

Cafeteria Exito la sabana - Simulación computacional

Jonathan Andres Garzon Ruiz, 160003450,
jonathan.garzon.ruiz@unillanos.edu.co.
Fabricio Caicedo Mosquera, 160003404,
fabricio.caicedo@unillanos.edu.co.
Universidad de los llanos Villavicencio-Meta

March 6, 2020

Abstract

Almacenes Éxito presenta una gran afluencia de comensales en su cafetería, entre las 11:30 am y la 1:00 pm, esto afecta los tiempos de atención y despacho de alimentos, reduciendo su calidad de servicio y generando inconformidad entre sus clientes, ocasionando la perdida estos. Se escogió el caso particular del Éxito la sabana, ubicado en el centro comercial Viva Villavicencio.

Keywords: Cafetería, Simulación, Centro comercial.

1 Formular el problema.

1.1 Definición del problema.

El centro comercial Viva es uno de los más importantes de Villavicencio, el cual atrae a un gran número de compradores, comerciantes y trabajadores de la zona y alrededores, llegada la hora de almuerzo, comprendida entre las 11:30 am hasta la 1:00 pm, estas personas buscan la mejor opción para almorzar. Éxito la sabana ofrece sus servicios de cafetería para suplir esta demanda, pero la gran afluencia de comensales hace este sistema lento y tedioso para sus propios usuarios, haciendo que muchos de estos busquen otras alternativas de almuerzo.

1.2 Objetivos generales del estudio de la simulación.

- Mejorar los tiempos de respuesta para entrega de alimentos.
- Identificar todos los actores y variables que interactúan en el sistema.
- Realizar y analizar la simulación del sistema de la cafetería en hora pico (hora de almuerzo entre las 11:30 am hasta la 1:00 pm), con el fin de encontrar la manera de mejorar la calidad de servicio.

- Determinar si es necesario incrementar el numero de cajeros para suplir la demanda de almuerzos y comidas rapidas en la hora pico del medio dia.
- Determinar si es necesario incrementar el numero de cocineros para despachar pedidos en la hora pico del medio dia.

1.3 Preguntas específicas a ser respondidas por el estudio de simulación.

- ¿Qué configuraciones del sistema ofrecen menor tiempo de espera en la fila de despacho de alimentos?
- ¿Es favorable agregar otro punto de pago?
- ¿Es favorable agregar un nuevo punto de despacho de almuerzos y comidas rapidas?
- ¿Es favorable dividir el tipo de pedidos en comidas preparadas y comidas por preparar?

1.4 Medidas de desempeño.

- Tiempo total del comensal esperando el almuerzo.
- Tiempo del comensal en el sistema.
- Tiempo de espera del comensal para pagar el almuerzo.
- Tiempo que toma el comensal en terminar la comida.

1.5 Alcance del modelo.

El alcance de este modelo de cafetería que está ubicada Villavicencio. Está limitado para una población que llegue a consumir de 80 personas y esto, está organizado de la forma que hay 20 mesas con cuatro sillas. También se debe tener en cuenta que el sistema cuenta con dos servidores, el primero que puede ser usado no solo por los clientes que quieran consumir dentro de su área, sino también por cualquier cliente en el almacén que quiera llegar a pagar un máximo de 5 productos.

El segundo cajero, es el encargado de despachar las comidas. Las cuales se pueden clasificar en dos categorías, las que ya están preparadas y listas para servir y las requieren de un poco más de esfuerzo con esto último nos referimos a comidas tipo Perro, hamburguesas y otras.

1.6 Configuraciones del sistema.

El primer acercamiento a la construcción del modelo conceptual se basa en simular el escenario ya existente en la cafetería del Éxito la sabana. Ante la posibilidad de incrementar el flujo de comensales se podrían tomar las siguientes medidas:

1. Aumentar el número de cajas para agilizar el proceso de pago.
2. Aumentar el número de trabajadores en la zona de entrega de alimentos para despachar varios comensales simultáneamente.

3. Dividir la carga de despacho de alimentos en dos categorías, comida preparada y comida por preparar.
4. Tener cierta cantidad de comida por preparar previamente preparada, por ejemplo, perros calientes, hamburguesa, etc.

1.7 Ventana de tiempo.

Se define que el intervalo de tiempo de toma de datos serán los días desde el miércoles hasta el sábado en el horario entre las 11:30 am y la 01:00 pm la cual es la hora pico.

2 Recolectar Información/Datos y Construir un Modelo Conceptual.

2.1 Diagrama general del diseño del sistema actual y/o diagrama de flujo de procesos.

El modelo tiene el siguiente funcionamiento, el usuario ingresa a la fila para hacer su pedido y pagarla, ya realizado esto, procede a la siguiente fila para reclamar su pedido, el comensal se dirige a buscar una mesa libre, si encuentra alguna desocupada, procede a sentarse para comer sus alimentos, en caso que no encuentre alguna mesa vacía, este tendrá que esperar que se desocupe. Despues de almorzar abandonara la cafetería. Este modelo lo podremos observar en la figura 1.

El sistema tendrá una fila de pago con dos cajas, otra fila para el despacho de alimentos, con dos personas atendiendo y un total de 20 mesas inicialmente como se muestra en la figura 2

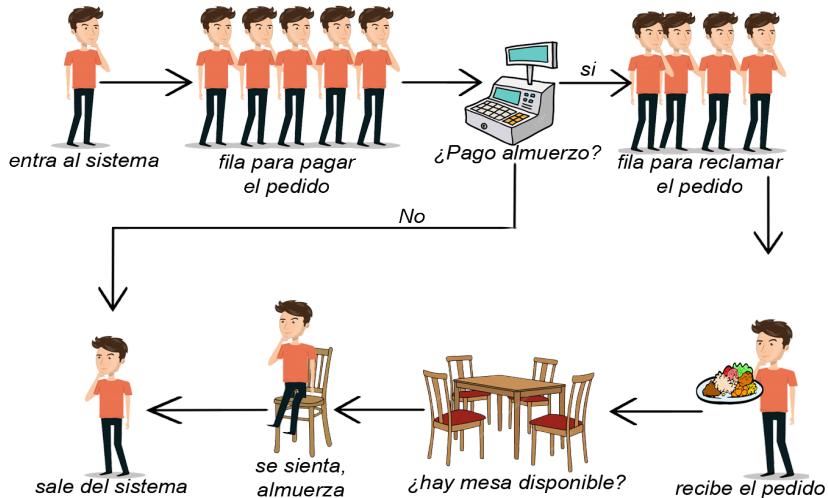


Figure 1: Diagrama de flujo de proceso o diseño del sistema.

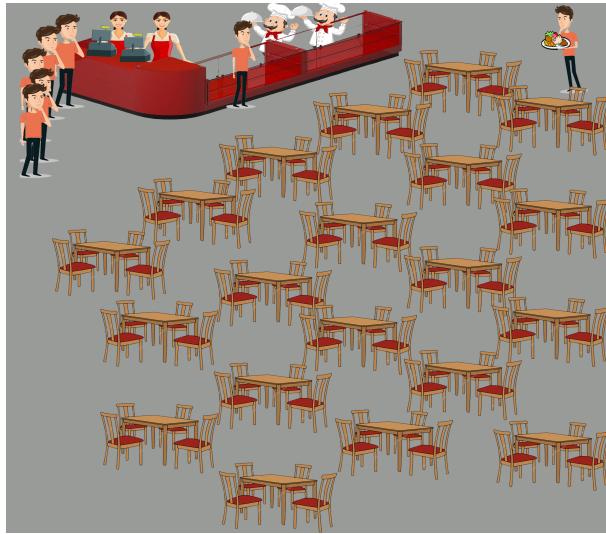


Figure 2: Diseño inicial del lugar.

2.2 Parámetros del modelo y posibles distribuciones de probabilidad

Los datos se tomaron directamente de la cafetería del Éxito la sabana, esta tarea fue desarrollada durante seis días con afluencia normal de comensales, se tomaron en cuenta las siguientes variables importantes, tasa de llegadas, tiempo comiendo, tiempo de pago y tiempo de pedidos. lo que está representado en la figura 3.

Tasa de llegadas	
x	frecuencias
0	12
1	8
2	7
3	13
4	14
5	16
6	19
7	4
8	4
9	3
10	3
11	1

Tiempos Comiendo	
x	Frecuencias
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	4
6	7
7	2
8	5
9	9
10	12
11	3
12	6
13	3
14	2
15	1
16	2
17	1
18	1
19	1

Tiempo de Pedido	
x	Frecuencias
0	42
1	36
2	14
3	1
4	2

Comidas	
x	Frecuencia
Preparadas	49
No preparadas	31

		promedio	0-1
Total de perso*	468	100	1
Pedido	311	66,4529910,66452991453	
Se fueron	157	33,5470090,33547008547	

Figure 3: Tablas de datos

2.3 Distribuciones de probabilidad

Para realizar la estimación de las posibles distribuciones de las variables aleatorias del modelo se utilizó EasyFit.(2) Programa que nos ayudó primero con la selección de las distribuciones que mejor se comporta con el sistema planteado y con esto ajustarlas automáticamente a los datos de muestra. Está diseñado para hacer el análisis de datos lo más fácil posible y permitir el enfoque a los objetivos del negocio.

2.3.1 Procedimiento para la estimación de la distribución:

1. Agregamos los datos a una tabla en tabla en EasyFit (2) y luego se seleccionan.
2. Se le da click en la opción “Ajustar distribución” en la barra superior.
3. Ya habiendo hecho lo anterior procedemos a seleccionar una distribución de probabilidad. Esto lo podemos hacer usando la opción que nos arroja EasyFit (2) que se llama “Bondad de ajuste” que nos facilita un listado de distribuciones para seleccionar.
4. Para la selección mencionada anteriormente usamos la opción de “Kolmogorov-smirnov” la cual hace una prueba y organiza dichas distribuciones de acuerdo al VALOR P que se compara con un unos valores de rechazo.
5. Finalmente escogemos la distribución que mejor se acomode a los datos.

2.3.2 Resultados de EasyFit:

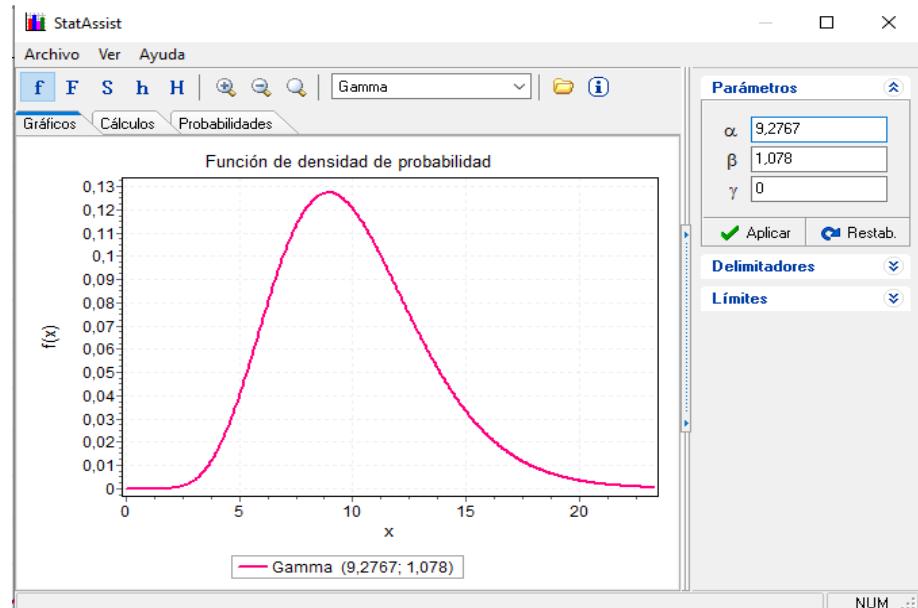


Figure 4: Gráfica tiempo comiendo

Bondad de ajuste - Detalles [ocultar]					
Gamma [#20]					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	20				
Estadística	0,11734				
Valor P	0,91629				
Rango	7				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	0,23156	0,26473	0,29408	0,32866	0,35241
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	20				
Estadística	10,2				
Rango	35				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	1,3749	1,9286	2,5018	3,2892	3,9074
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Figure 5: Prueba Kolmogorov-smirnov gráfica de la figura 4

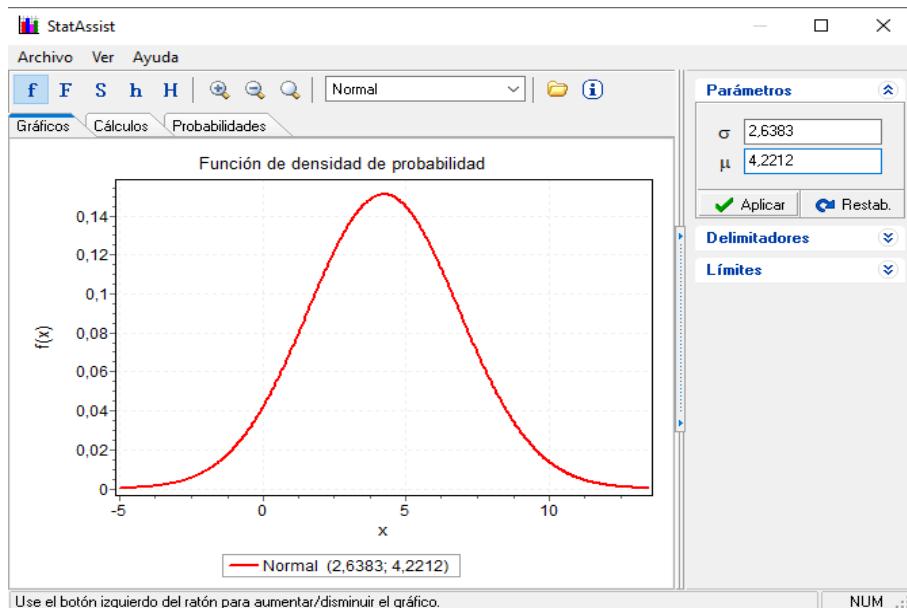


Figure 6: Gráfica de tasa de llegadas

Bondad de ajuste - Detalles [ocultar]					
Normal [#40]					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	12				
Estadística	0,10585				
Valor P	0,997				
Rango	1				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	0,29577	0,33815	0,37543	0,41918	0,44905
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	12				
Estadística	2,007				
Rango	4				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	1,3749	1,9286	2,5018	3,2892	3,9074
Rechazar?	Sí	Sí	No	No	No

Figure 7: Prueba de Kolmogorov-smirnov grafica figura 6

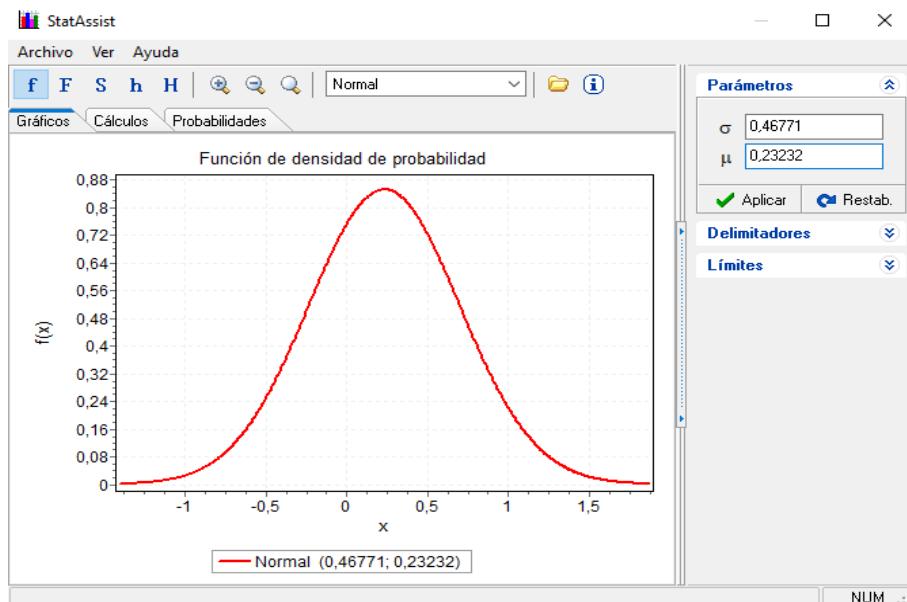


Figure 8: Gráfica de tiempos de pago.

Bondad de ajuste - Detalles [ocultar]					
Normal [#30]					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	5				
Estadística	0,47819				
Valor P	0,14384				
Rango	5				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	0,44698	0,50945	0,56328	0,62718	0,66853
Rechazar?	Sí	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	5				
Estadística	29,091				
Rango	35				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	1,3749	1,9286	2,5018	3,2892	3,9074
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Figure 9: Prueba de Kolmogorov-smirnov gráfica de la figura 8

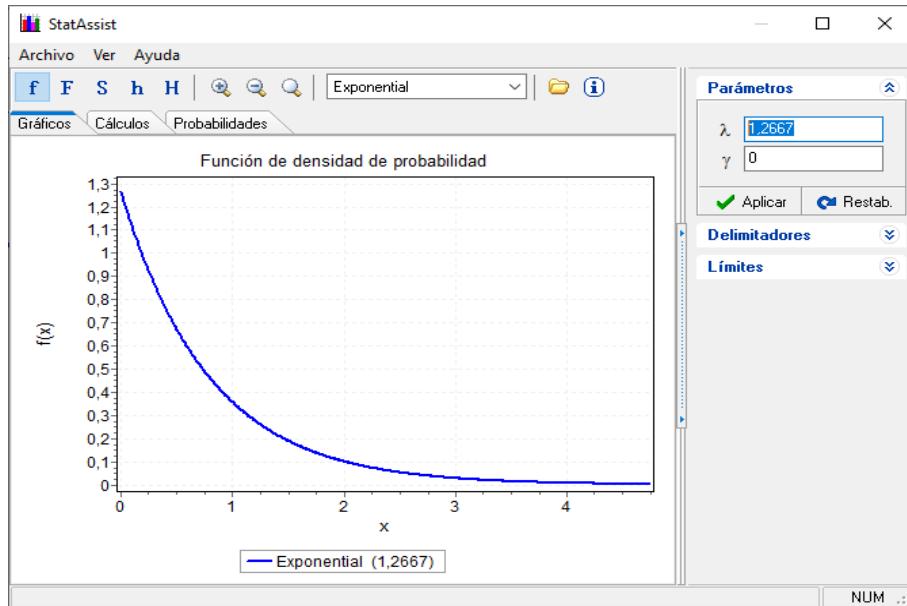


Figure 10: Gráfica de tiempo de pedidos.

Bondad de ajuste - Detalles [ocultar]					
Exponential [#8]					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	5				
Estadística	0,44211				
Valor P	0,20992				
Rango	17				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	0,44698	0,50945	0,56328	0,62718	0,66853
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	5				
Estadística	4,6388				
Rango	28				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valor crítico	1,3749	1,9286	2,5018	3,2892	3,9074
Rechazar?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Figure 11: Prueba kolmogorov-smirnov gráfica figura 10

2.4 Especificaciones técnicas del computador

2.4.1 Características de hardware:

- **Tipo de computador:** Computador portatil
- **Procesador:** intel core i5-8250u
- **Memoria RAM:** 6 GB DDR4
- **GPU:** NVIDIA GeForce MX130 2 GB

2.4.2 Características de software:

- EasyFit 5.6
- Anylogic
- Microsoft Excel

2.5 Restricciones de tiempo y dinero

Los tiempos de salida de los comensales puede ser afectado por la interacción social entre sus compa˜neros de almuerzo, los cuales se quedan conversando entre ellos y aumenta el tiempo que tarda el comensal dentro del sistema.

3 Validación del modelo conceptual

El modelo conceptual fue mostrado al personal responsable de la cafetería los cuales dieron algunas recomendaciones entre ella la más importante era enfocarnos en el

despacho de la comida que es la sección que más produce atascamiento en el sistema, también pero no menos importante agregar más mesas ya que para los últimos días de la semana se llena más. De esta manera poder suplir la demanda de comidas de la cafetería en este intervalo de tiempo.

4 Programar el modelo.

4.1 Descripción del lenguaje o software de simulación seleccionado.

La herramienta utilizada para la simulación de nuestro sistema es AnyLogic([1](#)) la cual es una herramienta desarrollada por The AnyLogic Company que incluye todos los métodos de simulación más comunes en práctica hoy.

4.1.1 Ventajas:

- Ofrece mayor eficiencia y menor riesgo al abordar desafíos empresariales complejo.
- Permite a los usuarios capturar la complejidad de prácticamente cualquier sistema.

Además abarca una amplia lista de herramientas esenciales para los programas de simulación, como: Análisis de diseño, herramientas de presentación, manipulación directa, modelado 3D, modelado basado en agentes, modelado continuo, modelado de eventos discretos, modelado de turbulencias, modelado del movimiento, modelado dinámico, modelado estocástico, modelado gráfico, simulación de Montecarlo, entre otras.

4.2 Implementación del modelo en el lenguaje o software de simulación.

El modelo se implementó en AnyLogic software mencionado anteriormente, con las configuraciones tomadas directamente desde la cafetería del éxito. las cuales son una fila que se dirige a una caja de pago, que después el cliente de acuerdo a su compra decide si sigue en el sitio o se va de él. Siendo el primer caso elegido, el cliente pasa a una segunda fila de espera para ser atendido por un segundo servidor que se encargará de despachar la comida. Después de esto el cliente pasa a tomar un puesto para consumir sus alimentos en el caso de que esté lleno el lugar es decir no hayan sillas disponibles el esperara un tiempo para tomar un puesto disponible. Al terminar con su comida él deja el sistema.

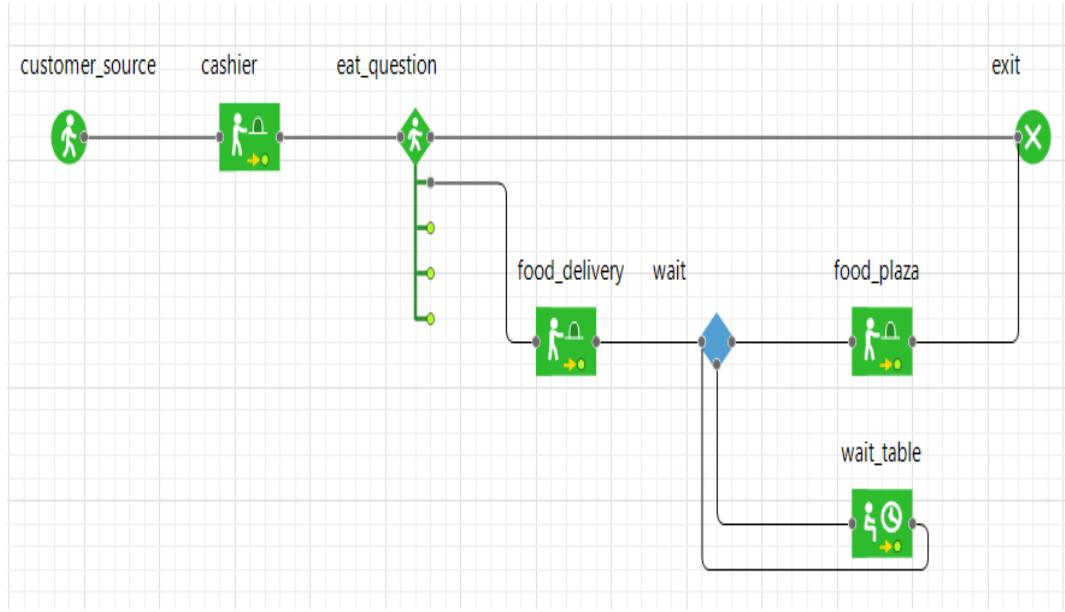


Figure 12: Configuración de los agentes del sistemas.

En la Figura 13 se puede observar cómo está distribuido el sistema y las variables aleatorias.

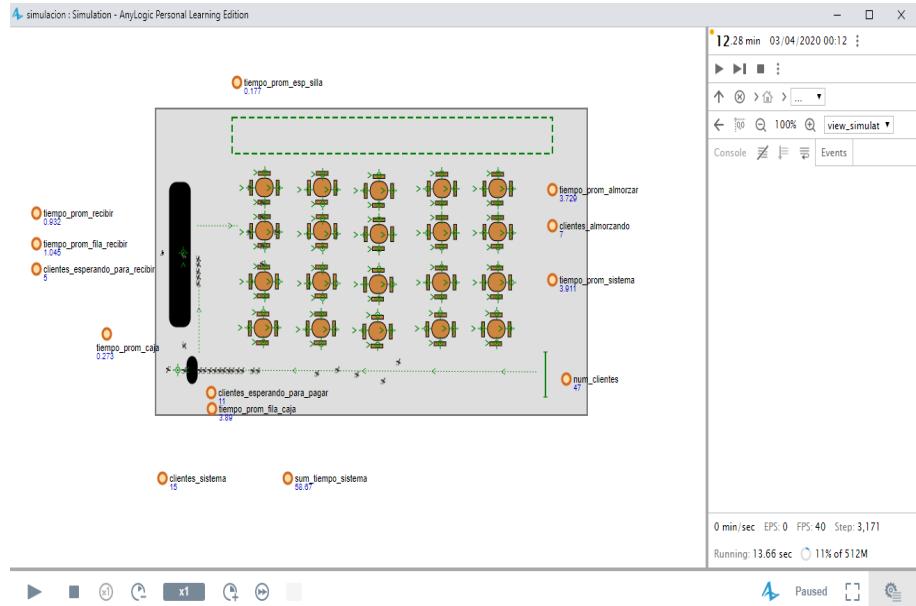


Figure 13: Sistema y variables aleatorias.

A cada componente del sistema se le realiza una configuración interna para que simulen su funcionamiento actual.

En la fuente se configuro la tasa de llega al sistema con una distribucion Normal segun los datos recogidos.

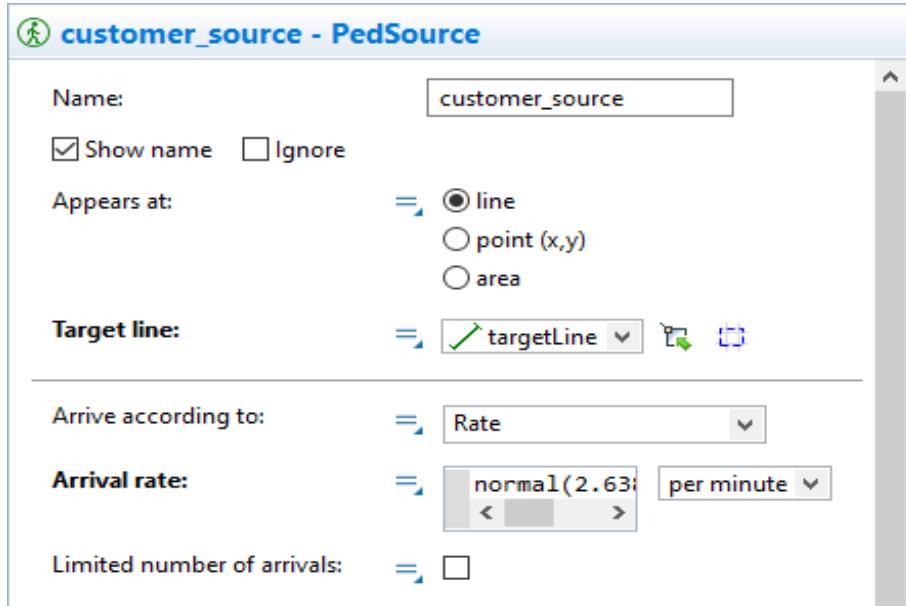


Figure 14: Configuración de la fuente.

La caja de pago se configura con una distribución normal de acuerdo a los datos recogidos.

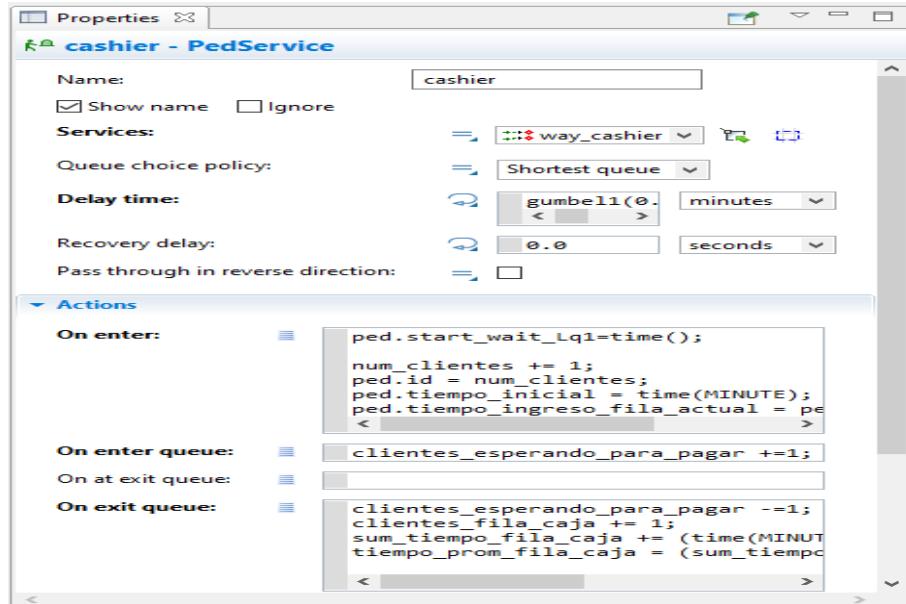


Figure 15: Configuración de la caja de pago.

Despues de que se paga se configura una condición donde se toma la decision de que el cliente se queda en el sistema o se va. Para esto se recogieron datos contando cada persona que se quedaba o se iba. Promediando con todos los días muestreados y de esa forma sacar los porcentajes que definen este agente.

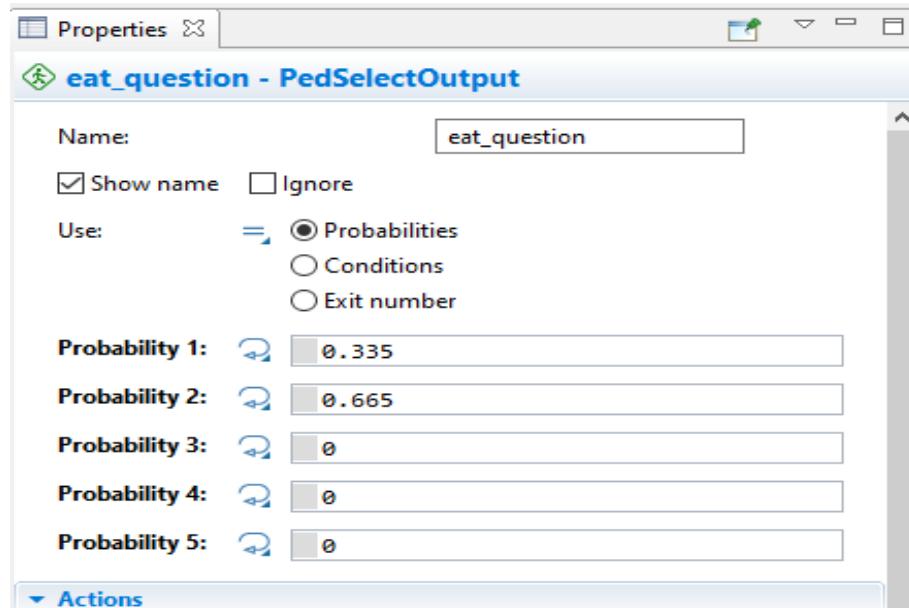


Figure 16: Configuración de agente condicion1.

Para el segundo servidor quien es el encargado de despachar la comida se configuró con una distribución de probabilidad exponencial.

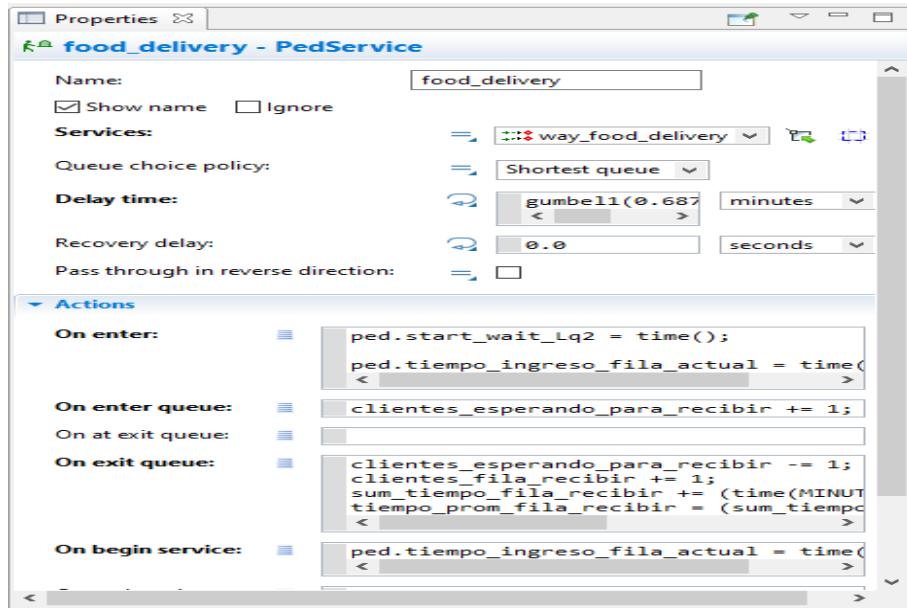


Figure 17: Configuración del despachador de comida.

En el modelo se implementó que los clientes deben esperar un tiempo si no encuentran mesa disponible para esto se usó un agente condición que pregunta al agente de mesas si está ocupado o no.

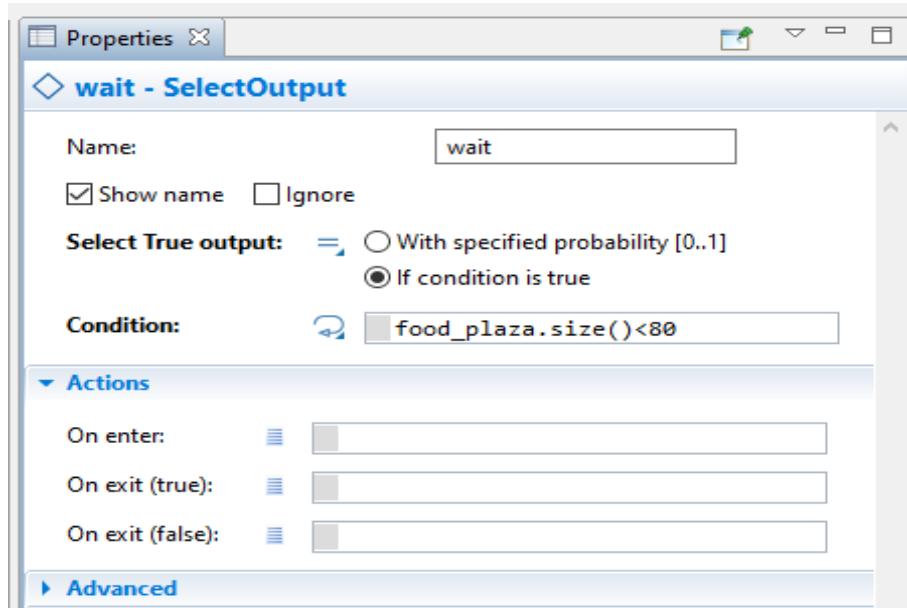


Figure 18: Configuración de condición mesas.

El agente de las mesas se encarga de servir estas, para se agrupó agentes services point los cuales simulan las sillas donde se sientan los clientes.

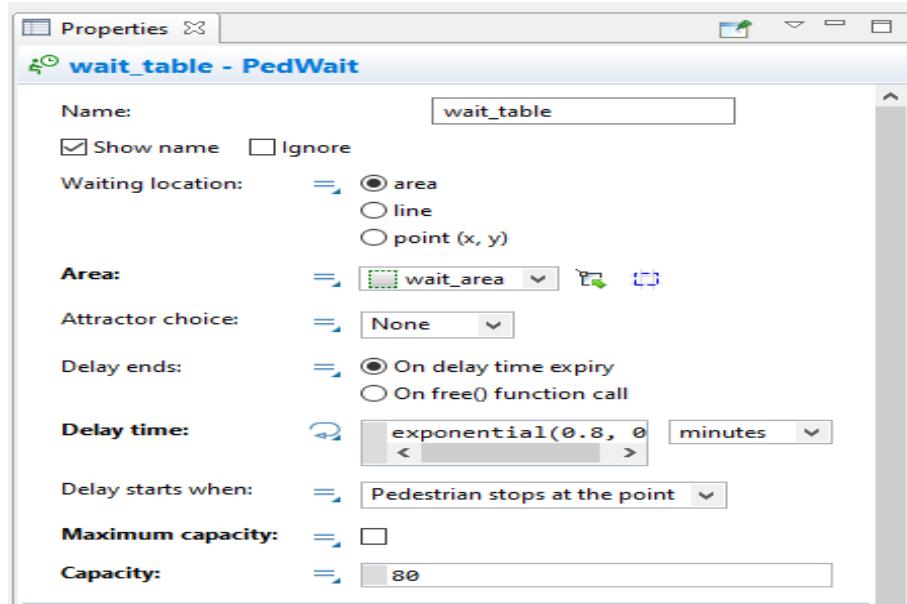


Figure 19: Configuración del agente de Mesas.

5 ¿Es el Modelo Programado Válido?

Luego de correr la simulación y obtener resultado. Se realizó una comparación con los datos muestrados del restaurante del Éxito. Se puede determinar que tiene sus diferencias pero muestra cual es el problema real que tiene el sistema modelado. concluimos que el modelo es válido.

6 Diseñar, Realizar, y Analizar los Experimentos de Simulación.

Luego de comprobar la validez del modelo programado, se procede a realizar la configuración de 5 distintos escenarios para que, basados en la simulación de cada uno, determinar si existe alguno óptimo o factible.

6.1 Para establecer las 5 configuraciones del modelo:

- Se plantea inicialmente que se va a contar con 2 empleados.
- Se plantea la posibilidad de incluir un tercer empleado.
- Se plantea la posibilidad de incorporar un cuarto empleado.

Según los planteamientos anteriores se interactúa con el puesto del nuevo empleado y luego viendo los resultados se agrega una nueva caja de pago. Esto es lo que nos arroja los resultados de los escenarios simulados.

1. Una caja de pago, un despachador de comida.
2. Una caja de pago, dos despachadores de comida.
3. Dos cajas de pago y dos despachadores de comidas.
4. Una caja de pago, dos despachadores de comida cada uno con función diferente para dos filas diferentes, el primero despacha comidas preparadas y el segundo las que debe preparar.
5. Dos cajas de pago y dos despachadores de comida cada uno con función diferente para dos filas diferentes, el primero despacha comidas preparadas y el segundo las que debe preparar.

7 Resultados.

7.1 Escenario uno:

Este escenario tiene la configuración original del sistema, se observa que el tiempo en la cola de despacho de comida es potencialmente alto.

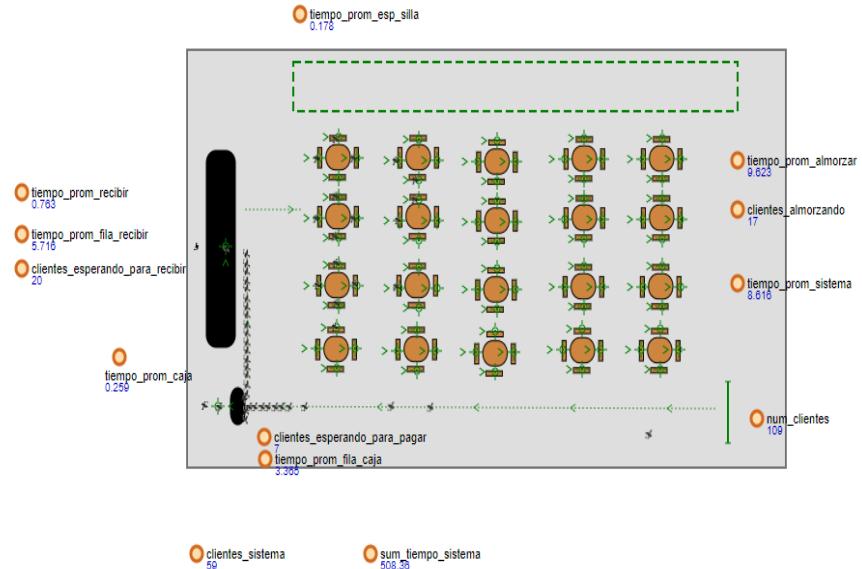


Figure 20: Escenario uno

Simulación Original						
Variables	resultados 1	resultados 2	resultados 3	resultados 4	resultados 5	Promedio
T. promedio en el sistema	20.62	11.83	10.01	12.24	9.18	12.776
T. promedio fila caja	15.31	2.22	1.5	1.31	1.34	4.336
T. promedio fila pedido	12.34	6.51	5.6	18.25	5.3	9.6
N. clientes atendido	67	139	181	132	144	132.6

Figure 21: Resultados promedio de varias simulación del modelo actual

7.2 Escenario dos:

El escenario 2 se basó en la propuesta hecha por los responsables del negocio, donde sugieren agregar un segundo despachador de comida.

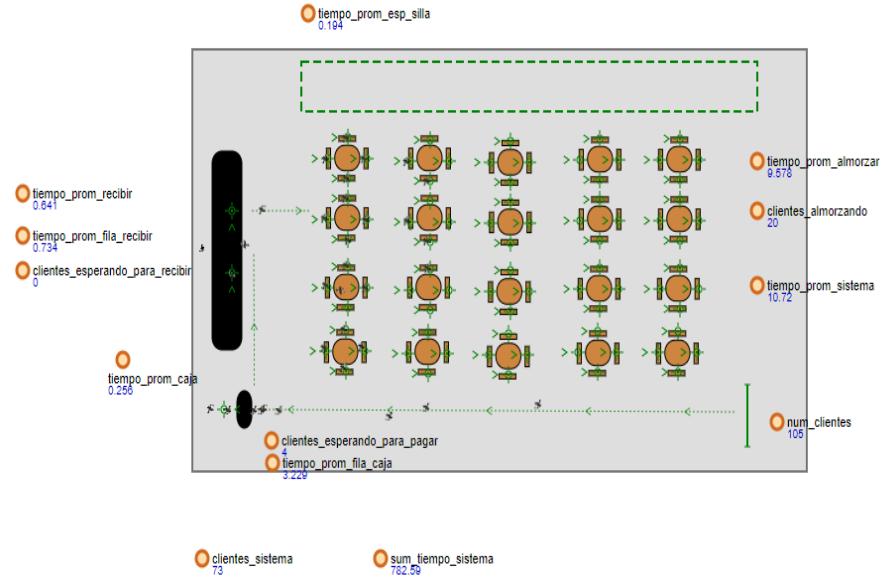


Figure 22: Escenario dos

Los resultados de la simulación del escenario 2 son reflejados en la siguiente tabla 23, a simple vista podemos notar una mejora respecto a tiempos de atención en las casas y un incremento en el número de clientes atendidos.

Simulacion propuesta 1						
Variables	resultados 1	resultados 2	resultados 3	resultados 4	resultados 5	Promedio
T. promedio en el sistema	9.41	10.72	11.98	9.8	8.94	10.17
T. promedio fila caja	1.92	2.94	2.03	2.06	1.32	2.054
T. promedio fila pedido	2.04	2.87	3.44	2.01	1.4	2.352
N. clientes atendido	162	160	179	189	169	171.8

Figure 23: Resumen de resultados del escenario 2

7.3 Escenario tres:

Al igual que el escenario 2 se basó en la sugerencia hecha por el responsable pero la diferencia en que se le agrega una segunda caja.

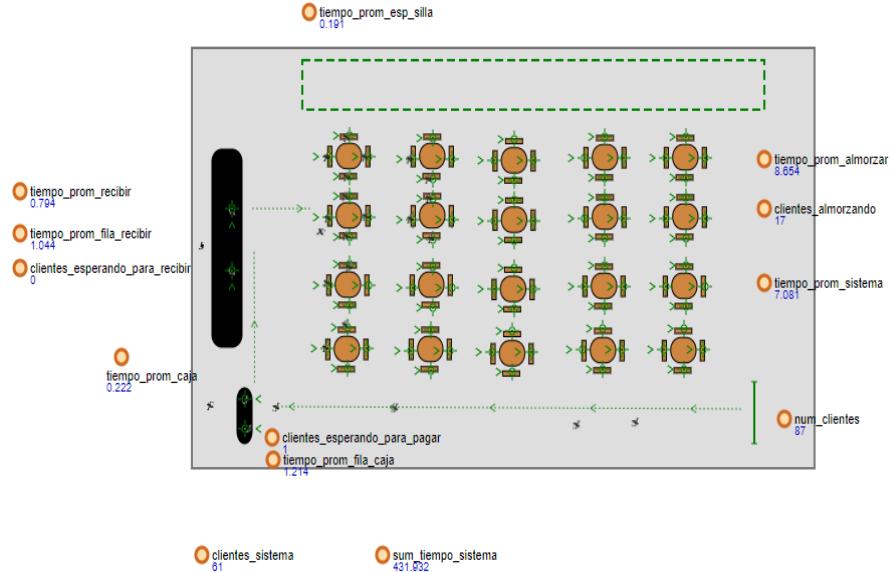


Figure 24: Escenario tres

Los resultados de simulación del escenario 3 esta reflejados en la siguiente tabla ahí se puede notar que con respecto al escenario original hay una mejora significativa en los tiempos de atención.

Simulación propuesta 2						
Variables	resultados 1	resultados 2	resultados 3	resultados 4	resultados 5	Promedio
T. promedio en el sistema	7.24	7.88	8.73	7.04	7.9	7.758
T. promedio fila caja	1.22	1.21	1.2	1.23	1.28	1.228
T. promedio fila pedido	0.91	0.91	1.92	1.63	0.97	1.268
N. clientes atendido	185	166	167	149	194	133.788

Figure 25: Resumen de resultados del escenario 3

7.4 Escenario cuatro:

El escenario 4 tiene la configuración de agregar un segundo despachador pero la diferencia aquí es en que las funciones de los despachadores están divididos de acuerdo a una clasificación que se le da a la comida, por dos tipos el primero comida preparada y por preparar.

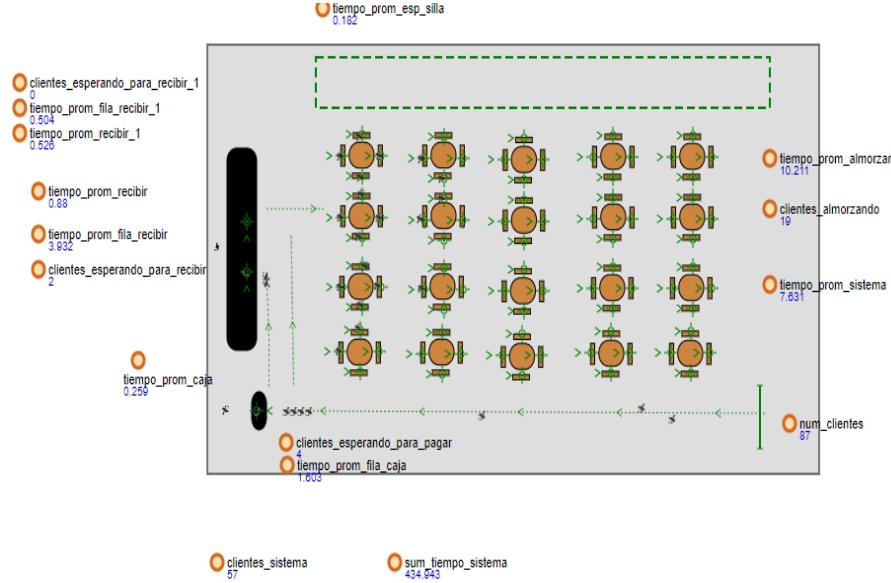


Figure 26: Escenario cuatro

En la tabla siguiente podemos observar un cambio significativo en los tiempos de atención con la configuración actual pero respecto a los escenarios 2 y 3 se puede notar que estos tienen mejores tiempo y más capacidad recibir mayor número de clientes.

Variables	Simulación propuesta 3					
	resultados 1	resultados 2	resultados 3	resultados 4	resultados 5	Promedio
T. promedio en el sistema	10.49	11.29	8.38	9.34	10.86	10.072
T. promedio fila caja	2.31	2.88	1.5	1.33	2.4	2.084
T. promedio fila pedido preparadas	4.62	3.39	0.89	1.81	1.37	2.416
T. promedio fila pedido no preparadas	1.94	1.97	2.65	1.5	2.66	2.144
N. clientes atendido	156	177	148	161	151	158.6

Figure 27: Resumen de resultados del escenario 4

7.5 Escenario cinco:

Este escenario es similar al escenario 4 solo que se agrega un nuevo punto de pago al sistema.

Esta configuración refleja que hay buena respuesta en la fila de pago pero como se dijo anteriormente hay un embottellamiento en la fila de despacho de comida.

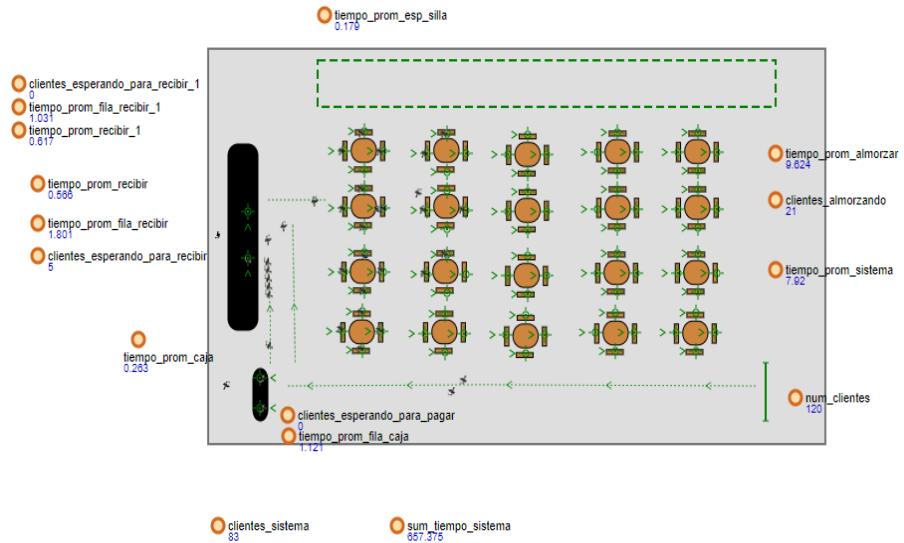


Figure 28: Escenario cinco

Simulacion propuesta 4						
Variables	resultados 1	resultados 2	resultados 3	resultados 4	resultados 5	Promedio
T. promedio en el sistema	10.45	9.43	10.38	8.51	9.81	9.716
T. promedio fila caja	1.42	1.48	1.41	1.38	1.41	1.42
T. promedio fila pedido preparadas	4.23	2.51	3.83	1.97	5.05	3.518
T. promedio fila pedido no preparadas	2.83	4.91	5.93	3.09	0.98	3.548
N. clientes atendido	170	168	163	173	163	167.4

Figure 29: Resumen de resultados del escenario 5

8 Respuestas.

1. ¿Que configuraciones del sistema ofrecen menor tiempo de espera en la fila de despacho de alimentos?
Rta: Al correr la 4 simulaciones propuestas y sacar un resumen de resultados promediados, mostrados en las tablas anteriores se determina que los escenarios 2 y 3 tienen los mejores tiempos de despacho de alimentos.

2. ¿Es favorable agregar otro punto de pago?
 Rta: Es favorable sólo si hay un segundo despachador de comida, sin que haya algún tipo de clasificación por comidas preparada o por preparar.
3. ¿Es favorable agregar un nuevo punto de despacho de almuerzos y comidas rápidas?
 Rta: Es favorable ya que va haber mejor afluencia en las dos filas de sistema.
4. ¿Es favorable dividir el tipo de pedidos en comidas preparadas y comidas por preparar?
 Rta: No es favorable ya que se va a generar embotellamiento en la fila de comidas preparadas, esto pasa porque la mayor parte de los clientes a esa hora van por comidas ya preparadas.

9 Conclusiones.

- Para lograr implementar las simulaciones hechas en este proyecto se identificó agentes y variables del sistema.
- Gracias a la disposición del sistemas para recolección de datos, se logró simular el estado actual y hacer nuevas propuestas de configuración para el mismo.
- Definitivamente se determina que se debe agregar un nuevo despachador de comida para agilizar el servicio.
- De acuerdo a las simulaciones propuestas se identificó que configuración del sistemas mejoran los tiempos de despacho de comida. Como en este caso tuvimos dos buenas respuestas y hacemos una relación costo/beneficio, proponemos el escenario 2.
- La idea de incrementar un cajero no es mala ya que en el escenario 3 muestra un buen rendimiento en el sistemas, pero para este caso sería más costoso para el almacén optar por esta idea. (1)

References

- [1] “AnyLogic: Simulation Modeling Software Tools Solutions for Business.” [Online]. Available: <https://www.anylogic.com/>.
- [2] “EasyFit - Programa para ajuste de distribución.” [Online]. Available: <http://www.mathwave.com/es/home.html>.
- [3] “(4) Simulación Anylogic Bank - YouTube.” [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=xm3izMMLGpAt=1653s>.