



MODELAMIENTO DE LOS COSTOS ASOCIADOS A LAS LÍNEAS DE ESPERA EN ENTORNOS
REPETITIVOS Y COMPETITIVOS

INFORME FINAL

GABRIELA CAROLINA TUETI SILVA

PROFESOR
JORGE ALVARADO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C.
2013

Resumen

En esta investigación se realizó una profunda revisión de literatura sobre la psicología de las líneas de esperas, con el objetivo de definir un marco conceptual en donde se propone una nueva clasificación de los factores que afectan la evaluación de la espera y además se plantea un modelo de respuesta de los clientes a la insatisfacción debida a la espera.

Basándose en el marco conceptual se creó un modelo de simulación aplicable a diferentes ámbitos, en donde se integra uno de los más recientes e influyentes modelos psicológicos de la evaluación de la espera con un modelo de respuesta de los clientes a dicha evaluación, lo que permite evaluar los efectos de diferentes valores de parámetros psicológicos y de intervención (distractores) de las líneas de espera sobre la evaluación y por ende sobre la satisfacción del cliente. Todo ello le proporciona a las empresas una herramienta que les permite modelar sus costos por insatisfacción de las líneas de espera.

Tabla de Contenido

1.	Introducción	1
2.	Planteamiento y justificación del problema	2
3.	Objetivos	4
3.1	Objetivo general.....	4
3.2	Objetivos específicos.....	4
4.	Estado del arte	5
4.1	Moderadores de la percepción y expectativa.....	5
4.1.1	Moderadores personales	5
4.1.2	Moderadores ambientales.....	6
4.1.3	Características del servicio	6
4.1.4	Moderadores externos.....	8
4.2	Modelos de evaluación de la espera.....	8
4.3	Respuestas a la insatisfacción	9
5.	Modelo matemático del costo de la insatisfacción en líneas de espera.....	13
5.1	Variables.....	13
5.2	Parámetros.....	16
5.3	Costos e ingresos.....	18
5.4	Modelo matemático.....	19
6.	Modelo de simulación.....	20
6.1	Modelo conceptual de la simulación	20
6.2	Modelo de simulación en Arena	25
6.2.1	Llegada al sistema y definición de atributos	25
6.2.2	Evaluación de la espera.....	26
6.2.3	Respuesta a la insatisfacción.....	27
Retorno al sistema y respuesta a la satisfacción.....	29	
6.3	Análisis de entrada.....	30
6.4	Verificación y validación.....	30
6.4.1	Verificación.....	30
6.4.2	Validación.....	30

7.	Modelo experimental.....	32
7.1	Variable dependiente.....	32
7.2	Variable independiente.....	32
7.2.1	Distractores	32
7.2.2	Variables psicológicas.....	33
7.3	Factores y niveles	34
7.4	Número de réplicas	34
8.	Resultados	36
8.1	Estadística descriptiva univariada	36
8.1.1	Tiempo de espera.....	36
8.1.2	Tiempo percibido	38
8.1.3	Evaluación de la espera.....	39
8.2	ANOVA.....	40
8.2.1	ANOVA de los factores de nivel superior	40
8.2.2	ANOVA con el factor anidado.....	47
9.	Conclusiones y recomendaciones	53
9.1	Cumplimiento de objetivos del trabajo.....	53
9.2	Conclusiones.....	53
9.3	Recomendaciones para futuras investigaciones.....	54
10.	Referencias.....	56
11.	Anexos	59

Índice de figuras

Figura 1. Marco conceptual.....	12
Figura 2. Diagrama del modelo de costos. Parte 1	14
Figura 3. Diagrama del modelo de costos. Parte 2	15
Figura 4. Modelo conceptual de la simulación	24
Figura 5. Diagrama de Caja y Bigote del tiempo de espera	37
Figura 6. Comportamiento de la evaluación de la espera en el tiempo	40
Figura 7. Gráfico de dispersión de residuales de ANOVA de los factores de nivel superior.....	42
Figura 8. Gráficos de perfil factores β_4 y β_5	44
Figura 9. Gráficos de perfil factor distractores	45
Figura 10. Gráficos de perfil de la interacción entre β_4 y β_5	45
Figura 11. Gráficos de perfil de la interacción entre β_4 y los distractores	46
Figura 12. Gráficos de perfil del factor bono de satisfacción (β_3)	51

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción del módulo llegada al sistema y definición de atributos	25
Tabla 2. Atributos fijos de las entidades	25
Tabla 3. Atributos variables de las entidades	26
Tabla 4. Descripción del módulo cálculo de evaluación de la espera	26
Tabla 5. Descripción del módulo contadores de respuesta de insatisfacción. Parte 1.....	27
Tabla 6. Descripción del módulo contadores de respuesta de insatisfacción. Parte 2.....	28
Tabla 7. Descripción del módulo de retorno al sistema y respuesta a la satisfacción.....	29
Tabla 8. Resumen de distribuciones de probabilidad	30
Tabla 9. Relación entre efecto de distractores	32
Tabla 10. Niveles de los distractores.....	33
Tabla 11. Niveles de β_4 y β_5	33
Tabla 12. Niveles de β_3	33
Tabla 13. Factores y niveles	34
Tabla 14. Calculo del número de réplicas con $\Delta=0,9\sigma$	35
Tabla 15. Estadística descriptiva e histograma del tiempo de espera	36
Tabla 16. Estadística descriptiva e histograma del tiempo percibido.....	38
Tabla 17. Estadística descriptiva e histograma de la evaluación de la espera.....	39
Tabla 18. Prueba de homogeneidad de varianzas de la ANOVA de factores superiores.....	41
Tabla 19. Análisis de varianza de ANOVA de los factores de nivel superior	43
Tabla 20. Prueba de Tukey para el factor distractores. ANOVA de los factores de nivel superior...	46
Tabla 21. Prueba T de diferencias de medias para factor β_4	47
Tabla 22. Prueba de homogeneidad de varianzas de ANOVA con factor anidad y $\beta_4=1$	48
Tabla 23. Prueba de homogeneidad de varianzas de ANOVA con factor anidad y $\beta_4=2$	48
Tabla 24. Análisis de varianza ANOVA con el factor anidado y $\beta_4=1$	49
Tabla 25. Análisis de varianza ANOVA con el factor anidado y $\beta_4=2$	50

Índice de Anexos

Anexo 1. Definición de parámetros de cantidad de clientes	59
Anexo 2. Estadística descriptiva del tiempo de espera real.....	62
Anexo 3. Módulo de VBA para el cálculo del tiempo percibido y evaluación de la espera	63
Anexo 4. Análisis de entrada del modelo de simulación	68
Anexo 5. Prueba de diferencias de medias entre la expectativa real y la simulada	74
Anexo 6. Prueba de diferencias de medias entre el tiempo de espera real y el simulado	75
Anexo 7. Cálculo del número de réplicas del experimento	76
Anexo 8. Tratamientos del experimento	77
Anexo 9. Prueba de normalidad de residuales de ANOVA de los factores de nivel superior	78
Anexo 10 Varianza de residuales ANOVA de los factores de nivel superior.....	79
Anexo 11. Pruebas de normalidad de residuales de ANOVAS con factor anidado.....	80
Anexo 12. Varianzas de residuales ANOVA con factor anidado.....	82
Anexo 13. Prueba de diferencia de medias para el factor distractor de las ANOVAS con factor anidado.....	83
Anexo 14. . Prueba de diferencia de medias para el factor bono de satisfacción de las ANOVAS con factor anidado	84
Anexo 15. Pruebas de Kruskal-Wallis	85

1. Introducción

El enfoque tradicional para resolver problemas de tiempo de espera para la prestación de un servicio ha sido el uso de teorías de colas y la manipulación de la oferta y la demanda con el objetivo de disminuir la espera o la longitud de la cola (Baker & Cameron, 1996). Sin embargo, no siempre es factible la reducción de estos tiempos, ya sea por falta de control sobre las colas (Taylor, 1994) o por consideraciones de costo (Pruyn & Smidts, 1998). Por esta razón se ha venido dando una nueva orientación a este tipo de problemas, en donde la percepción del tiempo de espera es más importante que el tiempo real de la misma. Esta hipótesis fue primero desarrollada por Maister (Maister, 1985) en una serie de propuestas que ofrecen una explicación para ese comportamiento.

La literatura sugiere que existe una relación inversamente proporcional entre la satisfacción y el tiempo de espera percibido por el cliente, es decir que entre menor sea el tiempo percibido, mayor será la satisfacción con el servicio (Katz, Larson, & Larson, 1991). Por otra parte, los clientes por lo general sobrestiman la cantidad de tiempo de espera, lo que puede afectar de forma negativa a un amplio rango de empresas como: restaurantes, tiendas por departamentos, aerolíneas, hospitales y bancos, entre otros (Larson, 1987). Es por las razones antes expuestas, entre otras, que las empresas deben tomar acciones para tratar de disminuir el efecto negativo de la espera cuando no se puede cambiar la duración real de ésta (Taylor, 1994).

En este trabajo se realizará una profunda revisión de literatura sobre la psicología de las líneas de esperas, con el objetivo de: primero definir un marco conceptual en donde la evaluación de ésta esté dada por la diferencia entre la percepción y las expectativas de los clientes con respecto al tiempo de espera y segundo poder desarrollar una función que permita determinar el costo asociado con la insatisfacción del cliente debida a factores psicológicos de la espera.

Basándose en el marco conceptual se realizará una simulación, en donde se integrará un modelo psicológico de la evaluación de la espera con un modelo de respuesta de los clientes a dicha evaluación, que permitirá modelar los costos asociados a dicha espera y medir su impacto sobre la empresa que presta el servicio.

2. Planteamiento y justificación del problema

La satisfacción de un cliente está afectada por la percepción del tiempo de espera (Pruyn & Smidts, 1998). Se ha demostrado que la calidad general de un servicio está vinculada, no solo al resultado del servicio recibido sino también al proceso de prestación de este, que incluye el tiempo de espera (J.-C. Chebat, Filiatrault, Gelinat-Chebat, & Vaninsky, 1994), por ejemplo en un restaurante las personas que no están felices con el tiempo que han tenido que esperar para ser atendidos se quejan sobre la comida, incluso cuando la comida es totalmente aceptable (Davis & Heineke, 1998). Por esta razón es importante que en situaciones en donde la espera es inevitable, se procure minimizar los efectos negativos que ésta puede tener.

Se han hecho estudios para reducir la percepción de la duración de la espera y mejorar la satisfacción de los clientes, generalmente proveyendo información u otro estímulo durante ésta. Por ejemplo Hornik (Hornik, 1984) y Katz (1991) sugieren que proveer distracciones durante la espera puede entretener a las personas reduciendo la percepción que éstas puedan tener sobre el paso del tiempo, también reporta que los distractores hacen que la espera sea más placentera. Otras investigaciones han estudiado el efecto de la música (Kellaris & Kent, 1992; Oakes, 2003), de dar información acerca de la espera (Bielen & Demoulin, 2007; Hui & Tse, 1996; Pazgal & Radas, 2007) y dar garantías sobre el tiempo real de ésta (Kumar, Kalwani, & Dada, 1997), entre otras, sobre la satisfacción del cliente y el tiempo de espera percibido.

El tema de los costos asociados a la insatisfacción por causa de las líneas de espera ha sido abordado desde dos perspectivas, la primera se enfoca en la disminución de compras futuras (Davis & Maggard, 1990; Zhao, Lau, & Lam, 2002) y la segunda se refiere al abandono de la fila de espera. Este estudio se enfocará en el costo de cuatro posibles respuestas a la insatisfacción, como lo son: las quejas, cuando el cliente expresa su opinión con respecto a una mala experiencia (Hirschman, 1970); el boca a boca negativo, se refiere a transmitir comentarios negativos a otras personas sobre un servicio (Ferguson & Johnston, 2011); la disminución de las compras, cuando el cliente disminuye su frecuencia de compras de forma parcial o total y la lealtad, cuando a pesar de todo los clientes no terminan la relación con el prestador de servicio (Hirschman, 1970).

Las quejas, el boca a boca negativo y la disminución de las compras representan los costos ocultos relacionados con la insatisfacción. Sin embargo si una empresa es proveedora de un servicio único, es decir que sólo ella ofrece dicho servicio, no importa que tan insatisfecho esté el cliente, éste siempre tendrá que ir a esta empresa y no existiría ningún costo oculto por su insatisfacción; de la misma manera sucede si el cliente no utiliza frecuentemente un servicio. Es así como los costos ocultos por la insatisfacción sólo se generan cuando el servicio ofrecido se encuentra en un ambiente repetitivo y competitivo, en el sentido de que el servicio va a ser usado frecuentemente por el cliente y existen competidores que ofrecen ese mismo servicio en una ambiente de competencia abierta.

Los costos por la insatisfacción de las líneas de espera aquejan a todas las organizaciones en las que su proceso de prestación de servicio involucra algún tipo de tiempo de espera, lo que comprende un amplio rango de empresas como: restaurantes, tiendas por departamentos, aerolíneas, hospitales y bancos entre otros. No obstante, a estas empresas se les dificulta cuantificar la afectación de estos costos sobre sus utilidades, por esto, el desarrollo de una función que permita conocer las pérdidas causadas por la insatisfacción de los clientes en las líneas de espera resulta una herramienta de gran poder y utilidad para la toma de decisiones estratégicas dentro de las organizaciones, con el fin de minimizar los efectos secundarios que trae un cliente insatisfecho.

En este trabajo, a diferencia de la literatura existente que ha buscado como disminuir el efectos negativos del tiempo de espera sobre la satisfacción de los clientes, se ha definido un marco conceptual en donde se consideren la mayoría de los factores que influyen sobre la evaluación de la espera y además, se ha cuantificado el efecto que éste tiene sobre las utilidades de los prestadores de servicios mediante el desarrollo de una función que permita valorar los costos que implican para las organizaciones la insatisfacción por causa del tiempo de espera, la cual será probada por medio de una simulación.

Por las razones antes expuestas, este proyecto busca responder la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo modelar los costos de las líneas de espera en entornos repetitivos y competitivos teniendo en cuenta la insatisfacción debida a factores psicológicos de la espera, para poder cuantificar las pérdidas generadas por este problema y proporcionar a las empresas una herramienta que sirva de apoyo en la toma de decisiones?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Realizar un modelo que permita cuantificar los costos de las líneas de espera en entornos repetitivos y competitivos teniendo en cuenta la insatisfacción causada por dicha espera.

3.2 Objetivos específicos

- Definir un marco conceptual en donde se consideren los factores psicológicos, ambientales y del servicio que influyen en el proceso de líneas de espera y que afectan tanto la percepción como la expectativa de los clientes con respecto a ésta.
- Desarrollar una función de costos que permita cuantificar las pérdidas causadas por la insatisfacción de los clientes.
- Evaluar, mediante una simulación, el impacto de la insatisfacción de los clientes teniendo en cuenta los factores psicológicos de la espera bajo diferentes condiciones.

4. Estado del arte

Se elaboró un marco conceptual basado en la idea de que la satisfacción con respecto a la espera por parte de los clientes, sólo puede ser influenciada mediante la expectativa o la percepción de éstos.

4.1 Moderadores de la percepción y expectativa

La figura 1 ilustra el modelo conceptual propuesto, en el que se argumenta que la percepción y la expectativa pueden ser influenciadas tanto por aspectos del servicio ofrecido como por características personales del cliente. Todos estos aspectos se clasificaron en 4 categorías:

4.1.1 Moderadores personales

4.1.1.1 Cognición, emoción y cultura

La reacción de los clientes ante la espera se puede dividir en dos componentes: un componente cognitivo que refleja la percepción del tiempo en términos de largo o corto y un componente afectivo, que consiste en las respuestas emocionales a la espera como la irritación, el aburrimiento, el estrés (Pruyn & Smidts, 1998).

La percepción del tiempo también puede ser influenciada por factores culturales como: valores, normas, creencias y actitudes (Nie, 2000). Un ejemplo de esto se evidencia en el parque de atracciones temáticas EuroDisney, en donde se ha reportado que personas de distintas nacionalidades se comportan de manera muy diferente cuando se enfrentan a las colas de las atracciones del parque (P. Jones & Peppiatt, 1996) .

Adicionalmente, la expectativa de las personas se puede ver afectada por su actitud, es así como las personas que tienen un ritmo de vida más rápido son más demandantes con su tiempo, lo que las hacen menos tolerantes a las esperas (Graham, 1981).

4.1.1.2 Confort

El confort se refiere a la comodidad del cliente mientras espera y cómo éste puede afectar el componente afectivo de la espera. Con respecto a esta característica se encontraron estudios relacionados con: la temperatura, el color, la comodidad de los muebles y la iluminación, que sugieren que mientras más positiva sea la respuesta emocional del cliente hacia el ambiente físico donde se realiza la espera, éstos tienden a subestimar la duración real de ésta (Baker & Cameron, 1996; Hui, Dubé, & Chebat, 1997; Voorhees, Baker, Bourdeau, Brocato, & Cronin, 2009).

4.1.1.3 Género

Existe una diferencia entre la forma en que cada género observa el medio ambiente, analiza y evalúa la información y hace juicios sobre éstas (Karatepe, Yavas, Babakus, & Avci, 2006). Las mujeres por lo general son más detallistas y pueden procesar mayor cantidad de información a la hora de tomar una decisión, mientras que los hombres usan la heurística y procesan menos cantidad de información (Sunden & Surette, 1998). También se ha demostrado que las mujeres experimentan mayores niveles de estrés (Nelson & Quick, 1985). Todas esas diferencias en el

comportamiento de hombres y mujeres llevan a pensar que la percepción del tiempo difiere para ambos géneros. Sin embargo los resultados de las investigaciones que se han hecho al respecto han sido contradictorios. Algunos estudios como los de Davis y Vollmann (Davis & Vollmann, 1990) y Jones y Peppiatt (P. Jones & Peppiatt, 1996) han encontrado que no existen diferencias entre la percepción del tiempo entre ambos géneros mientras que Whiting (Whiting, 2006) encontró que las mujeres tienden a sobrestimarlo más que los hombres.

4.1.2 Moderadores ambientales

Basado en el marco conceptual propuesto por Bitner (Bitner, 1992) utilizaremos las siguientes dimensiones ambientales: condiciones ambientales, layout (disposición) y elementos sociales.

Baker y Cameron (Baker & Cameron, 1996) en su revisión de literatura sobre diferentes condiciones ambientales como: iluminación, temperatura, color y mobiliario, encontraron una relación directa entre estas y la percepción del tiempo de espera. Sin embargo se necesitan realizar más investigaciones para probar los efectos de cada una de estas condiciones ambientales por separado sobre la percepción del tiempo de espera.

En los servicios de páginas web, se ha encontrado que la sensación de relajación proporcionada por los colores de la pantalla tiene efectos sobre la percepción del tiempo de espera (Gorn, Chattopadhyay, & Sengupta, 2004).

Algunas investigaciones sugieren que la emoción es un mediador de la relación entre el ambiente de la espera y la percepción del tiempo, en otras palabras los clientes que tengan emociones positivas en relación al ambiente físico donde se realiza la espera tenderán a subestimar la duración real de ésta (Baker & Cameron, 1996; Billing, 2007; Voorhees et al., 2009).

Los elementos sociales se refieren a la interacción con las personas. Algunos trabajos llevados a cabo en bancos, restaurantes de comida rápida o en lugares en donde las esperas son relativamente pequeña, han demostrado que las esperas en solitario se perciben más largas que las esperas grupales (P. Jones & Peppiatt, 1996). Pero esto podría cambiar en otras situaciones que involucren esperas más prolongadas, como las producidas en las salas de espera de clínicas u hospitales (Stoop, Vrangbak, & Berg, 2005). Así como también en otros contextos que involucren servicios en donde las personas hagan colas, no para recibir un servicio sino para darlo, por ejemplo los donantes de sangre (McKeever, Sweeney, & Staines, 2006).

4.1.3 Características del servicio

4.1.3.1 Información sobre la espera

La falta de información sobre la espera es una fuente de incertidumbre y estrés para los clientes (Maister, 1985). Existen dos tipos de información que pueden ser suministradas a los clientes en relación a la espera: la información sobre la duración de la espera y la información sobre la causa de la espera (Hui & Tse, 1996; Whiting, 2006).

Informar a los clientes acerca de la duración de la espera tiene un impacto psicológico en los clientes, ya que elimina la incertidumbre sobre la duración de la demora (Hui & Tse, 1996; Nah, 2004) y afecta la percepción de ésta (Antonides, Verhoef, & van Aalst, 2002).

Sin embargo cuando no existe retraso y se le proporciona información sobre la espera al cliente los resultados han sido contradictorios. Se ha encontrado que esta información reduce significativamente la sobre estimación de la espera, reduciendo el tiempo percibido y sin embargo no influye en la satisfacción (Antonides et al., 2002; Katz et al., 1991). Por el contrario en otros trabajos esta información no tiene efectos significativos en la percepción del tiempo de espera (Hui & Tse, 1996; Whiting, 2006) además Hui y Tse (Hui & Tse, 1996) proponen que durante esperas cortas, menores a 5 minutos, la información sobre la estimación de esta tiene efectos negativos, mientras que en esperas largas los resultados son positivos. Por último, Hui y Zhou (Hui & Tse, 1996; Zhou & Soman, 2008) sugieren que el suministro de información sobre el tiempo previsto de espera no tiene ningún efecto en el tiempo percibido, pero incrementa la percepción de control sobre el tiempo de espera, haciéndola más aceptable, lo que se tradujo en una actitud más favorable hacia el servicio.

4.1.3.2 Llenadores de tiempo

Se han realizado diferentes investigaciones para probar los efectos de los llenadores de tiempo sobre la percepción del tiempo de espera.

Si los llenadores están diseñados para desviar la atención del paso del tiempo, pueden disminuir la percepción del tiempo de espera (McGuire, Kimes, Lynn, Pullman, & Lloyd, 2010); sin embargo con respecto a los distractores simples, como la televisión (Pruyn & Smidts, 1998) y las pantallas con noticias (Katz et al., 1991) no se ha demostrado que disminuyan la percepción del tiempo de espera.

Otros distractores están diseñados para que el cliente se sienta atendido desde que entra al establecimiento, eliminando el tiempo de pre-proceso, lo que ayuda a mejorar la satisfacción del cliente con respecto a la espera (Dubé, Schmitt, & Leclerc, 1991).

4.1.3.3 Justicia

La percepción de justicia en una cola viene dada por dos factores, en primer lugar el cumplimiento de la regla que señala que el primero de la cola es el primero en recibir el servicio (FIFO) (Larson, 1987) y segundo, la percepción de que la espera para todas las personas de la fila es igual o parecida (Zhou & Soman, 2008).

Es por lo antes señalado que cuando se diseña un servicio se debe tener en cuenta, además de las consideraciones operacionales como el tiempo medio de espera en cola, la percepción de justicia de los consumidores (Voorhees et al., 2009). En este sentido Cameron y Baker (1996) y Nie (2000) proponen que la disposición espacial de la cola relacionada con el ambiente físico de la espera puede ser diseñada para proveer una percepción de justicia, que será asociada con una reacción positiva y una menor percepción del tiempo de espera.

4.1.3.4 Etapas del Servicio

Los tiempos de espera se pueden clasificar según la etapa del proceso en cuestión, es decir existe un tiempo de espera para ser atendido (pre-proceso), otro durante el cual se es atendido (en proceso) y después de ser atendido (post-proceso).

Las demoras ocurridas durante las fases del pre-proceso y post-proceso generan una reacción afectiva negativa mayor que las ocurridas durante el proceso, es decir que las demoras ocurridas mientras el cliente es atendido no alteran su estado afectivo (Dubé et al., 1991). De igual forma otros estudios realizados (Davis & Maggard, 1990; De Man et al., 2005) concluyeron que la satisfacción del cliente se ve más afectada por la espera inicial antes de ser atendido que en cualquier otra etapa del servicio, lo que es consistente con la segunda proposición de Maister que explica que la mayor percepción del tiempo de espera ocurre antes de la prestación del servicio.

4.1.4 Moderadores externos

4.1.4.1 Switching cost y competencia

El valor del servicio se define como la compensación que existe entre el beneficio obtenido y el precio asociado a dicho beneficio (Liu, 2006), al aumentar las alternativas de la competencia los clientes tienden a esperar que aumente el valor del servicio.

El Switching cost se entiende como los costos asociados a terminar la relación con el proveedor de servicios actual y establecer una nueva relación con un proveedor de remplazo de la competencia (Liu, 2006). Cuando los consumidores cambian de proveedor de servicio incurren en diversos gastos, que van desde el tiempo invertido en buscar información sobre posibles proveedores alternativos hasta los beneficios adquiridos por el patrocinio continuo de dicho proveedor (M. Jones, Mothersbaugh, & Beatty, 2002).

Las relaciones personales, los procedimientos conocidos y las personas contactos que ya están establecidos con el proveedor actual, sumado al potencial monetario y no monetario de las inversiones y relaciones con éste, crean una dependencia y compromiso con el proveedor que hace que el Switching cost aumente (Burnham, Frels, & Mahajan, 2003).

Los proveedores pueden aumentar el switching cost de los compradores proporcionando un alto nivel de valor del servicio para el cliente, ya sea un valor económico o un valor derivado de las relaciones con el proveedor y de esta forma evitar que los clientes se vayan a la competencia (Liu, 2006). De la misma manera el switching cost y el valor del servicio influyen sobre las expectativas de los clientes con respecto al tiempo de espera, ya que mientras mayor sea el switching cost y el valor del servicio para el cliente, éste estará dispuesto a esperar más tiempo (Sinha & Desarbo, 1998).

4.2 Modelos de evaluación de la espera

En 1985 Maister es uno de los primeros en relacionar el tiempo de espera real, con la forma en que éste es percibido por los clientes. En particular define lo que él llama "La primera ley de los servicios" que sugiere que la satisfacción del cliente es la diferencia entre el tiempo de espera

percibido y la expectativa de los clientes. Maister (Maister, 1985) también propone ocho principios que pueden influenciar la satisfacción de los clientes, seis de las cuales están referidas a la percepción y dos a la expectativa de los clientes.

- El tiempo desocupado se siente que pasa más lento que el tiempo ocupado.
- EL tiempo de espera del pre-proceso se siente más largo que el tiempo de espera en proceso.
- La ansiedad hace que el tiempo de espera se vea más prolongado.
- La incertidumbre de la espera hace que ésta se vea más larga.
- Las esperas inesperadas se hacen mayores que las esperadas.
- Las esperas injustas se sienten más largas.
- Entre más valioso sea el servicio, las personas estarán más dispuestos a esperar.
- Una espera en solitario se sentirá superior que una espera estando en grupo.

En el trabajo de Nie (Nie 2000) basado en la teoría de asimilación y contraste se sugiere que el tiempo de espera percibido está relacionado con el tiempo de espera estimado por el cliente (expectativa) y que la evaluación general del servicio estará dada por la diferencia que existe entre los dos tiempos.

Pruyn y Smidts (Pruyn & Smidts, 1998) desarrollan un modelo para la evaluación de la espera en el que el tiempo real de la espera y las condiciones ambientales en la que ésta se realiza son los principales factores que afectan la satisfacción del cliente. Las condiciones ambientales se dividen en dos: distractores y el atractivo percibido. El tiempo real de la espera y los distractores afectan directamente al tiempo percibido, mientras el atractivo percibido afecta el tiempo de espera aceptable (máximo de tiempo que el cliente está dispuesto a esperar). La evaluación de la espera está dada por la diferencia entre el tiempo de espera percibido y el tiempo de espera aceptable, mientras más negativa sea esta diferencia menor será la satisfacción del cliente con el servicio recibido.

Además otros estudios también proponen que la comparación entre percepción y expectativa es más importante que la longitud de la fila para determinar la satisfacción de los clientes (Cameron, 2003; J. C. Chebat, Salem, Poirier, & Gelinias-Chebat, 2010; Katz et al., 1991)

Por último Antonides, Verhoef y Van Aalst (Antonides et al., 2002) en su investigación proponen que el tiempo percibido puede ser mejor modelado mediante una función psicofísica. Además sugiere que la evaluación de la espera es una función de la diferencia entre el logaritmo del tiempo de espera aceptable (expectativa) y el logaritmo del tiempo de espera percibido.

Basados en la revisión de literatura, en esta investigación se asume que la evaluación de la espera se puede modelar y para medirla se tomará como base el modelo propuesto por Antonides.

4.3 Respuestas a la insatisfacción

El modelo de respuesta a la insatisfacción de Hirschman (Hirschman, 1970) propone tres tipos de respuestas:

- Terminar la relación: cuando el cliente decide terminar por completo la relación con la organización.
- Queja: el cliente expresa su opinión para cambiar una mala experiencia y lograr la satisfacción.
- Lealtad: los clientes a pesar de todo no piensan terminar la relación con el prestador de servicio.

Otra forma de respuesta a la insatisfacción es el boca a boca negativo, que implica comunicar a otros, sin incluir al prestador del servicio, la insatisfacción (Singh, 1990). Éste podría causar la pérdida de credibilidad en una organización, afectando su reputación dentro del mercado y disminuyendo significativamente sus utilidades (Money, Gilly, & Graham, 1998).

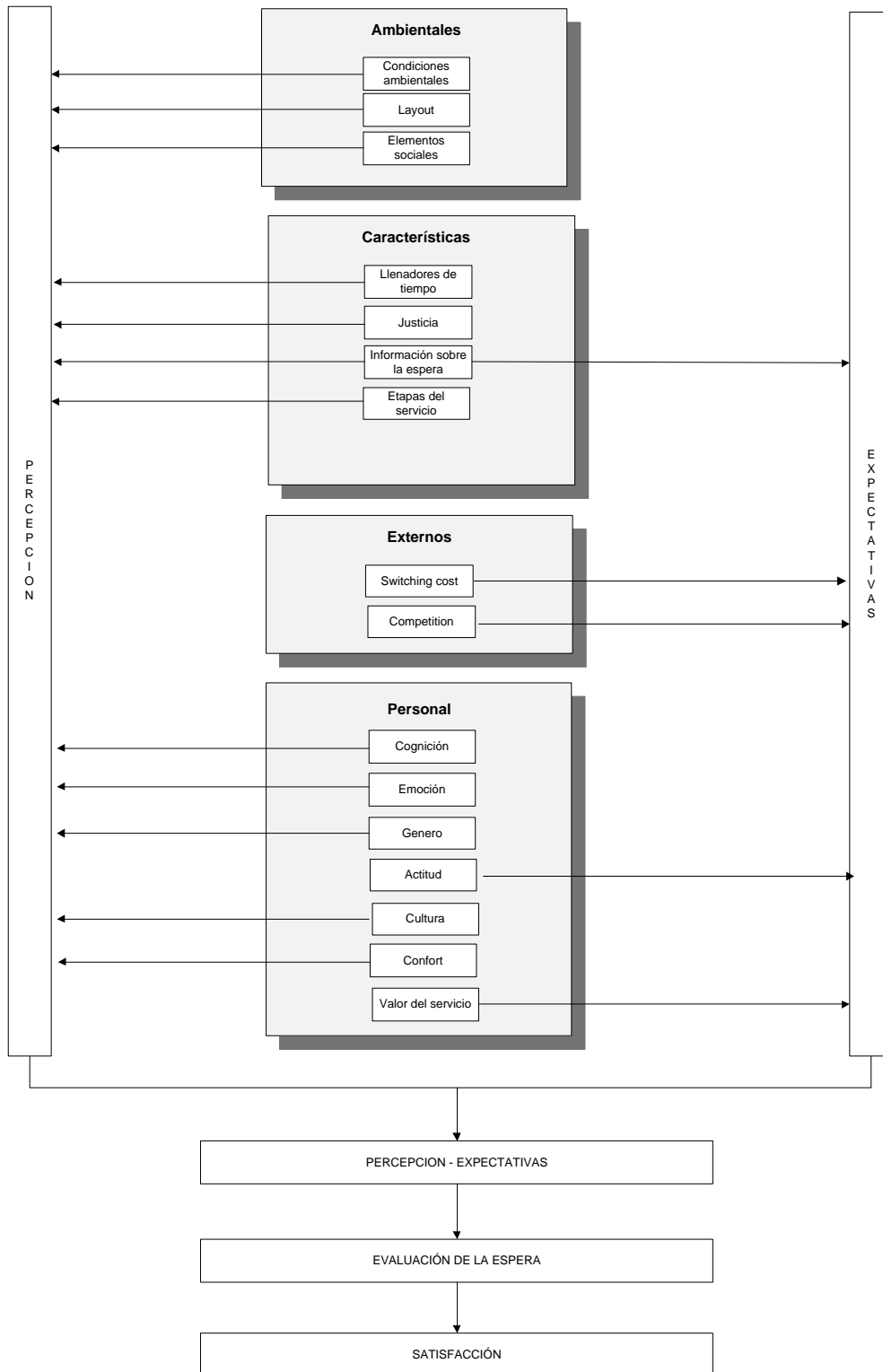
La satisfacción o insatisfacción de los clientes con experiencias pasadas influye de forma positiva o negativa en sus decisiones en el futuro, del mismo modo la insatisfacción con experiencias pasadas puede causar decisiones negativas futuras, no solo en la disminución de las intenciones de volver a comprar sino también la decisión de presentar una queja o generar un boca a boca negativo que puede dañar la reputación de la empresa proveedora del servicio (Sheth, 1973). Es así como la satisfacción tiene un costo, asociado a las decisiones negativas o positivas que el consumidor pueda tomar en el futuro.

Para este estudio se seleccionaron las siguientes respuestas como consecuencia de la satisfacción o insatisfacción por el servicio recibido.

- Intenciones de volver a comprar: basado en el modelo de Hirschman el cliente puede disminuir su frecuencia de compra de forma parcial o total.
- Boca a boca negativo: es el fenómeno de transmitir, de persona a personas, comentarios acerca de un producto o un servicio ya prestado y tiene una gran influencia entre quienes lo escuchan. Cuando la experiencia con la compañía es negativa y su único resultado fue insatisfacción en el cliente, el boca a boca puede llegar a ser una razón muy fuerte para que clientes actuales abandonen la compañía o clientes potenciales nunca lleguen, convirtiéndose en un enemigo silencioso para las organizaciones (Ferguson & Johnston, 2011).
- Boca a boca positivo: de la misma forma que el boca a boca negativo, el fenómeno de transmitir, de persona a persona, comentarios positivos acerca de un producto o servicio puede atraer nuevos clientes (Singh, 1990).
- Queja: los clientes que experimentan una insatisfacción con un proveedor pueden presentar una queja e intentar persuadir a los proveedores para que resuelvan el problema, la meta de las quejas es convertir una experiencia insatisfactoria en satisfactoria. Las quejas generalmente se hacen directamente al proveedor de servicios, sin embargo también se pueden hacer a terceros, tal es el caso de acciones legales o procesos abiertos por el consumidor en instituciones. El manejo de cualquiera de los dos tipos de quejas, ya sea directo o a terceros genera dificultades a la compañía y así mismo la incursión en costos extra.
- Ningún tipo de respuesta: cuando un cliente que experimenta un servicio insatisfactorio decide no tener ningún tipo de respuesta a su insatisfacción. Esta respuesta puede estar

basada en su lealtad con el vendedor (Ferguson & Johnston, 2011) o puede ser simplemente un cliente conformista que desarrolla una aceptación pasiva de lo sucedido y se adapta a cualquier circunstancia o situación con facilidad (Hibbard, Kumar, & Stern, 2001). Este tipo de respuesta no genera ningún costo a la organización.

Figura 1. Marco conceptual



Fuente: Elaboración propia

5. Modelo matemático del costo de la insatisfacción en líneas de espera

Basados en las diferentes respuestas que puede tener un cliente insatisfecho, en este capítulo se desarrollará una función que permite cuantificar los costos por insatisfacción.

5.1 Variables

Se asume que existen N cliente actuales y K clientes potenciales, cada uno de los clientes actuales puede vivir una experiencia satisfactoria o insatisfactoria, N_1 clientes quedarán satisfechos y N_2 clientes quedaran insatisfechos.

De los cliente insatisfechos N_{21} clientes decidirán quejarse con la compañía, N_{22} clientes decidirán divulgar un boca a boca negativo; N_{23} clientes decidirán únicamente disminuir sus compra y N_{24} clientes decidirán no hacer nada respecto a su experiencia insatisfactoria. Los clientes podrán tener más de una respuesta a la insatisfacción, es decir si un cliente se queja también puede disminuir sus compras y hacer un boca a boca negativo y de igual manera con las demás respuestas a la insatisfacción.

De los clientes satisfechos N_{11} decidirán hacer un boca a boca positivo y traer un cliente potencial a la compañía y N_{12} decidirán no hacer nada.

Aquellos clientes que se quejaron generarán en la compañía un costo C_Q , quienes hacen boca a boca negativo, un costo C_{BB} , quienes disminuyen su frecuencia de compra, un costo C_{DC} y quienes deciden no hacer nada al respecto no representan ningún costo. Otro costo a tener en cuenta es el costo de tener el servidor desocupado a causa de la insatisfacción (C_{SD}).

Por tanto el costo de un cliente insatisfecho en una línea de espera, está dado por,

$$C = C_Q + C_{BB} + C_{DC} + C_{SD}$$

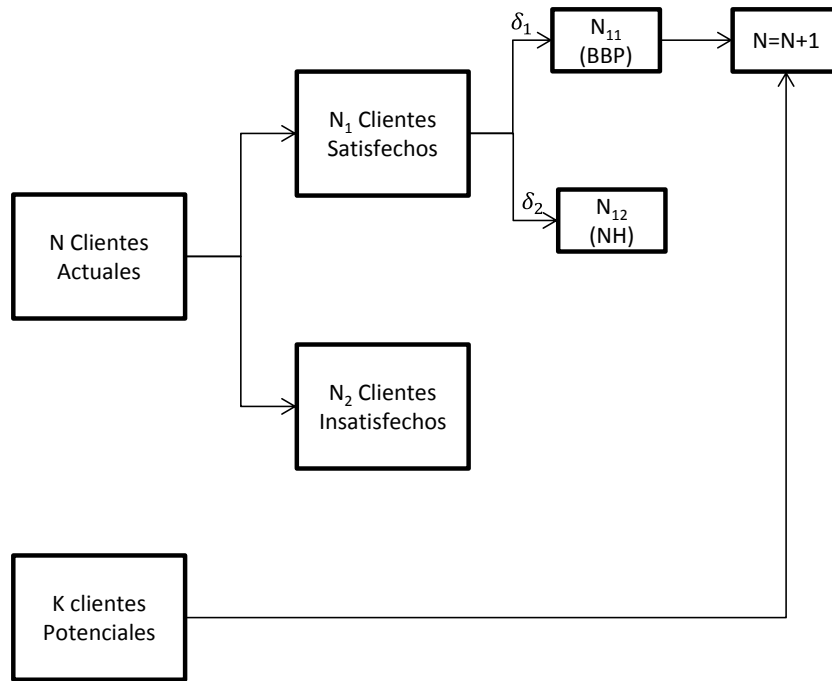
Los ingresos (I) están representados por el consumo promedio diario de los clientes actuales I_V , más el consumo promedio diario de los clientes potenciales nuevos I_{BP} . De esta manera los ingresos estarán mediados por: los clientes que disminuyen su frecuencia de compra, los clientes que hacen boca a boca positivo y traen un cliente potencial y los clientes actuales de la empresa.

$$I = I_V + I_{BP}$$

La utilidad (U) está dada por la resta de los ingresos (I) menos los costos (C).

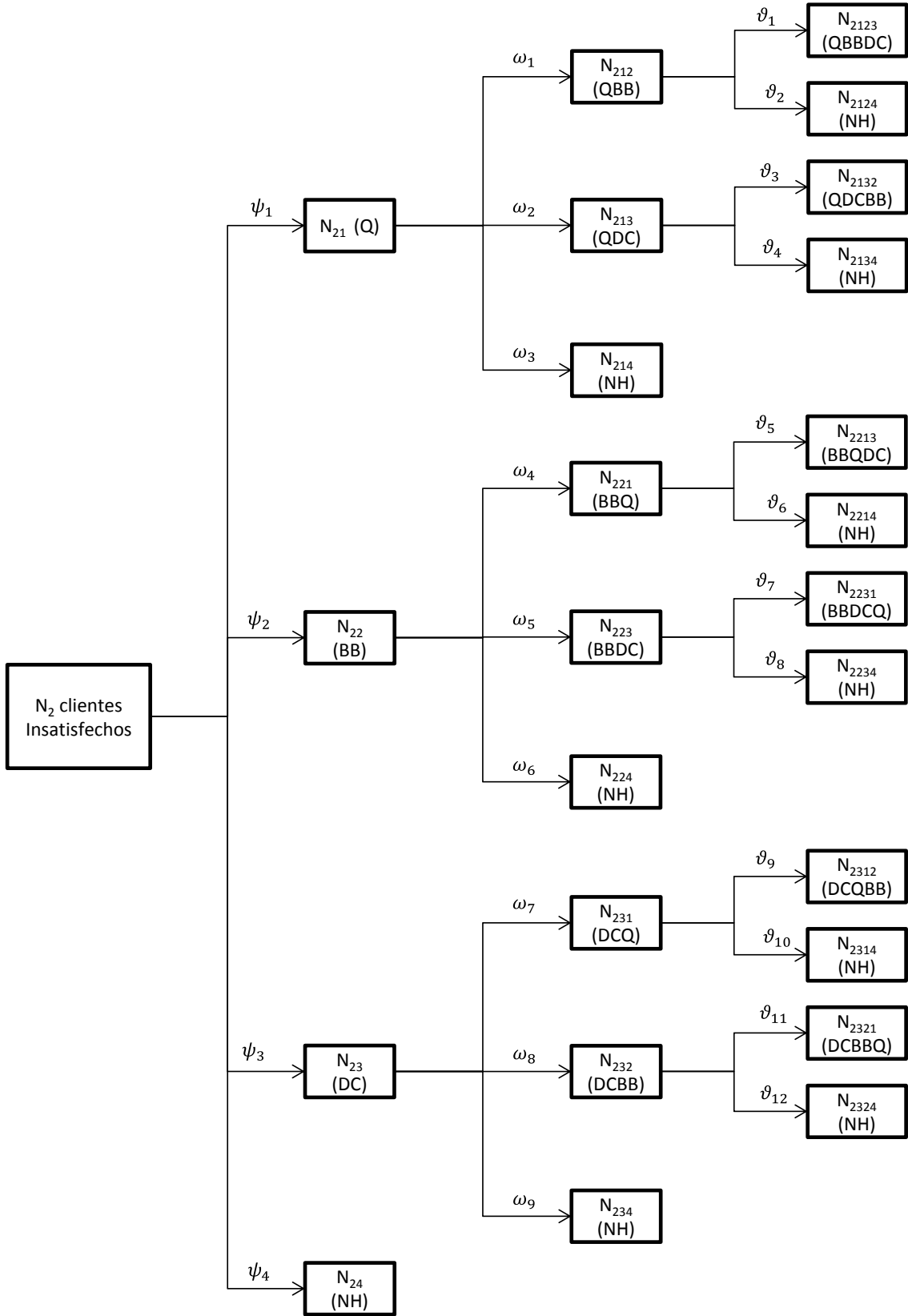
$$U = I - C = (I_V + I_{BP}) - (C_Q + C_{BB} + C_{SD} + C_{DC})$$

Figura 2. Diagrama del modelo de costos. Parte 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Diagrama del modelo de costos. Parte 2



Fuente: Elaboración propia

5.2 Parámetros

A continuación se describen los parámetros que hacen referencia al número de clientes.

N: hace referencia a la cantidad de clientes actuales de la empresa

K: hace referencia a la cantidad de clientes potenciales

N_1 : hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron satisfechos con respecto a la espera

N_2 : hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos con respecto a la espera

N_{11} : hace referencia al número de clientes que entran nuevos al sistema por boca a boca positivo

δ_1 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes satisfechos que deciden hacer un boca a boca positivo

$$N_{11} = N_1 \cdot \delta_1$$

N_{12} : hace referencia al número de clientes satisfechos que no hacen nada

δ_2 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes satisfechos que deciden no hacer nada

$$N_{12} = N_1 \cdot \delta_2$$

N_{21} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos y deciden quejarse por su insatisfacción.

ψ_1 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes insatisfechos que deciden quejarse

$$N_{21} = N_2 \cdot \psi_1$$

N_{212} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, deciden quejarse y además hacer un boca a boca negativo

ω_1 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que se quejaron y además deciden hacer boca a boca negativo

$$N_{212} = (N_2 \cdot \psi_1) \cdot \omega_1$$

N_{213} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, deciden quejarse y además disminuir sus compras

ω_2 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que se quejaron y además deciden disminuir sus compras

$$N_{212} = (N_2 \cdot \psi_1) \cdot \omega_2$$

N_{214} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos y su única respuesta es quejarse

ω_3 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que sólo se quejaron

$$N_{214} = (N_2 \cdot \psi_1) \cdot \omega_3$$

N_{2123} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que deciden quejarse, hacer boca a boca negativo y disminuir sus compras

ϑ_1 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que se quejaron e hicieron boca a boca negativo y además disminuyeron sus compras

$$N_{2123} = (N_2 \cdot \psi_1) \cdot \omega_1 \cdot \vartheta_1$$

N_{2124} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que sólo deciden quejarse y disminuir sus compras

ϑ_2 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que sólo se quejaron y disminuyeron sus compras

$$N_{2124} = (N_2 \cdot \psi_1) \cdot \omega_1 \cdot \vartheta_2$$

N_{2132} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que deciden quejarse, disminuir sus compras y además hacer boca a boca negativo

ϑ_3 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que se quejaron y disminuyeron sus compras y además hicieron boca a boca negativo

$$N_{2132} = (N_2 \cdot \psi_1) \cdot \omega_2 \cdot \vartheta_3$$

N_{2134} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que sólo deciden quejarse y disminuir sus compras.

ϑ_4 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que sólo se quejaron y disminuyeron sus compras

$$N_{2134} = (N_2 \cdot \psi_1) \cdot \omega_2 \cdot \vartheta_4$$

Para definir el resto de los parámetros que hacen referencia al número de clientes que deciden hacer boca a boca negativo, disminuir su frecuencia de compras o no hacer nada el procedimiento es muy similar al que se acaba de describir. La descripción de estos parámetros se puede observar en el anexo 1.

En el modelo se debe cumplir que:

$$\begin{aligned}
 N &= N_1 + N_2 & \delta_1 + \delta_2 &= 1 \\
 N_1 &= N_{11} + N_{12} & \psi_1 + \psi_2 + \psi_3 + \psi_4 &= 1 \\
 N_2 &= N_{21} + N_{22} + N_{23} + N_{24} & \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 &= 1 \\
 N_{21} &= N_{212} + N_{213} + N_{214} & \omega_4 + \omega_4 + \omega_5 &= 1 \\
 N_{212} &= N_{2123} + N_{2124} & \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 &= 1 \\
 N_{213} &= N_{2132} + N_{2134} & \vartheta_1 + \vartheta_2 &= 1 \\
 N_{22} &= N_{221} + N_{222} + N_{224} & \vartheta_3 + \vartheta_4 &= 1 \\
 N_{221} &= N_{2213} + N_{2214} & \vartheta_5 + \vartheta_6 &= 1 \\
 N_{223} &= N_{2231} + N_{2234} & \vartheta_7 + \vartheta_8 &= 1 \\
 N_{23} &= N_{231} + N_{232} + N_{234} & \vartheta_9 + \vartheta_{10} &= 1 \\
 N_{231} &= N_{2312} + N_{2314} & \vartheta_{11} + \vartheta_{12} &= 1 \\
 N_{232} &= N_{2321} + N_{2324} & &
 \end{aligned}$$

5.3 Costos e ingresos

A continuación se describen cuáles serán los costos e ingreso del modelo.

C_Q : Costo de atender las quejas, es una variable continua que muestra el costo que le representa a la compañía atender y dar respuesta a las quejas presentadas por los clientes.

$\$Q$: Es una variable continua que muestra el costo de atender una queja

$$C_Q = \$Q \cdot (N_{21} + N_{221} + N_{2231} + N_{231} + N_{2321})$$

C_{BB} : Variable continua que representa el costo que los clientes hagan boca a boca negativo

$\$_{BB}$: Es una variable continua que muestra el costo de que un cliente haga boca a boca negativo

$$C_{BB} = \$_{BB} \cdot (N_{22} + N_{212} + N_{2132} + N_{232} + N_{2312})$$

C_{DC} : es una variable continua que muestra la cantidad de dinero que la compañía está dejando de ganar a causa de la disminución en las compras de sus clientes actuales.

$\$_{CP}$: Es una variable continua que muestra el valor promedio de compra por cliente

$\%_D$: Es una variable continua con valores entre $[0, 1]$ que muestra el porcentaje promedio de disminución de las compras de los clientes actuales, donde, si su valor es 0, significa que no hubo disminución en las compras y si es 1, significa que los clientes dejaron de comprar por completo

$$C_{DC} = \$_{CP} \cdot \%_D \cdot (N_{23} + N_{223} + N_{2213} + N_{213} + N_{2123})$$

C_{SD} : Variable continua que representa el costo de tener el servidor desocupado

$\%_U$: Variable continua entre $[0, 1]$ que muestra el porcentaje promedio de utilización del servidor

$\$_{SD}$: Es una variable continua que muestra el valor del salario del servidor

$$C_{SD} = \$_{SD} \cdot (1 - \%_U)$$

I_V : es una variable continua que muestra la cantidad de dinero que la compañía gana por los clientes actuales

$$I_V = \$_{CP} \cdot N$$

I_{BP} : es una variable continua que muestra la cantidad de dinero que la compañía gana por los clientes potenciales nuevos

$$I_{BP} = \$_{CP} \cdot N_{11}$$

5.4 Modelo matemático

Con base en las variables y los parámetros ya planteados, la función de utilidad estará dada por:

$$U = \$_{CP} \cdot [N + N_{11} - \%_D \cdot N_{DC}] - [\$_Q \cdot N_Q + \$_{BB} \cdot N_{BB} + \$_{SD} \cdot (1 - \%_U)]$$

Donde,

$$N_{DC} = N_{23} + N_{223} + N_{2213} + N_{213} + N_{2123}$$

$$N_Q = N_{21} + N_{221} + N_{2231} + N_{231} + N_{2321}$$

$$N_{BB} = N_{22} + N_{212} + N_{2132} + N_{232} + N_{2312}$$

6. Modelo de simulación

En el modelo de simulación propuesto se pretende integrar el modelo psicológico de evaluación de la espera propuesto por Antonides (Antonides et al., 2002) con las diferentes respuestas que puede tener un cliente insatisfecho, y de esta forma poder modelar los costos debido a la insatisfacción por los factores psicológicos de las líneas de espera.

La simulación que se desarrollará es la representación del servicio de un restaurante tipo casino, empresa que fue objeto de estudio en el trabajo de investigación de Aparicio y Ortiz (Aparicio & Ortiz, 2009). El sistema definido para el caso de estudio inicia en el momento en que el usuario entra en el casino y termina una vez que el usuario es atendido por el servidor. El modelo simulado se ajusta a un sistema de cola M/G/1.

6.1 Modelo conceptual de la simulación

Como se observa en el diagrama del modelo conceptual (figura 4), existen N cliente actuales y K clientes potenciales, cada uno de los clientes actuales puede vivir una experiencia satisfactoria o insatisfactoria.

Los clientes llegan al sistema, si hay cola esperan y si no son atendidos directamente sin esperar. Al salir de la cola se calcula el tiempo percibido y la evaluación de la espera de cada cliente. Cuando el cliente sale del sistema se compara el valor de la evaluación con un umbral que determina si el cliente está satisfecho o insatisfecho.

Para calcular el tiempo percibido y la evaluación de la espera se utilizan las ecuaciones propuestas en el trabajo de Antonides (Antonides et al., 2002). A continuación se explican las ecuaciones.

6.1.1 Tiempo percibido

$$\ln(\varphi_i) = \alpha_1 + \beta_1 \ln(t_i) + \gamma_i X_i + \varepsilon_{1i}$$

En donde:

- φ_i : es el tiempo de espera percibido, que está relacionado con el tiempo de espera real mediante un doble logaritmo
- t_i : es el tiempo real de la espera
- α_1 : es una constante
- β_1 : es un coeficiente que captura el efecto del tiempo real de la espera
- γ_i : es un coeficiente que captura el efecto de los distractores utilizados en el experimento.
- X_i : para determinar el efecto de utilizar uno o varios distractores sobre el tiempo de espera percibido se incorpora una matriz X que contiene estas variables.
- ε_{1i} : representa el error normal

6.1.1.1 Supuestos de la ecuación

- a) Para evitar que el $\ln(t_i)$ de la ecuación arroje resultados negativos se utilizará $\ln(t_i + 1)$

- b) Si el tiempo de espera es 0, el tiempo percibido también será 0.
 c) Si el tiempo de espera percibido es menor que 0, el tiempo de espera percibido será 0
 d) Se hace el supuesto que las personas sobrestiman el tiempo real en un 20% (Fraisse, 1984), es decir:

$$\alpha_1 = \ln(1,2)$$

- e) β_1 tendrá un valor constante de 1
 f) El efecto de los distractores será negativo
 g) $\varepsilon_1 = N[0;0,2]$

Basado en los supuestos propuestos, la ecuación de tiempo de espera percibido será:

$$\ln(\varphi_i) = \ln(1,2) + \ln(t_i + 1) + \gamma_i X_i + \varepsilon_{1i}$$

6.1.2 Evaluación de la espera

$$u_i = \alpha_2 + \beta_2 \ln(\varphi_i) + \beta_3 \tau_i + \beta_4 \tau_i (\ln \xi_i - \ln \varphi_i) + \beta_5 (1 - \tau_i) (\ln \xi_i - \ln \varphi_i) + \varepsilon_{2i}$$

En donde:

- u_i : se refiere a la evaluación de la espera del cliente i
- ξ_i : representa la expectativa del cliente con respecto al tiempo que quiere esperar
- τ_i es una variable booleana que toma el valor de 1 si la expectativa supera la percepción y 0 sino
- φ_i : representa el tiempo percibido con respecto a la espera
- α_2 : es una constante
- β_2 : es un coeficiente que captura el efecto del tiempo percibido sobre la evaluación de la espera
- β_3 : es un coeficiente que representa un bono que se suma a la evaluación cuando $\xi_i > \varphi_i$, ya que si la expectativa del cliente es mayor a su percepción τ_i será igual a 1 y el valor que tenga β_3 aumentará la evaluación de la espera del cliente. Es decir si el cliente espera menos de lo que el cree que va a esperar su evaluación será mayor
- β_4 : es un coeficiente que captura el efecto sobre la evaluación cuando $\xi_i > \varphi_i$, es decir si el cliente espera menos de lo que cree que va a esperar se suma $\beta_4 \tau_i (\ln(\xi_i + 1) - \ln(\varphi_i + 1))$ a la evaluación
- β_5 : es un coeficiente que captura el efecto sobre la evaluación cuando $\xi_i < \varphi_i$, es decir si el cliente espera más de lo que cree que va a esperar se suma $\beta_5 (1 - \tau_i) (\ln(\xi_i + 1) - \ln(\varphi_i + 1))$ a la evaluación. Si $\xi_i < \varphi_i$ la resta de $\ln(\xi_i + 1) - \ln(\varphi_i + 1)$ dará un número negativo, por lo que la evaluación de la espera disminuirá
- ε_{2i} : es el error normal de la ecuación

La evaluación de la espera se compara con un umbral para determinar si los clientes están satisfechos o insatisfechos con la espera.

6.1.2.1 Supuestos de la ecuación

- a) Cuando la percepción y la expectativa son iguales la evaluación de la espera es igual a:

$$u_i = \alpha_2 + \beta_2 \ln(\varphi_i) + \varepsilon_{2i}$$

En este caso α_2 definirá si el cliente está satisfecho o insatisfecho con respecto a la espera. Para efectos de esta investigación cuando la percepción y la expectativa son iguales el cliente estará satisfecho sí el tiempo percibido es igual o menor al tiempo real de espera menos una desviación estándar¹

$$\varphi_i \leq \mu_{\text{tiempo espera}} - \sigma_{\text{tiempo espera}} = 4,9 - 2,8 = 2,01 \approx 2$$

Como el valor de $\mu_{\text{tiempo espera}} - \sigma_{\text{tiempo espera}}$ es cercano a 2, α_2 tendrá un valor constante igual a:

$$\alpha_2 = 1 * \ln(2) = 0,69315$$

- b) Para evitar que $\ln(\xi_i)$ y $\ln(\varphi_i)$ de valores negativos se usará $\ln(\xi_i + 1)$ y $\ln(\varphi_i + 1)$
 c) β_2 multiplica a la percepción; puesto que a mayor percepción es peor la evaluación de la espera (u_i) entonces los valores de β_2 deben ser negativos para que le resten a la evaluación de la espera

$$\beta_2 = -1$$

- d) $\varepsilon_{2i} = N[0;0,2]$
 e) El umbral de la espera será 0, si la evaluación de la espera es negativa se considerará un cliente insatisfecho y si es positiva un cliente satisfecho con respecto a la espera

Basado en los supuestos propuestos, la ecuación de la evaluación de la espera será:

$$u_i = 0,693 + \beta_2 \ln(\varphi_i + 1) + \beta_3 \tau_i + \beta_4 \tau_i (\ln(\xi_i + 1) - \ln(\varphi_i + 1)) + \beta_5 (1 - \tau_i) (\ln(\xi_i + 1) - \ln(\varphi_i + 1)) + \varepsilon_{2i}$$

Después de clasificar los clientes en satisfechos e insatisfechos. Los clientes satisfechos pueden hacer un boca a boca positivo y traer a un cliente potencial al sistema, y además regresan al sistema con una frecuencia de compra diaria. Los clientes insatisfechos pueden quejarse, disminuir sus compras, hacer boca a boca negativo o no hacer nada. Los clientes pueden tener una o varias respuestas, como se explicó en el capítulo de la función de costos. Si un cliente insatisfecho disminuye su frecuencia de compras no regresa al sistema en un día y sino regresa al sistema con una frecuencia diaria, además si el cliente disminuye su frecuencia de compras más de una vez abandona el sistema y no regresa.

Para determinar los parámetros que permiten calcular los costos asociados a la insatisfacción, se tomó como base las encuestas realizadas por Cabezas Caparro en su trabajo de investigación sobre los costos asociados a las líneas de espera (Cabezas Chaparro, 2010), ya que éste trabajo se

¹ Ver anexo 2. Estadística descriptiva del tiempo de espera real

realizó en un restaurante similar al simulado en esta investigación. A continuación se muestra el valor de los parámetros:

$N = 58$ personas

$K = 2940$ personas, que para efectos de esta investigación se tomará como infinitos clientes potenciales

$$\psi_1 = 65,85 \%$$

$$\vartheta_2 = 1 - \vartheta_1 = 81,71\%$$

$$\psi_2 = 13,41 \%$$

$$\vartheta_3 = \psi_2 = 13,41\%$$

$$\psi_3 = 18,29\%$$

$$\vartheta_4 = 1 - \vartheta_3 = 86,59\%$$

$$\psi_4 = 2,44\%$$

$$\vartheta_5 = \psi_3 = 18,29\%$$

$$\omega_1 = \psi_2 = 13,41\%$$

$$\vartheta_6 = 1 - \vartheta_5 = 81,71\%$$

$$\omega_2 = \psi_3 = 18,29\%$$

$$\vartheta_7 = \psi_1 = 65,85\%$$

$$\omega_3 = \psi_1 + \psi_4 = 68,29\%$$

$$\vartheta_8 = 1 - \vartheta_7 = 34,15\%$$

$$\omega_4 = \psi_1 = 65,85\%$$

$$\vartheta_9 = \psi_2 = 13,41\%$$

$$\omega_5 = \psi_3 = 18,29\%$$

$$\vartheta_{10} = 1 - \vartheta_{10} = 86,59\%$$

$$\omega_6 = \psi_2 + \psi_4 = 15,85\%$$

$$\vartheta_{11} = \psi_1 = 65,85\%$$

$$\omega_7 = \psi_1 = 65,85\%$$

$$\vartheta_{12} = 1 - \vartheta_7 = 34,15\%$$

$$\omega_8 = \psi_2 = 13,41\%$$

$$\$_Q = 3.000 \text{ COP}$$

$$\omega_9 = \psi_3 + \psi_4 = 20,73\%$$

$$\$_{CP} = 12.000 \text{ COP}$$

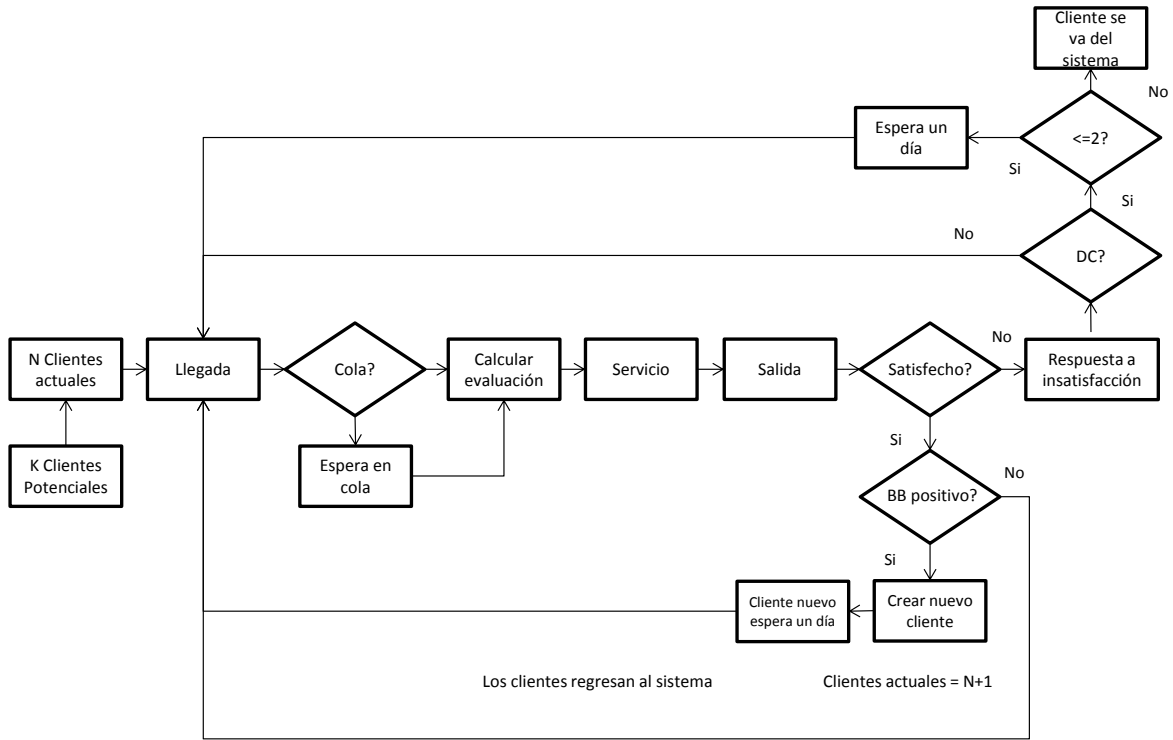
$$\vartheta_1 = \psi_3 = 18,29\%$$

$$\$_{BB} = 30\% \cdot \$_{CP}$$

$$\$_{SD} = 600.000 \text{ COP}$$

Dado que el restaurante del caso de estudio vende un sólo menú con un costo de 12.000 COP, se utilizó este valor como consumo promedio diario ($\$_{CP}$).

Figura 4. Modelo conceptual de la simulación



Fuente: Elaboración propia

6.2 Modelo de simulación en Arena

Una vez esté definido el modelo conceptual de la simulación es necesario codificarlo en un lenguaje de programación que permita simularlo. Para este trabajo el software seleccionado fue Rockwell Arena.

En esta sección se presenta el modelo desarrollado en el software Arena y una breve explicación del proceso.

6.2.1 Llegada al sistema y definición de atributos

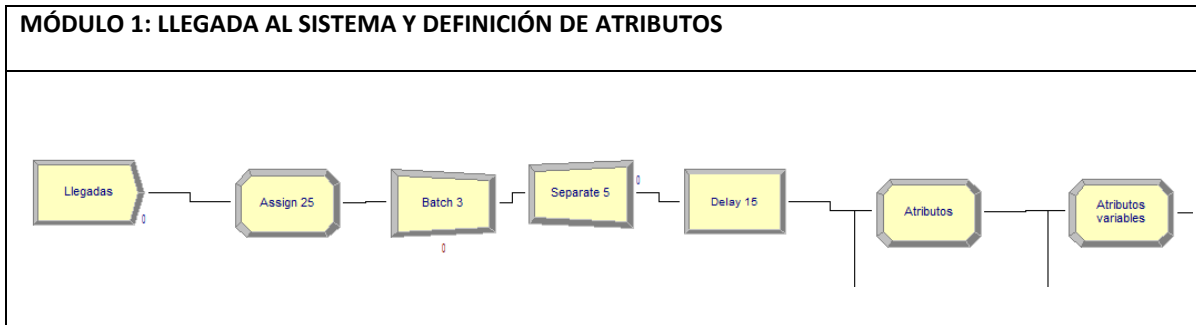


Tabla 1. Descripción del módulo llegada al sistema y definición de atributos

En el sistema sólo habrá un tipo de entidades que representan a los clientes que se atienden en el restaurante.

Lo primero es crear a los clientes que llegan al sistema con una distribución exponencial, se crean 58 clientes que representan los clientes actuales del restaurante. A cada cliente se le asignan atributos fijos y atributos variables, los fijos no cambian a lo largo del tiempo de simulación (y representan la “memoria del cliente”) mientras que los variables cambian cada vez que los clientes retornan al sistema. A continuación se muestra una lista de cada tipo de atributo.

Atributos fijos	Descripción	Valor inicial
Tiempo de creación	Guarda el tiempo cuando fue creada la entidad	
Expectativa	Expectativa del cliente con respecto a la espera	Normal(3.69,1)
Creado	Define si a la entidad se le asignan solo atributos variables (0) o atributos fijos y variables (1)	0

Tabla 2. Atributos fijos de las entidades

Atributos Variables	Descripción	Valor inicial
Entrada a cola	Guarda el tiempo cuando el cliente entra en la cola	
Tiempo percibido	Guarda el tiempo percibido por el cliente	0
Evaluación de la espera	Guarda la evaluación de la espera del cliente	0
Error tiempo percibido	Error aleatorio de la ecuación tiempo percibido	Normal(0,0.2)
Error Evaluación	Error aleatorio de la ecuación evaluación de la espera	Normal(0,0.2)

Tabla 3. Atributos variables de las entidades

Después de ser creados las entidades pasan por un módulo “Batch & Separate” que las retiene hasta que todas las entidades han sido creadas y posteriormente pasan a un módulo “Delay” que las suelta según su tiempo de creación, de esta forma se garantiza que al entrar al sistema ya todas las entidades han sido creadas.

6.2.2 Evaluación de la espera

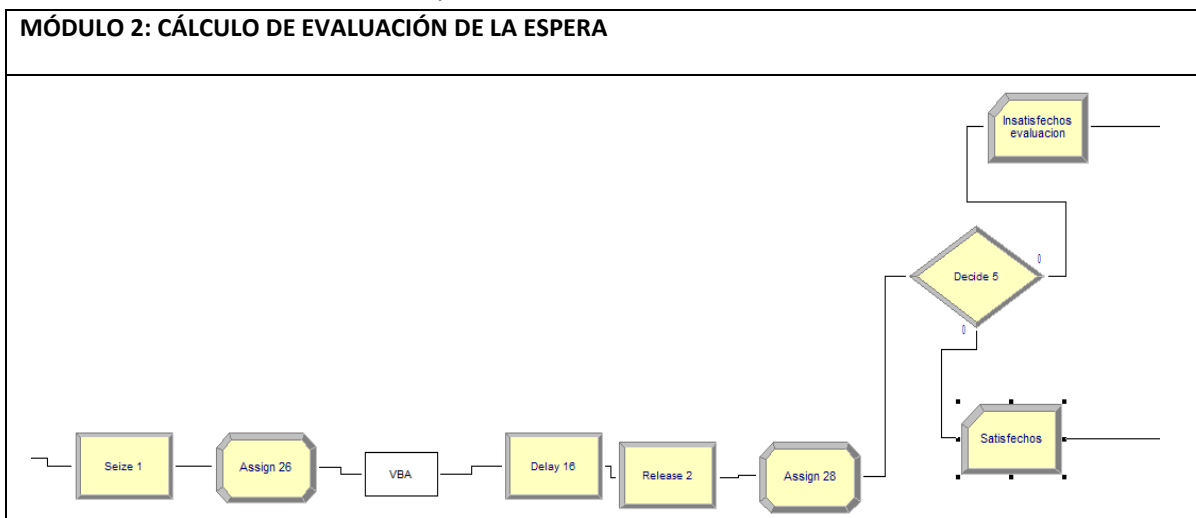


Tabla 4. Descripción del módulo cálculo de evaluación de la espera

El segundo módulo contiene los procesos intrínsecos del restaurante, en donde hay un solo servidor que atiende a los clientes que ingresan al sistema.

Después de que los clientes son atendidos, se procede a calcular el tiempo de espera, el tiempo de espera percibido y la evaluación de la espera de cada cliente con las ecuaciones planteadas en capítulos anteriores, estos valores son impresos en una hoja de Excel². Además, mediante un condicional, se clasifican los clientes en satisfechos o insatisfechos dependiendo de su evaluación de la espera, si la evaluación es negativa el cliente estará insatisfecho y si es positiva estará satisfecho.

² Ver anexo 3. Módulo de VBA para el cálculo del tiempo percibido y evaluación de la espera

6.2.3 Respuesta a la insatisfacción

MÓDULO 3: CONTADORES DE RESPUESTA DE INSATISFACCIÓN. Parte 1

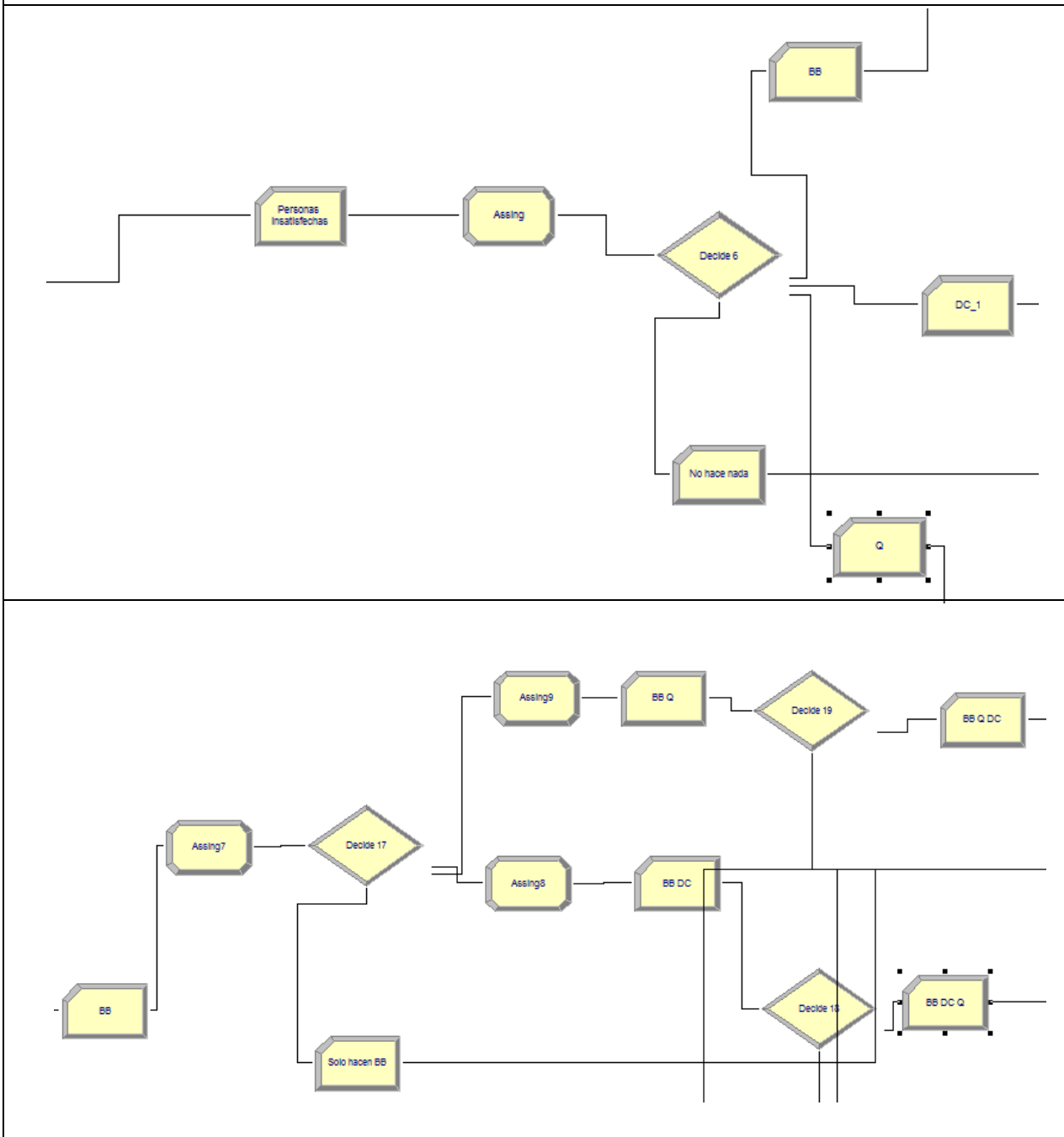


Tabla 5. Descripción del módulo contadores de respuesta de insatisfacción. Parte 1

MÓDULO 3: CONTADORES DE RESPUESTA DE INSATISFACCIÓN. Parte 2

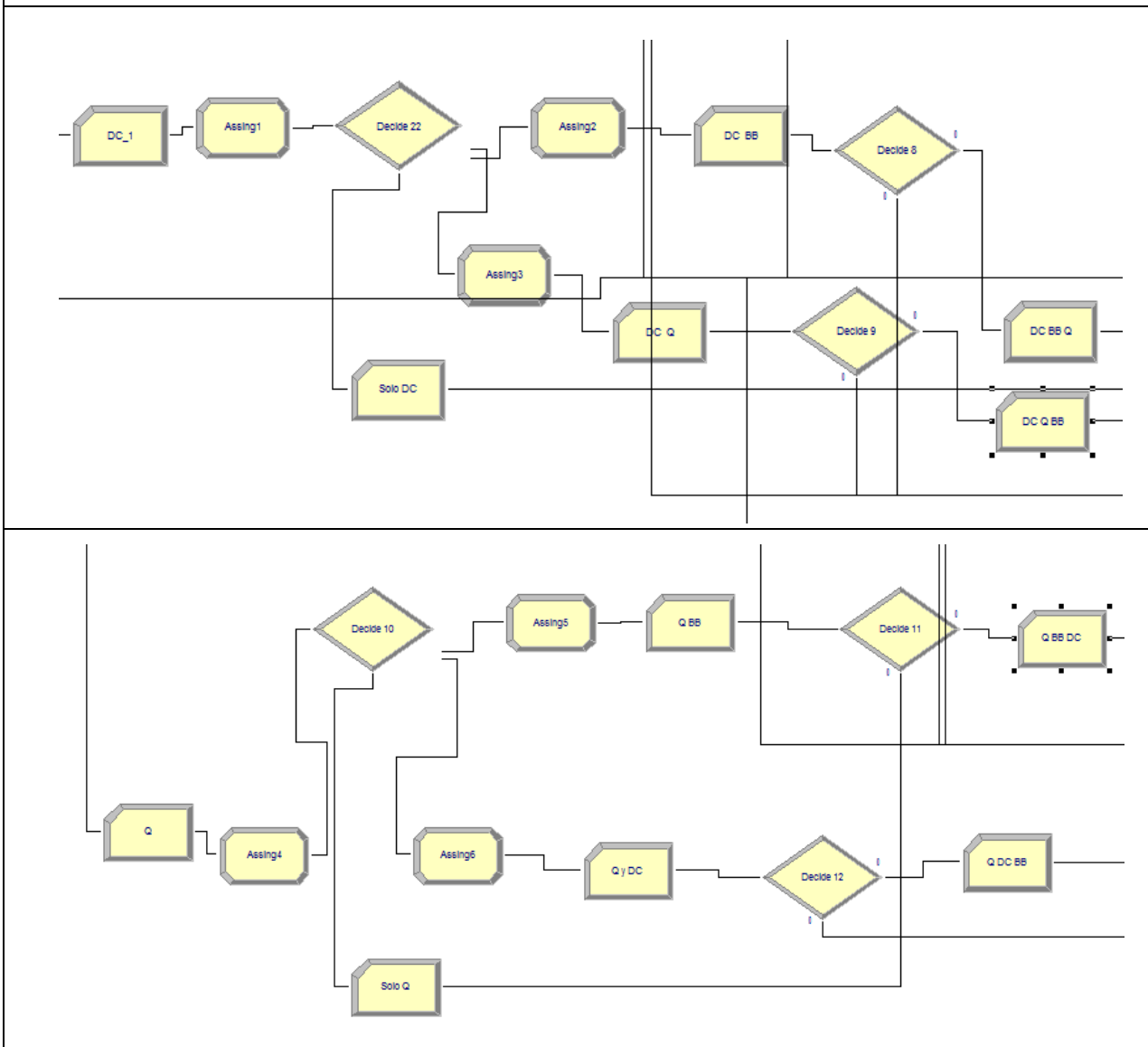


Tabla 6. Descripción del módulo contadores de respuesta de insatisfacción. Parte 2

En este módulo se hacen todos los conteos de las respuestas a la insatisfacción, ya sea boca a boca negativo, queja o disminución de la frecuencia de compras. El módulo se compone de contadores y condicionales, que hacen que a través de las probabilidades halladas se simule el comportamiento de los clientes a largo plazo.

A los clientes insatisfechos primero se le asignan las probabilidades de las diferentes respuestas a la insatisfacción y después pasan por un condicional que los reparte entre las posibles respuestas. A continuación, después que los clientes son repartidos entre las posibles respuestas a la insatisfacción se vuelve a repetir el proceso de asignar probabilidades para determinar si los clientes tienen una, dos o tres respuestas a la insatisfacción.

Si los clientes han disminuido su frecuencia de compra más de una vez abandonan el sistema mediante un módulo dispose.

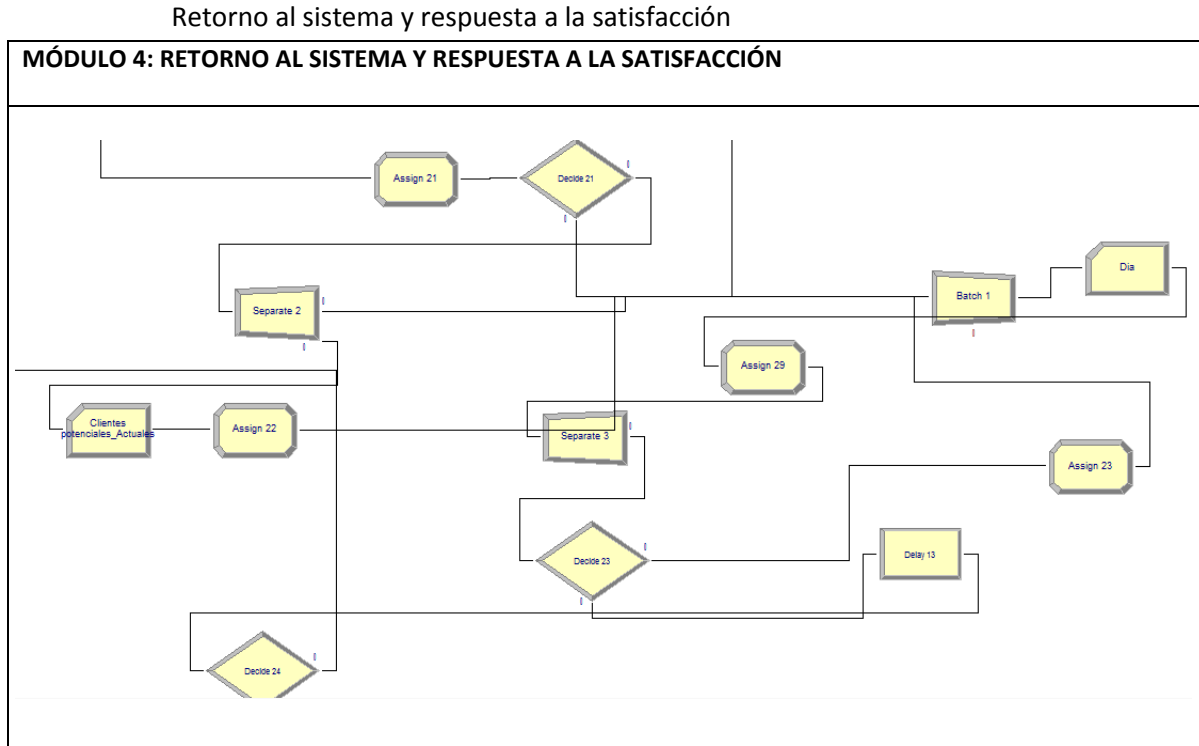


Tabla 7. Descripción del módulo de retorno al sistema y respuesta a la satisfacción

En este módulo se muestra la respuesta de los clientes satisfechos y cómo los clientes retornan al sistema.

6.2.3.1 Respuesta a la satisfacción

A los clientes satisfechos primero se les asigna una probabilidad de hacer un boca a boca positivo, después pasan por un condicional que los clasifica, si los clientes hacen boca a boca positivo se duplica la entidad creando un cliente nuevo que ingresa al sistema

A las entidades creadas se le asigna un atributo que se llama creado con valor 1. Si el atributo creado es igual a 1 las entidades al entrar al sistema se le asignará atributos fijos y variables y si es 0 sólo se le asignan atributos variables.

6.2.3.2 Retorno al sistema

El restaurante abre sus puertas al medio día y cierra cuando no queda ningún cliente. Para simular esto, cuando los clientes (satisfechos, insatisfechos y creados) salen del sistema van a un batch temporal que los retiene hasta que el sistema quede completamente vacío. Las entidades salen todas juntas del batch y pasan por un contador que cuenta el número de veces que el batch se llena y se vacía, que para efectos de la investigación será el número de días simulados. Al salir del batch las entidades pasan por un separador que las envía a un módulo Delay que va soltando a los clientes según el tiempo de creación de cada entidad y es así como los clientes retornan al sistema.

Cuando un cliente disminuye su frecuencia de compra, al salir del delay en vez de entrar nuevamente al sistema va directo al batch, ya que ese día no entraría al sistema.

Los clientes nuevos creados cada día (por el boca a boca positivo), al salir del delay van directo al batch para que entren al sistema al siguiente día.

6.3 Análisis de entrada

Las distribuciones de probabilidad correspondientes al tiempo entre llegadas de los clientes, tiempo de servicio del restaurante y expectativa de los clientes fueron halladas a partir de los datos obtenidos en el trabajo Aparicio y Ortiz (Aparicio & Ortiz, 2009).

A continuación se muestran las distribuciones de probabilidad obtenidas para cada una de las variables³

Datos de entrada	Distribución	Expresión	Comentarios
Tiempo entre llegadas	Exponencial	-0.001+EXPO(0.392)	Distribución de probabilidad del tiempo entre llegadas de los usuarios del restaurante
Tiempo de servicio	Lognormal	(0.7+LOGN(0.36,0.154))/2	Tiempo empleado por el servidor para atender a un usuario En el sistema simulado solo habrá un servidor
Expectativa	Normal	NORM(3.68,1)	Se refiere al tiempo que el cliente espera esperar en cola para ser atendido

Tabla 8. Resumen de distribuciones de probabilidad

6.4 Verificación y validación

6.4.1 Verificación

Se verificó que las ecuaciones programadas en el módulo de Visual Basic estaban funcionando correctamente, comparando los resultados obtenidos en la simulación con los resultados de las ecuaciones calculadas en Excel.

6.4.2 Validación

Para validar el sistema se compararon mediante una prueba T de comparación de medias de la expectativa del cliente y del tiempo de espera en cola con las obtenidas en el sistema real, las cuales se muestran a continuación.

³ Ver anexo 4. Análisis de entrada del modelo de simulación

6.4.2.1 Expectativa del cliente

En la prueba T de comparación de medias se obtuvo un p-valor de 0,431, por lo que se puede concluir que existe evidencia estadística significativa para afirmar que la media de la expectativa simulada y la media de la expectativa real son iguales⁴.

6.4.2.2 Tiempo de espera

En la prueba T de comparación de medias se obtuvo un p-valor de 0,123, por lo que se puede concluir que existe evidencia estadística significativa para afirmar que la media del tiempo de espera simulado y la media del tiempo de espera real son iguales⁵.

⁴ Ver anexo 5. Prueba de diferencias de media entre la Expectativa real y simulada

⁵ Ver anexo 6. Prueba de diferencias de media entre el Tiempo de Espera real y simulado

7. Modelo experimental

Se diseñó un experimento con el propósito de observar el comportamiento de los costos por la insatisfacción de los clientes debida a factores psicológicos de la espera. Se propone un diseño experimental de $2^2 \cdot 5^1$ más un factor anidado de tres niveles. Los factores serán: distractores con cinco niveles, el efecto sobre la evaluación de la espera cuando expectativa supera la percepción (β_4) con dos niveles, el efecto sobre la evaluación de la espera cuando percepción supera la expectativa (β_5) con dos niveles y el factor anidado que será un bono por satisfacción (β_3) con tres niveles.

7.1 Variable dependiente

La variable dependiente que se tendrá en cuenta será la utilidad del restaurante. La unidad de esta variable será de pesos colombianos (COP).

7.2 Variable independiente

Las variables dependientes vienen de las ecuaciones de tiempo percibido y evaluación de la espera, explicadas en el modelo conceptual de la simulación. A continuación se explica cuáles fueron estas variables con sus respectivos niveles.

7.2.1 Distractores

Esta variable representa el efecto de los distractores (γ_i) sobre la percepción del tiempo de espera. Se usaron dos tipos de distractores en el experimento, los cuales se describen a continuación:

- Ansiedad (γ_1): basado en la afirmación de Maister (Maister, 1985) de que “los clientes quieren ser atendidos y hacer parte del sistema tan pronto como sea posible” y en el supuesto de que la ansiedad de un usuario disminuye cuando siente que el servicio ya empezó. Por esta razón el objetivo de este distractor es hacer que el cliente se sienta atendido desde que entra al establecimiento.
- Atención (γ_2): la situación de esperar y la expectativa en general enfoca la atención del cliente en el paso del tiempo aumentando la percepción del tiempo de espera (McGuire et al., 2010). Por esta razón, el segundo distractor tiene la función de desviar la atención de los clientes.

Para definir los valores altos y bajos de cada distractor nos basamos en los resultados de la investigación de Aparicio y Ortiz, en donde se utilizan distractores similares y el efecto del distractor ansiedad es mayor que el de atención por tal razón la relación entre el efecto de los distractores será (Aparicio & Ortiz, 2009):

	Bajo	alto
Atención	0,05	0,25
Ansiedad	0,1	0,3

Tabla 9. Relación entre efecto de distractores

El efecto máximo que puede tener un distractor es de 4 minutos (Aparicio & Ortiz, 2009), como en las ecuaciones a todos los tiempos se calculan $\ln(t + 1)$, el efecto máximo que puede tener un distractor será:

$$\ln(4 + 1) = 1,609$$

Al multiplicar la relación entre los factores por su efecto máximo se obtiene los valores altos y bajos de los distractores de ansiedad y atención.

	bajo	alto
Atención	0,080472	0,402359
Ansiedad	0,160944	0,482831

Tabla 10. Niveles de los distractores

Además se tiene un grupo control en el que no habrá efecto de distractor

7.2.2 Variables psicológicas

De la ecuación de evaluación de la espera se definen las otras tres variables, que representan el efecto de la relación entre percepción y expectativa sobre la evaluación de la espera. Estas variables son:

- Bono por satisfacción (β_3)
- Efecto sobre la evaluación de la espera cuando expectativa supera la percepción, o en otras palabras, cuando el cliente es “optimista” con respecto a la espera (β_4)
- Efecto sobre la evaluación de la espera cuando percepción supera la expectativa, o en otras palabras cuando el cliente es “pesimista” con respecto a la espera (β_5)

Los niveles de β_4 y β_5 vienen dados por la relación que existe entre estos dos factores, es decir es así que uno será el doble del otro y viceversa.

	bajo	alto
β_4	1	2
β_5	1	2

Tabla 11. Niveles de β_4 y β_5

El bono por satisfacción será un factor anidado en β_4 , ya que ambos tendrán un efecto sobre la evaluación de la espera cuando la expectativa supera la percepción, este factor tendrá 3 niveles que se muestran en la tabla 11.

	Bajo	Medio	Alto
β_3	$(0,2 * \beta_4)$	$(0,5 * \beta_4)$	$(0,8 * \beta_4)$

Tabla 12. Niveles de β_3

7.3 Factores y niveles

A continuación en la tabla 12 se muestran los factores del experimento con sus respectivos niveles

Factor 1: Distractores		Factor 2: β_5	
Valor (minutos)	Niveles	Valor	Niveles
Atención bajo (0,0804719)	1	Nivel alto (2)	1
Atención alto (0,40235948)	2	Nivel bajo (1)	-1
Ansiedad bajo (0,16094379)	3	Factor 3: β_3 (anidado)	
Ansiedad alto (0,48283137)	4	Valor	Niveles
Grupo control	5	Nivel alto ($0,8*\beta_4$)	-1
Factor 2: β_4		Nivel medio ($0,5*\beta_4$)	0
Valor	Niveles	Nivel bajo ($0,2*\beta_4$)	1
Nivel alto (2)	1		
Nivel bajo (1)	-1		

Tabla 13. Factores y niveles

7.4 Número de réplicas

Para calcular el número de réplicas se utilizará la siguiente fórmula (Dean & Voss, 1999):

$$r = \frac{2v\sigma^2\phi^2}{\Delta^2}$$

Donde,

- v : es el número de tratamientos
- σ : es la desviación estándar hallada a partir de una premuestra
- ϕ : es una función $\phi = \delta/\sqrt{v}$ en donde δ es llamado "noncentrality parameter". Los valores necesarios para la curva de potencia son $v_1 = v - 1$, $v_2 = v(r - 1)$, α y $1 - \beta$
- Δ : es la mínima diferencia detectable

A continuación se calcula el número de réplicas con:

$$v=5$$

$$\alpha = 0,05$$

$$\beta = 0,9$$

Según Kuehl (Kuehl, 2001) dependiendo del tamaño de la variación que se quiera detectar se pueden usar las siguientes relaciones entre σ y Δ :

$$\Delta = 0,3\sigma$$

$$\Delta = 0,6\sigma$$

$$\Delta = 0,9\sigma$$

Para el experimento se utilizará una relación entre σ y Δ de 0,9, por lo que el número de réplicas será de 41 réplicas por tratamiento⁶

- $\Delta = 0,9\sigma$

r	ν_2	ϕ	$r = 12,3\phi^2$	Réplicas
	1000	1,802	39,9	40
40	195	1,82	40,7	41
41	200	1,82	40,7	41

Tabla 14. Cálculo del número de réplicas con $\Delta=0,9\sigma$

7.5 Definición de los tratamientos

El experimento tendrá un total de 60 tratamientos, que vienen de la combinación de los niveles de los 4 factores seleccionados, cada tratamiento se corrió 41 veces en el modelo de simulación, obteniendo un total de 2460 corridas.

En el anexo 8 se muestra una tabla con la combinación de niveles de cada factor para cada tratamiento.

⁶ Ver anexo 7. Cálculo del número de réplicas del experimento

8. Resultados

8.1 Estadística descriptiva univariada

8.1.1 Tiempo de espera

Estadísticos		
Tiempo_de_espera		
N	Válidos	350811
	Perdidos	0
Media		4,8018
Mediana		4,3103
Desv. típ.		3,15241
Asimetría		,692
Error típ. de asimetría		,004
Curtosis		,104
Error típ. de curtosis		,008
Mínimo		0,00
Máximo		20,52
Percentiles	25	2,2624
	50	4,3103
	75	6,8535

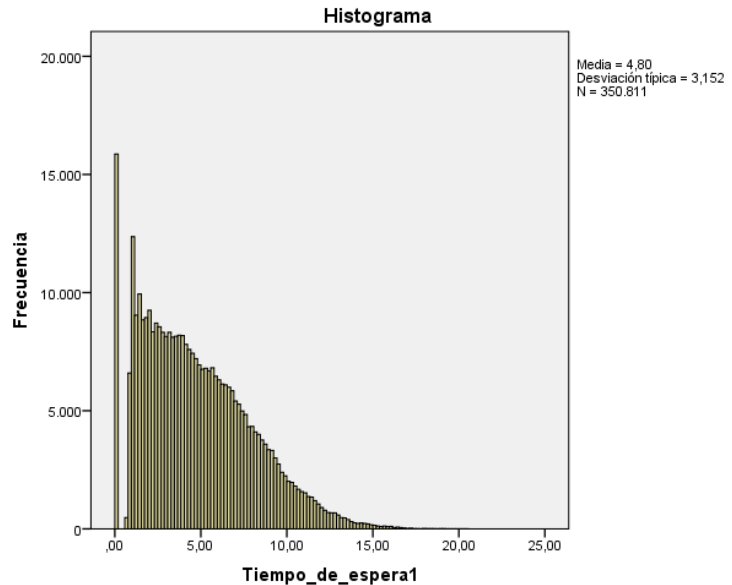
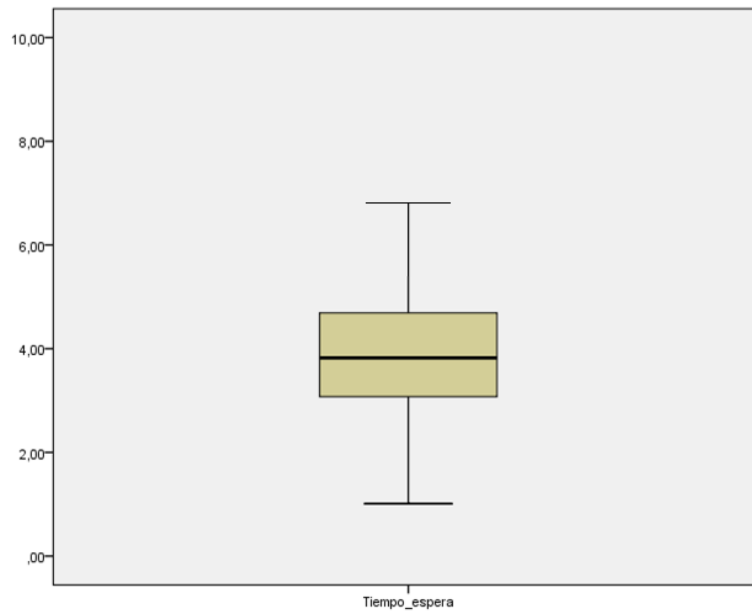


Tabla 15. Estadística descriptiva e histograma del tiempo de espera

El tiempo de espera simulado tiene una media de 4,801 minutos, y una desviación estándar de 3,15 minutos. El coeficiente de variación es de 65%; por lo que se puede considerar una variabilidad alta. Según el histograma, la variable es asimétrica positiva, la media es mayor que la mediana y el coeficiente de asimetría es 0,692 por lo que los datos tienden a cargarse hacia la izquierda de la gráfica.

La curtosis puede tener varias interpretaciones una de ellas se refiere a la curtosis como una medida de apuntamiento, es decir, una curtosis positiva significa un movimiento de los datos desde los hombros hacia el pico y cola de la distribución y una curtosis negativa significa que los datos se trasladan del pico y la cola hacia los hombros de la curva (Balanda & MacGillivray, 1988). Basados en esto, podemos decir que una posible interpretación de la curtosis es que no haya mayor cantidad de datos extremos. En este caso la curtosis del tiempo de espera es 0,104, que como es un valor cercano a cero se puede interpretar como que la distribución del tiempo de espera tiene poca cantidad de datos extremos, lo que también queda evidenciado en el diagrama de caja y bigotes que se presenta a continuación.

Figura 5. Diagrama de Caja y Bigote del tiempo de espera



Al observar el histograma, la distribución de la variable es la esperada dada las funciones usadas en la simulación para el tiempo entre llegadas de entidades y el tiempo de servicio, lo que ayuda a la verificación del modelo.

Del análisis de percentiles se puede inferir que el 50% de los clientes esperan 4,3 minutos y el 75% de los clientes espera en cola un tiempo menor de 6,85 minutos para ser atendidos. El 4% de los clientes no esperan en cola para ser atendidos.

8.1.2 Tiempo percibido

Estadísticos

Percepcion

N	Válidos	350811
	Perdidos	0
Media		5,5101
Mediana		5,0886
Desv. típ.		3,15205
Asimetría		,793
Curtosis		1,209
Mínimo		0,00
Máximo		35,51
Percentiles	25	3,1598
	50	5,0886
	75	7,4155

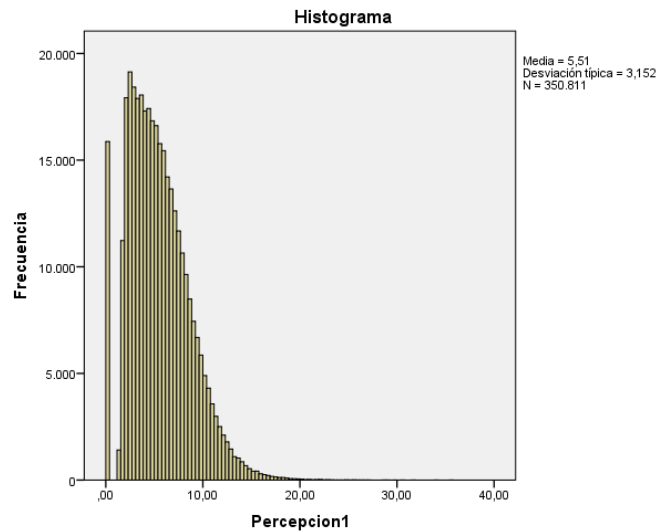


Tabla 16. Estadística descriptiva e histograma del tiempo percibido

En promedio en el sistema simulado un usuario percibe un tiempo de espera de 5,51 minutos con una desviación de 3,15. El coeficiente de variación de la variable es del 57%, por lo que se puede suponer que la variable está siendo afectada por una serie de factores que causan su variabilidad, tal como se diseñó el experimento en el que los tratamientos asignados pretenden alterar el tiempo percibido durante la espera en cola. El coeficiente de asimetría es de 0,793, por lo que la variable es asimétrica positiva.

Del análisis de los percentiles se puede decir que el 50% de los usuarios perciben un tiempo de espera en cola de 5,08 minutos, mientras que 75% perciben un tiempo menor a 7,41 minutos. Al comparar el percentil del 95% del tiempo percibido con el percentil del 95% del tiempo real se observa que los usuarios sobrestiman el tiempo de espera en aproximadamente en un 10%.

8.1.3 Evaluación de la espera

Estadísticos		
Evaluacion_de_la_Espera		
N	Válidos	350811
	Perdidos	0
Media		-,7321
Mediana		-1,1582
Desv. típ.		1,89209
Asimetría		,650
Curtosis		,317
Mínimo		-7,08
Máximo		6,44
Percentiles	25	-2,0888
	50	-1,1582
	75	,5410

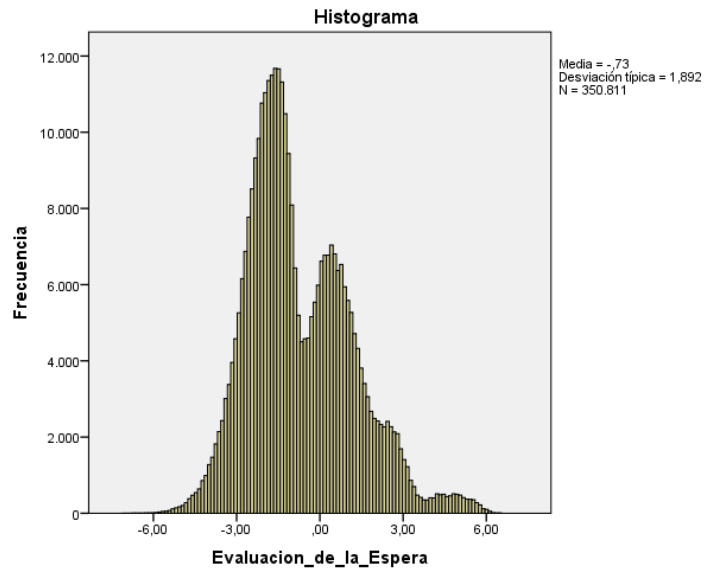


Tabla 17. Estadística descriptiva e histograma de la evaluación de la espera

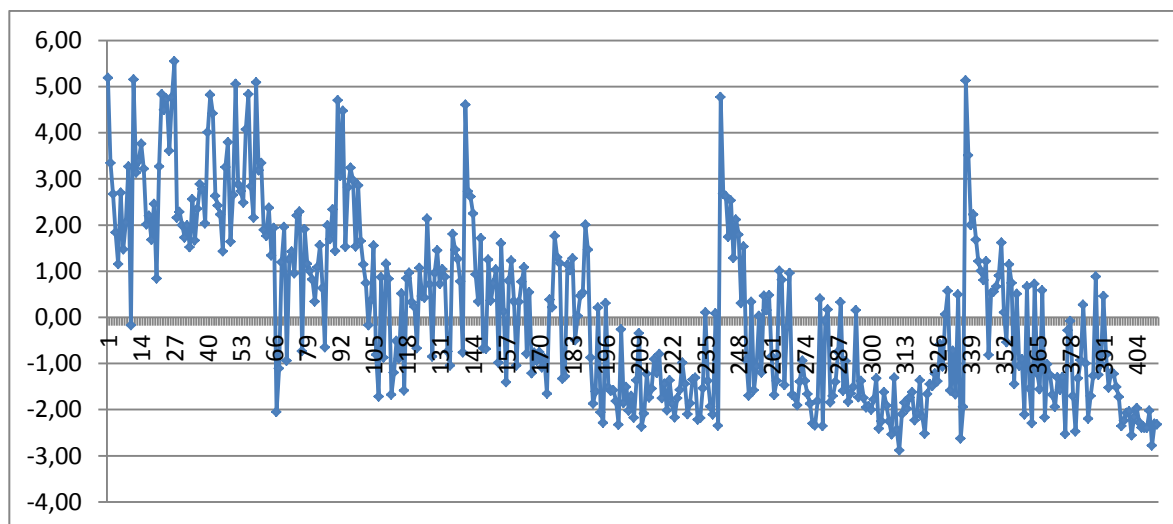
La variable evaluación de la espera definida en capítulos anteriores como una función de la diferencia entre el logaritmo de la expectativa y el logaritmo del tiempo de espera percibido, tiene media de -0,732 minutos y desviación estándar de 1,89 minutos. La variación de la evaluación es muy alta, ya que el experimento se diseñó para que ésta se vea afectada por los tratamientos seleccionados. El coeficiente de asimetría es de 0,650, por lo que la variable es asimétrica positiva y la curtosis es 0,317, que por las razones antes expuestas se puede interpretar como que no existe datos extremos.

Del análisis de los percentiles se puede inferir que el 50% de los usuarios del restaurante tienen una evaluación negativa menor a -1,15, es decir quedan insatisfechos.

Al observar el histograma se evidencian dos picos, esto se debe a que la ecuación de la evaluación de la espera tiene dos comportamientos: uno cuando la expectativa supera la percepción y otro en el caso contrario.

En la siguiente gráfica se muestra el comportamiento de la evaluación de la espera en el tiempo, en donde se observa un comportamiento cíclico de la variable. Este resultado descriptivo es una muestra fiable de la validez del modelo comparado con la realidad, ya que si el factor evaluación de la espera fuese el único decisor para permanecer en una fila cabría esperar que, tras los primeros clientes satisfechos la cola empezase a aumentar, dada la satisfacción de los clientes; pero este aumento empezaría a alargar la cola, lo que llevaría a la insatisfacción de los clientes y, en consecuencia una menor demanda. Esta menor demanda reduciría a su vez la espera, llevando a un nuevo ciclo de satisfacción – insatisfacción.

Figura 6. Comportamiento de la evaluación de la espera en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

8.2 ANOVA

El análisis de varianzas ANOVA sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente diferentes a los valores de otro conjunto de datos. Para hacer el análisis de varianzas de los resultados del experimento primero se realizó una ANOVA de los factores de nivel superior y luego se corrieron dos ANOVAS con el factor anidado, correspondiente a los niveles alto y bajo del factor optimista (β_4).

8.2.1 ANOVA de los factores de nivel superior

8.2.1.1 Prueba de supuestos para ANOVA de los factores de nivel superior

8.2.1.1.1 Normalidad de residuales

La primera suposición a verificar es la normalidad de los residuales o errores aleatorios. Los residuales se deben distribuir normales porque el ruido blanco se distribuye normal. Entonces, si los residuos son ruido blanco significa que los factores que faltan por explicar se suman en una especie de ruido blanco que no va a afectar la validez del análisis de varianza ANOVA (Dean & Voss, 1999).

Para verificar el supuesto de normalidad se dividieron los residuos en grupos según los tratamientos utilizados y a cada grupo se le realizó la prueba de normalidad de Kolmogorv-Smirnov. La razón por la cual se dividieron los residuos en grupos es porque los ruidos blancos de cada grupo tienen diferente variabilidad generando una mezcla de normales que puede llevar a la errónea conclusión de que no hay normalidad (Dean & Voss, 1999). El p-valor obtenido para todos los grupos fue $>5\%$, por lo que se concluye que existe evidencia estadística significativa para decir que los residuales siguen una distribución normal.⁷

⁷ Ver anexo 9. Prueba de normalidad de residuales de ANOVA de los factores de nivel superior

8.2.1.1.2 Homogeneidad de varianzas

La segunda suposición a comprobar es la homogeneidad de los errores aleatorios, se usó la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de varianzas.

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error^a

Variable dependiente: Utilidad_1

F	gl1	gl2	Sig.
2,051	19	2440	,005

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intersección + B4 + B5 + Grupo_1 + B4 * B5 + B4 * Grupo_1 + B5 * Grupo_1 + B4 * B5 * Grupo_1

Tabla 18. Prueba de homogeneidad de varianzas de la ANOVA de factores superiores

De acuerdo a la prueba de Levene, en la que se obtuvo un mínimo alfa <5% no se puede suponer que las varianzas son homogéneas.

A pesar de que no se puede suponer homogeneidad de varianzas por la prueba de Levene, se sabe que la prueba F de la ANOVA trabaja bien con varianzas considerablemente heterogéneas siempre y cuando los tamaños de muestra por tratamiento sean similares (Cochran, 1947; Diaz, 2009). Además Box (Box, 1954) demostró que para desviaciones relativamente grandes, una varianza hasta 9 veces mayor que otra, el nivel alfa puede variar de 0,05 a 0,06 lo que tiene poca importancia en la práctica.

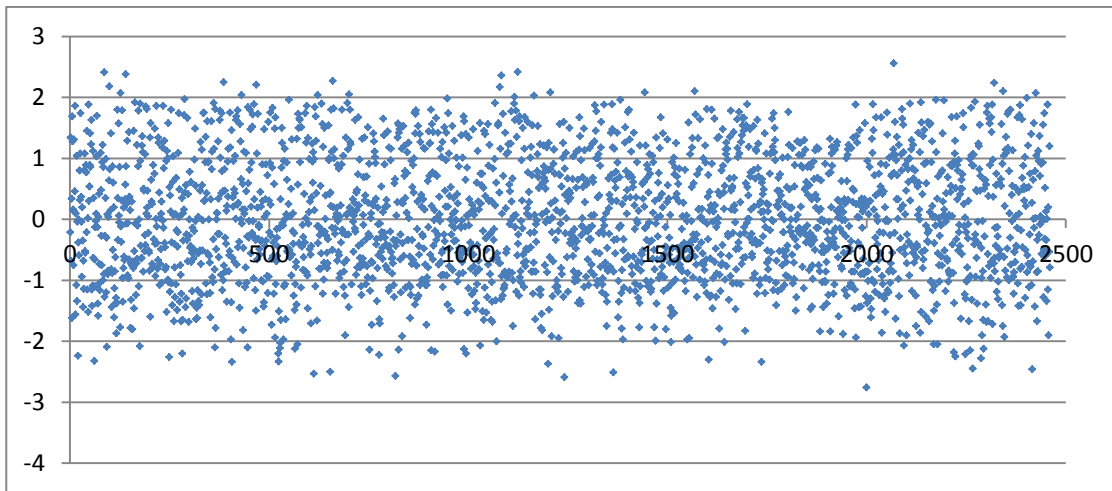
En este experimento el tamaño de muestras es igual a 41 para todos los tratamientos, además al dividir los residuos en grupos según los tratamientos utilizados y calcular la varianza de cada grupo se obtiene que la varianza más grande es 1,8 veces mayor que la varianza más pequeña⁸. Por lo que se puede decir que la prueba ANOVA es robusta a la suposición de igualdad de varianzas y por ende el modelo es válido.

8.2.1.1.3 Independencia

Para verificar el supuesto de independencia de los residuos se hizo un gráfico de dispersión de los residuos según el orden de las corridas. Se puede observar que el comportamiento de los puntos es aleatorio dentro de una banda horizontal, por lo que se puede decir que queda validado el tercer supuesto del modelo de análisis de varianza ANOVA.

⁸ Ver anexo 10. Varianza de residuales ANOVA de los factores de nivel superior.

Figura 7. Gráfico de dispersión de residuales de ANOVA de los factores de nivel superior



Fuente: Elaboración propia

8.2.1.2 Análisis del Modelo de ANOVA de los factores del nivel superior

		Etiqueta del valor	N
Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4)	1,00	Bajo	1230
	2,00	Alto	1230
Efecto cuando la percepción supera la expectativa (B5)	1,00	Bajo	1230
	2,00	Alto	1230
Distractores	1,00		492
	2,00		492
	3,00		492
	4,00		492
	5,00		492

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Utilidad_1

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	9234197347729 ^a	19	486010386723	14,129	,000
Intersección	662841115215571	1	662841115215571	19270	0,000
Distractores	8108042770114	4	2027010692528	58,929	,000
B4	584212699472	1	584212699472	16,984	,000
B5	2451138694	1	2451138694	,071	,790
Distractores * B4	373869956262	4	93467489066	2,717	,028
Distractores * B5	114323232414	4	28580808104	,831	,505
B4 * B5	6569883498	1	6569883498	,191	,662
Distractores * B4 * B5	44727667276	4	11181916819	,325	,861
Error	83930265403725	2440	34397649756		
Total	756005577967026	2460			
Total corregida	93164462751454	2459			

a. R cuadrado = ,099 (R cuadrado corregida = ,092)

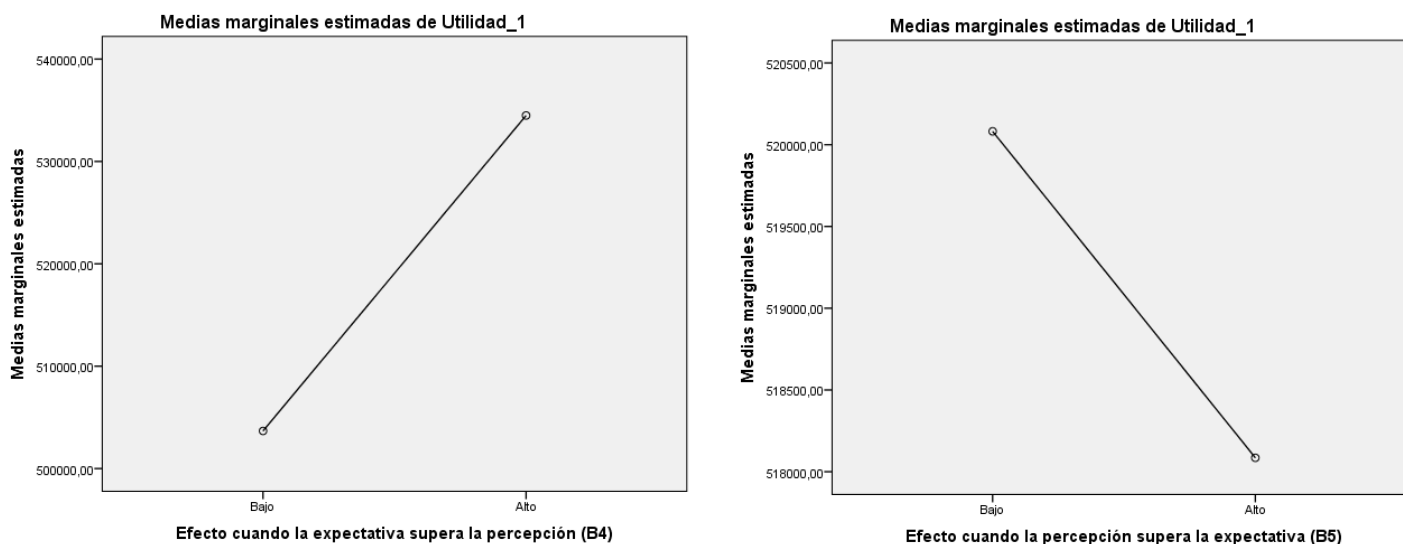
Tabla 19. Análisis de varianza de ANOVA de los factores de nivel superior

Los resultados de la ANOVA indican que individualmente, el efecto sobre la evaluación de la espera cuando el cliente es optimista (β_4) y los distractores producen resultados significativamente diferentes sobre la utilidad del restaurante, además la interacción entre estos dos factores también tiene un efecto significativo sobre la utilidad. Mientras que el efecto sobre la evaluación de la espera cuando el cliente es pesimista (β_5) y las otras interacciones entre los factores no es significativa.

Se observa que el R^2 tiene un valor bajo (0,09) esto se debe a que en la ANOVA sólo se consideraron 4 de los 16 factores psicológicos, explicados en el marco teórico, que pueden afectar la evaluación de la espera. Sin embargo, el hecho de que el R^2 tenga un valor tan pequeño no le quita validez a la ANOVA ya que las pruebas F de la ANOVA sí dan significativas y muestran que sí hay un efecto de los factores sobre la variable respuesta (Alvarado & Obagi, 2008).

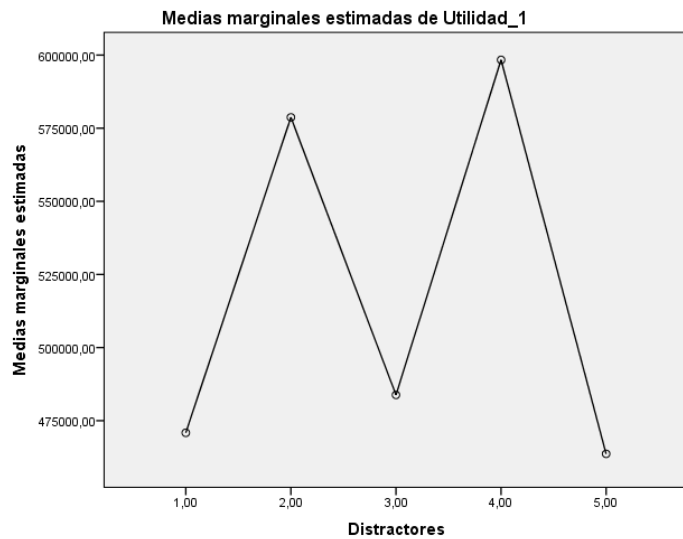
8.2.1.3 Gráficos de perfil

Figura 8. Gráficos de perfil factores β_4 y β_5



En los gráficos de perfil del factor β_4 y β_5 se observa que la utilidad se maximiza cuando el efecto sobre la evaluación cuando la expectativa supera la percepción se encuentra en su nivel alto y el efecto sobre la evaluación cuando la percepción supera la expectativa está en su nivel bajo. Esto es un resultado esperado, ya que como se explicó en el modelo conceptual β_4 suma a la evaluación de la espera mientras β_5 le resta, entonces cuando β_4 este en su nivel alto la evaluación de la espera va a ser mayor y por ende la utilidad también será mayor y por el contrario cuando β_5 esté en su nivel alto la evaluación de la espera será menor y por ende la utilidad disminuirá.

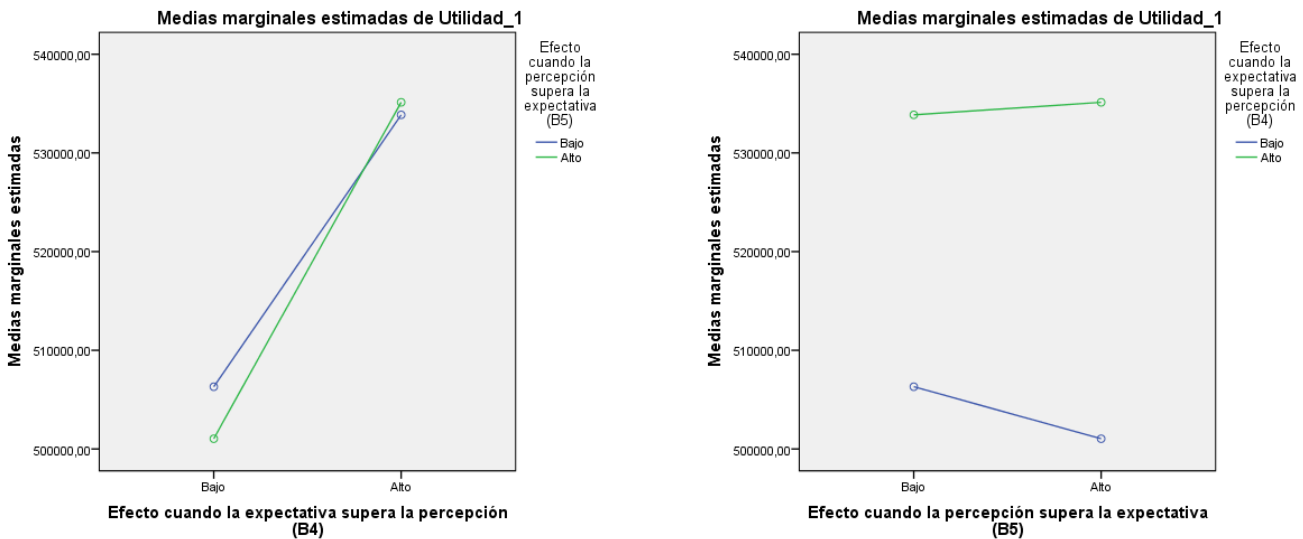
Figura 9. Gráficos de perfil factor distractores



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de perfil del factor distractores se observa que cuando los distractores de ansiedad y atención se encuentran en sus niveles altos la utilidad se maximiza. De este resultado se puede inferir que no importa la naturaleza del distractor, siempre y cuando tenga un efecto grande sobre la percepción ayudará a maximizar la utilidad. Estos efectos deberán ser evaluados por los tomadores de decisión antes de aplicar algún tipo de distractor.

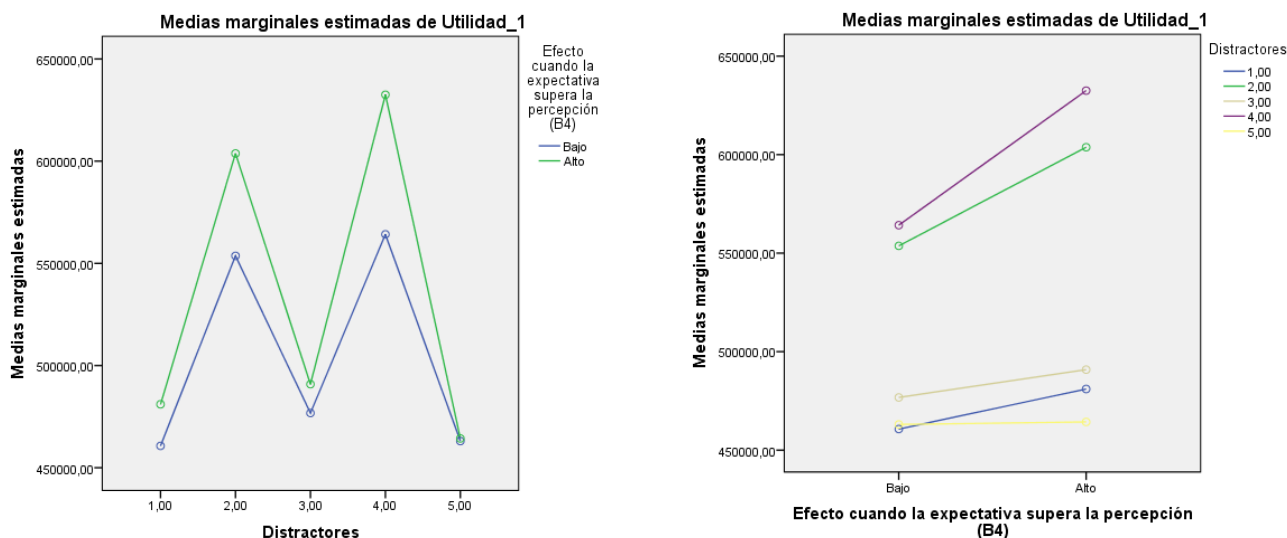
Figura 10. Gráficos de perfil de la interacción entre β_4 y β_5



Fuente: Elaboración propia

En las gráficas de interacción entre β_4 y β_5 se observa que cuando el efecto sobre la evaluación cuando la percepción supera la expectativa se encuentra en su nivel bajo (β_5) el efecto de β_4 no es tan potente.

Figura 11. Gráficos de perfil de la interacción entre β_4 y los distractores



Fuente: elaboración propia

En las gráficas de interacción entre β_4 y los distractores se observa que la utilidad se maximiza cuando β_4 y los distractores de ansiedad y atención están en sus niveles altos.

8.2.1.4 Diferencia de medias para el factor distractores

Para determinar cuáles medias causan las diferencias detectadas y cuáles de los niveles probados del factor distractores son estadísticamente diferentes entre sí, se realizó una prueba de diferencias de medias de Tukey.

Utilidad

DHS de Tukey

Distractores	N	Subconjunto	
		1	2
5,00	492	463675,8888	
1,00	492	470860,7172	
3,00	492	483808,5081	
2,00	492		578720,4277
4,00	492		598351,6106
Sig.		,432	,459

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 492,000

b. Alfa = ,05.

Tabla 20. Prueba de Tukey para el factor distractores. ANOVA de los factores de nivel superior

En la prueba de Tukey se observa que se tienen dos grupos homogéneos, uno con los niveles 2 y 4 de los distractores y otro con los niveles 1, 3 y 5 de los distractores, lo que confirma lo observado en los

gráficos de perfil, es decir que no importa la naturaleza del distractor siempre y cuando su efecto sobre la percepción sea grande, será significativo sobre la satisfacción del usuario y por ende también lo será sobre la utilidad.

8.2.1.5 Diferencias de media para el factor optimista (β_4)

Para determinar si existe diferencia significativa entre el nivel alto y bajo del factor β_4 se realizó una prueba T de diferencias de medias, obteniendo como resultado que no existe diferencia significativas entre el nivel alto y bajo del factor β_4 . Lo que significa que cuando la expectativa del cliente supera la percepción no importa cual sea el valor de β_4 la utilidad del restaurante se maximiza porque el cliente está satisfecho con respecto a la espera.

Estadísticos de grupo									
B4		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media				
Utilidad_1	1,00	1230	503673	194649	5550				
	2,00	1230	534494	193498	5517				

Prueba de muestras independientes										
	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza		
								Inferior	Superior	
Utilidad_1	Se han asumido varianzas iguales	,087	,768	-3,938	2458	,000	-30821	7826	-46167	-15475
	No se han asumido varianzas iguales			-3,938	2458	,000	-30821	7826	-46167	-15475

Tabla 21. Prueba T de diferencias de medias para factor β_4

8.2.2 ANOVA con el factor anidado

Para analizar la ANOVA con el factor anidado se corrieron dos anovas una cuando β_4 esta en su nivel alto y otra cuando β_4 está en su nivel bajo.

8.2.2.1 Prueba de supuestos

8.2.2.1.1 Normalidad de residuales

La primera suposición a verificar es la normalidad de los residuales o errores aleatorios. Por las razones expuestas en prueba de normalidad de residuales de la ANOVA de los factores superiores, se dividieron los residuos en grupos según los tratamientos utilizados en el experimento y a cada grupo se le realizó la prueba de normalidad de Kolmogorv-Smirnov. El p-valor obtenido para todos los grupos fue >5%, por lo

que se concluye que existe evidencia estadística significativa para decir que los residuales siguen una distribución normal para las dos Anovas⁹.

8.2.2.1.2 Homogeneidad de varianzas

La segunda suposición a comprobar es la homogeneidad de los errores aleatorios, se usó la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de varianzas.

- Cuando $\beta_4=1$

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error^{a,b}

Variable dependiente: Utilidad_1

F	gl1	gl2	Sig.
,847	29	1200	,700

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4) = Bajo

b. Diseño: Intersección + B5 + B3 + Distractores + B5 * B3 + B5 * Distractores + B3 * Distractores + B5 * B3 * Distractores

Tabla 22. Prueba de homogeneidad de varianzas de ANOVA con factor anidad y $\beta_4=1$

La prueba de Levene arroja un mínimo alfa >5%, por lo que se puede suponer que existe evidencia estadística significativa para suponer que existe homogeneidad de varianzas.

- Cuando $\beta_4=2$

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error^{a,b}

Variable dependiente: Utilidad_1

F	gl1	gl2	Sig.
1,624	29	1200	,020

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4) = Alto

b. Diseño: Intersección + B5 + B3 + Distractores + B5 * B3 + B5 * Distractores + B3 * Distractores + B5 * B3 * Distractores

Tabla 23. Prueba de homogeneidad de varianzas de ANOVA con factor anidad y $\beta_4=2$

De acuerdo a la prueba de Levene de homogeneidad de varianzas, en la que se obtuvo un mínimo alfa <5% no se puede suponer que las varianzas son homogéneas.

En este experimento el tamaño de muestras es igual a 41 para todos los tratamientos, además al dividir los residuos en grupos según los tratamientos utilizados y calcular la varianza de cada grupo se obtiene que la varianza más grande es 2,4 veces mayor que la varianza menor¹⁰. Por las razones expuestas en la prueba de homogeneidad de varianzas de la ANOVA de factores superiores, se puede decir que estos argumentos son suficientes para afirmar que la ANOVA es robusta a la suposición de igualdad de varianzas y por ende el modelo es válido.

⁹Ver anexo 11. Prueba de normalidad de residuales de ANOVAS con factor anidado β_3

¹⁰Ver anexo 12. Varianzas de residuales ANOVA con factor anidado

8.2.2.2 Análisis del Modelo de ANOVA con el factor anidado β_3

- Cuando $\beta_4=1$

Factores inter-sujetos^a

		Etiqueta del valor	N
Efecto cuando la percepción supera la expectativa (B5)	1,00	Bajo	615
	2,00	Alto	615
Bono satisfaccion	,20	Bajo	410
	,50	Medio	410
	,80	Alto	410
Distractores	1,00		246
	2,00		246
	3,00		246
	4,00		246
	5,00		246

a. Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4) = Bajo

Pruebas de los efectos inter-sujetos^a

Variable dependiente: Utilidad

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3757048653680 ^b	29	129553401851	3,63	,000
Intersección	312034244375633	1	312034244375633	8747,1	0,000
B5	8523452120	1	8523452120	,239	,625
B3	568153011554	2	284076505777	7,963	,000
Distractores	2555055855344	4	638763963836	17,906	,000
B5 * B3	14249408566	2	7124704283	,200	,819
B5 * Distractores	68395015325	4	17098753831	,479	,751
B3 * Distractores	453424619764	8	56678077470	1,589	,124
B5 * B3 * Distractores	89247291008	8	11155911376	,313	,961
Error	42807509829622	1200	35672924858		
Total	358598802858934	1230			
Total corregida	46564558483302	1229			

a. Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4) = Bajo

b. R cuadrado = ,081 (R cuadrado corregida = ,058)

Tabla 24. Análisis de varianza ANOVA con el factor anidado y $\beta_4=1$

- Cuando $\beta_4=2$

Factores inter-sujetos^a

		Etiqueta del valor	N
Efecto cuando la percepción supera la expectativa (B5)	1,00	Bajo	615
	2,00	Alto	615
Bono satisfaccion	,40	Bajo	410
	1,00	Medio	410
	1,60	Alto	410
Distractores	1,00		246
	2,00		246
	3,00		246
	4,00		246
	5,00		246

a. Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4) = Alto

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	6693391053416 ^b	29	230806588049	7,044	,000
Intersección	351391083539410	1	351391083539410	10723	0,000
B5	497570072	1	497570072	,015	,902
B3	243462387356	2	121731193678	3,715	,025
Distractores	5926856871032	4	1481714217758	45,218	,000
B5 * B3	499512156	2	249756078	,008	,992
B5 * Distractores	90655884365	4	22663971091	,692	,598
B3 * Distractores	413317194946	8	51664649368	1,577	,127
B5 * B3 * Distractores	18101633490	8	2262704186	,069	1,000
Error	39322300515264	1200	32768583763		
Total	397406775108091	1230			
Total corregida	46015691568680	1229			

a. Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4) = Alto

b. R cuadrado = ,145 (R cuadrado corregida = ,125)

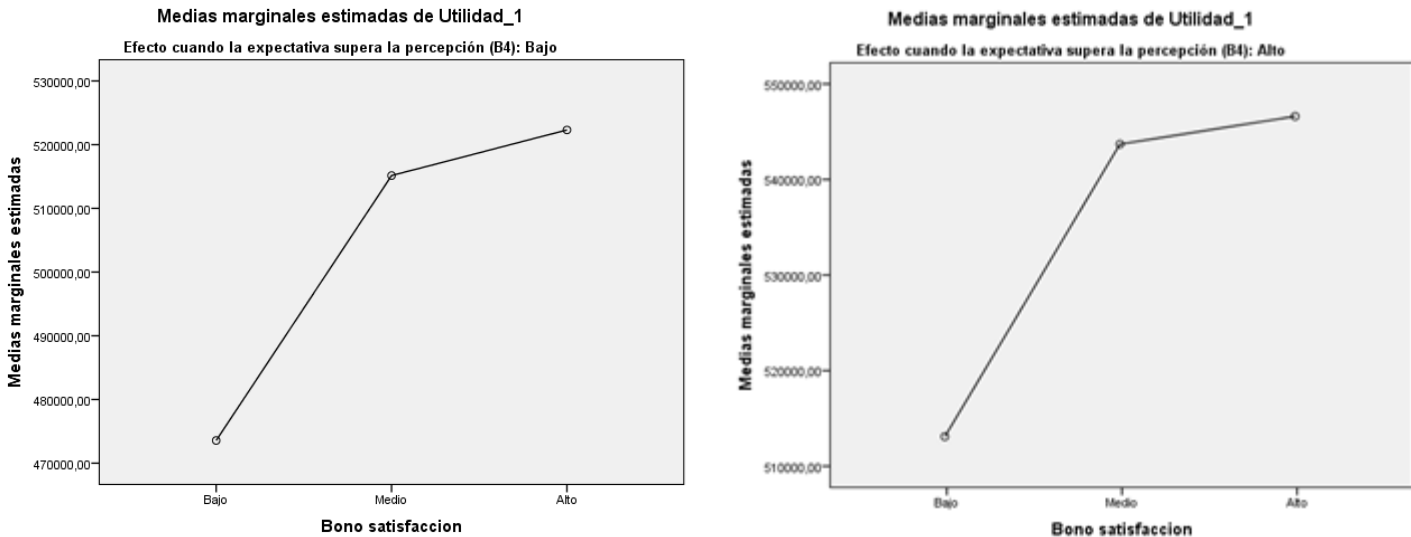
Tabla 25. Análisis de varianza ANOVA con el factor anidado y $\beta_4=2$

Los resultados de las dos ANOVAS indican que individualmente, el bono por satisfacción (β_3) y los distractores producen resultados significativamente diferentes sobre la utilidad. Mientras que el efecto sobre la evaluación de la espera cuando la percepción supera la expectativa (β_5) y las interacciones entre los factores no es significativa.

En las ANOVAS con el factor anidado también se observa que el R^2 tiene un valor bajo, tal como se explicó en la ANOVA de factores superiores, esto se debe a que no se consideraron todos los factores psicológicos que pueden afectar la evaluación de la espera.

8.2.2.3 Gráficos de perfil

Figura 12. Gráficos de perfil del factor bono de satisfacción (β_3)



Fuente. Elaboración propia

En el gráfico de perfil del factor bono de satisfacción se observa que:

- Cuando β_4 se encuentra en su nivel bajo o alto, la utilidad del restaurante aumenta a medida de que el bono de satisfacción pasa de su nivel bajo, medio y alto. Esto es un resultado esperado ya que, como se explicó en capítulos anteriores, β_3 es un bono que suma a la evaluación cuando la expectativa de espera supera al tiempo de espera percibido
- En ambos gráficos la pendiente de aumento al pasar del nivel bajo al medio es mayor que al pasar del nivel medio al alto

8.2.2.4 Diferencias de medias para el factor distractores

Para determinar cuáles medias causan las diferencias detectadas y cuáles de los niveles probados del factor distractores son estadísticamente diferentes entre sí, se realizó una prueba de diferencias de medias de Tukey¹¹.

¹¹ Ver Anexo 13. Prueba de diferencia de medias para el factor distractor de las ANOVAS con factor anidado β_3

Al igual que en la primera ANOVA, en la prueba de Tukey se observa que se tienen dos grupos homogéneos, uno con los niveles 2 y 4 de los distractores y otro con los niveles 1, 3 y 5 de los distractores.

8.2.2.5 Diferencia de medias para el factor bono por satisfacción (β_3)

Para determinar cuáles medias causan las diferencias detectadas y cuáles de los niveles probados del factor bono por satisfacción son estadísticamente diferentes entre sí, se realizó una prueba de diferencias de medias de Tukey. Los resultados de la prueba de Tukey confirman lo observado en los gráficos de perfil, existen dos grupos homogéneos, uno para el nivel bajo y otro para los niveles medios y alto¹².

Además de realizar las ANOVAS para los factores superiores y para el factor anidado se realizó una prueba de Kruskal Wallis para cada factor, en donde se pudo verificar que los factores que tienen un efecto significativo sobre la utilidad son: el cliente optimista, el bono de satisfacción y los distractores¹³.

¹² Ver Anexo 14. Prueba de diferencia de medias para el factor bono de satisfacción de las ANOVAS con factor anidado β_3

¹³ Ver Anexo 15. Pruebas de Kruskal-Wallis

9. Conclusiones y recomendaciones

9.1 Cumplimiento de objetivos del trabajo

Los objetivos definidos al comienzo de la investigación se cumplieron de la siguiente manera:

- Definir un marco conceptual en donde se consideren los factores psicológicos, ambientales y del servicio que influyen en el proceso de líneas de espera y que afectan tanto la percepción como la expectativa de los clientes con respecto a ésta. En el estado del arte (Capítulo 4) se define un marco conceptual sobre la evaluación de la espera, en donde se explican los factores psicológicos, ambientales y del servicio que afectan tanto la percepción como la expectativa de los clientes.
- Desarrollar una función de costos que permita cuantificar las pérdidas causadas por la insatisfacción de los clientes. En el capítulo 5, se desarrolla una función de utilidad que permite cuantificar tanto los ingresos como los costos por insatisfacción del cliente debido a las líneas de espera, dicha función se crea en base al marco conceptual propuesto.
- Realizar un modelo que permita cuantificar los costos de las líneas de espera en entornos repetitivos y competitivos teniendo en cuenta la insatisfacción causada por dicha espera. En el capítulo 6, se explica cómo se integra mediante una simulación un modelo psicológico de evaluación de la espera (explicado en el capítulo 4) con las diferentes respuestas de los clientes a la insatisfacción (explicadas en el capítulo 5). Y por último con la finalidad de observar el comportamiento de los costos por la insatisfacción de los clientes debida a factores psicológicos de la espera se propone el diseño experimental (explicado en el capítulo 7).

9.2 Conclusiones

- A diferencia de otras revisiones de la literatura en la que otros autores se centran en los factores que afectan el tiempo de espera percibido (Nie 2000) o en resumir los elementos que influyen en el comportamiento del cliente durante la espera (Durrande-Moreau 1999), en este trabajo se definió un marco conceptual en el que la evaluación de la espera es el enfoque de la revisión, y en donde se propone una nueva clasificación de los factores que afectan a ésta, ofreciendo así una nueva perspectiva sobre la forma de reducir los efectos negativos de la espera sobre la satisfacción del cliente.
- En este trabajo se creó un modelo de simulación aplicable a diferentes ámbitos, en donde se integra uno de los más recientes e influyentes modelos psicológicos de la evaluación de la espera con un modelo de respuesta de los clientes a dicha evaluación, lo que le proporciona a las empresas una herramienta de simulación que les permite modelar sus costos por insatisfacción asociados a las líneas de espera.
- El modelo de simulación desarrollado en este trabajo no es un modelo definitivo para explicar cómo se comportan los costos por insatisfacción debido a factores psicológicos de la espera, ya que según el marco teórico propuesto existen muchas más variables que afectan la evaluación

de la espera que las utilizadas en el modelo de simulación, sin embargo, en el caso aplicado, se observa el efecto que tienen los distractores con mayor o menor efectividad y también se compara el balance entre clientes “optimistas” y clientes “pesimistas” y su efecto en el costo. Así mismo, se pudo observar el comportamiento cíclico que tendría la evaluación de la espera si se pudiera aislar de la valoración del servicio.

- Otra característica a resaltar del modelo de simulación es que se le asigna una especie de memoria a las entidades que representan a los clientes del restaurante. Esta memoria le permite a las entidades, basándose en experiencias previas con respecto a la espera, tomar la decisión de regresar o no al sistema y la frecuencia con la cual regresan. De esta manera se trata que el sistema simulado se asemeje más a una empresa de servicios real.
- También es importante destacar que en este trabajo de investigación no se pretende validar el modelo psicológico de evaluación de la espera utilizado para modelar los costos de insatisfacción por factores psicológicos de la espera, ya que este modelo ya fue validado y probado en otras investigaciones (Antonides et al., 2002; Aparicio & Ortiz, 2009). Lo que si se hizo fue validar que la simulación se acercara a ese modelo ya probado, lo que hace que este modelo de simulación pueda ser usado para representar el modelo psicológico de evaluación de la espera mediante simulación de eventos discretos y así poder manipular variables y ver las implicaciones de esa manipulación.
- En esta investigación se presentaron muchas limitaciones debido al software utilizado para hacer la simulación. El software utilizado fue la versión estudiantil de Rockwell Arena, que sólo permitía un número limitado de entidades para la simulación, lo que trajo como consecuencia que se simplificaran muchos aspectos del sistema que se quería simular, particularmente limitando el alcance del estudio. A pesar de tal limitación el modelo como tal fue validado y representa de manera más cercana la realidad de un servicio repetitivo y competitivo.

9.3 Recomendaciones para futuras investigaciones

- En el trabajo no se tomó en cuenta el valor del servicio como factor mediador de la satisfacción del usuario, por lo que se recomienda para futuras investigaciones sobre la satisfacción debido a líneas de espera que se tome en cuenta este factor.
- Los niveles altos y bajos de los factores psicológicos que afectan la evaluación de la espera, representados en la ecuación por los coeficientes de β_4 y β_5 , se seleccionaron por la relación que existe entre ellos cuando la expectativa supera la percepción y viceversa. Se sugiere que para próximas investigaciones se haga un estudio que permita determinar el valor real de estos factores psicológicos y cómo afectan éstos sobre la satisfacción del cliente en casos reales.

- Por limitaciones del software se simplificaron muchos aspectos del sistema que se quería simular, entre ellos las renunciaciones y los abandonos en las líneas de espera, por lo que se recomienda que para futuras investigaciones se estudie el comportamiento de los abandonos y renunciaciones al variar los factores psicológicos y de intervención en las líneas de espera.

10. Referencias

- Alvarado, J., & Obagi, J. J. (2008). *Inferencia Estadística*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Antonides, G., Verhoef, P. C., & van Aalst, M. (2002). Consumer perception and evaluation of waiting time: A field experiment. *Journal of Consumer Psychology, 12*(3), 193-202.
- Aparicio, R., & Ortiz, N. (2009). *Modelamiento del tiempo de impaciencia de los usuarios en una línea de espera aplicado a un caso empresarial.*, Pontificia Universidad Javeriana.
- Baker, J., & Cameron, M. (1996). The effects of the service environment on affect and consumer perception of waiting time: an integrative review and research propositions. *Journal of the Academy of Marketing Science, 24*(4), 338-349.
- Balanda, K. P., & MacGillivray, H. L. (1988). Kurtosis: A critical review. *American Statistician, 42*, 111-119.
- Bielen, F., & Demoulin, N. (2007). Waiting time influence on the satisfaction-loyalty relationship in services. *Managing Service Quality, 17*(2), 174-193.
- Billing, K., H. Newland, et al. (2007). Improving patient satisfaction through information provision. *Clinical & Experimental Ophthalmology, 35*(5), 439-447.
- Bitner, M. J. (1992). Servicescapes: The Impact of physical Surroundings in Customers and Employees. *Journal of Marketing, 56*(2), 57-71.
- Box. (1954). Some Theorems on Quadratic Forms Applied in the Study of Analysis of Variance Problems, I. Effect of Inequality of Variance in the One-Way Classification. *Ann. Math. Statist, 25*(2), 290-302.
- Burnham, T. A., Frels, J. K., & Mahajan, V. (2003). Consumer switching cost: a typology, antecedent and consequence. *Journal of Academy of Marketing, 31*(2), 109-126.
- Cabezas Chaparro, M. P. (2010). *Modelamiento de los costos de espera por insatisfacción de clientes en una línea de espera con una aplicación basada en restaurantes*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Cameron, M. (2003). The effects of music, wait-length evaluation, and mood on a low-cost wait experiences. *Journal of Business Research, 56*(6), 421-430.
- Cochran, W. (1947). Some Consequences When the Assumptions for the Analysis of Variance are Not Satisfied. *Biometric, 3*, 22-38.
- Chebat, J.-C., Filiatrault, P., Gelinias-Chebat, C., & Vaninsky, A. (1994). *Why am I waiting? Effects of consumer mood on the attribution of waiting time and perceived quality of services*. Paper presented at the Proceedings of the Third International Research Seminar in Service Management, LaLonde, France.
- Chebat, J. C., Salem, N. H., Poirier, J. F., & Gelinias-Chebat, C. (2010). Reaction to waiting online by men and women *Psychological Reports, 106*(3), 851-869.
- Davis, M. M., & Heineke, J. (1998). How disconfirmation, perception and actual waiting times impact customer satisfaction. *International Journal of Service Industry Management, 9*(1), 64-73.
- Davis, M. M., & Maggard, M. J. (1990). An analysis of customer satisfaction with waiting times in a two-stage service process. *Journal of Operations Management, 9*(3), 324-334.
- Davis, M. M., & Vollmann, T. E. (1990). A framework for relating waiting time and customer satisfaction in a service operation. *The Journal of Services Marketing, 4*(1), 61-69.
- De Man, S., Vlerick, P., Gemmel, P., De Bondt, P., Matthys, D., & Dierckx, R. A. (2005). Impact of waiting on the perception of service quality in nuclear medicine. *Nuclear medicine communications, 26*(6), 541-547.
- Dean, A., & Voss, D. (1999). *Design and Analysis of Experiment*. New York: Springer.
- Diaz, A. (2009). *Diseño estadístico de experimentos* (2th ed.). Medellín: Universidad de Antioquia.
- Dubé, L., Schmitt, B. H., & Leclerc, F. (1991). Consumers affective response to delays at different phases of a service delivery. *Journal of Applied Social Psychology, 21*(10), 810-820.

- Ferguson, J. L., & Johnston, W. J. (2011). Customer response to dissatisfaction: A synthesis of literature and conceptual framework. *Industrial Marketing Management*, 40(1), 118-127.
- Fraisse, P. (1984). Perception and estimation of time. . *Annual Review of Psychology*, 35, 1-36.
- Gorn, G. J., Chattopadhyay, A., & Sengupta, J. (2004). Waiting for the Web : How Screen Color Affects Time Perception. *Journal of Marketing Research*, XLI, 215-225.
- Graham, R. J. (1981). The role of perception of time in consumer research. *Journal of Consumer Research*, 7(4), 335-342.
- Hibbard, J., Kumar, N., & Stern, L. (2001). Examining the impact of destructive acts in marketing channel relationships. *Journal of Marketing Research*, 38(1), 45-61.
- Hirschman, A. (1970). Responses to decline in firms, organizations and states., *Cambridge, MA: Harvard University Press*.
- Hornik, J. (1984). Subjective vs. Objective Time Measures: A Note on the Perception of Time in Consumer Behavior. *Journal of Consumer Research*, 11, 615. doi: 10.1086/208998
- Hui, M. K., Dubé, L., & Chebat, J.-C. (1997). The impact of music on consumers' reactions to waiting for service. *J Retail.*, 73(1), 87-104.
- Hui, M. K., & Tse, D. K. (1996). What to tell consumers in waits of different lengths: an integrative model of service evaluation. *The Journal of Marketing*, 81-90.
- Jones, M., Mothersbaugh, D., & Beatty, S. (2002). Why customers stay: Measuring the underlying dimensions of services switching costs and managing their differential strategic outcomes. *Journal of Business Research*, 55(6), 441-450.
- Jones, P., & Peppiatt, E. (1996). Managing perceptions of waiting times in service queues. *International Journal Service Industry Management*, 7, 47-57.
- Karatepe, O. M., Yavas, U., Babakus, E., & Avci, T. (2006). Does gender moderate the effects of role stress in frontline service jobs? *Journal of Business Research*, 59, 1087-1093.
- Katz, K. L., Larson, B. M., & Larson, R. C. (1991). PRESCRIPTION FOR THE WAITING-IN-LINE BLUES Entertain, enlighten, and engage. *Operations management: critical perspectives on business and management*, 2, 160.
- Kellaris, J. J., & Kent, R. J. (1992). The influence of music on consumers' perceptions: does time fly when you're having fun? *Consum Psychol*, 4, 365-376.
- Kuehl, R. O. (2001). *Diseños de experimentos: Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación Mexico*.
- Kumar, P., Kalwani, M. U., & Dada, M. (1997). The impact of waiting time guarantees in customer satisfaction. *Marketing Science*, 16(4), 295-314.
- Larson, R. C. (1987). Perspectives on queues: Social Justice and the Psychology. *Operations Research*, 35(6), 895-904.
- Liu, A. (2006). Customer value and switching costs in business service: Developing exit barriers trough strategic value management. *Journal of Business Research*, 21(1), 30-37.
- Maister, D. (1985). *The psychology of waiting lines. The service encounter: managing employees/ customer interaction in service business*: Lexington, MA, D.C. Heat & Company.
- McGuire, K. a., Kimes, S. E., Lynn, M., Pullman, M. E., & Lloyd, R. C. (2010). A framework for evaluating the customer wait experience. *Journal of Service Management*, 21, 269-290. doi: 10.1108/09564231011050760
- McKeever, T., Sweeney, M., & Staines, A. (2006). An investigation of the impact of prolonged waiting times on blood donors in Ireland. *Vox Sanguinis* 90(2), 113-118.
- Money, R. B., Gilly, M. C., & Graham, J. L. (1998). Explorations of national culture and word-of-mouth referral behavior in the purchase of industrial services in the united states and japan. *Journal of Marketing*, 62(4), 76-87.

- Nah, F. F.-H. (2004). A study on tolerable waiting time: how long are Web users willing to wait? *Behaviour & Information Technology*, 23(3), 153-163.
- Nelson, D. L., & Quick, J. C. (1985). Professional women: are distress and disease inevitable. *Academy of Management Review*, 10(2), 206-218.
- Nie, W. (2000). Waiting : integrating social and psychological perspectives in operations management. *Omega*, 28, 611-629.
- Oakes, S. (2003). Musical Tempo and Waiting Perceptions. *Psychology*, 20(8), 685-705. doi: 10.1002/mar.10092
- Pazgal, A., & Radas, S. (2007). Comparison of customer balking and renegeing behavior to queueing theory predictions: An experimental study. *Computers & Operations Research*, 35(8), 2537-2548.
- Pruyn, A., & Smidts, A. (1998). Effects of waiting on the satisfaction with the service: Beyond objective time measures. *International Journal of Research in Marketing*, 15(4), 321-334.
- Sheth, J. (1973). A model of industrial buyer behavior. *Journal of Marketing*, 37(4), 50-56.
- Singh, J. (1990). A typology on consume dissatisfaction response styles. *Journal of Retailing*, 66(1), 57-43.
- Sinha, I., & Desarbo, W. S. (1998). An integrated approach toward the spatial modeling of perceived costumer value. *Journal of Marketing Research*, 35(2), 236-249.
- Stoop, A., Vrangbak, K., & Berg, M. (2005). Theory and practice of waiting time data as a performance indicator in health care. A case study from The Netherlands. *Health policy (Amsterdam, Netherlands)*, 73(1), 41-51.
- Sunden, A., & Surette, B. (1998). Gender differences in the allocation of assets in retirement savings plans. *American Economic Review*, 88(2), 207-212.
- Taylor, S. (1994). Waiting for Service : The Relationship Between Delays and Evaluations of Service. *Journal of Marketing*, 58, 56-69.
- Voorhees, C. M., Baker, J., Bourdeau, B. L., Brocato, E. D., & Cronin, J. J. (2009). It Depends: Moderating the Relationships Among Perceived Waiting Time, Anger, and Regret. *Journal of Service Research*, 12(2), 138-155.
- Whiting, A. (2006). Managing Voice-to-Voice Encounters: Reducing the Agony of Being Put on Hold. *Journal of Service Research*, 8(3), 234-244.
- Zhao, X., Lau, R. S. M., & Lam, K. (2002). Optimizing the service configuration with the least total cost approach. *International Journal of Service Industry Management*, 13(4), 348-361.
- Zhou, R., & Soman, D. (2008). Consumers' waiting in queues: The role of first-order and second-order justice. *Psychology and Marketing*, 25(3), 262-279.

11. Anexos

Anexo 1. Definición de parámetros de cantidad de clientes

N_{22} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos y deciden hacer boca a boca de su experiencia.

ψ_2 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes insatisfechos que deciden hacer boca a boca negativo

$$N_{22} = N_2 \cdot \psi_2$$

N_{221} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, deciden hacer boca a boca negativo y quejarse

ω_4 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que hicieron boca a boca negativo y se quejaron

$$N_{221} = (N_2 \cdot \psi_2) \cdot \omega_4$$

N_{223} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, deciden hacer boca a boca negativo y además disminuir sus compras

ω_5 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes hicieron boca a boca negativo y además deciden disminuir sus compras

$$N_{223} = (N_2 \cdot \psi_2) \cdot \omega_5$$

N_{224} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos y su única respuesta es hacer boca a boca negativo

ω_6 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que sólo hacen boca a boca negativo

$$N_{224} = (N_2 \cdot \psi_2) \cdot \omega_6$$

N_{2213} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que deciden hacer boca a boca negativo, quejarse y disminuir sus compras

ϑ_5 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que hicieron boca a boca negativo, se quejaron y disminuyeron sus compras

$$N_{2213} = (N_2 \cdot \psi_2) \cdot \omega_4 \cdot \vartheta_5$$

N_{2214} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que sólo deciden hacer boca a boca negativo y quejarse

ϑ_6 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que sólo se hicieron boca a boca negativo y se quejaron

$$N_{2214} = (N_2 \cdot \psi_2) \cdot \omega_4 \cdot \vartheta_6$$

N_{2231} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que deciden hacer boca a boca negativo, disminuir sus compras y quejarse

ϑ_7 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que hicieron boca a boca negativo, disminuyeron sus compras y se quejaron

$$N_{2231} = (N_2 \cdot \psi_2) \cdot \omega_5 \cdot \vartheta_7$$

N_{2234} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que sólo deciden hacer boca a boca negativo y disminuir sus compras

ϑ_8 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que sólo hicieron boca a boca negativo y disminuyeron sus compras

$$N_{2234} = (N_2 \cdot \psi_2) \cdot \omega_5 \cdot \vartheta_8$$

N_{23} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos y deciden disminuir sus compras

ψ_3 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes insatisfechos que deciden únicamente disminuir sus compras

$$N_{23} = N_2 \cdot \psi_3$$

N_{231} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, deciden disminuir sus compras y quejarse

ω_7 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que disminuyeron sus compras y se quejaron

$$N_{231} = (N_2 \cdot \psi_3) \cdot \omega_7$$

N_{232} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, deciden disminuir sus compras y hacer boca a boca negativo

ω_8 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes disminuyeron sus compras e hicieron boca a boca negativo

$$N_{232} = (N_2 \cdot \psi_3) \cdot \omega_8$$

N_{234} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos y su única respuesta es disminuir sus compras

ω_9 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que sólo disminuyeron sus compras

$$N_{234} = (N_2 \cdot \psi_3) \cdot \omega_9$$

N_{2312} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que deciden disminuir sus compras, quejarse y hacer boca a boca negativo

ϑ_9 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que disminuyeron sus compras, se quejaron e hicieron boca a boca negativo

$$N_{2312} = (N_2 \cdot \psi_3) \cdot \omega_7 \cdot \vartheta_9$$

N_{2314} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que sólo deciden disminuir sus compras y quejarse

ϑ_{10} : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que sólo disminuyeron sus compras y se quejaron y se quejaron

$$N_{2314} = (N_2 \cdot \psi_3) \cdot \omega_7 \cdot \vartheta_{10}$$

N_{2321} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que deciden disminuir sus compras, hacer boca a boca negativo y quejarse

ϑ_{11} : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que disminuyeron sus compras, hicieron boca a boca negativo y se quejaron

$$N_{2321} = (N_2 \cdot \psi_3) \cdot \omega_8 \cdot \vartheta_{11}$$

N_{2324} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos, que sólo deciden disminuir sus compras y hacer boca a boca negativo

ϑ_{12} : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes que sólo disminuyeron sus compras e hicieron boca a boca negativo

$$N_{2324} = (N_2 \cdot \psi_3) \cdot \omega_8 \cdot \vartheta_{12}$$

N_{24} : Hace referencia a la cantidad de clientes actuales que quedaron insatisfechos y deciden no hacer nada

ψ_4 : Es una variable continua que toma valores entre [0,1] y representa la proporción de clientes insatisfechos que deciden no tener ninguna respuesta a la insatisfacción

$$N_{24} = N_2 \cdot \psi_4$$

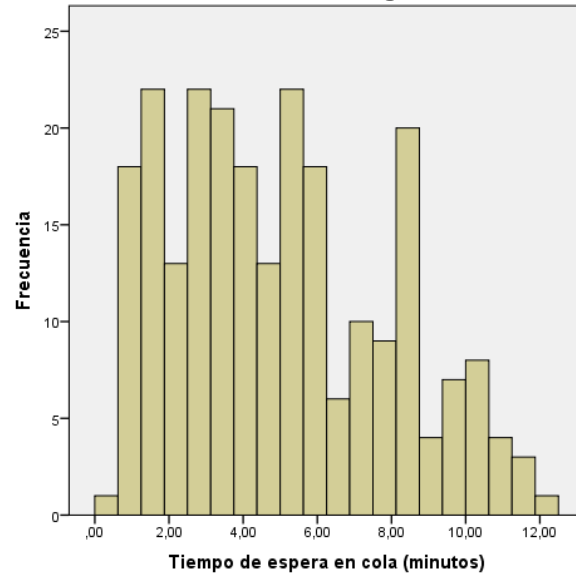
Anexo 2. Estadística descriptiva del tiempo de espera real

Estadísticos

Tiempo de espera en cola (minutos)

N	Válidos	240
	Perdidos	0
Media		4,9985
Mediana		4,6700
Desv. típ.		2,89672
Varianza		8,391
Asimetría		,448
Curtosis		-,765
Percentiles	25	2,7300
	50	4,6700
	75	7,2150
	95	10,3285

Histograma



El tiempo de espera real en cola tiene una media de 4,99 minutos y una desviación estándar de 2,89 minutos. La media es mayor que la mediana y el coeficiente de asimetría es 0,448, por lo que se puede decir que la variable es asimétrica positiva y los datos tienden a cargarse hacia la izquierda de la gráfica. Además la curtosis es negativa por lo que se puede inferir que no hay datos atípicos.

Anexo 3. Módulo de VBA para el cálculo del tiempo percibido y evaluación de la espera

'Variables globales

```
Dim oSIMAN As Arena.SIMAN Dim
nEsperaAttrIndex As Long, nPercibidoAttrIndex As Long, nEvaluacionAttrIndex As Long, nExpectativaAttrIndex As Long
Dim nEntradaColaAttrIndex As Long, nSalidaColaAttrIndex As Long Dim
nErrorEvaluacionAttrIndex As Long, nErrorPercepcionAttrIndex As Long, nPersonasAttrIndex As Long Dim
nCedulaAttrIndex As Long Dim
alfa2 As Double, beta2 As Double, beta3 As Double, beta4 As Double, beta5 As Double, binaria As Double
Dim gama As Double Dim
nNextRow As Long, nColumnA As Long, nColumnB As Long, nColumnC As Long, nColumnD As Long, nColumnE As Long
```

' Variables globales de

excel

```
Dim oExcelApp As Excel.Application, oWorkbook As Excel.Workbook, oWorksheet As Excel.Worksheet
```

```
Private Sub ModelLogic_RunBeginSimulation()
```

' Definir las variables globales SIMAN

```
Set oSIMAN = ThisDocument.Model.SIMAN
```

'Numero del atributo entrada al sistema

```
nEntradaColaAttrIndex = oSIMAN.SymbolNumber("Entrada Cola")
```

```
nSalidaColaAttrIndex = oSIMAN.SymbolNumber("Salida Cola")
```

```
nEsperaAttrIndex = oSIMAN.SymbolNumber("Tiempo de espera")
```

```
nPercibidoAttrIndex = oSIMAN.SymbolNumber("Tiempo percibido")
```

```
nEvaluacionAttrIndex = oSIMAN.SymbolNumber("Evaluacion espera")
```

```
nExpectativaAttrIndex = oSIMAN.SymbolNumber("Expectativa")
```

```
nErrorEvaluacionAttrIndex = oSIMAN.SymbolNumber("Error Evaluacion")
```

```
nErrorPercepcionAttrIndex = oSIMAN.SymbolNumber("Error Percepcion")
```

```
nCedulaAttrIndex = oSIMAN.SymbolNumber("cedula")
```

' Inicia excel y crea una nueva hoja

```
Set oExcelApp = CreateObject("Excel.Application")
```

```
oExcelApp.Visible = True
```

```
oExcelApp.SheetsInNewWorkbook = 1
```

```
Set oWorkbook = oExcelApp.Workbooks.Add
```

```
Set oWorksheet = oWorkbook.ActiveSheet
```

```
With oWorksheet
```

```

.Name = "Datos Entidades"

.Rows(1).Select

oExcelApp.Selection.Font.Bold = True

oExcelApp.Selection.Font.color = RGB(255, 0, 0)

.Rows(2).Select

oExcelApp.Selection.Font.Bold = True

oExcelApp.Selection.Font.color = RGB(0, 0, 255)

End With

End Sub

Private Sub ModelLogic_RunBeginReplication()

    'Para excel

    Dim nReplicationNum As Long, i As Integer

    ' Escoger las columnas donde se van a escribir las variables

    nReplicationNum = oSIMAN.RunCurrentReplication

    nColumnA = (6 * (nReplicationNum - 1)) + 1

    nColumnB = nColumnA + 1

    nColumnC = nColumnA + 2

    nColumnD = nColumnA + 3

    nColumnE = nColumnA + 4

    With oWorksheet

        .Activate

        .Cells(1, nColumnA).value = "Dia " & nReplicationNum

        .Cells(2, nColumnA).value = "ID Clientes"

        .Cells(2, nColumnB).value = "Expectativa"

        .Cells(2, nColumnC).value = "Tiempo de espera"

        .Cells(2, nColumnD).value = "Percepcion"

        .Cells(2, nColumnE).value = "Evaluacion de la espera"

        For i = 0 To 5

            .Columns(nColumnA + i).Select

```

```

oExcelApp.Selection.Columns.AutoFit

oExcelApp.Selection.NumberFormat = "0.00"

Next i

End With

nNextRow = 3

End Sub

Private Sub VBA_Block_3_Fire()

Dim dCreateTime, dCurrentTime, dPercibido, dPercibido_1, dEvaluacion, dExpectativa, dTiempoEspera, dQueue As Double

Dim dErrorEvaluacion, dErrorPercepcion As Double

Dim cedula2 As Double

Dim alfa2 As Double, beta2 As Double, beta3 As Double, beta4 As Double, beta5 As Double, binaria As Double

Dim gama As Double

Dim Cola As Long

oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nEsperaAttrIndex) = oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity,
nSalidaColaAttrIndex) - oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nEntradaColaAttrIndex)

dTiemposEspera = oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nEsperaAttrIndex)

dErrorEvaluacion = oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nErrorEvaluacionAttrIndex)

dErrorPercepcion = oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nErrorPercepcionAttrIndex)

dPercibido = 0

'Variables evaluacion de la espera

alfa2 = 0.69315

beta2 = -1

beta3 = 0.4

beta4 = 2

beta5 = 1

binaria = 0

'Variables percepcion

gama = -0.080471896

'Tiempo percibido

```



```

If oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nEsperaAttrIndex) = 0# Then

    oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nPercibidoAttrIndex) = 0#

Else

    oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nPercibidoAttrIndex) = Math.Log(1.2) + Math.Log(dTiempoEspera + 1) + gama +
dErrorPercepcion

End If

dPercibido = oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nPercibidoAttrIndex)

If dPercibido = 0 Then

    dPercibido_1 = 0

Else

    dPercibido_1 = Math.Exp(dPercibido)

End If

'Evaluacion de la espera

'Si la expectativa es menor 0

If oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nExpectativaAttrIndex) <= 0 Then

    oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nExpectativaAttrIndex) = 0

End If

If Math.Exp(oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nPercibidoAttrIndex)) > oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity,
nExpectativaAttrIndex) Then

    binaria = 0

Else

    binaria = 1

End If

oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nEvaluacionAttrIndex) = 0.69315 + beta2 * (Math.Log(dPercibido_1 + 1)) + beta3
* binaria + beta4 * binaria * (Math.Log((oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nExpectativaAttrIndex)) + 1) -
(Math.Log(dPercibido_1 + 1))) + beta5 * (1 - binaria) * (Math.Log((oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity,
nExpectativaAttrIndex)) + 1) - (Math.Log(dPercibido_1 + 1))) + dErrorEvaluacion

dPercibido = oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nPercibidoAttrIndex)

dEvaluacion = oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nEvaluacionAttrIndex)

dExpectativa = oSIMAN.EntityAttribute(oSIMAN.ActiveEntity, nExpectativaAttrIndex)

cedula2 = oSIMAN.EntityNumber(oSIMAN.ActiveEntity)

```

' Escribe los valores en la celda de excel

With oWorksheet

.Cells(nNextRow, nColumnA).value = cedula2

.Cells(nNextRow, nColumnB).value = dExpectativa

.Cells(nNextRow, nColumnC).value = dTiempoEspera

.Cells(nNextRow, nColumnD).value = dPercibido_1

.Cells(nNextRow, nColumnE).value = dEvaluacion

.Cells(nNextRow, nColumnF).value = "0"

End With

' Incremento de fila

nNextRow = nNextRow + 1

End Sub

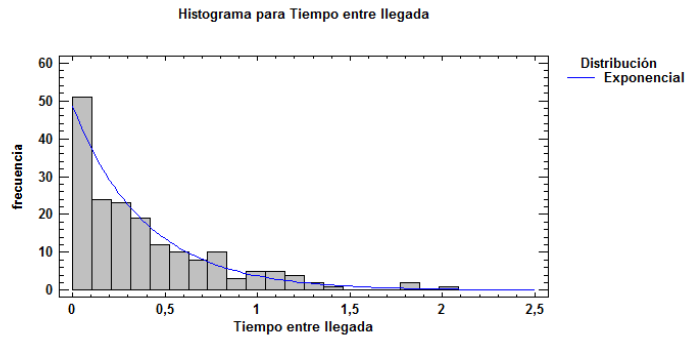
Anexo 4. Análisis de entrada del modelo de simulación

1. Tiempo entre llegadas

Estadísticos

Tiempo entre llegadas (minutos)

N	Válidos	240
	Perdidos	0
Media		,378194
Mediana		,250000
Desv. típ.		,3796289
Asimetría		1,654
Error típ. de asimetría		,157
Curtosis		3,154
Error típ. de curtosis		,313
Percentiles	25	,100000
	50	,250000
	75	,562500
	95	1,149167



En promedio un usuario llega al sistema cada 0.378 minutos con una desviación de 0.3796 minutos. La media es igual a la desviación estándar, hecho que evidencia que la variable sigue una distribución exponencial.

El histograma refleja una distribución asimétrica positiva con coeficiente de asimetría positiva e igual a 1.654. El tiempo entre llegadas del 25% los usuarios es menor a 0.1 minutos, mientras que el 75% de los tiempos entre llegada es menos a medio minuto (0.5625 minutos). Por lo general el tiempo entre llegadas es pequeño, por lo que hay entrada frecuente de usuarios al sistema.

Gráfico P-P Exponencial de Tiempo entre llegadas (minutos)

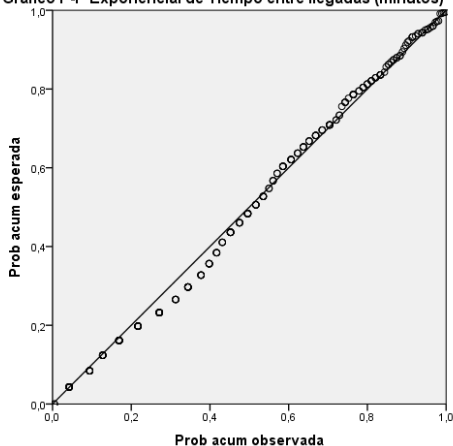
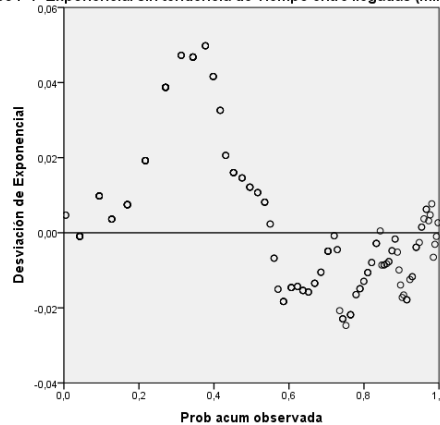


Gráfico P-P Exponencial sin tendencia de Tiempo entre llegadas (minutos)



Al realizar el análisis descriptivo de la distribución de probabilidad de la variable a través de gráficos p-p, se evidencia que la variable parece distribuirse exponencial, debido a que los puntos en la primera gráfica se ajustan bastante bien a una línea recta. También se realizaron las pruebas de Komolgorov-Smirnov y Chi-Cuadrado para determinar la distribución de la variable, obteniendo en ambas pruebas

que el p-valor es mayor al 5% por lo que existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que el tiempo entre llegadas se distribuye exponencial

Resumen de distribución		Kolmogorov-smirnov		Chi-cuadrado	
Distribución	Exponencial	Estadístico de prueba	0.0482	Numero de intervalos	7
Expresión	- 0.001+EXPO(0.392)	p-valor	0.15	Grados de libertad	5
Error Cuadrado	0.00741			Estadístico de prueba	5.77
				p-valor	0.344

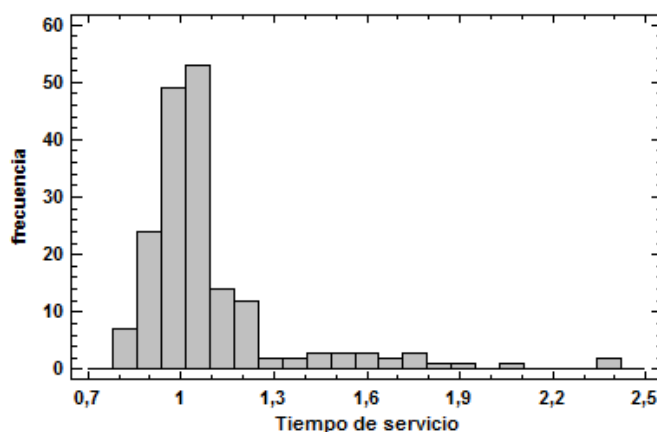
2. Tiempo de servicio

Estadísticos

Tiempo de servicio (minutos)

N	Válidos	240
	Perdidos	0
Media		1,1040
Mediana		1,0300
Desv. típ.		,26921
Asimetría		2,639
Error típ. de asimetría		,157
Curtosis		7,723
Error típ. de curtosis		,313
Percentiles	25	,9700
	50	1,0300
	75	1,1200
	95	1,7490

Histograma

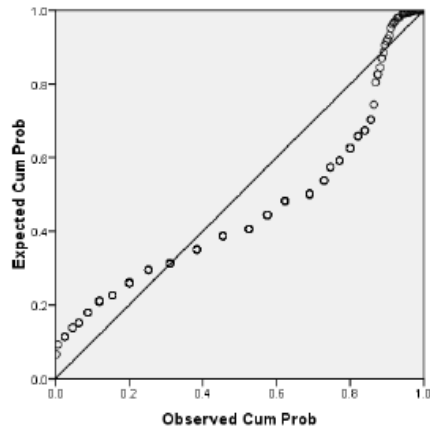


En promedio el tiempo de servicio de los usuarios es de 1.1040 minutos, con una desviación estándar de 0.26921.

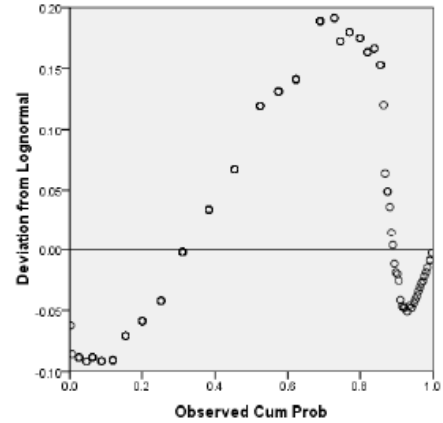
El histograma refleja una distribución asimétrica positiva con coeficiente de asimetría positiva igual a 2.639. En el 50% de los casos el tiempo de servicio es menor a 1.03 minutos y sólo en el 95% de los casos es mayor a 1.75 minutos.

Al comparar la tasa de llegada de los usuarios al servicio $\lambda = \frac{1}{0.3181} = 2.64 \frac{\text{personas}}{\text{minuto}}$ con la tasa de servicio $\mu = \frac{1}{1.1040} = 0.9058 \frac{\text{personas}}{\text{minuto}}$, es evidente que la tasa de llegada es casi 3 veces la tasa servicio, por lo que no alcanzará el estado estable y crecerá indefinidamente, sin embargo esto no es lo que ocurre en el sistema, ya que por motivos de simplificación del modelo la tasa de servicio μ es la suma de tasas de atención μ_i de n servidores en serie, todas ellas menores a la tasa de llegada de al sistema.

Lognormal P-P Plot of Tiempo de servicio (minutos)



Detrended Lognormal P-P Plot of Tiempo de servicio (minuto)



Después de hacer una serie de gráficos p-p con diferentes funciones de probabilidad, el gráfico con mayor ajuste fue el de la distribución lognormal. Sin embargo se observa en la primera imagen que los puntos no se ajustan a la línea recta, por lo que la distribución lognormal es cuestionable descriptivamente.

Adicionalmente se corrieron pruebas de Komolgorov-Smirnov y Chi-Cuadrado para las distribuciones Lognormal, Beta, Erlang, Exponencial, Normal y Weibull sin encontrar en ningún caso un p-valor mayor al 5% en el que se rechace la hipótesis nula.

Resumen de distribución		Kolmogorov-smirnov		Chi-cuadrado	
Distribución	Beta	Estadístico de prueba	0.223	Numero de intervalos	6
Expresión	0.7+1.8*BETA(2.77, 9.46)	p-valor	< 0.01	Grados de libertad	3
Error Cuadrado	0.08807			Estadístico de prueba	79.3
				p-valor	< 0.005
Distribución	Exponencial	Estadístico de prueba	0.335	Numero de intervalos	7
Expresión	0.7+EXPO(0.394)	p-valor	< 0.01	Grados de libertad	5
Error Cuadrado	0.2172			Estadístico de prueba	208
				p-valor	< 0.005
Distribución	Eralng	Estadístico de prueba	0.19	Numero de intervalos	5
Expresión	0.7+ERLA(0.0985,4)	p-valor	< 0.01	Grados de libertad	2
Error Cuadrado	0.0647			Estadístico de prueba	50
				p-valor	< 0.005
Distribución	Normal	Estadístico de prueba	0.263	Numero de intervalos	6
Expresión	NORM(1.09,0.257)	p-valor	<0.01	Grados de libertad	3
Error Cuadrado	0.13			Estadístico de prueba	134
				p-valor	< 0.005
Distribución	Weibul	Estadístico de prueba	0.206	Numero de intervalos	6
Expresión	0.7+WEIB(0.447,1.73)	p-valor	< 0.01	Grados de libertad	4
Error Cuadrado	0.111			Estadístico de prueba	99.8
				p-valor	< 0.005
Distribución	Lognormal	Estadístico de prueba	0.145	Numero de intervalos	5
Expresión	0.7+LOGN(0.385,0.193)	p-valor	< 0.01	Grados de libertad	2
Error Cuadrado	0.043762			Estadístico de prueba	40.7
				p-valor	< 0.005

Aunque según el análisis estadístico del tiempo de servicio no se ajusta a ninguna distribución, esto se puede deber a la presencia de datos atípicos, por lo que para efectos del modelo de simulación se eliminan los datos atípicos para determinar la distribución de probabilidad de la variable y se considera la ocurrencia de datos atípicos como posibles fallas del servicio.

Al eliminar los datos atípicos se volvieron a realizar las pruebas obteniendo que el tiempo de servicio se ajusta a una distribución Lognormal.

Resumen de distribución		Kolmogorov-smirnov		Chi-cuadrado	
Distribución	Lognormal	Estadístico de prueba	0.0782	Numero de intervalos	7
Expresión	0.7+LOGN(0.36,0.154)	p-valor	0.117	Grados de libertad	4
Error Cuadrado	0.016370			Estadístico de prueba	26.2
				p-valor	< 0.005

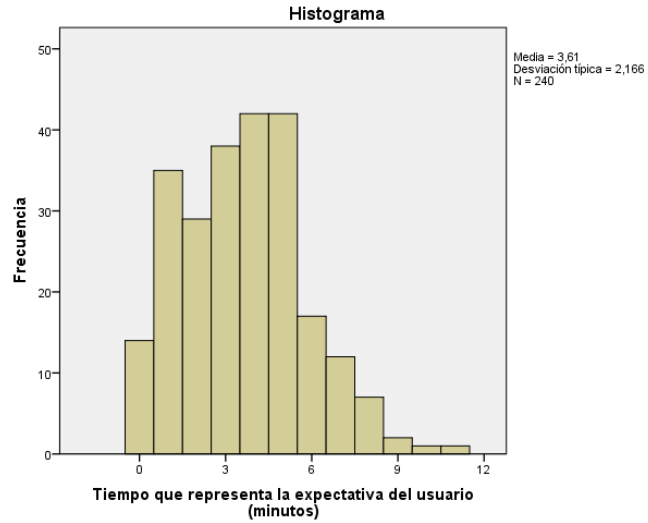
Los datos atípicos ignorados para determinar la función de probabilidad fueron representados en el modelo de simulación a través de un módulo Failure de Arena.

3. Expectativa

Estadísticos

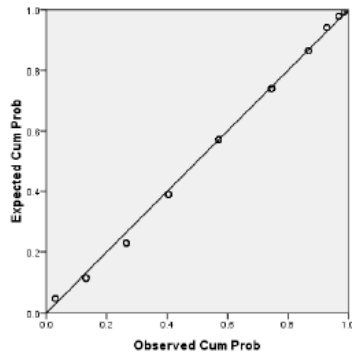
Tiempo que representa la expectativa del usuario (minutos)

N	Válidos	240
	Perdidos	0
Media		3,61
Mediana		4,00
Desv. típ.		2,166
Asimetría		,407
Error típ. de asimetría		,157
Curtosis		-,027
Error típ. de curtosis		,313
Percentiles	25	2,00
	50	4,00
	75	5,00
	95	7,00

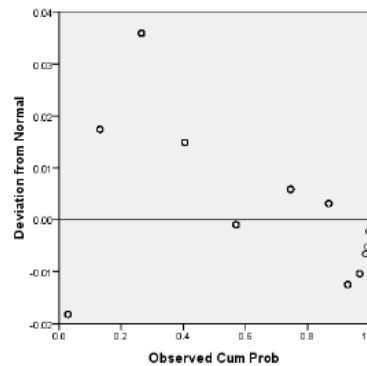


El promedio de tiempo que un usuario tiene pensado esperar en cola es de 3.61 minutos con una desviación estándar 2.166 minutos. El coeficiente de asimetría es 0.407, por lo que la variable es asimétrica positiva, tal como se observa en el histograma.

Normal P-P Plot of Tiempo que representa la expectativa del usuario (minutos)



Detrended Normal P-P Plot of Tiempo que representa la expectativa del usuario (minutos)



Al realizar el análisis descriptivo de la distribución de probabilidad de la variable a través de gráficos p-p, se evidencia que la variable parece distribuirse normal, debido a que los puntos en la primera gráfica se ajustan bastante bien a una línea recta. También se realizaron las pruebas de Komolgorov-Smirnov y Chi-Cuadrado para determinar la distribución de la variable, obteniendo en ambas pruebas que el p-valor

es mayor al 5% por lo que existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que el tiempo entre llegadas se distribuye normal.

Resumen de distribución		Kolmogorov-smirnov		Chi-cuadrado	
Distribución	Normal	Estadístico de prueba	0.11	Numero de intervalos	7
Expresión	NORM(3.68,2.16)	p-valor	0.02	Grados de libertad	4
Error Cuadrado	0,0061			Estadístico de prueba	8.14
				p-valor	0.089

Para evitar que la variable expectativa tuviera números negativos, la desviación estándar de la distribución normal se cambió a 1.

Anexo 5. Prueba de diferencias de medias entre la expectativa real y la simulada

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Expectativa	350811	3,6987	,99652	,00168

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 3.70					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
Expectativa	-,788	350810	,431	-,00133	-,0046	,0020

En la prueba T de comparación de medias se obtuvo un p-valor de 0,431, por lo que se puede concluir que existe evidencia estadística significativa para afirmar que la media de la expectativa simulada y la media de la expectativa real son iguales.

Anexo 6. Prueba de diferencias de medias entre el tiempo de espera real y el simulado

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación tip.	Error típ. de la media
VAR00003	60	4,8405	,77892	,10056

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 4.998					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00003	-1,566	59	,123	-,15748	-,3587	,0437

En la prueba T de comparación de medias se obtuvo un p-valor de 0,123, por lo que se puede concluir que existe evidencia estadística significativa para afirmar que la media del tiempo de espera simulado y la media del tiempo de espera real son iguales.

Anexo 7. Cálculo del número de réplicas del experimento

Para calcular el número de réplicas se utilizará la siguiente fórmula (Dean & Voss, 1999)

$$r = \frac{2v\sigma^2\phi^2}{\Delta^2}$$

A continuación se calcula el número de réplicas con con:

$$v=5$$

$$\alpha = 0,05$$

$$\beta = 0,9$$

Según Kuehl (Kuehl, 2001) dependiendo del tamaño de la variación que se quiera detectar se pueden usar las siguientes relaciones entre σ y Δ :

- $\Delta = 0,3\sigma$

r	v_2	ϕ	$r = 111,11\phi^2$	Réplicas
	1000	1,802	360,7	361
361	1800	1,802	360,7	361

- $\Delta = 0,6\sigma$

r	v_2	ϕ	$r = 27,77\phi^2$	Réplicas
	1000	1,802	89,9	90
90	445	1,802	89,9	90

- $\Delta = 0,9\sigma$

r	v_2	ϕ	$r = 12,3\phi^2$	Réplicas
	1000	1,802	39,9	40
40	195	1,82	40,7	41
41	200	1,82	40,7	41

Para el experimento se utilizará una relación entre σ y Δ de 0,9, por lo que el número de réplicas será de 41 réplicas por tratamiento

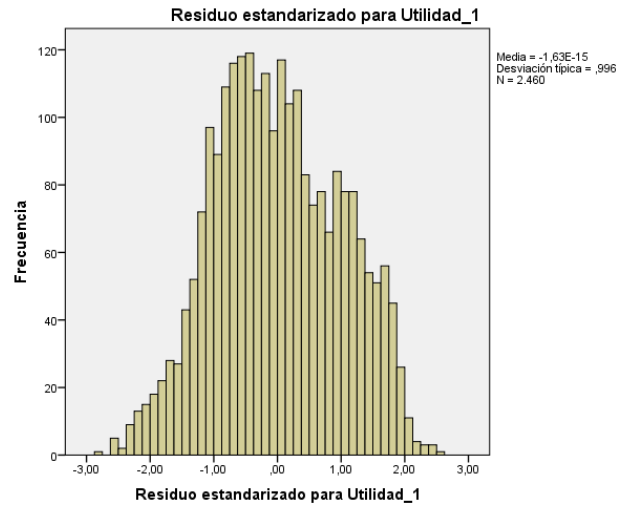
Anexo 8. Tratamientos del experimento

Tratamiento	β_4	β_5	β_3	Distractores
1	1	-1	-1	1
2	1	-1	0	1
3	1	-1	1	1
4	1	1	-1	1
5	1	1	0	1
6	1	1	1	1
7	-1	-1	-1	1
8	-1	-1	0	1
9	-1	-1	1	1
10	-1	1	-1	1
11	-1	1	0	1
12	-1	1	1	1
13	1	-1	-1	2
14	1	-1	0	2
15	1	-1	1	2
16	1	1	-1	2
17	1	1	0	2
18	1	1	1	2
19	-1	-1	-1	2
20	-1	-1	0	2
21	-1	-1	1	2
22	-1	1	-1	2
23	-1	1	0	2
24	-1	1	1	2
25	1	-1	-1	3
26	1	-1	0	3
27	1	-1	1	3
28	1	1	-1	3
29	1	1	0	3
30	1	1	1	3

Tratamiento	β_4	β_5	β_3	Distractores
31	-1	-1	-1	3
32	-1	-1	0	3
33	-1	-1	1	3
34	-1	1	-1	3
35	-1	1	0	3
36	-1	1	1	3
37	1	-1	-1	4
38	1	-1	0	4
39	1	-1	1	4
40	1	1	-1	4
41	1	1	0	4
42	1	1	1	4
43	-1	-1	-1	4
44	-1	-1	0	4
45	-1	-1	1	4
46	-1	1	-1	4
47	-1	1	0	4
48	-1	1	1	4
49	1	-1	-1	5
50	1	-1	0	5
51	1	-1	1	5
52	1	1	-1	5
53	1	1	0	5
54	1	1	1	5
55	-1	-1	-1	5
56	-1	-1	0	5
57	-1	-1	1	5
58	-1	1	-1	5
59	-1	1	0	5
60	-1	1	1	5

Anexo 9. Prueba de normalidad de residuales de ANOVA de los factores de nivel superior

Prueba Kolmogorov-Smirnov			
Distractores	β_4	β_5	P-valor
1	1	1	0,547
1	1	2	0,249
1	2	1	0,809
1	2	2	0,533
2	1	1	0,559
2	1	2	0,645
2	2	1	0,657
2	2	2	0,44
3	1	1	0,451
3	1	2	0,829
3	2	1	0,43
3	2	2	0,704
4	1	1	0,336
4	1	2	0,503
4	2	1	0,501
4	2	2	0,98
5	1	1	0,617
5	1	2	0,851
5	2	1	0,667
5	2	2	0,524



Se dividieron los residuos en grupos según los tratamientos utilizados en el experimento y a cada grupo se le realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. El p-valor obtenido para todos los grupos fue >5%, por lo que se concluye que existe evidencia estadística significativa para decir que los residuales siguen una distribución normal.

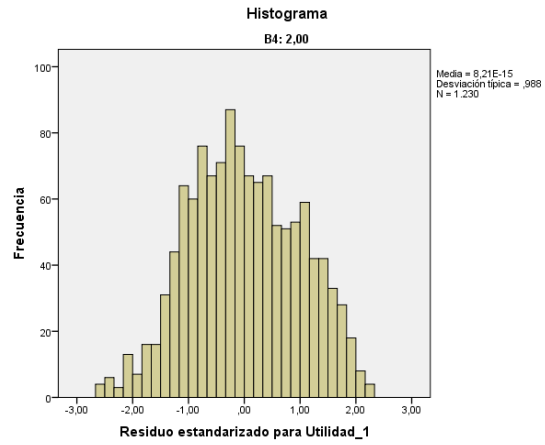
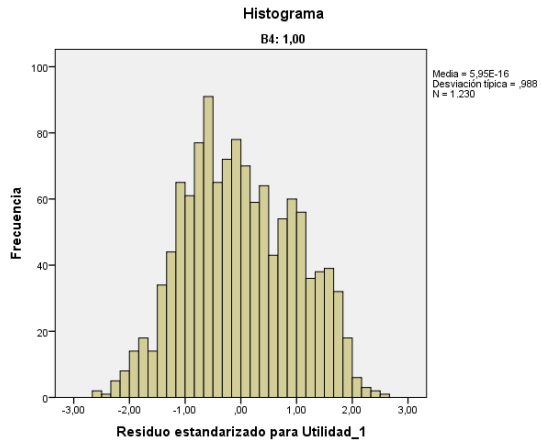
Anexo 10 Varianza de residuales ANOVA de los factores de nivel superior.

Residuos ANOVA

Distractores	β_4	β_5	Desviación típica	Varianza
1	1	1	1,02390	1,048
1	1	2	1,00269	1,005
1	2	1	1,08372	1,174
1	2	2	1,03307	1,067
2	1	1	1,05106	1,105
2	1	2	,96917	,939
2	2	1	1,02045	1,041
2	2	2	,93232	,869
3	1	1	1,03435	1,070
3	1	2	1,03597	1,073
3	2	1	,94237	,888
3	2	2	,97889	,958
4	1	1	,92320	,852
4	1	2	,87501	,766
4	2	1	,85129	,725
4	2	2	,82788	,685
5	1	1	1,04034	1,082
5	1	2	,94599	,895
5	2	1	1,08681	1,181
5	2	2	1,11639	1,246

Varianza máxima	Varianza mínima
1,24632	0,68539

Anexo 11. Pruebas de normalidad de residuales de ANOVAS con factor anidado



Prueba Kolmogorov-Smirnov				
β_4	Distractores	β_5	β_3	P-valor
1	1	1	0,2	0,955
1	1	1	0,5	0,337
1	1	1	0,8	0,727
1	2	2	0,2	0,775
1	1	2	0,5	0,736
1	1	2	0,8	0,496
1	2	1	0,2	0,962
1	2	1	0,5	0,651
1	2	1	0,8	0,33
1	2	2	0,2	0,942
1	2	2	0,5	0,436
1	2	2	0,8	0,81
1	3	1	0,2	0,912
1	3	1	0,5	0,322
1	3	1	0,8	0,88
1	3	2	0,2	0,95
1	3	2	0,5	0,585
1	3	2	0,8	0,755
1	4	1	0,2	0,514
1	4	1	0,5	0,516
1	4	1	0,8	0,741
1	4	2	0,2	0,179
1	4	2	0,5	0,999
1	4	2	0,8	0,716
1	5	1	0,2	0,666

Prueba Kolmogorov-Smirnov				
β_4	Distractores	β_5	β_3	P-valor
2	1	1	0,4	0,886
2	1	1	1	0,855
2	1	1	1,6	1
2	1	2	0,4	0,884
2	1	2	1	0,991
2	1	2	1,6	0,666
2	2	1	0,4	0,992
2	2	1	1	0,809
2	2	1	1,6	0,87
2	2	2	0,4	0,249
2	2	2	1	0,77
2	2	2	1,6	0,736
2	3	1	0,4	0,974
2	3	1	1	0,711
2	3	1	1,6	0,274
2	3	2	0,4	0,552
2	3	2	1	0,983
2	3	2	1,6	0,977
2	4	1	0,4	0,994
2	4	1	1	0,754
2	4	1	1,6	0,742
2	4	2	0,4	0,764
2	4	2	1	0,941
2	4	2	1,6	0,976
2	5	1	0,4	0,998

Prueba Kolmogorov-Smirnov				
1	5	1	0,5	0,494
1	5	1	0,8	0,68
1	5	2	0,2	0,767
1	5	2	0,5	0,668
1	5	2	0,8	0,906

Prueba Kolmogorov-Smirnov				
2	5	1	1	0,446
2	5	1	1,6	0,825
2	5	2	0,4	0,658
2	5	2	1	0,552
2	5	2	1,6	0,787

Se dividieron los residuos en grupos según los tratamientos utilizados en el experimento y a cada grupo se le realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. El p-valor obtenido para todos los grupos fue >5%, por lo que se concluye que existe evidencia estadística significativa para decir que los residuales siguen una distribución normal para las dos Anovas.

Anexo 12. Varianzas de residuales ANOVA con factor anidado.

β_4	Distractores	β_5	β_3	Varianza
1	1	1	0,2	,992
1	1	1	0,5	1,209
1	1	1	0,8	,997
1	2	2	0,2	1,126
1	1	2	0,5	1,142
1	1	2	0,8	,799
1	2	1	0,2	1,227
1	2	1	0,5	1,270
1	2	1	0,8	1,085
1	2	2	0,2	,959
1	2	2	0,5	1,239
1	2	2	0,8	1,057
1	3	1	0,2	1,393
1	3	1	0,5	1,087
1	3	1	0,8	,890
1	3	2	0,2	1,049
1	3	2	0,5	1,064
1	3	2	0,8	,752
1	4	1	0,2	1,019
1	4	1	0,5	1,152
1	4	1	0,8	1,005
1	4	2	0,2	,773
1	4	2	0,5	1,110
1	4	2	0,8	,768
1	5	1	0,2	,965
1	5	1	0,5	1,274
1	5	1	0,8	1,024
1	5	2	0,2	,994
1	5	2	0,5	1,231
1	5	2	0,8	1,048

β_4	Distractores	β_5	β_3	Varianza
2	1	1	0,4	,745
2	1	1	1	1,061
2	1	1	1,6	,903
2	1	2	0,4	,782
2	1	2	1	1,285
2	1	2	1,6	,855
2	2	1	0,4	,848
2	2	1	1	,838
2	2	1	1,6	,914
2	2	2	0,4	,612
2	2	2	1	,894
2	2	2	1,6	,830
2	3	1	0,4	,838
2	3	1	1	,624
2	3	1	1,6	,749
2	3	2	0,4	,806
2	3	2	1	,615
2	3	2	1,6	,670
2	4	1	0,4	1,001
2	4	1	1	1,124
2	4	1	1,6	1,176
2	4	2	0,4	1,004
2	4	2	1	,924
2	4	2	1,6	,802
2	5	1	0,4	1,127
2	5	1	1	1,314
2	5	1	1,6	1,161
2	5	2	0,4	1,520
2	5	2	1	1,176
2	5	2	1,6	1,105

Anexo 13. Prueba de diferencia de medias para el factor distractor de las ANOVAS con factor anidado

DHS de Tukey^{b,c}

Distractores	N	Subconjunto	
		1	2
1,00	246	460693,1532	
5,00	246	463041,4570	
3,00	246	476753,7735	
2,00	246		553688,0142
4,00	246		564188,0394
Sig.		,880	,972

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 35672924858,018.

- a. Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4) = Bajo
- b. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 246,000
- c. Alfa = ,05.

DHS de Tukey^{b,c}

Distractores	N	Subconjunto	
		1	2
5,00	246	464310,3206	
1,00	246	481028,2813	
3,00	246	490863,2426	
2,00	246		603752,8413
4,00	246		632515,1819
Sig.		,480	,396

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 32768583762,720.

- a. Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4) = Alto
- b. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 246,000
- c. Alfa = ,05.

Para determinar cuáles medias causan las diferencias detectadas y cuales de los niveles probados del factor distractores son estadísticamente diferentes entre sí, se realizó una prueba de diferencias de medias de Tukey.

Al igual que en la primera ANOVA, en la prueba de Tukey se observa que se tienen dos grupos homogéneos, uno con los niveles 2 y 4 de los distractores y otro con los niveles 1, 3 y 5 de los distractores.

Anexo 14. . Prueba de diferencia de medias para el factor bono de satisfacción de las ANOVAS con factor anidado

DHS de Tukey^{b,c}

Bono satisfaccion	N	Subconjunto	
		1	2
Bajo	410	473560,9836	
Medio	410		515147,7135
Alto	410		522309,9652
Sig.		1,000	,850

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 35672924858,018.

- a. Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4) = Bajo
- b. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 410,000
- c. Alfa = ,05.

DHS de Tukey^{b,c}

Bono satisfaccion	N	Subconjunto	
		1	2
Bajo	410	514776,2845	
Alto	410		542047,4107
Medio	410		546658,2255
Sig.		,079	,929

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 32768583762,720.

- a. Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4) = Alto
- b. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 410,000
- c. Alfa = ,05.

Para determinar cuáles medias causan las diferencias detectadas y cuales de los niveles probados del factor bono por satisfacción son estadísticamente diferentes entre sí, se realizó una prueba de diferencias de medias de Tukey. Los resultados de la prueba de Tukey confirman lo observado en los gráficos de perfil, existen dos grupos homogéneos, uno para el nivel bajo y otro para los niveles medios y alto.

Anexo 15. Pruebas de Kruskal-Wallis

- Distractores

Rangos			
Distractores		N	Rango promedio
Utilidad_1	1,00	492	1055,37
	2,00	492	1437,28
	3,00	492	1102,09
	4,00	492	1518,16
	5,00	492	1039,60
	Total	2460	

Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	Utilidad_1
Chi-cuadrado	203,926
gl	4
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

En la prueba se rechaza la hipótesis nula, por lo que se puede concluir que el factor tiene un efecto significativo sobre la utilidad.

- Cliente optimista

Rangos			
Efecto cuando la expectativa supera la percepción (B4)		N	Rango promedio
Utilidad_1	Bajo	1230	1171,90
	Alto	1230	1289,10
	Total	2460	

Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	Utilidad_1
Chi-cuadrado	16,744
gl	1
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

En la prueba se rechaza la hipótesis nula, por lo que se puede concluir que el factor tiene un efecto significativo sobre la utilidad.

- Cliente pesimista

Rangos			
Efecto cuando la percepción supera la expectativa (B5)		N	Rango promedio
Utilidad_1	Bajo	1230	1234,63
	Alto	1230	1226,37
	Total	2460	

Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	Utilidad_1
Chi-cuadrado	,083
gl	1
Sig. asintót.	,773

a. Prueba de Kruskal-Wallis

En la prueba no se rechaza la hipótesis nula, por lo que se puede concluir que el factor no tiene un efecto significativo sobre la utilidad.