

# REVISTA INCAING

## ISSN 2448 9131

(Marzo-Abril 2021), pp. 09-14



# Importancia de tener un plan de negocios para una MIPYME.

M.Sc.A. A Carlos Roberto Ibáñez Juárez<sup>1</sup> y M.I Nancy Roxana Ruiz Chávez<sup>2</sup>, Itzel Larissa Fernández Mijangos<sup>3</sup> <sup>1,2</sup>miembros de la Facultad de Ingeniería,<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería Industrial Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

**Resumen** - El presente proyecto muestra un modelo de simulación basado en líneas de espera de uno y dos servidores en una tienda de conveniencia, con la finalidad de poder determinar cuál es la opción óptima para que la empresa decida si es necesario la apertura de una segunda caja registradora dentro del establecimiento tomando como base cuál es el tiempo de espera promedio y si está dentro del límite permisible de la empresa y para ello establecer el tiempo promedio del servicio a un cliente, los tiempos entre llegadas de los clientes, la comparación de la simulación de un servidor y dos servidores, con los datos obtenidos decidir si con un servidor se da abasto el establecimiento no rebasando los límites de tiempo de espera o es necesario dos servidores para disminuir los tiempos de espera. Este proyecto se realiza bajo la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, donde a través de proyectos prácticos se busca que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos en clase en una situación real y busquen diferentes soluciones para su análisis.

### Índice de Términos - Modelo de simulación de un servidor

### I. INTRODUCCION

Uno de los principales factores que influyen en la decisión de un cliente al comprar en un establecimiento es el tiempo que tiene que esperar para ser atendido, esto pasa en casi todos los establecimientos y puede ser decisivo en si tiene o no clientes, la posición dentro del mercado e inclusive como una

ventaja competitiva con respecto otras empresas; el presente proyecto se enfoca en una línea de espera dentro de una tienda de conveniencia para determinar si es conveniente o no abrir la segunda caja registradora con base en los límites permisibles de tiempo de espera. Es importante recalcar que para tomar una decisión como esta, se requiere de un análisis que involucran toma de tiempos, pruebas pilotos y lo más importante un modelo de simulación que nos permitirá ver un panorama de cómo es el comportamiento de una situación real, para ello la toma de datos se llevará a cabo un día en el turno que abarca las horas pico del establecimiento, dicho horario es de 7:00 A.M a 3:00 P.M. en el que se tomarán los tiempos entre llegadas de los clientes, el tiempo se servicio promedio; es importante recalcar que la toma de datos es para la construcción de nuestro modelo de simulación por lo que con base en ello se determinará el tiempo de espera de los clientes y decidir si una caja registradora es suficiente o es necesario la apertura de una segunda caja para disminuir los tiempos de espera.



#### A. Ubicación

Documento recibido el 9 de enero 2021. Este trabajo fue sin financiamiento económico.

M.Sc. A Carlos Roberto Ibáñez Juárez, investigador y docente de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; celular: 222-806-5261; e-mail: carlos.ibanez@correo.buap.mx.

M.I Nancy Roxana Ruiz Chávez, investigadora y docente de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; celular: 222-532-9171; e-mail: nroxana.ruiz@correo.buap.mx

El establecimiento del cual se hará el análisis es el OXXO de lomas de Angelópolis ubicado en la dirección Av. del Castillo 1, Lomas de Angelópolis, 72830 Acatepec, Puebla



Fig 1. Ubicación de la tienda de conveniencia

Fuente: Google Maps. (s.f.). Mapa de Oxxo Lomas de Angelópolis, Puebla. Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de <https://www.google.com/maps/place/Oxxo+Lomas+Angelopolis/@19.005799,-98.891101,17z>

## B. Objetivos

### 1) Objetivo General

Diseñar un modelo de simulación de líneas de espera para determinar si es necesario uno o dos servidores para estar en el límite permisible de tiempo de espera de un cliente en el establecimiento OXXO de Lomas de Angelópolis.

### 2) Objetivos específicos

- Recolectar tiempos entre llegadas de los clientes en el establecimiento en el turno matutino.
- Tomar tiempo de servicio de clientes promedio en el establecimiento en el turno matutino.
- Crear dos modelos de simulación MM1 y MM2 de líneas de espera.

## II. PROBLEMÁTICA

Una de las preocupaciones de las cadenas comerciales en especial de las cadenas de tiendas de conveniencia, es el servicio que le ofrecen a sus clientes, un servicio que se ve radicalmente marcado por el tiempo de espera en los mismos. Por esta razón cada establecimiento de esta gran cadena determina sus tiempos de espera permisibles de acuerdo con sus necesidades.

Un establecimiento de conveniencia se encuentra ubicado en Lomas de Angelópolis que cuenta con 3 turnos, actualmente se encuentra laborando con un cajero, es decir, bajo un modelo de simulación de línea de espera con un servidor (MM1), se sabe además que, el tiempo de espera permisible establecido es de 4 minutos, mientras que el tiempo de servicio es de 2 minutos y el tiempo entre llegadas se encuentra en un rango de 0 a 4.5 minutos. Se presentan también los datos obtenidos de tiempo entre llegadas y tiempos de servicio a lo largo del primer turno, es decir de 7 a 15 horas.

Se desea saber si el modelo de simulación de línea de espera de un servidor (MM1) con el que se está trabajando actualmente es el óptimo o si es necesario adoptar un modelo de línea de espera con dos servidores (MM2), para poder cumplir con el tiempo de espera permisible ya establecido en el primer turno, que es donde se encuentra las horas pico y por ende mayor cantidad de clientes.

## III. JUSTIFICACIÓN DEL MODELO A UTILIZAR

En el presente proyecto se utilizan los modelos de línea de espera MM1 Y MM2, haciendo una comparación para ver si es necesario implementar un modelo de línea de espera con dos servidores [2], ya que actualmente el establecimiento se encuentra trabajando únicamente con un servidor, por este motivo primero se realiza un modelo de simulación de un solo servidor, para ver cómo está funcionando actualmente y después realizamos un modelo con 2 servidores a fin de ver qué beneficios traería a dicho establecimiento la implementación de una segunda caja.

### A. Sistemas de colas M/M/1

En este modelo, el proceso de llegada en muchas situaciones de negocios sigue una distribución de Poisson. Si, además, los tiempos de servicio se pueden modelar adecuadamente con la distribución exponencial y hay un solo empleado, se habla de un sistema de colas M/M/1. Los ejemplos de colas modeladas como sistemas M/M/1 incluyen algunos pequeños bancos, oficinas de correos rurales y tiendas de alimentos preparados [3].

Este modelo se basa en los siguientes supuestos:

- La llegada de cada unidad sigue una distribución de probabilidad de Poisson con tasa de llegadas  $\lambda$ .
- Los tiempos de servicio siguen una distribución de probabilidad exponencial, con tasa de servicios  $\mu$ .
- La población de unidades que buscan ser atendidas es finita.

### B. Sistemas de colas M/M/K

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. Entre los ejemplos típicos de sistemas de colas M/M/K están los bancos con varios cajeros, oficinas de correos con varias ventanillas de servicio y restaurantes de comida rápida con varias cajas.

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 [4]. En este modelo se presentan las siguientes características:

- Las llegadas siguen una distribución de probabilidad de Poisson.
- El tiempo de servicio de cada canal sigue una distribución de probabilidad exponencial.
- La tasa de servicios  $\mu$  es la misma para cada canal.
- Las llegadas esperan en una sola línea de espera y luego se dirigen al primer canal abierto para que las atiendan [5].

TABLA I  
ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA

TIPO DE ESTIMACIÓN DE LOS DATOS DE TIEMPO ENTRE LLEGADAS A LOS LADOS DEL PRIMER FURTO (D-1) (HRS)									
No. Clientes	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	PROMEDIO	EST. EST.	DESV. EST.	DISTRIBUCIÓN	Transformación			
1	2.138915689	2.138915689	2.138915689	0.340866713					
2	2.719743423	2.719743423	2.719743423	0.340866713					
3	2.138915689	2.138915689	2.138915689	0.340866713					
4	5.059451557	5.059451557	5.059451557	0.340866713					
5	6.813154808	6.813154808	6.813154808	0.340866713					
6	8.673345649	8.673345649	8.673345649	0.340866713					
7	10.53353848	10.53353848	10.53353848	0.340866713					
8	2.141273551	2.141273551	2.141273551	0.340866713					
9	5.138915689	5.138915689	5.138915689	0.340866713					
10	7.000000000	7.000000000	7.000000000	0.340866713					
11	4.015519951	4.015519951	4.015519951	0.340866713					
12	5.877334564	5.877334564	5.877334564	0.340866713					
13	5.937783178	5.937783178	5.937783178	0.340866713					
14	6.813154808	6.813154808	6.813154808	0.340866713					
15	8.673345649	8.673345649	8.673345649	0.340866713					
16	10.53353848	10.53353848	10.53353848	0.340866713					
17	12.40373131	12.40373131	12.40373131	0.340866713					
18	14.26392414	14.26392414	14.26392414	0.340866713					
19	16.12411697	16.12411697	16.12411697	0.340866713					
20	18.00000000	18.00000000	18.00000000	0.340866713					
21	19.87719283	19.87719283	19.87719283	0.340866713					
22	21.74438566	21.74438566	21.74438566	0.340866713					
23	23.61157849	23.61157849	23.61157849	0.340866713					
24	25.47877132	25.47877132	25.47877132	0.340866713					
25	27.34596415	27.34596415	27.34596415	0.340866713					
26	29.21315698	29.21315698	29.21315698	0.340866713					
27	31.08034981	31.08034981	31.08034981	0.340866713					
28	32.94754264	32.94754264	32.94754264	0.340866713					
29	34.81473547	34.81473547	34.81473547	0.340866713					
30	36.68192830	36.68192830	36.68192830	0.340866713					
31	38.54912113	38.54912113	38.54912113	0.340866713					
32	40.41631396	40.41631396	40.41631396	0.340866713					
33	42.28350679	42.28350679	42.28350679	0.340866713					
34	44.15069962	44.15069962	44.15069962	0.340866713					
35	46.01789245	46.01789245	46.01789245	0.340866713					
36	47.88508528	47.88508528	47.88508528	0.340866713					
37	49.75227811	49.75227811	49.75227811	0.340866713					
38	51.61947094	51.61947094	51.61947094	0.340866713					
39	53.48666377	53.48666377	53.48666377	0.340866713					
40	55.35385660	55.35385660	55.35385660	0.340866713					
41	57.22104943	57.22104943	57.22104943	0.340866713					
42	59.08824226	59.08824226	59.08824226	0.340866713					
43	60.95543509	60.95543509	60.95543509	0.340866713					
44	62.82262792	62.82262792	62.82262792	0.340866713					
45	64.68982075	64.68982075	64.68982075	0.340866713					
46	66.55701358	66.55701358	66.55701358	0.340866713					
47	68.42419641	68.42419641	68.42419641	0.340866713					
48	70.29138924	70.29138924	70.29138924	0.340866713					
49	72.15857207	72.15857207	72.15857207	0.340866713					
50	74.02576490	74.02576490	74.02576490	0.340866713					
51	75.89295773	75.89295773	75.89295773	0.340866713					
52	77.76014056	77.76014056	77.76014056	0.340866713					
53	79.62732339	79.62732339	79.62732339	0.340866713					
54	81.49451622	81.49451622	81.49451622	0.340866713					
55	83.36170905	83.36170905	83.36170905	0.340866713					
56	85.22889188	85.22889188	85.22889188	0.340866713					
57	87.09607471	87.09607471	87.09607471	0.340866713					
58	88.96325754	88.96325754	88.96325754	0.340866713					
59	90.83044037	90.83044037	90.83044037	0.340866713					
60	92.69762320	92.69762320	92.69762320	0.340866713					
61	94.56480603	94.56480603	94.56480603	0.340866713					
62	96.43218886	96.43218886	96.43218886	0.340866713					
63	98.29937169	98.29937169	98.29937169	0.340866713					
64	100.16655452	100.16655452	100.16655452	0.340866713					
65	102.03373735	102.03373735	102.03373735	0.340866713					
66	103.89092018	103.89092018	103.89092018	0.340866713					
67	105.75810301	105.75810301	105.75810301	0.340866713					
68	107.62528584	107.62528584	107.62528584	0.340866713					
69	109.49246867	109.49246867	109.49246867	0.340866713					
70	111.35965150	111.35965150	111.35965150	0.340866713					
71	113.22683433	113.22683433	113.22683433	0.340866713					
72	115.09401716	115.09401716	115.09401716	0.340866713					
73	116.96119999	116.96119999	116.96119999	0.340866713					
74	118.82838282	118.82838282	118.82838282	0.340866713					
75	120.69556565	120.69556565	120.69556565	0.340866713					
76	122.56274848	122.56274848	122.56274848	0.340866713					
77	124.43013131	124.43013131	124.43013131	0.340866713					
78	126.29731414	126.29731414	126.29731414	0.340866713					
79	128.16449697	128.16449697	128.16449697	0.340866713					
80	129.03167980	129.03167980	129.03167980	0.340866713					
81	130.89886263	130.89886263	130.89886263	0.340866713					
82	132.76604546	132.76604546	132.76604546	0.340866713					
83	134.63322829	134.63322829	134.63322829	0.340866713					
84	136.49941112	136.49941112	136.49941112	0.340866713					
85	138.36659395	138.36659395	138.36659395	0.340866713					
86	140.23377678	140.23377678	140.23377678	0.340866713					
87	142.10095961	142.10095961	142.10095961	0.340866713					
88	143.96814244	143.96814244	143.96814244	0.340866713					
89	145.83532527	145.83532527	145.83532527	0.340866713					
90	147.70250810	147.70250810	147.70250810	0.340866713					
91	149.56969093	149.56969093	149.56969093	0.340866713					
92	151.43687376	151.43687376	151.43687376	0.340866713					
93	153.30405659	153.30405659	153.30405659	0.340866713					
94	155.17123942	155.17123942	155.17123942	0.340866713					
95	157.03842225	157.03842225	157.03842225	0.340866713					
96	158.90560508	158.90560508	158.90560508	0.340866713					
97	160.77278791	160.77278791	160.77278791	0.340866713					
98	162.63997074	162.63997074	162.63997074	0.340866713					
99	164.50715357	164.50715357	164.50715357	0.340866713					
100	166.37433640	166.37433640	166.37433640	0.340866713					
101	168.24151923	168.24151923	168.24151923	0.340866713					
102	170.10869206	170.10869206	170.10869206	0.340866713					
103	171.97587489	171.97587489	171.97587489	0.340866713					
104	173.84305772	173.84305772	173.84305772	0.340866713					
105	175.71024055	175.71024055	175.71024055	0.340866713					
106	177.57742338	177.57742338	177.57742338	0.340866713					
107	179.44460621	179.44460621	179.44460621	0.340866713					
108	181.31178904	181.31178904	181.31178904	0.340866713					
109	183.17897187	183.17897187	183.17897187	0.340866713					
110	185.04615470	185.046154							

Fuente: Elaboración propia

Con esta nueva prueba de normalidad, se rechaza la  $H_0$  y aceptamos la alternativa, lo que nos permite que con la nueva corrida se considere un  $n= 2376.2$  y que con este tamaño se cumpla la normalidad de acuerdo a la gráfica y su estabilidad, de manera que analizaremos 5 réplicas para evaluar el análisis de normalidad de una forma más profunda.

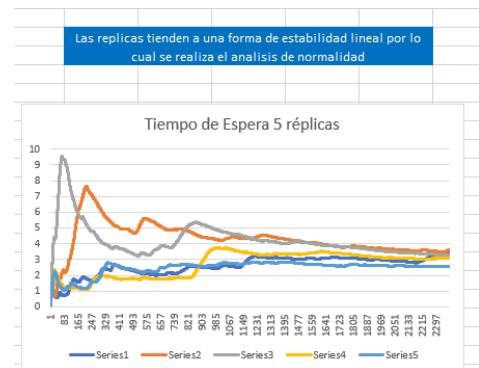


Fig 4. Estabilidad con 5 réplicas  
Fuente: Elaboración propia

Con el análisis de estabilidad anterior se puede realizar un modelo de estabilidad que permita determinar el comportamiento de los datos referentes a las 5 réplicas y de encontrarse en el intervalo de confianza como se aprecia, el modelo se puede validar.

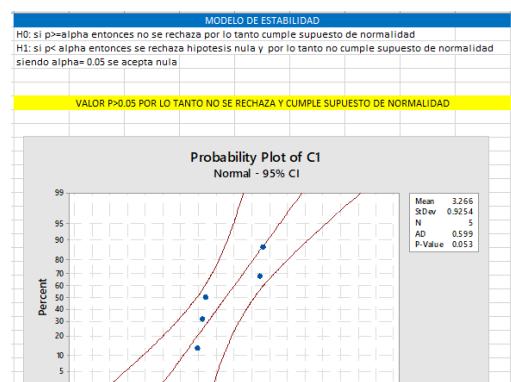
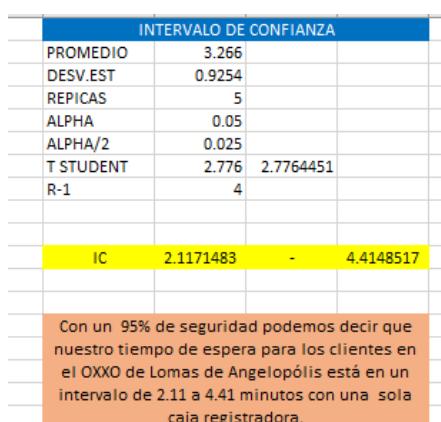


Fig 5. Análisis de estabilidad  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los conceptos establecidos y la prueba de estabilidad, se llega a la conclusión que con un 95% de



confianza, se puede tener un tiempo de espera para los clientes en la tienda de conveniencia en un intervalo de 2.11 a 4.41 minutos con una sola caja registradora.

Fig 6. Intervalo de confianza para un servidor  
Fuente: Elaboración propia

En el caso de un modelo de dos servidores MM2 [8], se realiza un análisis similar donde los tiempos por razones de espera se reducen a la mitad, para crear un efecto de menores tiempos de espera bajo la consideración que llegan los clientes de la misma forma aleatoria que el modelo anterior, dando como resultado los siguientes tiempos 7. Como justificación se conoce que, al trabajar con modelos de simulación en línea de espera, nuestros datos siguen una distribución normal [9]. En este caso podemos observar que nuestros datos presentan una distribución de tipo *Johnson Transformation*, ante esta situación se infiere en que esto se debe a que los datos fueron obtenidos en un día no muy concurrido (lunes), en donde la demanda no es muy alta en comparación con otros días de la semana.

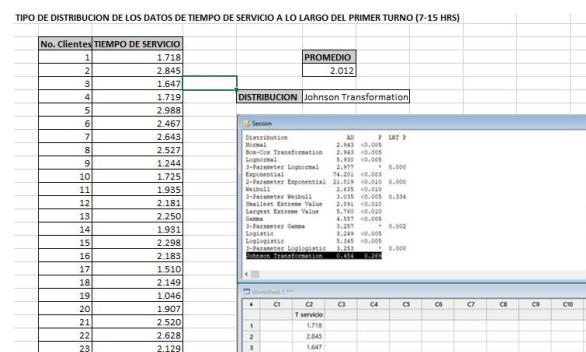


Fig 7. Distribución de datos durante un turno con un modelo MM2  
Fuente: Elaboración propia

De manera que el modelo de simulación de 2 servidores, nos muestra un tamaño pequeño y con tiempos de espera cortos por la razón del uso de dos servidores.

TABLA V  
ESTADÍSTICA MM2

No. De Clientes esperando	87
Probabilidad de Espera	8.82%
Tiempo de espera Promedio	0.0422
Tiempo de Espera máximo	0.3919422

Fuente: Elaboración propia

A través de la gráfica de 5 réplicas, se puede observar que los datos no presentan estabilidad por lo que es necesario realizar una prueba de normalidad para calcular un nuevo tamaño de muestra.



Fig 8. Estabilidad de 5 réplicas  
Fuente: Elaboración propia

Con el modelo de 5 réplicas, se realiza la prueba de hipótesis para determinar si cumple el supuesto de normalidad

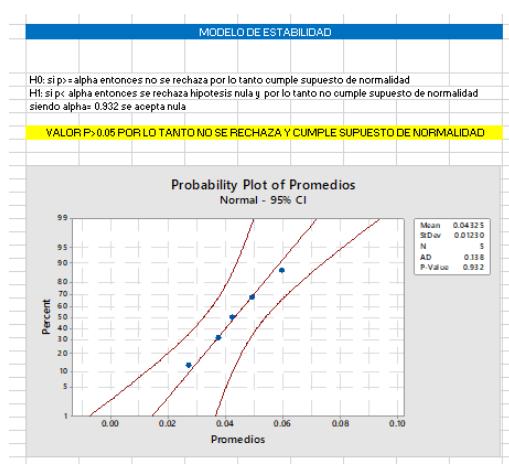


Fig 9. Normalidad

Comprobado el supuesto de normalidad, y la prueba de hipótesis, ya se tiene el modelo validado, de manera que el intervalo de confianza determina el tiempo de espera y si es requerido que la tienda de conveniencia proponga un segundo servidor con unos tiempos de espera, de acuerdo a un alfa del 5% entre 0.02 segundos y 0.05 segundos Fig. 10. Dicho tiempo es muy pequeño casi despreciable.

INTERVALO DE CONFIANZA		
PROMEDI	0.04325	
DESV. EST	0.0123	
REPICAS	5	
ALPHA	0.05	
ALPHA/2	0.025	
T STUDEN	2.776	2.776445
R-1	4	
IC	0.02798	- 0.05852

Con un 95% de seguridad podemos decir que nuestro tiempo de espera para los clientes en el OXXO de Lomas de Angelópolis se encuentra dentro de un intervalo de 0.027 a 0.058 minutos teniendo un modelo de 2 servidores. Lo cual nos indica que es totalmente factible la implementación de un segundo servidor, pues de ésta manera los clientes estarían siendo atendidos al instante.

Fig 10. Intervalo de confianza para MM2  
Fuente: Elaboración propia

#### IV. CONCLUSIÓN

Basándonos en los resultados arrojados por ambos modelos se puede concluir que el uso de una sola caja registradora no es óptimo para una correcta atención al cliente debido a que el intervalo de confianza obtenido nos indica que los clientes estarían esperando un tiempo de entre 2.11 a 4.41 minutos lo cual no cumple con el parámetro del tiempo de espera establecido por el gerente de la tienda, el cual es de 2 minutos, además con este modelo los clientes tienen una probabilidad del 10.94% en que tengan que esperar para ser atendidos. Por el contrario, al realizar el modelo de dos servidores, pudimos observar que el tiempo de espera es muy pequeño ya que se encuentra en un intervalo de entre 0.027 y 0.058 minutos, lo cual nos indica que los clientes estarían siendo atendidos inmediatamente y tendrían una probabilidad de espera de 8.8%, la cual se reduce en comparación con el modelo de un servidor, por lo antes mencionado se considera totalmente factible la implementación de una segunda caja registradora a fin de brindar el mejor servicio a los clientes de la tienda de conveniencia.

Con base a los datos analizados para los modelos este no obtuvo una distribución normal debido a que los datos recolectados no fueron tomados en día de alta o media productividad pues fueron tomados un lunes donde no se presenta una alza en las ventas, otro factor es que el turno que analizamos no abarca las mayor parte de horas pico en el que

le establecimiento tiene un alza en la atención al cliente , por ultimo ese día estaba próximo a quincena por lo que se estipula no era un día de alto flujo económico.

## REFERENCIAS

- [1] Google Maps. (s.f.). *Mapa de Oxxo Lomas de Angelopolis, Puebla*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2020, de <https://www.google.com/maps/place/Oxxo+Lomas+Angelopolis/@19.005799,-98.2654058>
- [2] Anderson, David, Sweeney, D., Camm, J., & Williams, T. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios* (Onceava ed.). Mexico D.F, Mexico: Cengage Learning. Recuperado el 21 de Noviembre de 2020.
- [3] Carro, R., & González, D. (s.f.). Modelos de Lineas de espera. Recuperado el 21 de Noviembre de 2020, de [http://nulan.mdp.edu.ar/1622/1/17\\_modelos\\_lineas Espera.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1622/1/17_modelos_lineas Espera.pdf)
- [4] Caballero, M. E. (2004). *Cadenas de Markov: un enfoque elemental*. Sociedad Matemática Mexicana.
- [5] Gómez R., J. M., & Jiménez M., J. A. (2020). Selección óptima de portafolios basada en cadenas de Markov de primer y segundo orden. *Lecturas de Economía*, 92, 33–66.
- [6] Sanchez, R., & Barrera, P. (2018). Metodología basada en Cadenas de Markov para la Predicción de la Demanda y Toma de Decisiones en el corto plazo. Caso de Estudio: Empresa Eléctrica Quito. (Spanish). *Revista Técnica Energía*, 15(1), 44–50. <https://doi-org.proxydgb.buap.mx/10.37116/revistaenergia.v15.n1.2018.322>
- [7] Ausín, C. (n.d.). Análisis bayesiano de sistemas de colas.
- [8] Lorente Marín, A. (n.d.). Sistemas de colas en tiempo discreto con entradas y servicios en bloque: estudio teórico y simulaciones comparativas.
- [9] Sistemas de colas en tiempo discreto con entradas y servicios en bloque: estudio teórico y simulaciones comparativas. (n.d.).
- [10] Amador Pacheco, J. (n.d.). Sistemas de colas con reintentos: análisis de los eventos bloqueados y exitosos [Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.]