



INFORME GERENCIAL REGIONAL AIRLINES

**Universidad de Costa Rica
Informática Empresarial**

**IF7200 – Métodos Cuantitativos para la Toma de
Decisiones**

Profesor(a)

Iyubanit Rodríguez Ramírez

Proyecto de Investigación

Modelo de filas de espera y teoría de colas

Estudiantes

Fabián Bolaños Berrocal

Jesús Rodríguez Arauz

David Hidalgo Arias

Fabricio Vega Alfaro

Informe gerencial

Informe gerencial para Regional Airlines donde se analiza el sistema de reservaciones por teléfono. Se evalúa tanto el sistema que no permite esperar como el sistema ampliado que sí permite esperar. Este informe incluye las respuestas y análisis a las siguientes preguntas:

- 1. Un análisis detallado de las características de operación del sistema de reservaciones con un agente, como lo propuso el vicepresidente administrativo. ¿Cuál es su recomendación con respecto al sistema de un solo agente?**

Los valores que obtenemos con una tasa promedio de llegada (λ) de 16 clientes por hora, una tasa promedio de servicio (μ) de 20 clientes por hora y con un solo agente (s) son los siguientes:

Parámetros	Valores
Porcentaje de utilización promedio del servidor (p)	Hay un <u>80%</u> de posibilidades de que el servidor (agente) esté ocupado.
Cantidad promedio de clientes en la cola (L_q)	Hay un promedio de <u>3.2</u> clientes esperando en la cola a ser atendidos.
Cantidad promedio de clientes en el sistema (L)	Hay <u>4</u> clientes en promedio que están en el sistema en general, o sea, están esperando en la cola y siendo atendidos por un agente.
Tiempo promedio en cola (W_q)	Se tienen <u>12</u> minutos de tiempo promedio que un cliente espera en la cola antes de ser atendido por el agente.
Tiempo promedio transcurrido en el sistema (W)	Se tienen <u>15</u> minutos de tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema en general.
Probabilidad que el sistema esté vacío (P_0)	Hay un <u>20%</u> de probabilidades de que el sistema en general esté vacío.
Probabilidad de que un cliente que llega tenga que esperar (P_w)	Hay un <u>80%</u> de probabilidades de que un cliente que llega tenga que esperar en la cola antes de ser atendido.

Después de analizar detalladamente las características operativas del sistema de reservaciones con un solo agente, nuestra recomendación inicial sería la implementación de un sistema ampliado que permita a los clientes esperar en línea. El sistema actual, que no permite la espera, puede generar frustración en los clientes al recibir una señal de ocupado y ser bloqueados del sistema. Esta experiencia negativa para el cliente puede eventualmente traducirse en la pérdida de negocios para la aerolínea.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que incluso un sistema que permite la espera puede presentar desafíos. Los clientes pueden no estar satisfechos con la idea de esperar en cola durante largos períodos de tiempo, como es el caso que se nos presenta con un solo agente de reservaciones, en donde se tienen 12 minutos de tiempo promedio que un cliente espera en la cola antes de ser atendido por dicho agente, lo cual, a nuestro parecer, es un lapso muy grande para que una persona se mantenga en línea esperando a ser atendida, generando frustración, enojo, desespero para los clientes.

Por lo tanto, basándonos en estos datos obtenidos, la recomendación para abordar problemas de capacidad y tiempos de espera prolongados sería expandir el sistema con al menos un agente adicional, o sea, 2 agentes atendiendo las llamadas. Esta medida no solo mejoraría la eficiencia y reduciría los tiempos de espera para los clientes, sino que también consideraría la implementación de un sistema ampliado que permita a los clientes esperar en línea, lo que mejoraría su experiencia y reduciría la frustración.

2. Un análisis detallado de las características de operación del sistema de reservaciones basado en su recomendación con respecto al número de agentes que Regional debe utilizar.

Evaluación del sistema con un agente

Con la información disponible, podemos concluir que el sistema con un solo agente enfrenta serios problemas de capacidad y tiempos de espera prolongados. Los clientes deben de esperar en promedio 12 minutos en la cola y 15 minutos en el sistema en general. Además, la probabilidad de que haya cero clientes en el sistema es solo del 20%, lo que indica que el agente está ocupado la mayor parte del tiempo, por estos motivos se descarta la opción de utilizar un solo agente.

Evaluación del sistema con dos agentes

Sin embargo, ahora analizaremos los valores obtenidos de los parámetros con dos agentes de reservaciones, considerando una tasa promedio de llegada (λ) de 16 clientes por hora y una tasa promedio de servicio (μ) de 20 clientes por hora. Los resultados son los siguientes:

Parámetros	Valores
Porcentaje de utilización promedio del servidor (p)	Hay un <u>40%</u> de posibilidades de que el servidor esté siendo ocupado en llamada.
Cantidad promedio de clientes en la cola (Lq)	Hay un promedio de <u>0.15</u> clientes esperando en la cola a ser atendidos.
Cantidad promedio de clientes en el sistema (L)	Hay <u>0.95</u> clientes en promedio que están en el sistema en general.
Tiempo promedio en cola (Wq)	Se tienen <u>34.29</u> segundos de tiempo promedio que un cliente espera en la cola.
Tiempo promedio transcurrido en el sistema (W)	Se tienen <u>214.29</u> segundos de tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema en general.
Probabilidad que el sistema esté vacío (P_0)	Hay un <u>43%</u> de probabilidades de que el sistema en general esté vacío.
Probabilidad de que un cliente que llega tenga que esperar (Pw)	Hay alrededor de un <u>23%</u> de probabilidades de que un cliente que llega tenga que esperar en la cola.

Con dos agentes, la utilización promedio del servidor se reduce un 0.4, o sea a un 40%, lo que indica una capacidad adicional para manejar la demanda de llamadas entrantes y también la posibilidad de que tengan tiempos libres entre llamadas para despejar sus mentes y tener un poco de tiempo de ocio. Los tiempos de espera se reducen significativamente, con un tiempo promedio en cola de tan solo 0.57 minutos, es decir 34.29 segundos, y un tiempo promedio en el sistema de 214.29 segundos, lo que se traduce a 3.57 minutos, o sea, 3 minutos y 34.29 segundos. La probabilidad de que no haya clientes en el sistema aumenta al 43%, lo que sugiere igualmente, que los agentes no estén ocupados todo el tiempo.

Evaluación del sistema con tres agentes

Ahora evaluaremos los parámetros del sistema al utilizar 3 agentes de reservaciones, manteniendo la misma tasa promedio de llegada (λ) de 16 clientes por hora y tasa promedio de servicio (μ) de 20 clientes por hora. Los resultados son:

Parámetros	Valores
Porcentaje de utilización promedio del servidor (p)	Hay un <u>27%</u> de posibilidades de que el agente esté siendo utilizado.
Cantidad promedio de clientes en la cola (Lq)	Hay un promedio de <u>0.02</u> clientes esperando en la cola a ser atendidos.
Cantidad promedio de clientes en el sistema (L)	Hay <u>0.82</u> clientes en promedio que están en el sistema en general.
Tiempo promedio en cola (Wq)	Se tienen <u>4.26</u> segundos de tiempo promedio que un cliente espera en la cola.
Tiempo promedio transcurrido en el sistema (W)	Se tienen <u>184.26</u> segundos de tiempo promedio que un cliente pasa en el sistema en general.
Probabilidad que el sistema esté vacío (P₀)	Hay un <u>45%</u> de probabilidades de que el sistema en general esté vacío.
Probabilidad de que un cliente que llega tenga que esperar (Pw)	Hay alrededor de un <u>5%</u> de probabilidades de que un cliente que llega tenga que esperar en la cola.

Con tres agentes, la utilización promedio del sistema se reduce aún más al 27%, indicando una capacidad adicional para manejar la demanda de llamadas entrantes. Los tiempos de espera se reducen aún más, con un tiempo promedio en cola de solamente 4.26 segundos y un tiempo promedio en el sistema de 184.26 segundos, lo que se traduce a 3.07 minutos, o sea, 3 minutos y 4.26 segundos, de lo cual podríamos notar que no habría casi cola. La probabilidad de que no haya clientes en el sistema aumenta al 45%, sugiriendo que los agentes estarán aún menos ocupados con lo cual podrían tener mucho tiempo ocioso y sin trabajo efectivo durante las horas laborales.

Recomendación final

Considerando la meta de la junta de planeación de que al menos el 85% de las llamadas deben ser respondidas de inmediato, la opción de tres agentes cumple con este objetivo, ya que hay un 95% de probabilidades de que un cliente no tenga que esperar en la cola. Sin embargo, al analizar los costos y la eficiencia, consideramos que la mejor opción es emplear solo dos agentes. Aunque esto no cumple completamente con la meta del 85%, con un 23% de probabilidades de que un cliente tenga que esperar en la cola, se acerca bastante a la meta con una diferencia del 8%.

La utilización de tres agentes resultaría en una menor probabilidad de que el sistema esté ocupado (27%) en comparación con dos agentes (40%). Esto significa que los agentes tendrían más tiempo de ocio y menos trabajo efectivo, lo cual no es ideal desde un punto de vista de eficiencia y costos. Además, el tiempo promedio en cola con dos agentes (34.29 segundos) sigue siendo razonablemente corto y no debería causar una gran frustración, enojo y/o estrés en los clientes.

En resumen, recomendamos utilizar dos agentes de reservaciones. Esta opción ofrece un buen equilibrio entre servicio al cliente y eficiencia operativa, reduciendo los costos sin sacrificar significativamente la calidad del servicio.

3. ¿Cuáles parecen ser las ventajas o desventajas del sistema ampliado? Discuta el número de clientes en espera que el sistema ampliado necesitaría atender.

Ventajas

Entre las ventajas para el sistema ampliado se consideran las siguientes:

1. Mejora de la experiencia del cliente:

- Permitir que los clientes esperen en línea evita que se sientan frustrados, enojados y/o estresados por recibir una señal de ocupado y ser bloqueados del sistema. Esto mejora su experiencia y percepción de la aerolínea.
- Al ofrecer a los clientes la opción de esperar en cola en lugar de ser bloqueados, se reduce la frustración y se muestra un compromiso con el servicio al cliente por parte de la aerolínea Regional Airlines.

2. Eficiencia operativa:

- El sistema ampliado permite utilizar de manera más eficiente la capacidad de los agentes de reservaciones, optimizando los recursos disponibles. Los agentes pueden manejar una mayor cantidad de llamadas sin que los clientes se sientan excluidos del servicio.

3. Flexibilidad en la atención:

- El sistema ampliado proporciona flexibilidad para manejar picos inesperados en la demanda de llamadas, ya que los clientes pueden esperar en cola en lugar de recibir una señal de ocupado.

4. Reducción de llamadas perdidas:

- Permitir que los clientes esperen reduce significativamente la probabilidad de perder llamadas. Esto significa que se disminuye la pérdida potencial de ingresos por medio de la pérdida de reservaciones y negocios. Como resultado, esta medida puede traducirse en una mayor satisfacción del cliente y una mayor retención de clientes logrando así una mayor generación de ingresos para la aerolínea.

Desventajas

Entre las desventajas de la implementación de un sistema ampliado se encuentran:

1. Carga de trabajo aumentada:

- Un sistema ampliado puede resultar en una mayor carga de trabajo para los agentes de reservaciones, ya que deben manejar un mayor número de llamadas y clientes en espera.

2. Posible aumento en tiempos de espera:

- Aunque los clientes no son bloqueados, pueden experimentar tiempos de espera más largos, lo que podría llevar a una percepción negativa del servicio si no se gestiona adecuadamente.

3. Requerimiento de infraestructura adicional:

- La implementación de un sistema ampliado podría requerir infraestructura adicional, como sistemas de cola y grabaciones de espera, lo que implicaría costos adicionales como, por ejemplo, en el almacenamiento de dichas grabaciones.

4. Potencial impacto en la moral del personal:

- La mayor carga de trabajo y el aumento de la presión para gestionar las llamadas en espera pueden afectar la moral de los agentes de reservaciones, llevando a una posible disminución en la calidad del servicio, todo esto si no se gestiona adecuadamente.

Con dos agentes de reservaciones, el sistema ampliado necesitaría atender un promedio de 0.95 clientes en el sistema en general (incluyendo tanto los que están siendo atendidos como los que están en la cola) y un promedio de 0.15 clientes esperando en la cola para ser atendidos. Esto indica que la cantidad de clientes en espera en promedio oscila entre cero y uno.

4. **Los datos presentados de llamadas entrantes son del lapso de tiempo de 10:00 a.m. a 11:00 a.m; sin embargo, se espera que la tasa de llamadas entrantes cambie de una hora a otra. Describa cómo se podría utilizar su análisis de la línea de espera para desarrollar un plan de provisión de agentes de boletos que permitiera a la empresa utilizar diferentes niveles de personal para el sistema de reservaciones de boletos en horas diferentes durante el día. Indique la información que necesitaría para desarrollar este plan de provisión de personal.**

Información necesaria

La información que se necesitaría para desarrollar el plan de provisión de personal es la siguiente:

- Tasa promedio de llegada de clientes (λ): Se necesita recopilar la tasa promedio de llegada de llamadas entrantes para cada hora del día. Esto se puede hacer mediante un análisis histórico de datos de llamadas.
- Tasa promedio de servicio (μ): Es crucial conocer la tasa promedio de servicio de los agentes para cada hora del día, que indica cuántas llamadas puede manejar un agente en promedio por hora; esto se puede obtener, al igual que la tasa de llegada, de un análisis histórico de datos de llamadas.
- Análisis de horas pico: Identificar las horas pico de llamadas en la aerolínea, por ejemplo, según los patrones observados en bancos durante las horas de almuerzo (de 10:00 a.m. a 1:00 p.m.), es cuando la demanda de servicios es mayor, entonces, de esta forma se podría considerar aumentar la cantidad de agentes para brindar un mejor servicio en las horas pico en Regional Airlines.

Desarrollo del plan

- Recolectar datos históricos: Como antes se mencionó, se debe de obtener la información necesaria por medio de datos históricos de llamadas entrantes de la aerolínea para de esta forma, determinar las tasas promedio de llegada (λ) y de servicio (μ) para cada hora del día a analizar.
- Calcular los parámetros de la línea de espera: Se debe de utilizar tanto el modelo de teoría de colas M/M/s como los datos necesarios, vistos anteriormente, para calcular los siguientes parámetros para cada franja horaria según la cantidad de agentes a analizar:
 - Porcentaje de utilización promedio del sistema (ρ)
 - Cantidad promedio de clientes en la cola (L_q)
 - Cantidad promedio de clientes en el sistema (L)
 - Tiempo promedio en cola (W_q)
 - Tiempo promedio en el sistema (W)
 - Probabilidad de que el sistema esté vacío (P_0)
 - Probabilidad de que un cliente que llega tenga que esperar (P_w)
- Determinar el número óptimo de agentes: Basado en los cálculos anteriores, se debe de determinar el número óptimo de agentes necesarios para cada franja horaria, de forma en que se asegure que el nivel de servicio cumpla con los objetivos de la empresa, como responder al 85% de las llamadas de inmediato y/o, por ejemplo, que las personas no esperen más de 2:00 minutos en la cola para pasar con el agente de reservaciones.
- Implementar niveles de personal variables: Puede ser necesario asignar diferentes cantidades de personal para diferentes horas del día, ajustando el número de agentes según las necesidades proyectadas para cada una de las horas del día. Por ejemplo, durante las horas pico, puede ser mejor emplear más agentes para manejar la mayor demanda y reducir el tiempo de espera de los clientes en la cola.
- Monitoreo y ajuste continuo: Se debe de monitorear el rendimiento del sistema de reservaciones en tiempo real y ajustar el número de agentes según sea necesario. Esto permitirá una respuesta rápida a cualquier cambio inesperado en la demanda de llamadas por parte de los clientes. Por ejemplo, puede ser que del mes de noviembre al mes de diciembre la demanda de llamadas aumente en un 20% en las horas de 10:00

a.m. a 11:00 a.m., por lo cual se debe de analizar este cambio para asignar un número de agentes apropiado para cumplir con dicha demanda.

- Simulación y pruebas: Es importante realizar simulaciones del sistema con diferentes niveles de personal para validar las proyecciones y asegurarse de que los objetivos de servicio de la compañía se cumplan de manera efectiva.

Ejemplo de provisión de personal

A continuación, se presenta un ejemplo en donde se asignan diferentes cantidades de personal según los datos obtenidos de la tasa de llegada y tasa de servicio a las diferentes horas del día según la demanda de llamadas por parte de los clientes:

- Horas pico (10:00 a.m. a 1:00 p.m.):
 - Tasa promedio de llegada: $\lambda = 20$ llamadas / hora.
 - Tasa promedio de servicio: $\mu = 20$ llamadas / hora por agente.
 - Número óptimo de agentes: 3 agentes.
- Horas normales (1:00 p.m. a 4:00 p.m.):
 - Tasa promedio de llegada: $\lambda = 10$ llamadas/hora
 - Tasa promedio de servicio: $\mu = 20$ llamadas/hora por agente.
 - Número óptimo de agentes: 1 o 2 agentes.
- Horas de baja demanda (4:00 p.m. a 6:00 p.m.):
 - Tasa promedio de llegada: $\lambda = 5$ llamadas/hora.
 - Tasa promedio de servicio: $\mu = 20$ llamadas/hora por agente.
 - Número óptimo de agentes: 1 agentes.

Conclusión

El desarrollar un plan de provisión de agentes basado en el análisis de la línea de espera le permite a Regional Airlines reducir costos, optimizar el uso de su personal, mejorar la eficiencia del sistema de reservaciones y garantizar un alto nivel de satisfacción del cliente. Recopilar y analizar datos históricos de llamadas es fundamental para ajustar el número de agentes de manera precisa y eficiente, asegurando que la empresa pueda responder adecuadamente a la demanda variable durante el día y también durante todo el año.