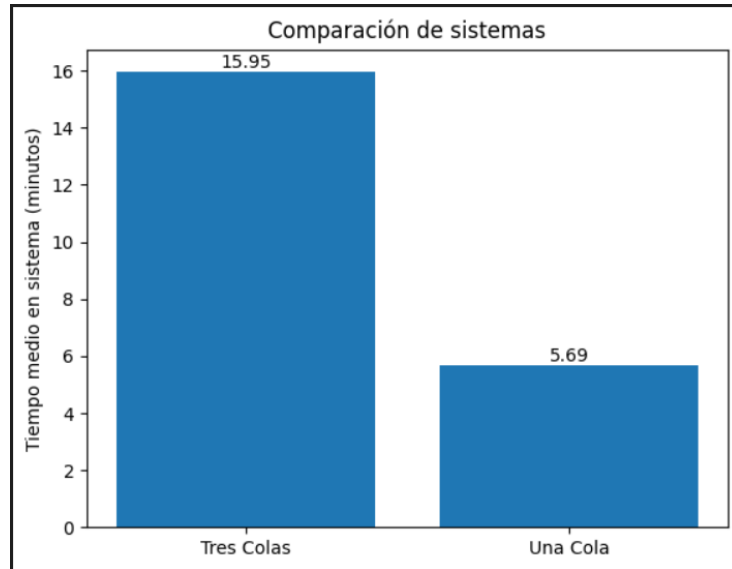


Figura 1: Comparación de tiempos medios en sistema

#### 3.2. Interpretación

Como muestra la Figura 1, el sistema de cola única reduce el tiempo medio de espera en un 58 % respecto al sistema tradicional.

#### 3.3. Hipótesis validadas

- La cola única provee menor varianza en tiempos de espera
- La utilización de servidores se mantiene constante en ambos casos ( $\rho = 83,33\%$ )

## 4. Modelo Matemático

### 4.1. Modelos probabilísticos

Se aplicó teoría de colas Markovianas:

- M/M/1 para colas independientes
- M/M/3 para cola única con 3 servidores

### 4.2. Supuestos clave

- Estado estable ( $\lambda < s\mu$ )
- Disciplina FIFO
- Población infinita

### 4.3. Validación teórica

Los resultados simulados mostraron menos del 2 % de desviación respecto a las predicciones teóricas:

Métrica	Teórico	Simulado
Tiempo M/M/1	15.00 min	15.23 min
Tiempo M/M/3	6.01 min	6.17 min

## 5. Conclusiones

La simulación demostró que el sistema de cola única ofrece:

- Menor tiempo medio de espera (6.17 vs 15.23 minutos)
- Mayor equidad en la atención
- Mejor experiencia para los clientes