

**ANÁLISIS EN LAS LINEAS DE ESPERA DEL
BANCO SUPERIOR GETSEMANI**

MARIA MILENA ESPITIA VILLALOBOS

PEDRO MANUEL GONZALEZ MONTES

CORPORACION UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

CARTAGENA DE INDIAS D. T. YC.

2003

**ANALISIS EN LAS LINEAS DE ESPERA DEL
BANCO SUPERIOR GETSEMANI**

MARIA MILENA ESPITIA VILLALOBOS

PEDRO MANUEL GONZALEZ MONTES

**Trabajo de grado presentado para
optar el título de Ingeniero Industrial**

DIRECTOR

LUIS ERNESTO BLANCO RIVERO

INGENIERO INDUSTRIAL

CORPORACION UNIVERSITARIA TECNOLOGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

CARTAGENA DE INDIAS D. T. YC.

2003

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena, 27 de Enero del 2003.

ARTICULO 107.

La Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados los cuales, no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS	4
1. GENERALIDADES DE TEORIA DE COLAS	5
1.1. HISTORIA DE TEORIA DE COLAS	6
1.2. OBJETIVO DE TEORIA DE COLAS	11
1.3. ALCANCE DE TEORIA DE COLAS	11
1.4. ESTRUCTURA BASICA DE LOS MODELOS DE COLAS	12
1.4.1. PROCESO BASICO DE COLAS	12
1.4.2. FUENTE DE ENTRADA (POBLACIÓN POTENCIAL)	13
1.4.3. COLA	13
1.4.4. DISCIPLINA DE LA COLA	13
2. GENERALIDADES DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI	15
. RESEÑA HISTORICA DEL BANCO SUPERIOR.	15
. MISIÓN.	16
. VISION.	17
. PRODUCTOS BANCARIOS.	17
. ORGANIZACIÓN DEL BANCO SUPERIOR.	19
2.5.1 SECCION DIRECCIÓN.	19

	Pág.
2.5.2. SECCION CAJA.	19
2.5.3. SECCION ACCESORIA AL CLIENTE.	19
2.6. DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES PARA PAGOS, CONSIGNACIONES Y RETIROS DE LOS SERVICIOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO DE LINEA DE ESPERA.	20
2.6.2. PAGO DE TARJETA DE CREDITO.	20
2.6.3. PAGO DE SERVICIOS PUBLICOS.	20
2.6.4. . CONSIGNACIÓN EN EFECTIVO.	21
2.6.5. . CONSIGNACION EN CHEQUE.	21
2.6.6. . RETIRO EN EFECTIVO.	22
3. ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE SERVICIOS Y TIEMPOS DE PARADAS DE LOS CAJEROS DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI.	23
3.1. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE TARJETA DE CREDITO (DINERS, VISA SUPERIOR, MASTERCARD SUPERIOR Y ETC) PARA EL CAJERO 1.	23
3.2. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE SERVICIOS PUBLICOS (AGUA, ENERGIA, TELEFONO, GAS, ETC) PARA EL CAJERO 1.	26
3.3. DISTRIBUCIÓN PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACIÓN EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 1.	30

3.4. DISTRIBUCIÓN PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACIÓN EN CHEQUE PARA E CAJERO 1 .	30
3.5. DISTRIBUCIÓN PARA EL TIEMPO DE RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 1.	33
3.6. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE TARJETA DE CREDITO (DINERS, VISA SUPERIOR, MASTERCARD SUPERIOR Y ETC) PARA EL CAJERO 2.	33
3.7. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE SERVICIOS PUBLICOS (AGUA, ENERGIA, TELEFONO, GAS, ETC) PARA EL CAJERO 2.	38
3.8. DISTRIBUCIÓN PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACIÓN EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 2.	41
3.9. DISTRIBUCIÓN PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACIÓN EN CHEQUE PARA E CAJERO 2.	41
3.10 . DISTRIBUCIÓN PARA EL TIEMPO DE RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 2.	44
3.11. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE TARJETA DE CREDITO (DINERS, VISA SUPERIOR, MASTERCARD SUPERIOR Y ETC) PARA EL CAJERO 3.	44
3.12. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE SERVICIOS PUBLICOS (AGUA, ENERGIA, TELEFONO, GAS, ETC) PARA EL CAJERO 3.	49

3.13. DISTRIBUCIÓN PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACIÓN EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 3.	51
3.14. DISTRIBUCIÓN PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACIÓN EN CHEQUE PARA E CAJERO 3.	51
3.15. DISTRIBUCIÓN PARA EL TIEMPO DE RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 3.	54
3.16. DISTRIBUCIÓN PARA LOS TIEMPOS DE PARADAS DEL CAJERO 1.	54
3.17. DISTRIBUCIÓN PARA LOS TIEMPOS DE PARADAS DEL CAJERO 2.	56
3.18. DISTRIBUCIÓN PARA LOS TIEMPOS DE PARADAS DEL CAJERO 3.	56
4. ANÁLISIS DEL MODELO ACTUAL DE MODELO DEL BANCO SUPERIOR GESTSEMANI CON DISTINTAS DEMANDAS.	57
4.1. MODELO ACTUAL DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON ALTA DEMANDA.	59
4.2. MODELO ACTUAL DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON MEDIANA DEMANDA.	62
4.3. MODELO ACTUAL DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON BAJA DEMANDA.	66
5. ANÁLISIS DE LOS MODELOS PROPUESTO DEL BANCO SUPERIOR GESTSEMANI CON DISTINTAS DEMANDAS.	70

5.1. ANÁLISIS DEL MODELO PROPUESTO DEL BANCO SUPERIOR GESTSEMANI CON ALTA DEMANDA.	70
5.2. ANÁLISIS DEL MODELO PROPUESTO DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON BAJA DEMANDA.	74
RECOMENDACIONES.	79
CONCLUSIONES.	81
BIBLIOGRAFÍA.	83
ANEXOS.	84

LISTA DE TABLAS.

	Pág.
➤ TABLA 1. TARJETA DE CREDITO PARA EL CAJERO 1.	24
➤ TABLA 2. SERVICIOS PUBLICOS PARA EL CAJERO 1.	27
➤ TABLA 3. CONSIGNACIÓN EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 1.	31
➤ TABLA 4. CONSIGNACIÓN EN CHEQUE PARA EL CAJERO 1.	32
➤ TABLA 5. RETIRO EN EFECTIVO PARA CAJERO 1.	34
➤ TABLA 6. TARJETA DE CREDITO PARA EL CAJERO 2.	35
➤ TABLA 7. SERVICIOS PUBLICOS PARA EL CAJERO 2.	39
➤ TABLA 8. CONSIGNACIÓN EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 2.	42
➤ TABLA 9. CONSIGNACIÓN EN CHEQUE PARA EL CAJERO 2.	43
➤ TABLA 10. RETIRO EN EFECTIVO PARA CAJERO 2.	45
➤ TABLA 11. TARJETA DE CREDITO PARA EL CAJERO 3.	46
➤ TABLA 12. SERVICIOS PUBLICOS PARA EL CAJERO 3.	50
➤ TABLA 13. CONSIGNACION EN CHEQUE PARA EL CAJERO 3.	52
➤ TABLA 14. CONSIGNACIÓN EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 3.	53
➤ TABLA 15. RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 3.	55

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
➤ ANEXO A. GRAFICA DE TIEMPOS DE TARJETA DE CREDITO PARA EL CAJERO 1.	85
➤ ANEXO B. GRAFICA DE TIEMPOS DE SERVICIOS PUBLICOS PARA EL CAJERO 1.	87
➤ ANEXO C. GRAFICA DE TIEMPOS DE CONSIGNACION EN EFECTIVO PARA EL CAJERO1.	89
➤ ANEXO D. GRAFICA DE TIEMPOS DE CONSIGNACION EN CHEQUE PARA EL CAJERO 1.	91
➤ ANEXO E. GRAFICA DE TIEMPOS DE RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 1.	93
➤ ANEXO F. GRAFICA DE TIEMPOS DE TARJETA DE CREDITO PARA EL CAJERO 2.	95
➤ ANEXO G. GRAFICA DE TIEMPOS DE SERVICIOS PUBLICOS PARA EL CAJERO 2.	97
➤ ANEXO H. GRAFICA DE TIEMPOS DE CONSIGNACION EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 2.	99
➤ ANEXO I. GRAFICA DE TIEMPOS DE CONSIGNACIÓN EN CHEQUE PARA EL CAJERO 2.	101

	Pág.
➤ ANEXO J. GRAFICA DE TIEMPOS DE RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 2.	103
➤ ANEXO K. GRAFICA DE TIEMPOS DE TARJETA DE CREDITO PARA EL CAJERO 3.	105
➤ ANEXO L. GRAFICA DE TIEMPOS DE SERVICIOS PUBLICOS PARA EL CAJERO 3.	107
➤ ANEXO M. GRAFICA DE TIEMPOS DE CONSIGNACIÓN EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 3.	109
➤ ANEXO N. GRAFICA DE TIEMPOIS DE CONSIGNACION EN CHEQUE PARA EL CAJERO 3.	111
➤ ANEXO O. GRAFICAS DE TIEMPOS DE RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO3.	113

INTRODUCCIÓN

Comprender la teoría de colas y aprender administrarlas es una de las áreas más importante en la administración de operaciones.

Hoy en día la teoría de colas es muy estudiada, ya que su campo de aplicación es muy amplio. Se hacen análisis de líneas de espera para cubrir demoras disímiles como las que afrontan los clientes en un cine, en un Banco o en un supermercado cuando van a pagar sus artículos.

El ejemplo clásico de una cola consta de dos elementos principales: Los clientes llegan a la cola y esperan hasta que se le proporcione el servicio, o si el sistema esta vacío, el cliente que llega puede ser atendido inmediatamente. Después que el servicio queda terminado el cliente abandona el sistema.

El principal problema que plantean prácticamente todas las situaciones de filas de espera, es una decisión de transacción. El gerente tiene que calibrar el costo adicional que le representaría prestar un servicio mas rápido (por ejemplo: mas cajeros) en comparación con el costo inherente a la espera.

Las entidades Bancarias son muy importantes, ya que contribuyen al desarrollo social y económico de una región y un país captando y facilitando dinero a la sociedad, de esta manera muchas personas y organizaciones crecen económicamente.

Las entidades bancarias son frecuentadas constantemente por un gran número de personas, que se acercan hasta la entidad para solicitar uno o varios servicios que ella presta y que para obtenerlos se debe someter a una espera, que en la mayoría de los casos, representa un problema para el banco y para las personas que van en busca del servicio.

Por todo lo anteriormente expuesto hemos decidido realizar un ANÁLISIS EN LAS LINEAS DE ESPERA EN EL BANCO SUPERIOR GETSEMANI, en la sección que presentan mayor congestión de público, lo cual traerá beneficios de tipo económico y organización a la entidad.

El estudio de espera parte de un estudio de tiempo, el cual detallará el tiempo en que demora cada servidor con cada cliente y el tipo de servicio por un período de cinco días. Con base a este estudio comenzamos a analizar a través de varios escenarios cuales son los días que hay alta, mediana y baja demanda, y las paradas debido a la hora de almuerzo y conteo de dinero de los distintos cajeros.

Para poder recopilar toda esta información será necesario apoyarnos de una herramienta muy importante, como es la simulación mediante el software Promodel 2001, la cual haremos una representación ficticia (modelos) de lo que se vive en el día a día del Banco Superior Getsemaní. A partir de la información que nos arroje el software realizaremos propuestas que ayuden a generar ahorros económicos, así como mejorar el clima organizacional.

OBJETIVOS

❖ OBJETIVO GENERAL

Examinar y determinar cuales son los factores básicos que están produciendo los problemas de congestión en las colas del Banco Superior, para la cual utilizaremos la simulación con Promodel 2001, como herramienta para acceder a una mayor información y de esta manera establecer posibles soluciones que simplifique los problemas y costos en la línea de espera que se puedan presentar en el día a día de los servidores (cajeros) y clientes.

❖ OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Conocer los tiempos de servicios de las distintas entidades de los cajeros actuales de las líneas de espera mediante la utilización del estudio del tiempo para determinar la distribución de los tiempos de servicio para cada entidad de cada servidor mediante el software Stat::Fit.
2. Construir modelos del Banco Superior con demandas distintas (alta, mediana y baja) por medio del software Promodel 2001, con el fin de conocer el comportamiento de las líneas de espera para determinar mejoras y reducir los costos de en el proceso de servicio del Banco.

1. GENERALIDADES DE TEORIA DE COLAS

Una cola es una línea de espera y la teoría de las colas incluye un estudio matemático de las colas o líneas de espera. La formación de líneas de espera es, por supuesto, un fenómeno común que ocurre siempre que la demanda actual de un servicio excede a la capacidad actual de proporcionarlo. Con frecuencia, en la industria y otros sitios, deben de tomarse decisiones respecto a la cantidad de capacidad que deben de proporcionarse. Sin embargo, muchas veces es imposible predecir con exactitud cuándo llegarán las unidades que buscan el servicio y/o cuanto tiempo será necesario para dar ese servicio; es por eso que esas decisiones suelen de ser difíciles. Proporcionar demasiado servicio implica costos excesivos. Por otro lado, carecer de la capacidad de servicio suficiente causa colas excesivamente largas en ciertos momentos. Las líneas de espera largas también son costosas en cierto sentido, ya sea por un costo social, por un costo causado por la pérdida de clientes, por el costo de empleados ociosos o por algún otro costo importante. Entonces, la meta final es lograr un balance económico entre el costo de servicio y el asociado con la espera por ese servicio. La teoría de las colas en si no resuelve directamente el problema, pero contribuye con la información vital que se

requiere para tomar las decisiones concernientes prediciendo algunas características sobre la línea de espera.

La teoría de las colas proporciona un gran número de modelos matemáticos para describir una situación de línea de espera. Con frecuencia se dispone de resultados matemáticos que predicen algunas de las características de estos modelos, para luego analizar la información que proporciona la teoría colas para la toma de decisiones.

1.1. HISTORIA DE TEORIA DE COLAS

Es interesante y quizás de particular importancia, señalar que el origen de la teoría de colas se encuentra los problemas en la congestión de redes telefónicas, siendo A.K. ERLANG (Ingeniero Danés) quien realizó el trabajo original sobre líneas de espera. Pero antes de hacer una descripción de la historia del desarrollo de la teoría de colas, es preciso describir algunas ideas básicas en telefonía de especial interés. Se observan dos situaciones básicas:

1. Cuando todos los aparatos de un grupo están ocupados, se dice que el grupo esta bloqueado, si surge una llamada cuando el grupo esta bloqueado, se pierde o se demora. El primer caso es característico de un sistema de perdidas y el segundo de un sistema de espera, siendo posible los casos mixtos.
2. Un grupo de disponibilidad plena es un conjunto de aparatos (teléfono, línea, etc.) que son todos accesibles a un grupo de procedencia (abonadas al servicio

telefónico). Si existe una procedencia limitada de N abonados, de los que n están efectuando llamadas, ERLANG supuso de que la probabilidad de que se inicie una nueva llamada en el intervalo $(t, t+dt)$, es $(N-n) \lambda dt$, donde λ es la tasa de llamada por unidad de tiempo de un abonado que llama. Si es despreciable el número de abonado independiente ocupado en llamar, entonces la probabilidad de que se inicie una nueva llamada es λdt , es lo que conduce a una distribución exponencial negativa $\lambda e^{-\lambda t}$, para la distribución Poisson $(\lambda t)^n e^{-\lambda t}/n!$, para probabilidad para exactamente n llamadas durante el tiempo t , con una media λt llamadas. Esta distribución ha sido comprobada empíricamente para periodos de tráfico denso y se encontró satisfactoria para la distribución de ingreso de llamadas.

ERLANG desarrolló la teoría de tráfico utilizando esta hipótesis. Su primer trabajo lo hizo en 1905, con fin de determinar el efecto de la fluctuación de la demanda de servicio (llegadas) en la utilización automática de disco (teléfonos) ya que estas presentaban un problema debido a la congestión, pues en los periodos ocupados, lo que pretendían hacer llamadas sufrían algunas demoras porque las operadoras no podían contestar las llamadas con la rapidez con que lo hacían. ERLANG lo primero que trató fue el cálculo de esa demora para una operadora, luego en 1917 los resultados se extendieron a varias operadoras. En ese mismo año hizo su primera publicación en danés de su obra “Solutions of some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in Automatic Telephone Exchanges”, mas

tarde hizo publicaciones en inglés, alemán y francés. Supuso ingresos de poisson para procedencias ilimitadas y tiempo de duración exponencial o constante. Para un sistema de espera de servicio constante dio los resultados para uno, dos y tres canales de servicio, y en el caso de tiempo de servicio exponencial, para un número arbitrario de canales.

El trabajo de ERLANG estimuló a otros en este campo de la teoría de colas; encontrándose entre las principales publicaciones: las de THORNTON D. FRY en 1928 "The Theory of Probability as applied to Problems of Congestion". O' DELL dio un resumen de trabajos de la teoría de congestiones anteriores a 1920. El examen de los trabajos anteriores lleva a SYSKI a la conclusión de que los trabajos inmediatos estaban relacionados con la comprobación o refutación de los resultados de ERLANG y lo llama el período "ERLANG-O' DELL". F. POLLAEZEK desarrolló la fórmula para un solo canal con el ingreso de Poisson y tiempo de duración arbitrario. Estudio también el caso de tiempo de duración constante para una disciplina de cola ordenada y para una distribución en subcolas frente a cada servidor. C.D. CROMMILIN hizo un estudio en equilibrio para llamadas demoradas, tiempo de duración constante con varios canales de servicio, sus resultados coinciden con los pocos casos estudiados por ERLANG.

En 1950 aparece el libro de FÉLLER, que estudia problemas de congestión. En 1951 D.G. KENDALL saca un artículo en el que introduce el concepto de cadena

encajada de MARKOV, tan en uso ahora y al que siguió en 1953 otro artículo de coordinación estimulando considerable interés por estos problemas.

En 1954 A. COBHAN, publicó el primer trabajo de prioridades no absolutas, para ingreso de Poisson, tiempo de duración exponencial y uno o múltiples canales. Halló fórmulas para tiempo de espera esperado de un ítem pertinente a una probabilidad dada. T. PHIPPS generalizó los resultados de COBHAN a un número continuo de probabilidades con aplicaciones a las reparaciones de máquinas. P. MORSE dio la función generatriz de probabilidad en estudio estacionario, para dos prioridades de diferente tiempo de duraciones exponenciales. En 1957 H. KESTEN y J.T. RUNNENBURG consideraron el problema de COBHAN detalladamente dando las transformaciones de LAPLACE-STIELTYES y los dos primeros momentos de espera para una cola en equilibrio con servicio en general.

R.G. MILLER, JR. en un extenso trabajo halló varios de los resultados procedentes para dos prioridades empleando diferentes servicios exponenciales, dando transformaciones de LAPLACE-STIELTYES y funciones generatrices para nuevos casos.

HEATHCOTE ha hecho la contribución más reciente y completa en la cola de prioridad absoluta estudiando varias prioridades y varios canales en el caso de transición. Las diferentes situaciones requieren distintas longitudes tolerables de las colas, produciendo la totalidad de ellas una distribución de rebalanza. En 1957

F.A. HAIGHT estudió este problema para una única cola en equilibrio con ingreso de Poisson y tiempo de duración exponencial para varias distribución de rebelión. Dio en numero medio de unidades en cola cuando un cliente permanece en línea para ser servido una vez que se a unido a ella.

En trabajos anteriores D.Y. BORRER, estudió el problema de clientes impacientes que, después de esperar una cantidad fijada de tiempo (impaciencia determinística), en un cola en equilibrio de canal único, con ingreso de poisson y tiempo de duración exponencial y elección aleatoria para el servicio, la abandona. Estudió también el problema de una cola ordenada (primer llegado, primer servido) para el caso en que lo clientes abandonan la cola después de espera fijada. Dedujo la distribución de longitud de la cola.

El proceso de clientes en ciclo en un sistema de cola fue investigado por E. KOENIGSBERG en 1958. H. GLAZER, ha examinado el problema de clientes que se trasladan de una a otras colas formadas ante una instalación, como un banco. En 1954 G. O'BRIEN , estudió el problema de dos colas (dos fases en equilibrio) con ingreso de Poisson y tiempo de duración exponencial en serie, dando una expresión de la longitud y de la esperanza del tiempo en espera. En el mismo año R.R.P. JACKSON, consideró el problema con ingreso limitado para dos y tres fases, dando la distribución de longitud de la cola.

1.2. OBJETIVOS DE LA TEORIA DE COLAS

- Identificar el nivel optimo de capacidad del sistema que minimice el coste global del mismo.
- Evaluar el impacto que las posibles alternativas modificación de la capacidad del sistema que tendrían en el coste total mismo.
- Establecer un balance equilibrado (“optimo”) entre las consideración cuantitativas de costes y cualitativas de servicio.

1.3. ALCANCE DE LA TEORIA DE COLA

El alcance de la teoría de colas se puede considerar infinito, ya que los colas se hacen en todas las actividades que realiza un ser humano, incluyendo las fases de subida, en el comercio, industrias, empresas de servicio en general, organización de toda índole, etc. Por lo tanto es una herramienta muy útil, no solo para el ingeniero sino también para el economista, el administrador, el organizador porque le permite tomar conciencia de numerosos aspectos de esos fenómenos y familiarizarse con ciertos métodos que pueden medirse inclusive controlarse. Aunque su alcance sea tan amplio, su aplicación debe justificarse, o sea que un estudio de colas se debe hacer siempre y cuando un proceso presente congestión.

1.4. ESTRUCTURA BASICA DE LOS MODELOS DE COLAS

1.4.1. Proceso básico de colas. El proceso básico de colas supuesto para la mayor parte de los modelos de colas es el siguiente. Los clientes que requieren un servicio se generan a través del tiempo en una fuente de entrada. Estos clientes entran al sistema y se unen a una cola. En determinado momento se selecciona un miembro de la cola, para proporcionarle el servicio, mediante una regla conocida como disciplina de servicio. Luego, se lleva a cabo el servicio requerido por el cliente en un mecanismo de servicio, después de lo cual el cliente sale del sistema de cola. (Ver figura 1).

1.4.2. Fuente de entrada (población potencial). Una característica de la fuente de entrada es el tamaño. El tamaño es el numero total de clientes que pueden requerir servicio en determinado momento, es decir, el numero total de clientes potenciales distintos. Esta población a partir de la cual surgen las unidades que llegan se conocen como POBLACIÓN DE ENTRADA. Puede suponerse que el tamaño es infinito o finito. También debemos especificar el patrón estadístico mediante el cual se generan los clientes a través del tiempo. La suposición normal es que se genere de acuerdo a un proceso Poisson, es decir, el numero de clientes que llegan hasta un tiempo específico tiene una distribución Poisson, es decir, que las llegadas al sistema ocurren de manera aleatoria pero con cierta tasa media fija y sin importar cuantos clientes están ya ahí (por lo que el tamaño de la fuente de entrada es infinito).

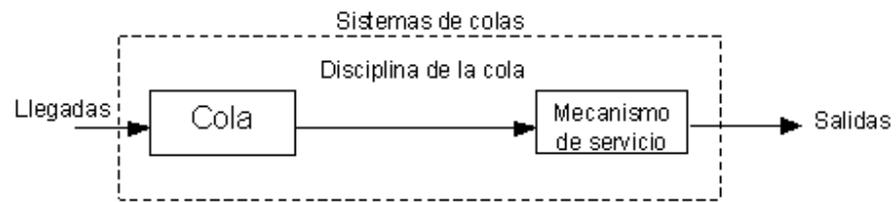
1.4.3. Cola. Una cola se caracteriza por el número máximo permisible de clientes que puede admitir. Las colas pueden ser infinitas o finitas, según si el número es infinito o finito. La suposición de que la cola es infinita es la estándar para la mayor parte de los modelos, incluso en situaciones en que de hecho existe una cota superior (relativamente grande) sobre el número permitido de clientes, ya que manejar una cota así puede ser un factor complicado para el análisis. Cuando la cota superior es tan pequeña que se llega a ella con cierta frecuencia necesitan suponer una cola finita.

1.4.4. Disciplina de la cola. La disciplina de la cola se refiere al orden en que se seleccionan sus miembros para recibir el servicio por ejemplo, puede ser: primero en entrar, primero en salir, aleatorio y de acuerdo a algún procedimiento de prioridad o algún otro orden. La más común es la de primero en entrar, primero en salir (PEPS), a menos que se establezca otra cosa.

El mecanismo de servicio consiste en una o más instalaciones de servicio cada una de ellas con una o más canales paralelo de servicio, llamado SERVIDORES.

El tiempo que transcurre desde el inicio de servicio para un cliente hasta su terminación en una instalación se llama TIEMPO DE SERVICIO. La distribución de servicio que mas se usa en la practica es la EXPONENCIAL.

Figura 1



2. GENERALIDADES DEL BANCO SUPERIOR

2.1. RESEÑA HISTORICA DEL BANCO SUPERIOR

Hace 40 años, en una pequeña oficina de la Avenida 19 con Carrera Séptima en Bogotá, nacería lo que se calificó, en su momento, como una verdadera "locura": Diners Club Colombia S.A. Compañía de Financiamiento Comercial, que a la postre se convirtió en una de las organizaciones financieras más importantes del país. El gestor, como siempre, un visionario, un cartagenero de pura cepa, Ernesto Carlos Martelo, quien logró convencer a varios amigos, entre ellos, Misael Pastrana Borrero, Alfredo Araújo Grau, Alfonso Castillo Gómez, Hernán Jaramillo Ocampo para que fundaran una nueva empresa. Temerosos y un tanto escépticos por los alcances de la propuesta, pues en principio no le cabía en la cabeza a nadie que se pudiera viajar, disfrutar de los más refinados restaurantes, hacer compras en las boutiques más exclusivas, alojarse en hoteles de 5 estrellas, pagar la tanqueada del automóvil, mandarle un ramo de rosas a la novia, en fin, todo lo imaginable sin tener que girar un cheque para pagar. Sin embargo, personas como el ex ministro Alfredo Araújo Grau -primer tarjeta habiente-, Ernesto Carrizosa, Alvaro Castaño Castillo, Germán Morales, Gonzalo Vargas Rubiano, Luis M. Sarmiento, Sabas Pretel y Bernardo Saiz de Castro, verdaderos

"creadores de opinión pública", se convirtieron en los primeros socios Diners Club y sus mejores protagonistas.

Luego de 30 años de permanente servicio al cliente, de constante avance tecnológico y consolidación en el mercado del crédito de consumo, el 18 de junio de 1992 la Superintendencia Bancaria, a través de la Resolución 2426 autorizó la conversión de la Compañía de Financiamiento Comercial Diners Club S.A. en Banco Superior, constituyéndose hoy por hoy en una de las instituciones financieras más sólidas de Colombia, cuyos activos la ubican en un destacado lugar del ránking financiero nacional.

Con más de 250.000 socios y 60.000 establecimientos afiliados al sistema Diners Club, han construido una historia en la cual cada uno de sus socios ha sido un protagonista. Deseando que en su cuadragésimo aniversario los siga compartiendo nuestros logros y disfrutando cada día los beneficios que sólo la tarjeta Diners Club puede ofrecerle.

2.2. MISIÓN

Somos una entidad bancaria especializada en el mercado del crédito de consumo, que ofrece a sus socios satisfacción de sus necesidades financieras a través del óptimo manejo de su dinero, tiempo e información.

Ofrecemos productos rentables y servicios integrales, desarrollados con tecnología y seguridad por los profesionales más calificados a nivel mundial.

2.3. VISION

Enfrentamos el nuevo milenio como "El Banco Especializado en Tarjetas". Líderes en medios masivos de pagos, primeros en estar presentes en los momentos en que el Socio requiere su dinero: cuando, donde y como lo necesite.

Ofrecemos productos y servicios flexibles, innovadores, confiables, seguros y rentables, que fortalecen integralmente la relación del socio con el Banco a través del uso complementario de los mismos.

2.4. PRODUCTOS BANCARIOS

El Banco Superior como entidad facilitadora y captadora de dinero ofrece los siguientes servicios.

- Tarjeta Diners Club Persona Natural Principal.

- Tarjeta Diners Club Persona Natural Adicional.
- Tarjeta Diners Club Joven.
- Tarjeta Diners Club Empresarial.
- Tarjeta Diners Club Empresarial Adicional.
- Tarjeta Diners Club MNCC.
- Tarjeta Través Account.
- Tarjeta Diners Efectiva.
- Tarjeta Visa Superior Clásica.
- Tarjeta Visa Superior Oro.
- Tarjeta Visa Superior Empresarial.
- Tarjeta Mastercard Clásica.
- Tarjeta Mastercard Oro.
- Cuenta Corriente.
- Cuenta de Ahorros.
- Tarjeta debido Maestro.
- Cupo Crediautomático.
- Fondo Común Ordinario.
- Supercredito de Universidad Garantizada.
- Crédito Superauto.
- Supercredito Computadores.
- Supercredito de Turismo.
- Superestudio.
- Supercredito Universitario.

- Seguros ACE.
- Seguros Colseguros.
- Seguros La Interamericana.

2.5. ORGANIZACIÓN DEL BANCO SUPERIOR

2.5.1. Sección dirección. Es responsable del cumplimiento de los planes y programas comerciales trazados por la entidad y por la administración eficiente de los recursos humanos, físicos, técnicos, y financieros asignados de acuerdo a las políticas, normas y procedimientos establecidos. Pertenece a esta área: el Director Comercial y Subdirector.

2.5.2. Sección caja. Es responsable de recibir y pagar dinero a los clientes por las transacciones realizadas, del manejo de los dineros y valores que circulen en las oficinas, así como el cuadro diario del efectivo de este. Pertenece a esta área: Cajero Principal y dos Cajeros auxiliares.

2.5.3. Sección de accesoria al cliente. Es responsable de la correcta, ágil y oportuna atención y venta al cliente de todos los productos que ofrece esta entidad.

2.6. DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES PARA PAGOS, CONSIGNACIONES Y RETIROS DE LOS SERVICIOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO DE LINEA DE ESPERA

Para realizar el estudio de línea de espera en el Banco Superior Getsemaní se seleccionaron los siguientes servicios: tarjeta de crédito (Diners, Visa, Mastercard), servicios públicos (agua, energía, gas, teléfono, etc), consignación en efectivo, consignación en cheque y retiro en efectivo.

2.6.1. Pago de tarjeta de crédito (diners, visa y mastercard). El cliente le entrega el dinero y el volante para pago de tarjeta (Diners, Visa, Mastercard) al cajero debidamente diligenciado de acuerdo a los requerimientos exigidos por la entidad. Una vez que el cajero ha verificado la información procede a contar el dinero y le entrega el cambio, si se diera el caso. A continuación el cajero digita el número de la tarjeta y la cantidad a pagar en el sistema. Después de haber digitado la información el cajero sella o timbra y firma al volante y se lo entrega al cliente. Con la anterior operación concluye el tiempo de servicio.

2.6.2. Pago de servicios públicos (agua, energía, teléfono, gas, etc). El cliente le entrega el dinero y el recibo de pago de servicios públicos (Agua, Energía, Teléfono, Gas, etc) al cajero. Una vez que el cajero ha verificado la información procede a contar el dinero y le entrega el cambio, si se diera el caso. A continuación el cajero digita el número de recibo de pago de servicio público y la

cantidad a pagar en el sistema. Después de haber digitado la información el cajero sella o timbra el recibo y se lo entrega al cliente. Con la anterior operación concluye el tiempo de servicio.

2.6.3 Consignación en efectivo. El cliente le entrega el dinero y el volante de consignación en efectivo al cajero debidamente diligenciado de acuerdo a los requerimientos exigidos por la entidad. Una vez que el cajero ha verificado la información procede a contar el dinero y le da el cambio, si los hay. A continuación el cajero digita el numero de la cuenta del cliente y la cantidad a consignar en el sistema. Después de haber digitado la información el cajero sella o timbra y firma al volante y se lo entrega al cliente. Con la anterior operación concluye el tiempo de servicio.

2.6.4. Consignación en cheque. El cliente le entrega el cheque y el volante de consignación en cheque al cajero debidamente diligenciado de acuerdo a los requerimientos exigidos por la entidad. Una vez que el cajero ha verificado la información procede a digitar el numero de la cuenta del cliente y la cantidad a consignar en el sistema. Después de haber digitado la información el cajero sella o timbra y firma al volante y se lo entrega al cliente. Con la anterior operación concluye el tiempo de servicio.

2.6.5. Retiro en efectivo. El cliente le entrega el volante de retiro en efectivo al cajero debidamente diligenciado de acuerdo a los requerimientos exigidos por la entidad. Una vez que el cajero ha verificado la información procede a digitar el numero de la cuenta y la cantidad a retirar en el sistema. Después de haber digitado la información el cajero sella o timbra, firma al volante y le entrega la cantidad de dinero estipulado en el volante al cliente. Con la anterior operación concluye el tiempo de servicio.

3. ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE SERVICIOS Y TIEMPOS DE PARADAS DE LOS CAJEROS DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANÍ

Para el análisis de los tiempos de paradas y los tiempos para el pago de tarjeta de crédito (Diners, Visa Superior, Mastercard Superior y Carulla-Vivero), servicios públicos (agua, energía, gas, teléfono, etc), consignación en efectivo, consignación en cheque y retiro en efectivo, se realizó un estudio de tiempo durante cinco días hábiles, para el cajero 1, cajero 2 y el cajero 3, con que posee actualmente el Banco Superior sucursal Getsemaní. Luego se ingresaron los tiempos de los diferentes servicios para los distintos cajeros a Stat::Fit y se obtuvieron las siguientes distribuciones.

3.1. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE TARJETA DE CREDITO (DINERS, VISA SUPERIOR, MASTERCARD SUPERIOR Y ETC) PARA EL CAJERO 1

La tabla 1 muestra los tiempos de pago de tarjeta de crédito (Diners, Visa Superior, Mastercard Superior, etc), y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la LOG-LOGISTIC,

➤ **TABLA 1. TARJETA DE CREDITO PARA EL CAJERO 1.**

Cliente	Tiempo (s)
1	32
2	46
3	47
4	52
5	29
6	57
7	107
8	50
9	69
10	64
11	70
12	56
13	87
14	57
15	122
16	254
17	153
18	37
19	184
20	79
21	153
22	85
23	50
24	242
25	60
26	299
27	52
28	67
29	33
30	62
31	52
32	39
33	52
34	34
35	31
36	60
37	138
38	85
39	60
40	19
41	67
42	87
43	33
44	86
45	70

Cliente	Tiempo (s)
46	53
47	35
48	62
49	61
50	52
51	34
52	40
53	40
54	59
55	46
56	21
57	65
58	34
59	48
60	49
61	36
62	93
63	51
64	136
65	43
66	66
67	31
68	41
69	26
70	43
71	64
72	43
73	78
74	70
75	188
76	37
77	66
78	34
79	128
80	59
81	29
82	24
83	77
84	71
85	73
86	62
87	74
88	261
89	77
90	64

Cliente	Tiempo (s)
91	48
92	48
93	28
94	110
95	44
96	66
97	69
98	24
99	57
100	36
101	41
102	69
103	88
104	75
105	58
106	53
107	38
108	71
109	47
110	72
111	30
112	40
113	64
114	69
115	124
116	138
117	72
118	45
119	52
120	53
121	35
122	66
123	71
124	89
125	38
126	43
127	67
128	75
129	37
130	30
131	86
132	93
133	79
134	57
135	54

➤ **CONTINUACION 1 DE LA TABLA 1.**

Cliente	Tiempo (s)
136	53
137	38
138	93
139	21
140	77
141	60
142	303
143	71
144	27
145	59
146	82
147	57
148	81
149	61
150	119
151	44
152	49
153	58
154	91
155	49
156	93
157	89
158	46
159	160
160	69
161	57
162	49
163	60
164	52
165	40
166	75
167	13
168	60
169	36
170	65
171	86
172	73
173	24
174	61
175	61
176	80
177	104
178	77
179	44
180	54
181	64
182	55

Cliente	Tiempo (s)
183	72
184	32
185	58
186	58
187	56
188	56
189	46
190	52
191	32
192	53
193	95
194	62
195	80
196	32
197	43
198	45
199	61
200	46
201	27
202	74
203	65
204	76
205	74
206	54
207	54
208	24
209	40
210	29
211	98
212	22
213	20
214	99
215	51
216	34
217	47
218	185
219	48
220	65
221	25
222	91
223	60
224	50
225	45
226	97
227	61
228	52
229	82

Cliente	Tiempo (s)
230	52
231	93
232	31
233	30
234	25
235	47
236	65
237	41
238	68
239	59
240	55
241	77
242	47
243	87
244	64
245	129

debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo A).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.0342
- Kolmogorov-Smirnov: 0.252
- Anderson-Darling: 0.0129

3.2. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE SERVICIOS PUBLICOS (AGUA, ENERGIA, TELEFONO, GAS, ETC) PARA EL CAJERO 1

La tabla 2 muestra los tiempos de pago de servicios públicos (agua, energía, teléfono, gas, etc), y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la LOG-LOGISTIC, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo B).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.956
- Kolmogorov-Smirnov: 0.769
- Anderson-Darling: 0.0622

➤ **TABLA 2. SERVICIOS PUBLICOS PARA EL CAJERO 1.**

Cliente	Tiempo (s)
1	59
2	268
3	410
4	116
5	58
6	117
7	79
8	150
9	414
10	152
11	221
12	223
13	134
14	381
15	590
16	182
17	69
18	56
19	195
20	278
21	70
22	100
23	246
24	178
25	103
26	310
27	267
28	108
29	90
30	88
31	169
32	103
33	258
34	52
35	272
36	98
37	332
38	48
39	213
40	395
41	519
42	156
43	89
44	311
45	142

Cliente	Tiempo (s)
46	90
47	695
48	281
49	118
50	107
51	155
52	147
53	62
54	151
55	98
56	67
57	95
58	127
59	128
60	360
61	147
62	163
63	120
64	668
65	74
66	236
67	410
68	53
69	109
70	300
71	88
72	46
73	189
74	63
75	126
76	214
77	211
78	141
79	236
80	89
81	148
82	91
83	41
84	119
85	131
86	149
87	40
88	273
89	72
90	113

Cliente	Tiempo (s)
91	90
92	73
93	92
94	217
95	328
96	193
97	273
98	58
99	73
100	81
101	105
102	88
103	140
104	124
105	348
106	55
107	119
108	148
109	120
110	173
111	322
112	133
113	64
114	133
115	42
116	281
117	48
118	221
119	305
120	163
121	242
122	67
123	80
124	99
125	120
126	86
127	83
128	193
129	160
130	82
131	143
132	95
133	314
134	119
135	177

➤ CONTINUACION 1 DE LA TABLA 2.

Cliente	Tiempo (s)
136	157
137	153
138	66
139	285
140	104
141	315
142	360
143	49
144	95
145	795
146	60
147	122
148	212
149	131
150	161
151	123
152	90
153	89
154	139
155	345
156	164
157	183
158	229
159	185
160	43
161	75
162	205
163	126
164	156
165	338
166	183
167	81
168	88
169	107
170	33
171	162
172	97
173	123
174	161
175	102
176	51
177	267
178	190
179	101
180	317
181	119
182	169

Cliente	Tiempo (s)
183	293
184	95
185	139
186	121
187	173
188	172
189	137
190	251
191	114
192	189
193	109
194	262
195	98
196	144
197	84
198	185
199	94
200	59
201	209
202	120
203	193
204	97
205	157
206	92
207	107
208	233
209	108
210	270
211	238
212	131
213	97
214	166
215	150
216	102
217	84
218	121
219	90
220	117
221	126
222	159
223	147
224	103
225	80
226	751
227	144
228	163
229	81

Cliente	Tiempo (s)
230	20
231	120
232	264
233	114
234	281
235	306
236	169
237	207
238	265
239	278
240	160
241	685
242	206
243	94
244	52
245	144
246	92
247	361
248	74
249	114
250	165
251	190
252	121
253	266
254	166
255	169
256	149
257	200
258	104
259	67
260	239
261	421
262	170
263	110
264	258
265	220
266	114
267	133
268	161
269	105
270	126
271	109
272	137
273	604
274	113
275	392
276	340

➤ **CONTINUACION 2 DE LA TABLA 2.**

Cliente	Tiempo (s)
277	353
278	558
279	114
280	164
281	291
282	134
283	106
284	224
285	184
286	144
287	148
288	202

3.3. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACION EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 1

La tabla 3 muestra los tiempos de consignación en efectivo, y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la GAUSIANA INVERSA, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo C).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.406
- Kolmogorov-Smirnov: 0.886
- Anderson-Darling: 0.0551

3.4. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACION EN CHEQUE PARA EL CAJERO 1

La tabla 4 muestra los tiempos de consignación en efectivo, y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la WEIBULL, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo D).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

Chi cuadrado: 0.861

➤ **TABLA 3. CONSIGNACIÓN EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 1.**

Cliente	Tiempo (s)
1	141
2	105
3	296
4	123
5	55
6	444
7	474
8	219
9	111
10	220
11	68
12	166
13	73
14	63
15	113
16	370
17	100
18	33
19	413
20	195
21	80
22	72
23	281
24	312
25	115
26	154
27	260
28	64
29	115
30	129
31	172
32	540
33	157
34	240
35	252
36	179
37	115
38	88
39	118
40	56
41	83
42	75
43	562
44	182
45	217

Cliente	Tiempo (s)
46	187
47	200
48	119
49	279
50	84
51	70
52	66
53	289
54	762
55	236
56	239

➤ **TABLA 4. CONSIGNACIÓN EN CHEQUE PARA EL CAJERO 1.**

Cliente	Tiempo (s)
1	73
2	199
3	121
4	72
5	105
6	47
7	584
8	251
9	141
10	196
11	161
12	401
13	431
14	216
15	495
16	270
17	243
18	479
19	538
20	305
21	85
22	71
23	325
24	466
25	212
26	437
27	241
28	275
29	257
30	331
31	156
32	249

- Kolmogorov-Smirnov: 0.87
- Anderson-Darling: 0.0542

3.5. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 1

La tabla 5 muestra los tiempos de consignación en efectivo, y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la PEARSON-6, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo E).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.667
- Kolmogorov-Smirnov: 0.768
- Anderson-Darling: 0.0495

3.6. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE TARJETA DE CREDITO (DINERS, VISA SUPERIOR, MASTERCARD SUPERIOR Y CARULLA-VIVERO) PARA EL CAJERO 2

La tabla 6 muestra los tiempos de pago de tarjeta de crédito (Diners, Visa Superior, Mastercard Superior y etc.), y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la GAMMA, debido a

➤ **TABLA 5. RETIRO EN EFECTIVO PARA CAJERO 1.**

Cliente	Tiempo (s)
1	668
2	167
3	230
4	151
5	76
6	76
7	167
8	282
9	172
10	421
11	109
12	54
13	89
14	181
15	145
16	59
17	251
18	424
19	259
20	92
21	102
22	136
23	113
24	64
25	166
26	208
27	143
28	276
29	209
30	108
31	102
32	205
33	320
34	321
35	205
36	68
37	225
38	157
39	146
40	146
41	485
42	59
43	195
44	200
45	48

Cliente	Tiempo (s)
46	280
47	122
48	256
49	237
50	218
51	128
52	177
53	238
54	273
55	178
56	60
57	111
58	99
59	873
60	200
61	143
62	1085
63	101
64	308
65	254

➤ **TABLA 6. TARJETA DE CREDITO PARA EL CAJERO 2.**

Cliente	Tiempo (s)
1	200
2	167
3	153
4	127
5	45
6	78
7	49
8	121
9	86
10	147
11	70
12	190
13	101
14	175
15	62
16	87
17	201
18	158
19	67
20	232
21	144
22	156
23	52
24	72
25	51
26	57
27	50
28	103
29	77
30	191
31	100
32	169
33	41
34	168
35	45
36	103
37	144
38	134
39	143
40	60
41	182
42	86
43	90
44	518
45	118

Cliente	Tiempo (s)
46	131
47	45
48	312
49	61
50	54
51	100
52	138
53	203
54	238
55	128
56	88
57	70
58	292
59	116
60	112
61	63
62	32
63	71
64	59
65	177
66	30
67	33
68	87
69	79
70	76
71	68
72	54
73	59
74	64
75	68
76	169
77	86
78	85
79	222
80	87
81	49
82	41
83	60
84	86
85	67
86	56
87	137
88	110
89	15
90	33

Cliente	Tiempo (s)
91	61
92	77
93	203
94	58
95	152
96	69
97	76
98	143
99	44
100	141
101	35
102	84
103	46
104	172
105	102
106	224
107	122
108	23
109	57
110	52
111	203
112	91
113	116
114	214
115	294
116	115
117	144
118	203
119	321
120	84
121	152
122	125
123	313
124	89
125	60
126	112
127	217
128	341
129	38
130	45
131	630
132	111
133	53
134	112
135	197

➤ **CONTINUACION 1 DE LA TABLA 6.**

Cliente	Tiempo (s)
136	88
137	460
138	120
139	88
140	187
141	95
142	94
143	32
144	140
145	166
146	256
147	107
148	115
149	52
150	54
151	62
152	212
153	92
154	56
155	160
156	178
157	79
158	116
159	86
160	220
161	118
162	110
163	58
164	81
165	72
166	38
167	140
168	73
169	53
170	58
171	50
172	60
173	103
174	152
175	123
176	118
177	127
178	251
179	104
180	83
181	58
182	127

Cliente	Tiempo (s)
183	198
184	160
185	127
186	54
187	41
188	102
189	126
190	110
191	112
192	40
193	53
194	169
195	70
196	100
197	59
198	70
199	132
200	203
201	102
202	153
203	112
204	48
205	114
206	103
207	189
208	77
209	39
210	120
211	88
212	105
213	166
214	122
215	57
216	103
217	117
218	60
219	107
220	93
221	99
222	83
223	110
224	206
225	24
226	42
227	218
228	69
229	145

Cliente	Tiempo (s)
230	100
231	145
232	82
233	86
234	26
235	58
236	254
237	62
238	61
239	188
240	134
241	180
242	83
243	118
244	144
245	96
246	125
247	134
248	61
249	61
250	94
251	153
252	13
253	51
254	165
255	87
256	102
257	111
258	123
259	143
260	250
261	173
262	104
263	73
264	45
265	56
266	114
267	120
268	163
269	134
270	272
271	116
272	174
273	139
274	81
275	118
276	74

➤ **CONTINUACION 2 DE LA TABLA 6.**

Cliente	Tiempo (s)
277	29
278	138
279	221
280	79
281	69
282	70
283	120
284	58
285	143
286	57
287	202
288	122
289	66
290	150
291	98
292	107
293	37
294	66
295	74
296	68
297	85
298	92
299	70
300	63
301	40
302	76
303	93
304	135
305	88
306	85
307	39
308	63
309	268
310	62
311	142
312	48
313	46
314	23
315	20
316	96
317	96
318	115
319	82
320	112
321	183
322	62
323	178

Cliente	Tiempo (s)
324	153

que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo F).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.333
- Kolmogorov-Smirnov: 0.784
- Anderson-Darling: 0.0444

3.7 DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE SERVICIOS PUBLICOS (AGUA, ENERGIA, TELEFONO, GAS, ETC) PARA EL CAJERO 2

La tabla 7 muestra los tiempos de pago de servicios públicos (agua, energía, teléfono, gas, etc), y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la WEIBULL, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo G).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.718
- Kolmogorov-Smirnov: 0.484
- Anderson-Darling: 0.0379

➤ **TABLA 7. SERVICIOS PUBLICOS PARA EL CAJERO 2.**

Cliente	Tiempo (s)
1	320
2	129
3	45
4	292
5	112
6	81
7	132
8	224
9	126
10	36
11	68
12	166
13	56
14	82
15	31
16	409
17	59
18	59
19	305
20	130
21	484
22	61
23	264
24	268
25	132
26	292
27	342
28	573
29	78
30	277
31	234
32	46
33	98
34	163
35	113
36	87
37	200
38	149
39	143
40	138
41	120
42	229
43	128
44	239
45	167

Cliente	Tiempo (s)
46	214
47	129
48	107
49	232
50	76
51	608
52	46
53	93
54	227
55	242
56	207
57	157
58	198
59	176
60	527
61	202
62	349
63	368
64	217
65	140
66	122
67	144
68	242
69	118
70	321
71	186
72	34
73	258
74	69
75	267
76	262
77	211
78	126
79	169
80	147
81	116
82	264
83	45
84	173
85	308
86	152
87	286
88	85
89	96
90	174

Cliente	Tiempo (s)
91	300
92	358
93	239
94	213
95	46
96	247
97	258
98	321
99	822
100	578
101	140
102	179
103	288
104	65
105	145
106	95
107	180
108	204
109	294
110	116
111	119
112	324
113	301
114	191
115	69
116	272
117	249
118	74
119	219
120	214
121	326
122	76
123	176
124	245
125	470
126	75
127	223
128	170
129	126
130	146
131	211
132	152
133	171
134	259
135	81

➤ **CONTINUACION 1 DE LA TABLA 7.**

Cliente	Tiempo (s)
136	96
137	54
138	128
139	58
140	73
141	95
142	46
143	249
144	33
145	327
146	484
147	33
148	250
149	132
150	56
151	161
152	105
153	149
154	156
155	32
156	169
157	142
158	43
159	233
160	175
161	179
162	116
163	351
164	428
165	246
166	197
167	171
168	142
169	190
170	161
171	121
172	87
173	655
174	323
175	157

3.8. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACION EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 2

La tabla 8 muestra los tiempos de consignación en efectivo, y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la PEARSON-6, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo H).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.974
- Kolmogorov-Smirnov: 0.914
- Anderson-Darling: 0.00723

3.9. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACION EN CHEQUE PARA EL CAJERO 2

La tabla 9 muestra los tiempos de consignación en efectivo, y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la LOG-LOGISTIC, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo I).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.838

➤ **TABLA 8. CONSIGNACION EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 2.**

Cliente	Tiempo (s)
1	174
2	34
3	198
4	167
5	74
6	302
7	107
8	96
9	345
10	59
11	94
12	118
13	62
14	379
15	273
16	297
17	122
18	157
19	126
20	84
21	161
22	118
23	263
24	115
25	80
26	332
27	72
28	208
29	55
30	97
31	261
32	238
33	227
34	178
35	34
36	48
37	166
38	186
39	244
40	91
41	70
42	40
43	187
44	1707
45	123

Cliente	Tiempo (s)
46	180
47	233
48	82
49	322
50	128
51	265
52	212
53	108
54	414
55	106
56	187
57	337
58	63
59	56
60	74
61	50
62	128
63	94
64	232
65	161
66	912
67	444
68	197
69	96
70	77
71	85
72	119
73	40
74	508
75	633
76	178
77	587
78	219
79	46
80	231

➤ **TABLA 9. CONSIGNACIÓN EN CHEQUE PARA EL CAJERO 2.**

Cliente	Tiempo (s)
1	84
2	408
3	136
4	40
5	284
6	84
7	74
8	288
9	135
10	16
11	130
12	344
13	119
14	71
15	121
16	29
17	247
18	78
19	48
20	95
21	30
22	69
23	48
24	49
25	169
26	115
27	98
28	92
29	78
30	63
31	135
32	116
33	268
34	120
35	137
36	177
37	39
38	55
39	42
40	118
41	290
42	35
43	76
44	124
45	58

Cliente	Tiempo (s)
46	32
47	74
48	98
49	78
50	110
51	228
52	132
53	107

- Kolmogorov-Smirnov: 0.691
- Anderson-Darling: 0.0553

3.10. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 2

La tabla 10 muestra los tiempos de consignación en efectivo, y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la LOG-NORMAL, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo J).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.736
- Kolmogorov-Smirnov: 0.941
- Anderson-Darling: 0.0699

3.11. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE TARJETA DE CREDITO (DINERS, VISA SUPERIOR, MASTERCARD SUPERIOR Y ETC) PARA EL CAJERO 3

La tabla 11 muestra los tiempos de pago de tarjeta de crédito (Diners, Visa Superior, Mastercard Superior y etc), y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la PEARSON-6,

➤ **TABLA 10. RETIRO EN EFECTIVO PARA CAJERO 2.**

Cliente	Tiempo (s)
1	60
2	69
3	152
4	140
5	150
6	243
7	183
8	36
9	390
10	323
11	51
12	236
13	162
14	85
15	122
16	89
17	153
18	223
19	185
20	97
21	235
22	187
23	518
24	206
25	163
26	144
27	87
28	273
29	72
30	673
31	404
32	81
33	213
34	71
35	270
36	96
37	609
38	548
39	259
40	169
41	141
42	117
43	120
44	413
45	156

Cliente	Tiempo (s)
46	91
47	138
48	188
49	116
50	86
51	106
52	416
53	80
54	65
55	154
56	49

➤ **TABLA 11. TARJETA DE CREDITO PARA EL CAJERO 3.**

Cliente	Tiempo (s)
1	77
2	66
3	155
4	75
5	40
6	70
7	159
8	65
9	69
10	161
11	218
12	79
13	16
14	87
15	96
16	54
17	123
18	23
19	30
20	66
21	39
22	137
23	103
24	139
25	55
26	43
27	70
28	48
29	99
30	116
31	81
32	76
33	42
34	68
35	91
36	69
37	113
38	125
39	197
40	102
41	347
42	66
43	127
44	77
45	87

Cliente	Tiempo (s)
46	61
47	118
48	193
49	203
50	56
51	78
52	91
53	66
54	53
55	144
56	213
57	30
58	126
59	80
60	42
61	95
62	99
63	37
64	78
65	74
66	43
67	133
68	86
69	140
70	72
71	68
72	72
73	231
74	31
75	283
76	311
77	49
78	83
79	153
80	276
81	250
82	96
83	198
84	96
85	42
86	48
87	55
88	80
89	227
90	33

Cliente	Tiempo (s)
91	42
92	70
93	135
94	61
95	90
96	73
97	219
98	80
99	50
100	228
101	143
102	87
103	128
104	40
105	23
106	57
107	121
108	138
109	135
110	176
111	35
112	48
113	90
114	63
115	93
116	471
117	77
118	124
119	51
120	58
121	66
122	78
123	32
124	498
125	112
126	42
127	92
128	72
129	141
130	43
131	41
132	83
133	86
134	57
135	53

➤ CONTINUACION 1 DE LA TABLA 11.

Cliente	Tiempo (s)
136	52
137	62
138	129
139	168
140	28
141	150
142	22
143	95
144	159
145	119
146	62
147	53
148	97
149	46
150	42
151	108
152	153
153	59
154	66
155	229
156	45
157	176
158	30
159	43
160	37
161	58
162	77
163	57
164	41
165	163
166	78
167	82
168	54
169	136
170	30
171	24
172	44
173	91
174	35
175	103
176	71
177	45
178	35
179	34
180	42
181	119
182	89

Cliente	Tiempo (s)
183	552
184	179
185	44
186	41
187	108
188	119
189	37
190	78
191	62
192	27
193	45
194	115
195	89
196	46
197	74
198	150
199	167
200	69
201	52
202	180
203	85
204	79
205	135
206	77
207	105
208	44
209	73
210	176
211	46
212	84
213	159
214	28
215	133
216	158
217	49
218	45
219	56
220	156
221	42
222	203
223	65
224	154
225	67
226	64
227	65
228	44
229	166

Cliente	Tiempo (s)
230	199
231	98
232	110
233	40
234	51
235	102
236	51
237	249
238	62
239	301
240	168
241	27
242	32
243	135
244	26
245	84
246	45
247	70
248	108
249	69
250	68
251	33
252	19
253	236
254	34
255	114
256	64
257	38
258	53
259	43
260	30
261	91
262	166
263	104
264	74
265	42
266	33
267	59
268	51
269	136
270	139
271	73
272	187
273	88
274	25
275	23
276	46

➤ **CONTINUACION 2 DE LA TABLA 11.**

Cliente	Tiempo (s)
277	51
278	75
279	34
280	63
281	32
282	29
283	91

debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo K).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.334
- Kolmogorov-Smirnov: 0.888
- Anderson-Darling: 0.0679

3.12. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE PAGO DE SERVICIOS PUBLICOS (AGUA, ENERGIA, TELEFONO, GAS, ETC) PARA EL CAJERO 3

La tabla 12 muestra los tiempos de pago de servicios públicos (agua, energía, teléfono, gas, etc), y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la LOG-NORMAL, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo L).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.806
- Kolmogorov-Smirnov: 0.842
- Anderson-Darling: 0.0607

➤ **TABLA 12. SERVICIOS PUBLICOS PARA EL CAJERO 3.**

Cliente	Tiempo (s)
1	230
2	1130
3	143
4	91
5	137
6	135
7	90
8	70
9	120
10	145
11	250
12	641
13	423
14	1473
15	42
16	99
17	118
18	310
19	55
20	181
21	193
22	164
23	190
24	91
25	119
26	183
27	116
28	132
29	84
30	152
31	1870
32	131
33	303
34	313
35	248
36	47
37	80
38	241
39	202
40	137
41	85
42	46
43	833
44	189
45	243

Cliente	Tiempo (s)
46	34
47	104
48	207
49	81
50	278
51	140
52	184
53	200
54	57
55	204
56	50
57	230
58	495
59	49
60	384
61	703
62	220
63	201
64	56
65	117
66	82
67	77
68	311
69	173
70	161
71	37
72	20
73	109
74	951
75	64
76	397
77	159
78	201
79	574
80	264
81	117
82	391
83	574
84	587
85	103
86	115
87	505
88	130
89	148
90	27

Cliente	Tiempo (s)
91	641
92	392
93	43
94	169
95	68
96	123
97	116
98	169
99	82
100	101
101	36
102	58
103	82
104	78
105	83
106	81
107	240
108	59
109	85
110	531
111	108
112	402
113	184
114	275
115	183
116	149
117	59
118	400
119	771
120	219
121	171
122	122
123	519
124	50
125	113
126	44
127	161
128	128
129	591
130	116
131	221

3.13. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACION EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 3

La tabla 13 muestra los tiempos de consignación en efectivo, y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la LOG-NORMAL, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo M).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.999
- Kolmogorov-Smirnov: 0.964
- Anderson-Darling: 0.0748

3.14. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE CONSIGNACION EN CHEQUE PARA EL CAJERO 3

La tabla 14 muestra los tiempos de consignación en efectivo, y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la PEARSON-6, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo N).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.94

➤ **TABLA 13. CONSIGNACION EN CHEQUE PARA EL CAJERO 3.**

Cliente	Tiempo (s)
1	98
2	74
3	722
4	74
5	138
6	46
7	91
8	89
9	148
10	23
11	412
12	392
13	194
14	148
15	332
16	103
17	93
18	35
19	58
20	60
21	112
22	136
23	132
24	275
25	1192
26	329
27	193
28	33
29	86
30	147
31	155
32	127
33	47
34	99
35	60
36	69
37	461
38	118
39	67
40	784
41	229
42	9
43	47
44	96
45	26

Cliente	Tiempo (s)
46	31
47	149
48	371
49	344
50	97
51	1003
52	619
53	94
54	71
55	237
56	483
57	689
58	34
59	209
60	267
61	115
62	542
63	114
64	39
65	48
66	151
67	130
68	49
69	198
70	225
71	578
72	203
73	91
74	82
75	353
76	1649
77	793
78	1110
79	330
80	439
81	63
82	312
83	57
84	281
85	144
86	140
87	711
88	108
89	1980
90	55

Cliente	Tiempo (s)
91	32
92	237
93	47
94	572
95	201
96	67
97	188
98	937
99	57
100	38
101	66
102	56

➤ **TABLA 14. CONSIGNACIÓN EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 3.**

Cliente	Tiempo (s)
1	71
2	1248
3	493
4	76
5	35
6	61
7	278
8	87
9	53
10	108
11	95
12	39
13	259
14	33
15	45
16	125
17	53
18	65
19	88
20	42
21	142
22	45
23	36
24	174
25	59
26	24
27	226
28	250
29	29
30	153
31	89
32	30
33	156
34	280
35	438
36	2265
37	85
38	30
39	275
40	141
41	146
42	54
43	76
44	47
45	251

Cliente	Tiempo (s)
46	117
47	44
48	38
49	43
50	59
51	67
52	33
53	72
54	49
55	43
56	28

- Kolmogorov-Smirnov: 0.988
- Anderson-Darling: 0.0754

3.15. DISTRIBUCION PARA EL TIEMPO DE RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 3

La tabla 15 muestra los tiempos de consignación en efectivo, y la distribución que tiene un mejor comportamiento según estos tiempos de servicios es la WEIBULL, debido a que tiene un mayor P-Value en las pruebas de Hipótesis y tiene un comportamiento aceptable en la Gráfica (Anexo O).

PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

- Chi cuadrado: 0.361
- Kolmogorov-Smirnov: 0.373
- Anderson-Darling: 0.0532

3.16. DISTRIBUCION PARA LOS TIEMPOS DE PARADAS DEL CAJERO 1

En el estudio de tiempo realizado durante los cinco días, se pudo observar que el cajero 1 se demora en promedio 2546 segundos para almorzar y esto lo realiza en promedio a las 1:01:04 p.m o 18064 segundos. Y para contar el dinero utiliza un tiempo promedio de 260 segundos con una distribución.

➤ **TABLA 15. RETIRO EN EFECTIVO PARA EL CAJERO 3.**

Cliente	Tiempo (s)
1	120
2	450
3	146
4	356
5	106
6	225
7	613
8	651
9	494
10	344
11	364
12	841
13	349
14	488
15	216
16	726
17	69
18	140
19	62
20	311
21	442
22	415
23	82
24	305
25	507
26	140
27	121
28	289
29	127
30	179
31	308
32	64
33	71
34	103
35	129
36	120
37	133
38	91
39	89
40	273
41	1028
42	113
43	88
44	99
45	421

Cliente	Tiempo (s)
46	306
47	57
48	113
49	126
50	192
51	163
52	68

EXPONENCIAL, y lo realiza en promedio cada 2 horas, 26 minutos y 15 segundos o 8775 segundos con una distribución EXPONENCIAL.

3.17. DISTRIBUCION PARA LOS TIEMPOS DE PARADAS DEL CAJERO 2

En el estudio de tiempo realizado durante los cinco días, se pudo observar que el cajero 2 se demora en promedio 2432 segundos para almorzar y esto lo realiza en promedio a las 12:17:26 p.m o 15446 segundos. Y para contar el dinero utiliza un tiempo promedio de 147 segundos con una distribución ERLANG, y lo realiza en promedio cada 2 horas, 17 minutos o 8220 segundos con una distribución EXPONENCIAL.

3.18. DISTRIBUCION PARA LOS TIEMPOS DE PARADAS DELCAJERO 3

En el estudio de tiempo realizado durante los cinco días, se pudo observar que el cajero 3 se demora en promedio 2474 segundos para almorzar y esto lo realiza en promedio a las 11:32:28 a.m. o 12758 segundos. Y para contar el dinero utiliza un tiempo promedio de segundos con una distribución BETA, y lo realiza en promedio cada 1 hora, 19 minutos y 17 segundos o 4639 segundos con una distribución EXPONENCIAL.

4. ANÁLISIS DEL MODELO ACTUAL DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON DISTINTAS DEMANDAS

El Banco Superior Getsemaní actualmente trabaja con un horario continuo desde las 8:00 a.m. hasta las 4:00 p.m. cuando cierra sus puertas a sus clientes lunes a viernes. Cuenta con una caja mayor (cajero 3) y dos cajas menores (cajero 1 y cajero 2). El producto que tiene mas demanda son las tarjetas de crédito (Diners, Visa Superior, Mastercard Superior , etc), lo cuales presentan cortes los jueves y viernes de todas las semanas dependiendo de la clase de tarjeta. El Banco posee una capacidad de cincuenta clientes en la cola dentro de sus instalaciones. En las horas de almuerzo por política del Banco Superior, siempre van haber dos cajeros atendiendo a los clientes, siendo el cajero 3 el primero en ir a almorzar, luego el cajero 2 y por ultimo el cajero 1. También por política del Banco Superior, el cajero 1 y el cajero 2 (cajas menores) tienen tope máximo de dinero menor que el del cajero 3 (caja mayor), y cada vez que llegan a ese tope deben parar el servicio y contar el dinero y llevarlo a la caja fuerte.

La variabilidad es uno de los principales factores para el congestionamiento de la cola en el Banco Superior, lo cual se da por que la cola crece cuando

hay un cliente que tarda mucho tiempo para completar el servicio, debido a la cantidad o tipo de transacciones u operaciones que este realizando y/o la cantidad de dinero que este cancelando o retirando en el Banco. Todo lo anterior hace que las llegadas ocurran con mayor rapidez con respecto al servicio, y de esta manera la cola crece y se presenta mayor congestión.

El Banco Superior Getsemaní es un modelo de cola M/M/S, en donde tiene tres servidores en paralelo y una serie de clientes que llegan de manera aleatoria a una cola, al frente de la cual hay tres servidores (cajeros). El cliente que está a la fila pasa al primer cajero que quede desocupado, a solicitar su servicio. Los clientes llegan al sistema de uno en uno. El numero de llegadas de clientes, que se suceden en un intervalo de tiempo t , es una variable aleatoria y discreta que se modelan muy bien con una distribución de Poisson (Ver modelos de Promodel).

Los servidores (cajeros) atienden a los clientes con una duración de servicio, que es otro conjunto de variables aleatorias independientes y continuas, que se modelan con las distribuciones determinadas en el capítulo anterior. Tan pronto un cliente es atendido, abandona el sistema (Banco Superior).

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la simulación con Promodel para un día de trabajo con distintas demandas (alta, mediana y baja).

4.1. MODELO ACTUAL DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON ALTA DEMANDA

De acuerdo al estudio realizado en el Banco Superior, y de acuerdo a la información que nos suministra el modelo en el software Promodel 2001, podemos observar que los días con mayor demanda son los días jueves y/o viernes, debido a que estos días se realiza el corte de las tarjetas de crédito y por lo general son los días de último plazo para los pagos de servicios públicos.

A continuación se muestran los resultados de la simulación para un día (ocho horas) con alta demanda.

TIPO DE SERVICIO	DEMANDA
Tarjeta de Crédito	218
Servicios Públicos	160
Consignación en Efectivo	72
Consignación en Cheque	39
Retiros en Efectivo	47

A las instalaciones del Banco Superior, entraron en total 479, detallado de la siguiente manera:

➤ El cajero 1 atendió: 72 cliente de tarjeta de crédito, 52 clientes de servicio publico, 22 clientes de consignación en efectivo, 10 clientes de consignación en cheque y 17 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 173 clientes.

➤ El cajero 2 atendió: 54 cliente de tarjeta de crédito, 43 clientes de servicio publico, 23 clientes de consignación en efectivo, 12 clientes de consignación en cheque y 13 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 145.

➤ El cajero 3 atendió: 60 cliente de tarjeta de crédito, 38 clientes de servicio publico, 18 clientes de consignación en efectivo, 13 clientes de consignación en cheque y 13 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 142.

➤ De los 536 clientes totales demandados, fueron atendidos 460 y quedando dentro del sistema 19 clientes (16 clientes en cola, 1 cliente en el cajero 1, 1 cliente en cajero 2 y 1 cliente en el cajero 3).

El cajero 1 tiene un porcentaje de operación de 96.10%, un porcentaje de vacío (idle) de 1.64% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 2.26%. El cajero 2 tiene un porcentaje de operación de 97.43%, un porcentaje de vacío (idle) de

1.16% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 1.41%. Y el cajero 3 tiene un porcentaje de operación de 97.02%, un porcentaje de vacío (idle) de 1.41% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 1.57%.

De lo anterior se puede concluir, que un cajero no es mas eficiente que otro por atender mas clientes que otro, tener mayor porcentaje de operación, tener menor tiempo vacío o tener menor tiempo fuera de servicio. Antes de afirmar lo anterior, se debe analizar la clase de servicio que los clientes demanda en el servidor, ya que esto depende de la cantidad y clase de servicio (tarjeta de crédito, servicios públicos, etc) y la cantidad de dinero que se retira o se consigna dependiendo de la transacción.

Los clientes que no pudieron ser atendidos o que abandonaron el sistema durante el día de trabajo (ocho horas) por la alta congestión presentada son:

TIPO DE SERVICIO	DEMANDA
Tarjeta de Crédito	29
Servicios Públicos	13
Consignación en Efectivo	9
Consignación en Cheque	3
Retiro en Efectivo	2

Los costos de operación de los cajeros se estiman en promedio de ochenta mil pesos cada cajero por hora, y los costos de los clientes no atendidos se estiman en promedio de sesenta mil pesos, como se muestra en el siguiente cuadro.

CAJEROS Y CLIENTES	COSTOS
Cajero 1	\$557.898
Cajero 2	\$570.846
Cajero 3	\$561.214
Clientes no atendidos	\$336.000
COSTO TOTAL	\$2.025.958

El THROUGHPUT promedio del sistema del Banco Superior es de 57.59 Clientes / Hora.

4.2. MODELO ACTUAL DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON MEDIANA DEMANDA

De acuerdo al estudio realizado en el Banco Superior, y de acuerdo a la información que nos suministra el modelo en el software Promodel 2001, podemos observar que los días con mediana demanda son por lo general los días miércoles.

A continuación se muestran los resultados de la simulación para día (ocho horas) con mediana demanda.

TIPO DE SERVICIO	DEMANDA
Tarjeta de Crédito	173
Servicios Públicos	132
Consignación en Efectivo	54
Consignación en Cheque	33
Retiros en Efectivo	35

A las instalaciones del Banco Superior, entraron en total 389, detallado de la siguiente manera:

- El cajero 1 atendió: 51 cliente de tarjeta de crédito, 47 clientes de servicio publico, 17 clientes de consignación en efectivo, 8 clientes de consignación en cheque y 13 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 136 clientes.
- El cajero 2 atendió: 56 cliente de tarjeta de crédito, 33 clientes de servicio publico, 27 clientes de consignación en efectivo, 14 clientes de consignación en cheque y 11 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 141.

➤ El cajero 3 atendió: 47 clientes de tarjeta de crédito, 34 clientes de servicio publico, 9 clientes de consignación en efectivo, 10 clientes de consignación en cheque y 11 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 111.

➤ De los 427 clientes totales demandados, fueron atendidos 388 y quedando dentro del sistema 1 clientes (1 cliente en el cajero 3).

El cajero 1 tiene un porcentaje de operación de 81.34%, un porcentaje de vacío (idle) de 18.40% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 0.26%. El cajero 2 tiene un porcentaje de operación de 79.36%, un porcentaje de vacío (idle) de 19.26% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 1.38%. Y el cajero 3 tiene un porcentaje de operación de 62.76%, un porcentaje de vacío (idle) de 26.78% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 10.46%.

De lo anterior se puede concluir, que un cajero no es mas eficiente que otro por atender mas clientes que otro, tener mayor porcentaje de operación, tener menor tiempo vacío o tener menor tiempo fuera de servicio. Antes de afirmar lo anterior, se debe analizar la clase de servicio que los clientes demanda en el servidor, ya que esto depende de la cantidad y clase de servicio (tarjeta de crédito, servicios públicos, etc) y la cantidad de dinero que se retira o se consigna dependiendo de la transacción.

Los clientes que no pudieron ser atendidos o que abandonaron el sistema durante el día de trabajo (ocho horas) son los siguientes:

TIPO DE SERVICIO	DEMANDA
Tarjeta de Crédito	0
Servicios Públicos	0
Consignación en Efectivo	0
Consignación en Cheque	0
Retiro en Efectivo	0

Los costos de operación de los cajeros se estiman en promedio de ochenta mil pesos cada cajero por hora, y los costos de los clientes no atendidos se estiman en promedio de sesenta mil pesos, como se muestra en el siguiente cuadro.

CAJEROS Y CLIENTES	COSTOS
Cajero 1	\$474.538
Cajero 2	\$465.034
Cajero 3	\$363.969
Clientes no atendidos	\$0
COSTO TOTAL	\$1.303.541

El THROUGHPUT promedio del sistema del Banco Superior es de 47.12 clientes / Hora.

4.3. MODELO ACTUAL DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON BAJA DEMANDA

De acuerdo al estudio realizado en el Banco Superior, y de acuerdo a la información que nos suministra el modelo en el software Promodel 2001, podemos observar que los días con baja demanda son por lo general los días lunes y/o martes.

A continuación se muestran los resultados de la simulación para día (ocho horas) con mediana demanda:

TIPO DE SERVICIO	DEMANDA
Tarjeta de Crédito	143
Servicios Públicos	84
Consignación en Efectivo	44
Consignación en Cheque	30
Retiros en Efectivo	12

A las instalaciones del Banco Superior, entraron en total 310, detallado de la siguiente manera:

➤ El cajero 1 atendió: 52 cliente de tarjeta de crédito, 24 clientes de servicio publico, 13 clientes de consignación en efectivo, 6 clientes de consignación en cheque y 7 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 102 clientes.

➤ El cajero 2 atendió: 46 cliente de tarjeta de crédito, 35 clientes de servicio publico, 11 clientes de consignación en efectivo, 16 clientes de consignación en cheque y 3 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 111.

➤ El cajero 3 atendió: 45 cliente de tarjeta de crédito, 24 clientes de servicio publico, 19 clientes de consignación en efectivo, 7 clientes de consignación en cheque y 2 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 97.

➤ De los 313 clientes totales demandados, fueron atendidos 310.

El cajero 1 tiene un porcentaje de operación de 64.64%, un porcentaje de vacío (idle) de 30.88% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 4.48%. El cajero 2 tiene un porcentaje de operación de 60.55%, un porcentaje de vacío (idle) de 37.47% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 1.98%. Y el cajero 3 tiene un porcentaje de operación de 63.42%, un porcentaje de vacío (idle) de 32.09% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 4.49%.

De lo anterior se puede concluir, que un cajero no es mas eficiente que otro por atender mas clientes que otro, tener mayor porcentaje de operación, tener menor tiempo vacío o tener menor tiempo fuera de servicio. Antes de afirmar lo anterior, se debe analizar la clase de servicio que los clientes demanda en el servidor, ya que esto depende de la cantidad y clase de servicio (tarjeta de crédito, servicios públicos, etc) y la cantidad de dinero que se retira o se consigna dependiendo de la transacción.

Los clientes que no pudieron ser atendidos o que abandonaron el sistema durante el día de trabajo (ocho horas) son los siguientes:

TIPO DE SERVICIO	DEMANDA
Tarjeta de Crédito	0
Servicios Públicos	0
Consignación en Efectivo	0
Consignación en Cheque	0
Retiro en Efectivo	0

Los costos de operación de los cajeros se estiman en promedio de ochenta mil pesos cada cajero por hora, y los costos de los clientes no atendidos se estiman en promedio de sesenta mil pesos, como se muestra en el siguiente cuadro.

CAJEROS Y CLIENTES	COSTOS
Cajero 1	\$377.108
Cajero 2	\$354.809
Cajero 3	\$371.000
Clientes no atendidos	\$0
COSTO TOTAL	\$1.102.917

El THROUGHPUT promedio del sistema del Banco Superior es de 39.55 Clientes /
Hora.

5. ANÁLISIS DE LOS MODELOS PROPUESTOS PARA EL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON DISTINTAS DEMANDAS

5.1. ANÁLISIS DEL MODELO PROPUESTO PARA EL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON ALTA DEMANDA

El modelo propuesto para el Banco Superior Getsemaní con alta demanda, consiste en agregar una caja mayor (cajero 4, de igual características que el cajero 3 por efectos de la simulación), para los días jueves y/o viernes, ya que como se había dicho con anterioridad son los días que presentan mayor congestión por ser los días de la semana de cortes de tarjeta de crédito y además son por lo general los días de último plazo para el pago de los servicios públicos. Por política del Banco, siempre debe haber dos cajeros en horas de almuerzo, siendo el cajero 2 y el cajero 3 los primeros que van a ir a almorzar y después el cajero 1 y 4. (Ver modelo propuesto demanda alta).

A continuación se muestran los resultados del modelo propuesto de la simulación para un día (ocho horas) con alta demanda.

TIPO DE SERVICIO	DEMANDA
Tarjeta de Crédito	218
Servicios Públicos	160
Consignación en Efectivo	72
Consignación en Cheque	39
Retiros en Efectivo	47

A las instalaciones del Banco Superior, entraron en total 536, detallado de la siguiente manera:

- El cajero 1 atendió: 58 cliente de tarjeta de crédito, 43 clientes de servicio publico, 25 clientes de consignación en efectivo, 9 clientes de consignación en cheque y 17 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 152 clientes.
- El cajero 2 atendió: 63 cliente de tarjeta de crédito, 43 clientes de servicio publico, 18 clientes de consignación en efectivo, 11 clientes de consignación en cheque y 14 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 149.
- El cajero 3 atendió: 40 cliente de tarjeta de crédito, 32 clientes de servicio publico, 18 clientes de consignación en efectivo, 7 clientes de consignación

en cheque y 11 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 108.

➤ El cajero 4 atendió: 57 cliente de tarjeta de crédito, 34 clientes de servicio publico, 11 clientes de consignación en efectivo, 9 clientes de consignación en cheque y 5 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 116.

➤ De los 536 clientes totales demandados, fueron atendidos los 525 y quedando dentro del sistema 11 clientes (8 clientes en cola, 1 cliente en el cajero 1, 1 cliente en el cajero 3 y 1 cliente en el cajero 4).

Los clientes que no pudieron ser atendidos o que abandonaron el sistema durante el día de trabajo (ocho horas) por la alta congestión presentada son:

TIPO DE SERVICIO	DEMANDA
Tarjeta de Crédito	0
Servicios Públicos	0
Consignación en Efectivo	0
Consignación en Cheque	0
Retiro en Efectivo	0

Los costos de operación de los cajeros se estiman en promedio de ochenta mil pesos cada cajero por hora, y los costos de los clientes no atendidos se estiman en promedio de sesenta mil pesos, como se muestra en el siguiente cuadro.

CAJEROS Y CLIENTES	COSTOS
Cajero 1	\$519.974
Cajero 2	\$511.449
Cajero 3	\$471.254
Cajero 4	\$495.420
Clientes no atendidos	\$0
COSTO TOTAL	\$1.998.097

El THROUGHPUT promedio del sistema del Banco Superior es de 63.92 Clientes / Hora.

Como se puede observar, con el modelo actual del Banco Superior se obtiene un COSTO TOTAL de \$2.025.958 por día (jueves y/o viernes), y con el modelo propuesto se obtienen \$1.998.097, en donde el modelo propuesto tiene un menor COSTO TOTAL que el modelo actual, el cual es rentable. Con respecto al THROUGHPUT el modelo actual tiene 57.59 Clientes / Hora y el modelo propuesto tiene 63.92 Clientes / Hora, el cual el modelo propuesto tiene un mayor THROUGHPUT que el modelo actual, debido a que hay un mejor servicio (4 cajeros) y por eso entran al sistemas mas clientes (536) que en el

modelo actual (479), y en el modelo propuesto no se presentaron clientes sin ser atendidos por la alta congestión, ya que en el modelo actual sí se presentaron clientes sin ser atendidos o que abandonaron el sistema (56).

5.2. MODELO PROPUESTO DEL BANCO SUPERIOR GETSEMANI CON BAJA DEMANDA

El modelo propuesto para el Banco Superior Getsemaní con baja demanda, consiste en eliminar un cajero, en este caso el cajero 1 para los días lunes y/o martes. Para este caso en la hora de almuerzo solamente va haber un cajero atendiendo a los clientes en las horas de almuerzo. (Ver modelo propuesto demanda baja).

A continuación se muestran los resultados de la simulación para día (ocho horas) con mediana demanda.

TIPO DE SERVICIO	DEMANDA
Tarjeta de Crédito	143
Servicios Públicos	84
Consignación en Efectivo	44
Consignación en Cheque	30
Retiros en Efectivo	12

A las instalaciones del Banco Superior, entraron en total 307, detallado de la siguiente manera:

- El cajero 2 atendió: 80 cliente de tarjeta de crédito, 44 clientes de servicio publico, 21 clientes de consignación en efectivo, 16 clientes de consignación en cheque y 5 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 166.

- El cajero 3 atendió: 63 cliente de tarjeta de crédito, 30 clientes de servicio publico, 23 clientes de consignación en efectivo, 14 clientes de consignación en cheque y 7 clientes de retiro en efectivo. Los clientes totales atendidos fueron 137.

- De los 313 clientes totales demandados, fueron atendidos 303 y quedaron dentro del sistema 4 (2 clientes en cola, 1 cliente en el cajero 2 y 1 cliente en el cajero 3) .

Los clientes que no pudieron ser atendidos o que abandonaron el sistema durante el día de trabajo (ocho horas) son los siguientes:

TIPO DE SERVICIO	DEMANDA
Tarjeta de Crédito	0
Servicios Públicos	0
Consignación en Efectivo	0
Consignación en Cheque	0
Retiro en Efectivo	0

Los costos de operación de los cajeros se estiman en promedio de ochenta mil pesos cada cajero por hora, y los costos de los clientes no atendidos se estiman en promedio de sesenta mil pesos, como se muestra en el siguiente cuadro.

CAJEROS Y CLIENTES	COSTOS
Cajero 2	\$544.549
Cajero 3	\$519.721
Clientes no atendidos	\$0
COSTO TOTAL	\$1.064.270

El THROUGHPUT promedio del sistema del Banco Superior es de 35.56 Clientes / Hora.

Como se puede observar, con el modelo actual del Banco Superior se obtiene un COSTO TOTAL de \$1.102.917 por día (lunes y/o martes), y con el modelo propuesto se obtienen \$1.064.270, en donde el modelo propuesto tiene un

menor COSTO TOTAL que el modelo actual, el cual es rentable. Con respecto al THROUGHPUT el modelo actual tiene 39.55 Clientes / Hora y el modelo propuesto tiene 35.56 Clientes / Hora, esto se debe a que el modelo propuesto tiene solo dos cajeros y por eso su THROUGHPUT es menor, ya que no pueden atender mas clientes debido que solo hay dos servidores y como se puede observar en el modelo propuesto y en el modelo actual no hay clientes que abandonen o que no fueron atendidos.

Con el modelo actual el cajero 1 atiende 102 clientes, el cajero 2 atiende 111 y el cajero 3 atiende 97 clientes. Y en el modelo propuesto el cajero 2 atiende 166 y el cajero 3 atiende 137.

En el modelo actual el cajero 1 tiene un porcentaje de operación de 64.64%, un porcentaje de vacío (idle) de 30.88% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 4.48%. El cajero 2 tiene un porcentaje de operación de 60.55%, un porcentaje de vacío (idle) de 37.47% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 1.98%. Y el cajero 3 tiene un porcentaje de operación de 63.42%, un porcentaje de vacío (idle) de 32.09% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 4.49%.

En el modelo propuesto el cajero 2 tiene un porcentaje de operación de 93.76%, un porcentaje de vacío (idle) de 1.28% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 4.96%. Y el cajero 3 tiene un porcentaje de operación de 89.80%, un

porcentaje de vacío (idle) de 1.37% y un porcentaje fuera de servicio (down) de 8.83%.

En conclusión el modelo actual los cajeros tienen un porcentaje de operación bajo, porcentaje de vacío alto, porcentaje de fuera de servicio alto, y costos de operación mayor en comparación a los cajeros del modelo propuesto.

RECOMENDACIONES

Para mejorar los sistemas de filas del BANCO SUPERIOR nos atrevemos a sugerirles varias opciones además de las anteriormente expuestas relacionadas con la minimización de los costos.

- Establecer horas específicas para clientes que la misma entidad llama preferenciales por ser estos los que más demoran y hacen que las colas crezcan provocando una alta congestión lo que trae como consecuencia insatisfacción en el cliente que espera.
- Intentar desviar la atención de los clientes mientras aguardan. Esto se puede lograr situando en lugares estratégicos televisores, videos o alguna otra forma de entretenimiento.
- El Banco Superior Getsemaní posee un módulo de autopago así como la banca virtual la cual no se le está dando el uso que amerita, debido a que los clientes no se adaptan a estos servicios, es necesario que el Banco se dedique a la tarea de instar a sus clientes a adoptar estos nuevos sistemas lo cual ayudaría al descongestionamiento de las colas y por ende a mejorar los servicios.

➤ Mantener a los empleados que no están atendiendo clientes fuera de la vista, ya que esto es frustrante para los clientes que aguardan una fila ver empleados que potencialmente podrían estar atendiendo a los clientes.

CONCLUSIONES

Los sistemas de colas predominan en toda sociedad. Lo adecuado de estos sistemas puede tener un efecto importante sobre la calidad de vida de las personas u organizaciones.

En el trabajo que acabamos de realizar tuvimos la oportunidad de confrontar la teoría con la práctica de esta manera pudimos visualizar muchos conceptos importantes los cuales se aplicaban con cada situación que se presentaba.

Para empezar nos pudimos dar cuenta que cada situación tiene sus propias características de manera que no se puede prescribir un procedimiento estándar que se pueda ajustar a toda situación.

En el caso del Banco Superior Getsemaní, lo primero que hicimos fue distinguir el sistema de cola que está diseñado actualmente, el cual es un sistema M/M/S, el cual posee tres servidores en paralelo y una serie de clientes que llegan de una manera aleatoria a una cola. Los cajeros que atienden en el Banco Superior tienen distintos tiempos de servicios dependiendo del tipo de producto bancario.

Para la toma de tiempo fue necesario realizar un estudio en el cual calculamos el tiempo que duraba cada cajero con diferentes clientes. Una vez recolectados estos datos, lo ingresamos en el software Stat:Fit para conocer el comportamiento de los tiempos con respecto a una distribución. Debido a la gran variabilidad que se presentaba en los tiempos de servicios, nos apoyamos en el software Promodel 2001, para conocer el comportamiento de las distintas demandas que se dan en el día a día. De acuerdo con la información que nos arrojó, nos pudimos dar cuenta que existen deficiencias en el servicio con alta y baja demanda, lo cual trae como consecuencia una insatisfacción en los clientes y altos costos de operación.

Con los modelos propuestos se quiso optimizar el servicio y reducir costos, lo cual contribuirá a aumentar la productividad de la entidad Bancaria, y obtener mayor credibilidad en los clientes.

BIBLIOGRAFÍA

- **BIERMAN**, Harold, **BONINI**, Charles P., **HAUSMAN**, Warren H. Análisis Cuantitativo para la Toma de Decisiones. 8^{ed}. Estados Unidos: Mc Graw-Hill, 1993. Pág. 715-736.

- **BLANCO RIVERO**, Luis Ernesto, **FAJARDO PIEDRAHITA**, Iván Darío. Simulación con Promodel. Casos de Producción y Logística, 1^{ed}. Colombia, Escuela Colombiana de Ingeniería, 2001. Pág. 57-90.

- **HILLIER**, Frederick, **LIEBERMAN**, Gerald J. Introducción a la Investigación de Operaciones. 3^{ed}. Estados Unidos: Mc Graw-Hill, 1988. Pág. 488-510.

Disponible en Internet:

- www.lcc.uma.es/~eva/asignaturas/tct/zaragoza.pdf

- <http://www.unapvic.cl/teoriadecision/administracion/Unidad5.html>

A N E X O S