

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**



**OPTIMIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE RECURSOS  
PARA LA MEJORA DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN  
DE UN CALL CENTER DE EVALUACIÓN DE  
CRÉDITOS DE LA EMPRESA GMG SERVICIOS PERU  
S.A.**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ANAYA PAZOS, ROGER ENRIQUE  
Bach. TORRES ROZAS, CARLOS JESÚS**

**ASESOR: Dr. TINOCO GOMEZ, OSCAR**

**LIMA – PERÚ**

**AÑO: 2015**

## **Dedicatoria**

Este trabajo va dedicado a Dios que me da fuerzas y voluntad para poder concluir con mis proyectos y así poder servirlo con mi profesión. A mis padres por ser mi fortaleza y mi guía. A mi hermano que siempre está pendiente de lo que hago, además de todas las personas que han compartido muchos momentos en esta trayectoria de mi vida, todo ello en conjunto ha hecho de mí quien soy como persona.

Roger Enrique Anaya Pazos.

Aunque en la mayoría de las veces parece que la vida es una gran batalla, hay momentos y decisiones que uno toma para mejorar cada día, hace meses me propuse culminar con este proyecto de investigación, hoy puedo decir con felicidad que se logró satisfactoriamente.

Esta tesis es dedicada a mis padres, Carlos Torres y Marina Rozas, por todo su apoyo brindado, son mis ejemplos de lucha y dedicación. Todos los días le pido a Dios para que los guarde y estén conmigo muchos años más a mi lado. Los amo.

A mis hermanos, Karla y Bruno, que a pesar de todo siempre han demostrado que no hay personas más importantes que la familia, y que siempre podremos apoyarnos para lo que sea.

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

Carlos Jesús Torres Rozas.

## **Agradecimientos**

Primero que todo a Dios, por darnos la vida y ver realidad una meta que hace 6 meses nos propusimos.

A nuestras familias que han sido nuestro apoyo incondicional y un ejemplo de vida, brindándonos comprensión día a día para seguir adelante con nuestras metas y proyectos planeados, lográndolos con gran esfuerzo y dedicación.

A nuestros profesores que nos brindaron todos los conocimientos que hoy nos permiten enfrentar al mundo sin problema, todos y cada uno de ellos hacen parte de nuestro proceso de formación como profesional y como persona.

Para el desarrollo de este proyecto de grado queremos agradecer a nuestros asesores de tesis Ingeniero Oscar Tinoco Gómez y al Ingeniero Luis Ulfe Vega que nos brindaron su total apoyo y conocimientos para poder llevarlo a cabo.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos.	3
1.2. Objetivo general y específicos.	5
1.3. Delimitación de la Investigación: Temporal y espacial.	5
1.4. Justificación e importancia.	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes del estudio de investigación.	7
2.2. Base teórica vinculada a la variable o variables de estudio.	12
2.3. Definición de términos básicos.	35
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS</b>	<b>38</b>
3.1. Hipótesis	38
3.1.1. Hipótesis Principal	38
3.1.2. Hipótesis Secundaria	38
3.2. Variables	38
3.2.1. Definición conceptual de las variables.	38
3.2.2. Operacionalización de las variables.	39
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>41</b>
4.1. Tipo y nivel	41
4.2. Diseño de Investigación	41
4.3. Enfoque	42
4.4. Población y muestra	42
4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
4.5.1. Tipos de técnicas e instrumentos	43
4.6. Técnicas para procesamiento y análisis de la información.	44
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>45</b>
5.1. Diagnóstico	45

5.2. Análisis de Datos del Proceso de Evaluación de Créditos	53
5.3. Optimización y Simulación aplicada al Call center de Créditos	59
5.4. Simulación. Cálculo de las variables aleatorias.	69
5.5. Desarrollo del modelo de simulación	76
5.6. Propuesta de Mejora	84
5.7. Prueba de Hipótesis	91
5.8. Costos del Call center	92
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>96</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>97</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>98</b>
Referencias Bibliográficas:	98
Bibliografía Tesis Referenciales:	99
Bibliografía Electrónica:	100
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.	101
ANEXO 2: FOTOS.	102

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>TABLA 1:</b> Base de Llamadas	48
<b>TABLA 2:</b> Ventas al Créditos y Contado 2014	55
<b>TABLA 3:</b> Solicitudes Atendidas 2014	56
<b>TABLA 4:</b> Tasa de Entrada de Llamadas en el Call center Periodo 2014	57
<b>TABLA 5:</b> N° de Analistas Asignados en el Periodo 2014	58
<b>TABLA 6:</b> Turnos por Horarios de Trabajo	58
<b>TABLA 7:</b> Arribo de Llamadas y Cálculo de Requerimiento	61
<b>TABLA 8:</b> Lista de Variables	63
<b>TABLA 9:</b> Restricciones del Modelo	64
<b>TABLA 10:</b> Resultado del Lingo	68
<b>TABLA 11:</b> Recursos y Turnos Asignados	69
<b>TABLA 12:</b> Tiempos de servicio en minutos correspondientes al día 8 de Sept-14	70
<b>TABLA 13:</b> Muestra del Ciclo de Arribos	74
<b>TABLA 14:</b> Resultado optimizado vs. Propuesto	85
<b>TABLA 15:</b> Comparación del modelo base versus propuesto	89
<b>TABLA 16:</b> Cuadro comparativo de resultados	91
<b>TABLA 17:</b> Tiempo Promedio Máxima de Espera Optimizado y Propuesto	91
<b>TABLA 18:</b> Resultado de la prueba de hipótesis SPSS	92
<b>TABLA 19:</b> Costo de H – H del personal del call center Periodo 2014 - REAL	93
<b>TABLA 20:</b> Costo de H – H del personal del call center Periodo 2014 PROPUESTO	94

**TABLA 21:** VARIACIÓN del costo de H – H del personal del call center  
Periodo 2014 (REAL VS PROPUESTO)

95

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1:</b> Flujograma del Proceso: Evaluación de Créditos	50
<b>FIGURA 2:</b> Mecanismo de Trabajo	59
<b>FIGURA 3:</b> Variables, restricciones y función objetivo en Lingo	67
<b>FIGURA 4:</b> Ingreso de data al módulo STAT::FIT	71
<b>FIGURA 5:</b> Procesamiento de los tiempos de servicio en el STAT::FIT	72
<b>FIGURA 6:</b> Probables funciones de distribución STAT::FIT	73
<b>FIGURA 7:</b> Ingreso de ciclo de arribo por cada 15 minutos	75
<b>FIGURA 8:</b> Ingreso de cantidad total de arribos (llamadas contestadas)	76
<b>FIGURA 9:</b> Locaciones y características de atención en Promodel	77
<b>FIGURA 10:</b> Entidades Promodel	77
<b>FIGURA 11:</b> Asignación de Atributos en Promodel	78
<b>FIGURA 12:</b> Proceso – Enrutamiento – Operación en Promodel	79
<b>FIGURA 13:</b> Reporte: Resumen Promodel	79
<b>FIGURA 14:</b> Tabla T – Student	81
<b>FIGURA 15:</b> Resultados del Promodel	82
<b>FIGURA 16:</b> Cuadro de Indicadores Promodel	83
<b>FIGURA 17:</b> Entidad de estados – Promodel	84
<b>FIGURA 18:</b> Recursos Estados – Promodel	84
<b>FIGURA 19:</b> Reporte entidad resumen Promodel – Escenario 1	85
<b>FIGURA 20:</b> Resultados Replicas Promodel	87
<b>FIGURA 21:</b> Cuadro de Indicadores Promodel	87
<b>FIGURA 22:</b> Entidad de estados – Promodel	88
<b>FIGURA 23:</b> Recursos Estados – Promodel	88

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

<b>GRÁFICO 1:</b> Llamadas entrantes vs Tasa de abandono	48
<b>GRÁFICO 2:</b> Participación de Ventas al Crédito y al Contado 2014	56
<b>GRÁFICO 3:</b> Llamadas Entrantes 2014	57
<b>GRÁFICO 4:</b> Gráfico de distribución exponencial	73

## RESUMEN

La presente tesis pretende optimizar los recursos en un call center especializado en la evaluación de créditos perteneciente a la empresa GMG servicios del Perú S.A. ubicado en la ciudad de Lima en el distrito de Santiago de Surco, parte de su expansión e incursión en el mercado sudamericano, ingresa al Perú con su marca comercial “El Gallo más Gallo” dedicada a la venta de electrodomésticos, motos, equipos de cómputo y telefonía, entre otros, dirigida fundamentalmente a clientes de ingresos medio-bajos y bajos, además de presentar un crecimiento sostenible en el tiempo.

El estudio de caso se centra en analizar la adecuada asignación de recursos del área de call center, así como también la demora de atención a las llamadas entrantes. Una vez conocida la situación actual se diagnosticó que los recursos no eran utilizados de manera adecuada para cumplir de manera óptima con los servicios que se brindan en dicho call center. La empresa no ha hecho ningún tipo de estudio para asignar sus recursos adecuadamente, por lo que se han basado en experiencia y mediante el tiempo van modificando según sus experiencias. Además de ello se verifica que los indicadores de tasa de abandono, duración de llamadas y demora de contestación al cliente que permiten medir el desempeño del call center no cumplen con las expectativas de la gerencia general de la empresa.

Ante ello se presenta un modelo de asignación de recursos propuesto, el cual es un modelo estructurado con una serie de actividades consecuentes de un proceso y que son alimentados por la información obtenida de un modelo de programación lineal y cuyo soporte operativo se basa en una herramienta especializada llamada Lingo.

Es así que el modelo matemático y la herramienta de simulación por el Promodel se relacionan e introducen en el proceso propuesto, donde la integración asegura que las decisiones se tomen en base a información relevante focalizada en la nueva asignación de recursos, para así mejorar los índices mencionados anteriormente y que se maximice el negocio aprovechando las oportunidades de generar más ganancias debido a la eficiencia del proceso y a la alza de demanda para la obtención de créditos mediante la empresa objeto de estudio.

**PALABRAS CLAVE:** Call center, Optimización de Recursos, Simulación.

## ABSTRAC

The present thesis tries to optimize the resources in a call center specialized in the belonging credit evaluation to the company GMG services of Peru S.A. located in the city of Lima in the district of Santiago of Rut, part of his expansion and incursion on the South American market, deposits Peru with his commercial brand " The Rooster more Rooster " dedicated to the sale of domestic appliances, motorcycles, equipments of calculation and telephony, between others, directed fundamentally clients of average-low and low income, beside presenting a sustainable growth in the time.

The study of case centres on analyzing the suitable assignment of resources of the area of call center, as well as also the delay of attention to the next calls. Once known the current situation diagnosed that the resources were not used of way adapted to expire in an ideal way with the services that are offered in the saying call center. The company has not done any type of stupid to assign his resources adequately, by what they have been based on experience and by means of the time they are modifying according to his experiences. Besides it one checks that the indicators of rate of abandon, duration of calls and delay of answer that allow to the client to measure the performance of the call center do not expire with the expectations of the general management of the company.

Before it there appears a model of assignment of resources proposed, who is a model structured with a series of consistent activities of a process and that are fed by the information obtained of a model of linear programming and whose operative support is based on a specialized tool called Lingo.

It is so the mathematical model and the tool of support relate and introduce in the proposed process, where the integration assures that the decisions should take on the basis of relevant information focused in the new assignment of resources, this way to improve the indexes mentioned previously and that maximizes the business taking advantage of the opportunities to generate more earnings due to the efficiency of the process and the rise of demand for the credit obtaining by means of the company I object of study.

**KEYWORDS:** Call center, Resource Optimization, Simulation.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis pretende optimizar los recursos y minimizar los costos en un call center especializado en la evaluación de créditos perteneciente a la empresa GMG servicios del Perú S.A. El objeto de estudio se centra en las ventas generadas mayormente por crédito el cual es otorgado también por la misma empresa, siendo parte importante en el desempeño de los locales de venta de electrodomésticos.

La siguiente propuesta de mejora en el servicio de evaluación de créditos mediante el call center dentro de una empresa dedicada a la venta de electrodomésticos principalmente, demuestra en los siguientes capítulos su distribución inadecuada de recursos causando sobre costos en dicha área.

El primer capítulo profundiza la parte de planteamiento de problema el cual presenta las deficiencias dentro del proceso de evaluación, como también los objetivos de la investigación, la delimitación, justificación e importancia de la tesis, los cuales dan la base para comprender el desarrollo de las propuestas.

En el segundo capítulo se realiza el marco teórico de la presente tesis muestra un modelo de gestión general y sitúa el tema en el contexto actual que refleja la necesidad e importancia que tiene la adecuada asignación de recursos para un buen desempeño durante las operaciones del call center, donde se desenvuelve la investigación, obteniendo precedentes para la tesis, así como las referencias de los estudiosos en la materia que se utiliza para el desarrollo de la investigación, también se definen los términos básicos necesarios para la comprensión de los aspectos teóricos utilizados.

En el tercer capítulo, nos centramos en el sistema de hipótesis que parte de las suposiciones hechas a partir de los datos recopilados que sirven como base para iniciar la investigación y/o argumentación. Por lo que fue posible obtener conclusiones a partir de hacer realizables ideas que sabemos que físicamente o materialmente son verdaderas, y en respuesta de una necesidad y no de una suposición acerca de la solución del problema.

En el cuarto capítulo, la metodología de investigación es un proceso sistemático, organizado y objetivo destinado a responder las preguntas formuladas en los

capítulos anteriores. La respuesta a ella lo que pretende es aclarar la incertidumbre de nuestro conocimiento. El carácter sistemático de la actividad investigativa está dado porque a partir de la formulación de una hipótesis u objetivo de trabajo se recogen datos según un plan preestablecido, los que una vez analizados e interpretados, modificarán o añadirán nuevos conocimientos a los ya existentes. Investigar es algo más que recoger y almacenar datos. Por ello este capítulo solo centra en definir parámetros de búsqueda, como también definir las herramientas necesarias para la investigación.

En el quinto capítulo, El resultado del diagnóstico es que no se presenta una adecuada distribución de los recursos para realizar la evaluación de crédito, este proceso se demora por lo general de 10 a 12 minutos por cliente, lo que genera colas durante las horas pico, debido a esta mala distribución existen horas ociosas, lo que se ve reflejado también en las horas extras y el exceso de presupuesto para esta área. Además de esto queda comprobado con los indicadores de gestión que permiten medir el buen desempeño del call center de créditos reflejados también en mejorar los presupuestos y, sobre todo, maximizar las utilidades de la empresa.

Ante ello se presenta el modelo de optimización de recursos, el cual es un modelo de administración estructurado en una serie consecuente de procesos alimentados por información obtenida de un modelo de programación lineal y cuyo soporte operativo se basa en una herramienta especializada en la asignación de recursos.

Es así que el modelo matemático y la herramienta de soporte se relacionan e introducen en el proceso propuesto, donde la integración asegura que las decisiones se tomen en base a información relevante focalizada en la optimización de recursos, para que baje la tasa de abandono objetivamente y que se maximice el negocio aprovechando las oportunidades de generar más ganancias debido a la eficiencia del proceso del call center y a la demanda de los productos ofrecidos en las tiendas “El Gallo más Gallo” que cada vez son más solicitados mediante el crédito brindado por dicha empresa.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos.**

#### **Problematización**

El presente proyecto de investigación busca la optimización y simulación de recursos para la mejora de los costos de operación del call center de evaluación de créditos mediante el uso de las herramientas de la ingeniería industrial, este proyecto nace a través de las deficiencias en el manejo de dichas variables.

La empresa objeto de estudio es un grupo económico líder en Centroamérica que tiene incursión en el Perú con su marca comercial “El Gallo más Gallo” dedicada a la venta de electrodomésticos, dirigida fundamentalmente a clientes de ingresos medio-bajos y bajos, promoviendo así la bancarización en el Perú, las formas de pago pueden ser al contado o accediendo a un crédito, por esta última modalidad el cliente deberá de ser evaluado por un analista de créditos el cual es contactado mediante el call center de la empresa objeto de estudio.

Para llevar a cabo lo descrito en el párrafo anterior se tiene que tener en cuenta que la empresa ofrece productos financieros a clientes que no cuentan con un historial crediticio y a clientes informales que no cuentan con sustento de ingresos que representan el 79% (INEI 2014). Además se tiene que el total de la cartera de clientes de la empresa están conformadas por un 40% de clientes bancarizadas y un 60% de clientes no bancarizadas, por lo que el tiempo de atención es distinta para cada tipo de cliente.

El problema planteado en este proyecto ha sido detectado en el área de call center de evaluación de créditos; debido al crecimiento de la empresa “El gallo más gallo”, se ha visto un incremento de la demanda en las solicitudes de créditos, siendo estas solicitudes procesadas únicamente vía telefónica a través del call center de la empresa objeto de estudio, según el perfil del cliente se evaluará los recursos

necesarios para garantizar los ratios de aprobación exigidos por la empresa objeto de estudio.

En el call center de créditos se observa que hay una mayor demanda donde se empieza a notar una deficiencia en la asignación de recursos y aumento de clientes insatisfechos por la demora en la atención, por lo que se ha visto la necesidad en realizar un estudio y análisis para el uso óptimo de la capacidad del Call center, así como el completo aprovechamiento de las instalaciones y poder cumplir con la plena satisfacción del cliente, por ello, se desea estudiar la razón por la cual algunos días y horas donde existe mayor demanda, no pudiendo abastecerse con los recursos que tiene la empresa objeto de estudio.

Dicho el párrafo anterior no solo impactaría en la optimización de recursos y en la satisfacción del cliente si no también se reduciría los costos de operación ya que en la actualidad el costo de operación real versus el presupuestado es mayor, debido a que se incurren costos de horas extras.

### **Formulación del Problema**

La problemática se ha formulado interrogativamente de la siguiente manera:

Principal:

¿En qué medida la optimización de recursos contribuirá a reducir los costos de operación de un call center créditos en la empresa GMG servicios del Perú?

Específicos:

- 1 ¿En qué medida una nueva distribución de recursos que resulta de la optimización de recursos contribuirá a mejorar los tiempos de espera en un call center de evaluación de créditos en la empresa GMG servicios del Perú?

- 2 ¿En qué medida la simulación del sistema Promodel que resulta de la optimización de recursos contribuirá a mejorar el tiempo de espera en un call center de evaluación de créditos en la empresa GMG servicios del Perú?

#### 1.2. Objetivo general y específicos.

Objetivo General:

Determinar en qué medida optimización de recursos contribuirá a reducir los costos de operación de un call center créditos en la empresa GMG servicios del Perú.

Objetivos específicos:

- 1 Determinar en qué medida una distribución de recursos que resulta de la optimización de recursos contribuirá a mejorar los tiempos de espera en un call center de evaluación de créditos en la empresa GMG servicios del Perú.
- 2 Determinar en qué medida favorecerá la simulación del sistema Promodel que resulta de la optimización de recursos que contribuirá a mejorar el tiempo de espera en un call center de evaluación de créditos en la empresa GMG servicios del Perú.

#### 1.3. Delimitación de la Investigación: Temporal y espacial.

La investigación abordará las transacciones realizadas el año 2014 en la empresa GMG Servicios Perú SA en el área del Call center de evaluación de Créditos.

Espacialmente el estudio se circunscribe a las instalaciones del Call center, en el distrito de Santiago de Surco, Lima, Perú.

#### 1.4. Justificación e importancia.

En cuanto a la metodología de trabajo nunca se ha realizado un estudio para analizar los procedimientos y actividades diarias en la evaluación de crédito, ya que cada analista de crédito tienen su propio

método de trabajo, generando diferentes grados de desempeño por lo que habría mayor demora en la atención al usuario final, en ese sentido se podría aplicar métodos y técnicas de la ingeniería industrial, donde nos permitirá desarrollar mejores métodos de trabajo.

De todos los problemas, que podrían ser investigados se eligió para este estudio el análisis mediante la “teoría de colas” para reducir las líneas de espera que hacen los clientes para obtener el servicio. Esta investigación les dará a los directivos los elementos necesarios para la toma de decisiones de los cambios pertinentes o poder confirmar la eficiencia del actual sistema.

El Call center de evaluación de créditos es un área dentro de la empresa objeto de estudio, donde se encuentran involucrados directamente con la misión de la empresa descrita en el párrafo anterior, por ello será de suma utilidad analizar y evaluar el servicio de evaluación de créditos y el uso adecuado de la capacidad del call para poder llegar a la satisfacción del cliente, optimizando recursos humanos y económicos donde se podrá ver reflejado en los índices de tasa de servicio y reducción de costos reales versus el presupuestado a través de la simulación de la teoría de colas y otras herramientas que ayuden a la mejora en el servicio de evaluación de créditos.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del estudio de investigación.

- Vásquez Saavedra, Melvin (2013), se aplicó una propuesta de mejora en el servicio de atención de aeronaves ofrecido por una empresa del sector aeroportuario. El buffer de variabilidad que permite cuantificar el tiempo de adelanto-retraso de los vuelos y de esta manera tener en cuenta las desviaciones que se puedan originar al tener una programación de personal optimizada. El cálculo de la nueva herramienta de planificación de personal utilizando para ello optimización lineal lo cual nos permite tener una programación eficiente, que da como resultado un ahorro de 35 personas.

Se concluyó, que la disminución de personal en 10% de 336 a 301 para la operación obtenida por la aplicación de optimización lineal a la planificación, no afectaría la operación debido a que ahora se trabaja con cuadrillas con mayor flexibilidad aumentando su eficiencia de trabajo. Los nuevos métodos de trabajo aumentan la eficiencia actual de 65% a 90% teniendo menores tiempos muertos durante el servicio a una aeronave.

- Yanqui de los Santos, Jackelyn (2009), diseñó un modelo de gestión de espacio aplicado a la categoría de bebidas de una cadena de supermercados de la ciudad de Lima. El modelo de gestión de espacios propuesto, el cual es un modelo de administración estructurado en una serie consecuente de proceso alimentado por información obtenida de un modelo de programación lineal y cuyo soporte operativo se basa en una herramienta especializada en gestión de espacios.

Se concluyó, que el modelo matemático y la herramienta de soporte se relacionan e introducen en el proceso propuesto, donde la integración asegura que las decisiones se tomen en base a información relevante focalizada en la administración de espacio, que la comunicación fluya objetivamente hacia el personal operativo de

tienda y que se maximice el negocio aprovechando las oportunidades de generar más ganancias debido a la eficiencia del proceso y a la demanda de alquiler de espacios.

- Guevara Granja, Ana (2011), Aplicación de la teoría de colas para la optimización del sistema hospitalario ecuatoriano: Estudio, modelización, simulación y minimización de tiempos de espera de pacientes de consulta externa. Caso Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

Como conclusión principal se observó que el número de médicos actual en consulta externa del Hospital no lograba cubrir la demanda total en las 4 horas de atención, por lo tanto era necesario incrementar el número de servidores disponibles o doblar las jornadas de atención.

- Caicedo Ramírez, Ana (2013), aplicó un plan de mejoramiento para el servicio al cliente del call center a través de simulación de procesos e implementación de herramientas idóneas en la modelación del sistema actual del call center. Se implementó también mejoras en las propuestas construidas a partir de la teoría de colas y análisis de sensibilidad, se obtuvieron óptimas medidas de desempeño en el sistema.

Como conclusión principal, a partir de deficiencias observadas en el cumplimiento de los objetivos, se observó bajo índice en el indicador de servicio al cliente. Esta situación se originó por el incremento de los clientes, debido a la nueva oferta del paquete de fútbol. Lo que ha llevado a un detrimento de la capacidad de respuesta y por ende a la satisfacción del cliente, lo que se demostró con la revisión de los índices de servicio y el porcentaje de abandonos.

- Ayala Izaguirre, María (2007) realizó un análisis y aplicación de la teoría de colas en un centro médico de consulta externa, esta investigación se llevó a cabo de acuerdo a la necesidad de dar una atención de calidad tanto a los pacientes como el dotar a los médicos de los elementos necesarios para elevar el nivel de atención, se

analizó y se estudió el comportamiento de las filas desde que llegan los pacientes al centro, hasta que lo abandonan, aplicando la teoría de colas, para así evaluar su comportamiento y que los directivos tengan los elementos necesarios para la toma de decisiones y puedan diseñar estrategias para su mejor funcionamiento.

Como conclusión principal, el resultado más relevante de la investigación es que los sistemas de colas del centro no operan en su forma óptima, debido a que están todos los días "excepto el sábado" vacías, lo que ocasiona que haya tiempo ocioso del personal. Es decir, el sistema está subutilizado.

- Marisa Eugenia Villatoro Girón (2004), Optimización del Servicio al Cliente en una Institución Bancaria Privada, en la presente investigación se dio prioridad a la satisfacción del cliente depende de la amabilidad, confiabilidad y empatía que pueda recibir de los empleados, pero fundamentalmente de la seguridad y prontitud en la obtención de información y datos que generen opciones para la resolución sus transacciones financieras. En esta investigación se presentan conocimientos básicos para optimizar el servicio al cliente a través de la medición de la productividad, desarrollando para ello cuatro capítulos.

Se comprobó que el servicio inadecuado al público se debe a la falta de un manual de normas y procedimientos que indique claramente los pasos para realizar cada operación.

- Franklin Rodolfo Cazorla Huaraca (2014), Se aplicó un análisis estadístico mediante la teoría de colas para determinar el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del Hospital Provincial General Docente de Riobamba, Ecuador. La presente investigación tiene como objetivo implementar el análisis estadístico, no paramétrico y un estudio de Modelos de Espera para identificar el Nivel de Satisfacción del paciente atendido en el Departamento de admisiones del Hospital Provincial General Docente de la ciudad de Riobamba. Las valoraciones estadísticas determinan

que: existe una calificación de tipo “Moderado” con un 31% de satisfacción al ser atendido el paciente, un 28% dice que la atención es “Bueno” y solo un 8% determinan que es “Muy Bueno”. La exposición No paramétrica contribuyo en toma de decisiones mediante la Hipótesis del “Androcentrismo” que es la practica consiente o no de otorgar a las personas una posición central en la propia visión del mundo, con una efectividad del 97% y error del 3%.

El estudio Modelos de Colas permitió observar el patrón M/M/1 debería ser remplazado al M/M/2 con un 100% de credibilidad.

Permitiendo concluir que: el modelo apropiado es de dos servidores en ventanilla para superar justamente la calificación en satisfacción y aportar al Plan de Desarrollo el Buen Vivir.

- María Amparo Moya Sanz (2005), Aplicación de un modelo de simulación a la gestión de las listas de espera de consultas externas de cirugía de un Hospital Comarcal, Valencia – España. En la presente investigación las listas de espera son un problema que afecta a la mayoría de los sistemas nacionales de salud que ofrecen a sus ciudadanos un libre acceso al sistema sanitario, pero que disponen de recursos limitados. El problema de las listas de espera ha trascendido del sistema sanitario para alcanzar al conjunto de la opinión pública, llegando a ser un punto de confrontación entre los distintos partidos políticos desde hace varios años.

Como conclusión se tuvo que el estudio sistémico que emplea la Investigación Operativa, permitió acotar el área de consultas externas (Sistema a Estudio) y comprender mejor sus interrelaciones, el flujo de pacientes y las variables que lo afectan. Existen deficiencias importantes en la calidad de la información, tanto en los datos clínicos como administrativos, de las hojas de interconsultas que se derivan desde atención primaria a especializada y que pueden dificultar la toma de decisiones en la priorización.

- Alvarado Gabriela (2014), Aplicación de la teoría de colas para optimizar los tiempos de espera de los pacientes de medicina general de la unidad comunitaria de salud familiar Zacamil, municipio de Mejicanos, departamento de San Salvador, en su desarrollo de investigación procedió a identificar todos los procesos seguido a eso elaboró un diagnóstico de la situación de los tiempos de espera de la Unidad Comunitaria de salud familiar, después de analizar la información obtenida mediante el diagnóstico, concluyó que la fase más crítica del proceso de consulta general fue la fase de consulta, debido a los tiempos que se obtuvieron para esta fase, por lo que se propone la construcción de un modelo de colas que permita reducir los tiempos obtenidos, además para las otras fases del proceso se presentan una serie de recomendaciones.

Como conclusión principal consistió en una reestructuración de los horarios de atención, además de la contratación de médicos por horas y la contratación de otro médico de forma permanente, dando como resultado nuevos tiempos de espera más tolerables para los usuarios.

- Palma Robles María de los Ángeles (2012), realizó un mejoramiento de la gestión del servicio al cliente por medio de la aplicación de la teoría de colas en una central de asistencias, esta investigación se llevó a cabo por la necesidad de realizar un estudio de colas para mejorar el servicio al cliente que actualmente brinda a los usuarios de su cabina de emergencias, donde analizo la estrategia de implementación, los cambios sugeridos, el impacto que estos generan en la mejora del rendimiento del sistema de colas y su seguimiento a mediano y largo plazo, que permita no sólo la mejora del servicio actual, sino la incorporación de nuevos clientes y por ende el crecimiento de la empresa.

Como conclusión encontró que la tasa de llegada, es mayor que la tasa de atención, por lo que después de ingresar 2 llamadas, la siguiente deberá esperar un promedio de 2.21 minutos en ser atendida, además de identificaron oportunidades de mejora en el flujo

del proceso, cambiando el mensaje de bienvenida de manera que se reduzca a 2 segundos de duración (recortando 9 segundos).

## 2.2. Base teórica vinculada a la variable o variables de estudio.

### a) Centro de atención de llamadas (call center):

#### 1. Definición:

Un Call center, está compuesto por una serie de personas que se dedican a atender llamadas o a realizar llamadas o incluso ambas, el fin de estas llamadas puede ser con diversos objetivos como por ejemplo, departamentos de atención a clientes, atención a reclamaciones, asistencias y soporte técnico, departamentos que hacen encuestas, empresas de telemarketing, etc. En nuestro caso el Call center solo se dedica en atender llamadas de clientes donde se les hace la evaluación de crédito.

Se puede decir también que un Call center es una herramienta de comunicación y relación con los clientes que utiliza el “teléfono” como medio de comunicación básico gestionado por “personas” en conjunto a los recursos físicos y tecnológicos necesarios, basados en metodologías de trabajo y procesos determinados, para atender las necesidades y dar servicio a cada “cliente” con el objeto de atraerlos y fidelizarlos.

Los Call center son operados generalmente mediante un amplio espacio de trabajo dispuesto para los agentes o para este caso “Analistas de Créditos”, que tienen distintas herramientas de trabajo como: computadoras, teléfonos, auriculares, etc.

La mayoría de las más reconocidas e importantes empresas usan los Call center para interactuar con sus clientes. En el caso en estudio, la empresa cuenta con un Call center de créditos donde existen agentes que vienen ser los “Analistas de Créditos” que son capacitados para atender y evaluar de la mejor manera a los clientes que opten por un crédito.

## b) Programación Lineal:

La Programación Lineal es una de las técnicas de modelación y resolución de problemas más utilizada en la Investigación de Operaciones; y se refiere a problemas de toma de decisiones, en los que las variables de decisión se relacionan mediante restricciones lineales y la función de evaluación de la decisión, o función objetivo lineal en las variables de decisión.

La historia de la programación lineal es relativamente reciente, teniendo un importante desarrollo a partir de la Segunda Guerra Mundial, en que recibe su nombre debido al planteamiento y resolución de problemas de asignación de recursos para diferentes actividades. Las posteriores aplicaciones a otros problemas fueron numerosas, siendo actualmente la Programación Lineal, una de las herramientas más utilizadas e importantes entre los métodos cuantitativos de la gestión y la planificación.

Algunas de las aplicaciones de la Programación Lineal en el campo de la Administración o Investigación de Operaciones son:

- Determinación del tamaño óptimo de recursos.
- Distribución adecuada de recursos para minimizar costos de operación.
- Asignación de trabajo a los analistas para minimizar el tiempo de operación o costos de operación.
- Organización eficiente de los equipos para el adecuado manejo de los recursos en el call center.

Programación lineal y planificación:

Se define un problema de planificación mediante programación lineal como aquel dirigido a la obtención de un plan de producción que, con las restricciones debidas a los recursos limitados de la empresa, proporcione un resultado óptimo. La resolución de este

problema mediante la programación lineal tiene 2 características fundamentales:

- Se refiere a un período de tiempo determinado (análisis estático).
- Se suele resolver de acuerdo con un criterio económico, el cual se basará en un conjunto de supuestos técnicos y económicos.

Los supuestos técnicos y económicos se deben mantener fijos durante el período considerado, lo cual sólo es cierto para corto y, a lo sumo, medio plazo. Esta restricción de tiempo puede ser manejable con el análisis de sensibilidad de los problemas lineales.

El postulado básico de la programación lineal dice que el rendimiento de un proceso es directamente proporcional al nivel de empleo del mismo, es decir, si mediante un proceso productivo  $P_j$ , empleado a nivel de unidad, se obtiene un rendimiento  $C_j$ , el empleo de dicho proceso a un nivel  $X_j$  veces mayor dará como resultado un rendimiento igual a  $C_j X_j$ . Esto hace que la expresión del rendimiento  $Z$ , de un programa formado por 'n' procesos  $P_j$ , a nivel  $X_j$ , tome la forma lineal que se muestra a continuación, a la cual se le denomina función objetivo 1:

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_jX_j + \dots + C_nX_n \dots\dots\dots (1)$$

Dado que el consumo proporcional a su nivel  $a_{ij}$  de un recurso  $A_i$  por parte del proceso  $P_j$  es directamente proporcional a su nivel  $X_j$ , la utilización de dicho recurso en los 'n' procesos que integran el programa de producción anterior sería:  $a_{i1} X_1 + a_{i2} X_2 + \dots + a_{in} X_n$ . En el caso que el mencionado recurso sea un factor limitado del que existe una disponibilidad  $A_i$ , entonces la función 2, está dada de la siguiente manera:

$$a_{i1} X_1 + a_{i2} X_2 + \dots + a_{in} X_n \leq A_i \dots\dots\dots (2)$$

Por último, dado que las incógnitas  $x_j \equiv$  nivel de un proceso, éstas sólo pueden ser positivas o nulas. Concluyendo, el problema consiste en lo siguiente: Dados  $n$  procesos productivos  $P_j$ , y ' $m$ ' factores limitados  $A_i$ , se debe encontrar el programa de producción que optimice la función objetivo ' $z$ ' (3), teniendo como restricciones la última expresión presentada, para las funciones 4, 5, 6 y con la función  $x_j \geq 0$  (7), es decir:

$$\text{Optimizar } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_jX_j + \dots + C_nX_n \dots \dots \dots (3)$$

Sujeta a las siguientes restricciones:

$$A_{11} x_1 + \dots + a_{1j} x_j + \dots + a_{1n} x_n \leq A_1 \dots \dots \dots (4)$$

$$A_{i1} x_1 + \dots + a_{ij} x_j + \dots + a_{in} x_n \leq A_i \dots \dots \dots (5)$$

$$A_{m1} x_1 + \dots + a_{mj} x_j + \dots + a_{mn} x_n \leq A_m \dots \dots \dots (6)$$

$$X_1, x_2, K, x_n \geq 0 \dots \dots \dots (7)$$

Cabe mencionar que la optimización puede significar maximizar (por ejemplo: minimizar  $c_j$  = beneficio) o minimizar (por ejemplo:  $c_j$  = costos) y además en otros casos, las restricciones pueden ser igualdades o desigualdades de signo mayor o igual. Aunque las hipótesis de linealidad realizadas para la función objetivo a optimizar  $Z$ , y para las restricciones son simplificaciones que se hacen con el objetivo de aplicar la programación lineal a la planificación de la producción, los resultados que se obtienen en muchos de los problemas reales son satisfactorios.

Finalmente, las características que debe cumplir un programa óptimo de producción son:

- a) El número de procesos  $P_j$  que integran el mismo, debe coincidir con el de factores limitados o restricciones, aunque en algunos casos puede ser menor.
- b) Los niveles  $x_j$  de los procesos  $P_j$ , deben ser positivos (en la solución degenerada puede haber algún nivel que sea nulo).

c) Los niveles  $x_j$  deben funcionar de manera que se cumplan todas las restricciones.

d) El programa que cumpla las tres condiciones anteriores y proporcione el máximo valor de  $Z$  (si es problema de maximización) o el mínimo (si es problema de minimización) será el programa óptimo.

El presente trabajo plantea matemáticamente el problema de asignación de recursos como un programa lineal entero binario.

#### DESARROLLO:

Para la construcción de un Modelo de Programación Lineal se necesita, de forma obligatoria, una función objetivo lineal u ecuación de optimización. Esta ecuación debe contener variables que deben ser números enteros reales mayores o iguales a cero.

También se necesita de forma obligatoria restricciones que limiten los resultados. Las restricciones deben ser ecuaciones lineales o desigualdades lineales.

Existen muchas formas de solución, por ejemplo las más conocidas son el Método gráfico y Método Simplex. Hoy en día la solución es más fácil obtenerla de paquetes computacionales como el LINGO, el cual es una herramienta simple que proporciona el mejor resultado: la ganancia más alta, o el costo más bajo.

Uno de los rasgos más poderosos de LINGO es su aplicación en el lenguaje de modelo matemático, el cual permite expresar un problema de una manera muy similar a la anotación matemática normal. El modelo se escribe con especificaciones básicas como que todas las sentencias deben terminar en un punto y coma; para declarar la función objetivo debemos colocar las palabras reservadas MAX o MIN, etc.

Otro aspecto es la sección de los datos, que le permite aislar los datos de la formulación del modelo porque LINGO puede leer datos

incluso de una hoja de cálculo, base de datos, o archivo de texto, es así que con datos independientes del modelo, es mucho más fácil de hacer cambios. Otra ventaja que las variables se establece que pueden tener 32 caracteres como máximo.

c) Teoría de Colas:

1. Definición

Se entenderá como cola al número de clientes que esperan ser atendidos, en el cual los operadores del call center interactúan con el sistema y el cliente, donde ingresan y reciben datos del cliente. Los clientes que están virtualmente presentes, se encuentran siendo atendidos o esperando, a este proceso se le llama una línea de espera telefónica. En nuestra investigación los clientes que quieren optar por una línea de crédito esperan en esta cola hasta que un analista de créditos que se encuentra en el call center se desocupe para atenderlos o los clientes abandonan la espera.

Para efectos de esta investigación, se entenderán como sinónimos los términos “cola” y “fila de espera”.

Lee Krajewski, Larry Ritzman en su libro “Administración de operaciones” 8va Edición 2008, Pág 292. Ha definido línea de espera como una hilera formada por uno o varios “clientes” que esperan a recibir un servicio. Los clientes pueden ser personas u objetos inanimados. Las filas de espera se forman debido a un desequilibrio temporal entre la demanda de un servicio y la capacidad del sistema para suministrarlo.

Según la descripción en el párrafo anterior, para este trabajo de investigación, cola se definirá como: todos aquellos clientes que se forman en espera para poder ser atendidos y evaluados sujetos a créditos.

La teoría de colas se presenta, cuando los "clientes" llegan a un "lugar" solicitando un servicio a un "servidor"; por tanto en relación al nuestra investigación se entiende como clientes a los solicitantes de un crédito, el lugar Tiendas de Electrodomésticos "El Gallo más Gallo" y como "servidor" el call center de créditos.

## 2. Objetivos

Los objetivos de la teoría de colas consiste en:

- Identificar el nivel óptimo de capacidad del call center que minimiza el costo del mismo.
- Evaluar el impacto de las posibles alternativas de modificación de la capacidad del call center.
- Establecer un punto de equilibrio óptimo entre los costos y el nivel de servicio
- Estudiar y observar el tiempo de permanencia en el sistema o en la cola de espera. (Moskowitz, 1991)

## 3. Elementos de una teoría de colas

Los actores o elementos principales de una teoría de colas son la siguiente:

- Cliente: Persona que requiere algún servicio.
- Servidor: Son las instalaciones de los servicios que usa el cliente.
- Cola: Clientes que esperan para tomar el servicio ya que los servidores están ocupadas, en nuestro caso la evaluación del crédito.
- Tasa de llegada: Es el proceso de llegadas de los clientes sucesivos para ser atendidos.
- Tasa de servicio: Es el tiempo atendido por cada cliente.

- Fuente de entrada: es el tamaño de la cola donde el tamaño es el número total de clientes que pueden requerir el servicio de ser evaluados en cualquier momento. Puede suponerse que el tamaño es infinito o finito.
- Disciplina de la cola: representan el orden en que se seleccionan los clientes para recibir el servicio, estas pueden ser:
  - FIFO (first in first out) primero en entrar, primero en salir, según la cual se atiende primero al cliente que haya llegado antes.
  - LIFO (last in first out) consiste en atender primero al cliente que ha llegado el último.
  - RSS (random selection of service) que selecciona los clientes de manera aleatoria, de acuerdo a algún procedimiento de prioridad o a algún otro orden.
  - Processor Sharing – sirve a los clientes igualmente. La capacidad de la red se comparte entre los clientes y todos experimentan con eficacia el mismo retraso.

De las 4 disciplinas de colas más comunes el orden que se seleccionan a los clientes en nuestro trabajo de investigación corresponde a la disciplina FIFO “Primero en entrar, primero en salir” ya que si el cliente quiere tomar el servicio y ponerse en contacto con el servidor “Call center de Crédito” este deberá de esperar su turno hasta que el otro cliente termine el proceso de evaluación. (Krajewski, 2008).

#### 4. Modelos de Filas de Espera:

Los modelos de filas de espera están relacionados al cliente y el número de servidores que puede tener el establecimiento, entre ellas encontramos:

- Modelo con un solo servidor: Es cuando los clientes forman una sola fila y van siendo atendidos por un solo servidor.
- Modelo con múltiples servidores: se refiere cuando los clientes forman una o varias filas, dependiendo del diseño. En el diseño de una sola fila, los clientes son atendidos por el primer servidor disponible como sucede en los bancos. Si cada servidor tiene su propia fila de espera, los clientes aguardan hasta que el servidor de su respectiva fila pueda atenderlos. (Krajewski, 2008).

Según lo mencionado en el párrafo anterior nuestro trabajo de investigación se ajusta al modelo con múltiples servidores, ya que en cada tienda existe 2 cabinas telefónicas y a su vez en el call center existe en promedio 12 analistas por turnos de 6 horas, esto hace que el cliente al encontrar las líneas del call center saturada este debe aguardar su turno con el teléfono alzado ya que si el cliente cuelga y vuelve alzar el teléfono puede perder su turno ya que en otras tiendas también pueden existir clientes esperando su turno de atención.

#### d) Optimización de recursos

##### i. Definición de Optimización de Recursos

En las diferentes organizaciones el punto de discusión de innumerables problemas que se presentan en una empresa es debido al manejo inadecuado de sus recursos, ya que sin estas no podrían existir en un mercado tan competitivo como el de hoy en día.

Es tradicional señalar que los factores de producción y/o servicio que intervienen en todo proceso son la naturaleza, el capital y el trabajo.

La naturaleza proporciona los materiales y las materias primas que deben procesarse y transformarse en servicios prestados.

El capital provee los medios de pago para adquirir u obtener materiales o materias primas necesarias y para remunerar la fuerza laboral empleada.

El trabajo representa la intervención humana o física en los materiales y materias primas para convertirlas en productos acabados o servicios o prestados.

La empresa es un tipo de propósito social en el que se reúnen diversos recursos de distintos tipos para alcanzar los objetivos propuestos. Sin recursos no se pueden conseguir los objetivos. Los recursos son medios que las empresas poseen para lograr sus objetivos y realizar sus tareas, son bienes o servicios consumidos en la realización de actividades empresariales y constituyen los insumos o entradas necesarias para laborar el producto final o el servicio prestado por la empresa.

El siguiente trabajo de investigación de tema de optimización de recursos se dará a conocer en que consiste este método entre otras características, para la cual pasaremos a definir a continuación.

Optimización: es utilizada para que una tarea se realice de forma rápida. Dicha optimización se realiza con respecto a uno o más recursos.

Recursos: Es todo aquello productivo, necesario para realizar una actividad, como por ejemplo: mano de obra, equipos y herramientas.

Por lo tanto, podemos definir como optimización de recursos como una forma de realizar una actividad de manera eficiente y eficaz, con ayuda de la utilización del mínimo de recursos. Que tendrá como objetivo, tratar y adecuar los recursos disponibles, de manera que sean utilizados de la mejor forma asegurando la mejora de su eficacia.

Para esto se debe tomar en cuenta una metodología como por ejemplo:

- Determinar los objetivos
- Analizar las necesidades y priorizar
- Definir las actividades
- Definir las herramientas a utilizar

Con el fin de que en este proceso se obtenga

- El aumento de productividad
- Mejorar el servicio del cliente
- Flexibilidad para adaptar los recursos con respecto al trabajo
- Nivelar la exigencia en las diferentes áreas de servicios
- Reducir costos

La optimización de los recursos está relacionada principalmente con la eficiencia, o sea que se utilicen los recursos de la mejor manera posible, para lograr obtener mayores beneficios con un mínimo de costos. Tanto la eficiencia y la eficacia son fundamentales ya que están relacionadas además de que hacen énfasis en los resultados, objetivos así como la creación de los valores. Por lo tanto para optimizar recursos no deberá ser únicamente eficiente sino también eficaz.

## ii. Clasificación de los Recursos Empresariales.

De modo genérico, los recursos empresariales se clasifican en tres grupos.

### A. Recursos Físicos o Materiales.

Recursos necesarios para ejecutar las operaciones básicas de la empresa, bien sea para prestar servicios especializados o producir bienes o productos. Los recursos materiales constituyen el espacio físico, los predios, los edificios y los terrenos, el proceso productivo, la tecnología que los orienta, y los métodos y procesos de trabajo

dirigidos a la producción de bienes y servicios elaborados por la empresa.

Gran parte de los que se aplica a la tecnología también puede aplicarse al área de los recursos materiales y físicos de la empresa. Sin embargo, la tecnología no se limita solo a los recursos físicos o materiales. Aunque el material y la maquinaria reciben el mayor énfasis de la tecnología, esta no se limita a ello.

Se encuentran constituidos por:

- a. Materia prima e insumos, productos en proceso.
- b. Muebles y enseres, materiales y útiles de escritorio.
- c. Vehículos, maquinaria y equipos, accesorios y repuestos.
- d. Herramientas de trabajo ligero y pesado.
- e. Productos terminados.
- f. Residuos y desechos que sirven para intervenir en la elaboración de otros productos.
- g. El aire, el viento y la energía solar.

#### B. Recursos Financieros.

Se refieren al dinero en forma de capital flujo de caja (entradas y salidas), financiación, créditos. De disponibilidad inmediata o mediata para enfrentar los compromisos de la empresa. También incluyen todos los gastos derivados de las operaciones de la empresa, inversiones de terceros y de toda forma de efectivo que pasa por la caja de la empresa. Los recursos financieros son necesarios para la adquisición de los demás recursos necesarios para la empresa.

Hasta cierto punto, estos recursos definen buena parte de eficacia de la empresa para alcanzar sus objetivos, es bastante común expresar el desempeño de la empresa en un lenguaje financiero en

términos de utilidades, valores monetarios o en términos de liquidez de sus acciones.

También es común medir los recursos físicos o materiales en términos financieros como el valor de las máquinas y el equipo de las empresas, etc. Y así como el valor patrimonial o el valor del mercado de la empresa.

La cantidad de los recursos debe estar en relación con las posibilidades de la empresa y el volumen efectivo de las tareas y operaciones para que no exista ni en exceso ni en defecto.

### C. Recursos Humanos.

Las organizaciones tienen presente que el hombre es el elemento más importante en el universo empresarial, nuestro país no escapa a las influencias de las nuevas tendencias y la administración de los Recursos Humanos, se vuelve cada día más compleja.

Como complejas se vuelven las organizaciones, se está observando cambios que emergen del choque de nuevas tecnologías, nuevos valores, nuevas relaciones geopolíticas, nuevos estilos de vida.

En muchos países se observa la aprobación de nuevas leyes, que dan iguales oportunidades en el trabajo sin distinción de sexo, religión, nacionalidad, lo cual exigirá el diseño y aplicación de nuevas políticas en las empresas. Otras obligarán a redefinir sus objetivos porque son los consumidores que determinarán la permanencia de ellas en el mercado ya sea de bienes o servicios.

La elección de los estilos de vida de hombres y mujeres se va haciendo realidad y será un gran reto, por la flexibilidad y los intereses de los seres humanos tan cambiantes que el administrador deberán considerar tales condiciones, para un aprovechamiento óptimo.

## e) Simulación

### ¿QUE ES SIMULACIÓN?

Es la disciplina del diseño y representación ficticia de situaciones reales, por medio de elementos matemáticos y tecnológicos en la cual se experimenta a través de un modelo que constituye una abstracción de la realidad; con el objetivo de comprender el comportamiento del sistema y evaluar de esta manera diferentes tipos de estrategias para su mejor operación.

El requisito previo para cualquier tipo de simulación, es poseer un nivel amplio de conocimiento del sistema real. Aquellos que se ven enfrentados a un problema susceptible de ser simulado deberán entender muy bien las condiciones reales dentro del cual se encuentra inmerso el problema, sus elementos, relaciones y metas, para de esta manera visualizarlas como un sistema.

Dada la complejidad de los sistemas reales a los cuales se ven enfrentados diariamente los Ingenieros, es de vital importancia construir modelos simplificados de los sistemas que contenga parámetros, variables, datos y relaciones que sean lo más próximos a la realidad, con el fin de experimentar alternativas factibles de solución al problema de dichos modelos. Por ello es fundamental que los modelos propuestos reflejen lo más acertado posible los sistemas reales, puesto que los conocimientos adquiridos mediante la experimentación han de ser los que se aplicarán posteriormente en el mundo real.

Por lo tanto simulación es una herramienta de análisis que permitirá realizar innumerables pruebas de ensayo y error dentro de los sistemas, que desarrollarlos en el ámbito real sería prácticamente imposible dados los altos costos generados y el riesgo que esto implicaría para los mismos.

## ETAPAS DE SIMULACIÓN

Según (Wong, 2009) las etapas de la simulación son:

a) Definición del Sistema

Para tener una definición del sistema que se desea simular, es necesario hacer un análisis preliminar del mismo, con el fin de determinar la interacción del sistema con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables que interactúan dentro del sistema y sus interrelaciones, las medidas de efectividad que se van a utilizar para definir y estudiar el sistema y los resultados que se esperan obtener del estudio.

b) Formulación del modelo

Definir todas las variables que forman parte del modelo, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa al modelo.

c) Colección de datos

Definir con claridad los datos que el modelo va a requerir. Esta se puede obtener de registros contables, de opiniones de expertos, de bases de datos, de información histórica.

d) Verificación del modelo

Se refiere a la construcción correcta del modelo, si la lógica operacional del modelo (programa de ordenador) se corresponde con la lógica del diseño. Permite determinar si hay errores en el programa.

e) Validación del modelo

El método que se utiliza en este trabajo es el de comparación de los resultados de salida del modelo con los del sistema real. Consiste en ejecutar el modelo y obtener una serie de datos de salida y comparar éstos, mediante algún método estadístico, con

resultados que se tengan del sistema. Para este caso: Planteamiento de una prueba de hipótesis. Suponiendo que se generan valores observados de una variable Y, (ya sea, tiempo de espera, número de personas en cola, etc.). Se sabe que en el sistema real el promedio de la variable Y es una constante c.

Se plantea la prueba de hipótesis de la siguiente manera:

$$H_0 = c, H_1 : E(Y) \neq c \dots \dots \dots (8)$$

Se calcula la estadística de la Prueba de Hipótesis:

$$t_0 = \frac{[E(Y) - c]}{\left[ \frac{S}{\sqrt{n}} \right]} \dots \dots \dots (9)$$

Donde; n es el tamaño de muestra y S es la desviación estándar se calcula de la siguiente manera:

$$S = \sqrt{\left[ \frac{\sum(Y_t - E(Y))^2}{n} \right]} \dots \dots \dots (10)$$

La hipótesis nula  $H_0$  se rechaza si  $|t_0| > t_{\alpha/2, n-1}$ . Si las hipótesis alternativas fueran:

- a.  $H_1 : E(Y) > c$ , se rechaza si  $t_0 > t_{\alpha, n-1}$ .
- b.  $H_1 : E(Y) < c$ , se rechaza si  $t_0 < -t_{\alpha, n-1}$ .

Se debe tener en cuenta adicionalmente los errores Tipo I y los errores Tipo II.

**El error Tipo I** es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula, dado que es verdadera y se define de la siguiente manera, como se observa en la función 11:

$$P(\text{Rechazar } H_0 / H_0 \text{ es verdadera}) = \alpha \dots \dots \dots (11)$$

**El error Tipo II** es la probabilidad de no rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , cuando en realidad es falsa y se define así:

$$P(\text{Rechazar } H_0/H_1 \text{ verdadera}) = \beta(\delta) \text{ donde } \delta = |E(Y) - c| / S \dots (12)$$

f) Número de réplicas del modelo:

Según (Banks, 2001), se corren  $n$  réplicas inicialmente, se calcula el ancho del intervalo inicial y se determina que éste es muy ancho, se reduce el mismo tomando más observaciones.

El número total de réplicas requeridas para reducir el ancho del intervalo es  $n^*$ , como se observa en la función 13:

$$n^* = \left[ n \left( \frac{h}{h^*} \right)^2 \right] \dots \dots \dots (13)$$

En donde [ ] significa redondeo hasta el próximo entero.

Luego de calcular la nueva  $n^*$ , se hacen  $n^* - n$  réplicas adicionales asegurando que las mismas son independientes.

#### PASO PARA REALIZAR UNA SIMULACIÓN:

Se pueden observar los pasos para la construcción de un modelo de simulación, cabe anotar que este diagrama no es la única propuesta para la elaboración de sistemas simulados, sin embargo para el autor del presente manual es el método más completo encontrado dentro de la revisión bibliográfica realizada.

- a. **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN:** Para construir un modelo de simulación correctamente, es necesario en primer lugar definir el problema de forma concreta y asegurarse de que se entiende claramente cuál es el problema y su alcance. Se debe tener en cuenta que en ocasiones en la medida que el desarrollo del modelo de simulación avanza, se debe reformular el problema.

Adicionalmente, es vital definir el objetivo, el cual indica la pregunta que se responderá a través de la simulación. También es importante definir los sistemas alternativos que podrían usarse, la forma de evaluar la efectividad de cada uno de ellos, el costo del estudio, los días que tomará el desarrollo del estudio, el número de personas que estarán involucradas en el estudio y el resultado esperado al finalizar cada etapa.

Finalmente, es significativo contar con la habilidad de tener claras las características esenciales del problema, que permitan la construcción de un modelo mucho más completo y complejo. Es de aclarar que no existen instrucciones exactas para garantizar la construcción apropiada y exitosa de modelos en cada una de estas etapas, solamente la experiencia otorga esta habilidad.

- b. **RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DEL SISTEMA:** Es recomendable iniciar la recolección de información (datos) del sistema desde las primeras fases de la simulación, pues en la medida en que se avanza en esta, los datos que antes no eran necesarios o principales se podrían convertir en relevantes.
- c. **CONSTRUCCIÓN DEL MODELO:** Se debe definir el formato (lenguaje) en el que se construirá el modelo. Una vez se tiene, es vital **VERIFICAR**, es decir, comparar el modelo conceptual con la representación en el computador de ese modelo. Se debe tener la certeza de que se construyó el modelo de manera correcta. Posteriormente se debe hacer una **VALIDACIÓN**, la cual tiene que ver con la construcción del modelo veraz, es decir confirmar que el modelo en una acertada representación del sistema real. La validación se va realizando en la medida en que se va comparando el modelo con el comportamiento del sistema, si existen diferencias se deben ir calibrando para mejorar el modelo. Es importante tener en cuenta que la validación termina cuando luego de

repetir este proceso varias veces, se considera que se ha logrado una aceptable precisión del modelo.

- d. EJECUTAR EXPERIMENTOS: Realizar la corrida del modelo tantas veces sea necesario con el fin de generar resultados contundentes y útiles.
- e. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS: Es necesario para estimar el desempeño del modelo simulado que se ha desarrollado. Adicionalmente, con el análisis de resultados se puede determinar si es necesario ejecutar más experimentos.
- f. DOCUMENTACIÓN DEL RESULTADO: Es importante contar con toda la información de los resultados, de modo que si más adelante el programa de simulación fuese a ser usado nuevamente, por otras personas se sabrá cómo realmente funciona, con el fin de dar mayor confianza en el uso del modelo. Adicionalmente, en caso de que se desee modificar el modelo una adecuada documentación, facilitará el proceso. Es muy importante que al finalizar todos los análisis, generar un reporte, de forma tal que se cuente con toda la información para la toma de una decisión acertada.
- g. IMPLEMENTACIÓN: Puesta en marcha de acuerdo a los resultados de la simulación. Para que sea exitoso, es importante que todos los pasos anteriores se hayan cumplido a cabalidad, sin embargo el corazón del éxito está en una correcta validación puesto que haber simulado bajo un modelo desacertado, llevará a alcanzar resultados incorrectos y por tanto a enfrentar, pérdidas de tiempo y dinero entre otros.

#### ¿POR QUE SIMULAR?

En incontables ocasiones la dificultad presentada en el desarrollo de diferentes sistemas imposibilita obtener un modelo matemático

con una solución que valdrá para todo momento y para obtener cualquier parámetro de interés. En estos casos, habrá que recurrir necesariamente a la simulación de modelos para el estudio de sistemas, presentado de esta manera una serie de ventajas:

- Posibilita el estudio de procesos existentes de una forma más rápida, económica y completa que en un sistema de tipo real. La simulación tiene la facultad de estudiar un sistema en un marco temporal adecuado aumentando o reduciendo el tiempo real, para de esta forma observar más fácilmente la operación del sistema.
- Permite estudiar el comportamiento de un sistema bajo un conjunto de condiciones de operación predeterminadas, introduciendo nuevos factores o elementos de un sistema y suprimir otros antiguos al examinar el sistema con el fin de ver si dichas modificaciones son compatibles.
- Compara distintos diseños y procesos que aún no se encuentran dentro de la operación real del sistema y ensaya hipótesis sobre sistemas o procesos antes de ser llevados a la práctica.
- Estudia el efecto de las modificaciones de las variables y parámetros con resultados reproducibles, dentro del modelo se puede introducir o retirar a voluntad un error y analizar sus posibles consecuencias, lo cual no es posible en un ambiente real.
- Examina la estabilidad del sistema y subsistemas frente a diferentes perturbaciones, además de ensayar la sensibilidad de los parámetros de costos del sistema y su efecto sobre el funcionamiento del mismo.

De todas formas, cabe anotar que como ocurren en cualquier modelado de sistemas, siempre se cumple que la calidad del estudio está acotada por la calidad del modelo: si el modelo no

representa de manera suficientemente aproximada la realidad del sistema, las conclusiones inferidas de los resultados de la simulaciones pueden no ser correctas, por lo que siempre será necesario validar el modelo de simulación.

## APLICACIONES DE LA SIMULACIÓN

La simulación como una herramienta de soporte dentro del proceso de toma de decisiones, puede ser usada para la planeación y mejoramiento de diferentes áreas dentro del ámbito empresarial de manufactura y servicios, como por ejemplo:

- **SISTEMAS DE LÍNEAS DE ESPERA:** La simulación de eventos discretos permite estudiar y analizar los sistemas de filas o colas de espera cuya representación formal resultara demasiado compleja de analizarla a través de una formulación matemática.
- **SISTEMA DE INVENTARIOS:** La simulación permite estudiar y comparar políticas para la administración de inventarios en las cuales todos los parámetros (tiempos de entrega, demanda, costo) son de carácter estocástico.
- **SISTEMAS DE MANUFACTURA:** Ésta es un área en la cual la simulación ha tenido tradicionalmente gran aceptación puesto que prácticamente todos los sectores industriales encuentran cabida para la aplicación de modelos de simulación como herramienta de apoyo en el proceso de toma de decisiones. Entre los sectores industriales de mayor aplicación se encuentran la industria automotriz, la fabricación de circuitos integrados, exploración petrolera, la industria química, la fabricación papelera, la cadena logística global.
- **INDUSTRIA DE SERVICIOS:** El área del sector servicios ha recibido mucho apoyo de la simulación para la toma de decisiones, Esta es un poco más compleja de modelar que la fabricación de bienes, debido al carácter intangible del

producto “servicio”. Aplicaciones concretas se encuentran principalmente en el análisis y diseño de centros de llamadas, bancos, supermercados, entre otros.

- **PROYECTOS DE INVERSIÓN:** la simulación es recomendada para el estudio de proyectos de inversión en los cuales la incertidumbre asociada a la tasa de inflación, las tasas de interés, los flujos de efectivo etc., haciendo difícil y a veces imposible analizar analíticamente los flujos de caja.
- **SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN:** La simulación permite representar y analizar el comportamiento de sistemas de transporte tanto en redes metropolitanas (tráfico en las autopistas o en las ciudades, pertinencia de un semáforo en el cruce de dos vías) como en sistemas de fabricación (manejo y almacenamiento de producto en proceso). Se pueden así comparar varias estrategias para la gestión de los recursos (vehículos) o ayudar al diseño del sistema a través del cálculo del número necesarios o a la configuración de la res de transporte como tal. Igualmente, La distribución de productos a lo largo de la red logística es un área de particular interés debido a la complejidad asociada al proceso.

f) Números Aleatorios

### PROPIEDADES Y GENERACIÓN DE NÚMEROS ALEATORIOS

La habilidad para reproducir el comportamiento aleatorio o variación propia de un sistema estocástico es una de las poderosas características que posee la simulación. Es por esto que para el desarrollo simulado de un sistema aleatorio se requiere contar con un método generador de números aleatorios, así como también modelos generadores de variables aleatorias basadas en distribuciones de probabilidad conocidas. El objetivo de esta sección es concientizar al lector de este manual sobre los temas

más relevantes dentro de la generación de los números aleatorios, con el fin de incrementar su entendimiento y mostrar algunas de las técnicas que usualmente son usadas para trabajar la aleatoriedad de los números.

## NÚMEROS ALEATORIOS

Los números aleatorios constituyen un elemento básico dentro de la simulación de procesos estocásticos, puesto que para poder ejecutar una simulación que incluya variabilidad dentro de los eventos y sea posible emular estados que permitan la réplica “x” número de veces conservando dicha aleatoriedad, es necesario contar con un generador de números aleatorios<sup>9</sup> con el fin de crear eventos de tiempo y otras variables aleatorias. Dicho comportamiento aleatorio es imitado en la simulación usando un generador de números aleatorios que opera dentro de la simulación produciendo una fuente de números que suministran las bases para que el comportamiento de la simulación sea de tipo aleatorio.

## PROPIEDADES DE LOS NÚMEROS ALEATORIOS

Conocer las propiedades con las cuales deben contar los números aleatorios y garantizar su cumplimiento en gran medida garantiza el éxito de una buena simulación. Un número aleatorio uniforme es una observación aleatoria a partir de una distribución uniforme continua en un intervalo entre cero y uno ( $0 \leq x \leq 1$ ), donde ‘x’ es definido como una secuencia de números  $r_i = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_n\}$ , que contienen ‘n’ números, todos ellos diferentes; ‘n’ recibe el nombre de periodo o ciclo de vida del generados que creó la secuencia  $r_i$ .

$f(x) \{ 1 \text{ para } 0 \leq x \leq 1, 0 \text{ para cualquier otro valor.}$

$$\text{Media} = \mu = \frac{1}{2} \dots \dots \dots (14)$$

$$\text{Varianza} = \sigma^2 = \frac{1}{12} \dots \dots \dots \dots (15)$$

Dado que no es posible generar números de naturaleza aleatoria, se considera a 'r' como un número pseudo aleatorio, generado por medio de algoritmos determinísticos que requieren un parámetro de inicio. Por lo tanto para garantizar altos niveles de confiabilidad en el comportamiento aleatorio del conjunto de números que se utiliza en una simulación es necesario asegurar que el generador de dichos números aleatorios cree un conjunto de números con propiedades de independencia y uniformidad.

Propiedad de Independencia: Implica que los números aleatorios no deben tener correlación alguna entre sí, donde la probabilidad de observar un valor en un intervalo particular es independiente de los valores previamente generados.

Propiedad de Uniformidad: Si el intervalo (0,1) es dividido en 'n' clases o sub intervalos de igual longitud, el numero esperado de observaciones en cada intervalo es  $\frac{N}{n}$ , donde es el número total de observaciones.

Para validar si los números que integran un conjunto determinado son de tipo aleatorio y pueden usarse en un estudio de simulación, es posible realizar una serie de pruebas estadísticas que corroboren la independencia y uniformidad de los datos estudiados, además de garantizar su distribución uniforme.

### 2.3. Definición de términos básicos.

- a) Analista de Créditos: Servidor encargado de atender a los clientes.
- b) Call center: Espacio de trabajo operada generalmente por agentes, con el propósito de recibir y transmitir un amplio volumen de llamadas a través del teléfono.
- c) Cola: Clientes que esperan para tomar el servicio ya que los servidores están ocupadas, en nuestro caso la evaluación del crédito.
- d) Cliente: Persona que requiere algún servicio.

- e) Fuente de entrada: es el tamaño de la cola donde el tamaño es el número total de clientes que pueden requerir el servicio de ser evaluados en cualquier momento. Puede suponerse que el tamaño es infinito o finito.
- f) Día Pico: Día en donde el volumen de operación aumenta hasta su punto máximo de saturación
- g) Números Aleatorios: Los números aleatorios son aquellos que pueden ser generados a partir de fuentes de aleatoriedad, las cuales, generalmente, son de naturaleza física (dados, ruletas, mecanismos electrónicos o mecánicos), y son gobernados por las leyes del azar; éstos exhiben verdadera aleatoriedad en la realización de experimentos. Por su parte, los números pseudo-aleatorios son aquellas que tienen un comportamiento similar a la naturaleza aleatoria, pero están ceñidos a un patrón, generalmente de naturaleza matemática, que hace que su comportamiento sea determinativo.
- h) Optimización de recursos: se define como una forma de realizar una actividad de manera eficiente y eficaz, con ayuda de la utilización del mínimo de recursos. Que tendrá como objetivo, tratar y adecuar los recursos disponibles, de manera que sean utilizados de la mejor forma asegurando la mejora de su eficacia.
- i) PEPS: Primero en entrar, primero en salir.
- j) Programación Lineal: Según Arbona, un modelo de programación lineal es un método eficiente para determinar una decisión óptima o estrategia óptima escogida de un gran número de decisiones posibles. En todos los problemas de Programación Lineal el objetivo es la maximización o minimización de alguna cantidad.
- k) Recurso Humano: Es el conjunto de individuos con que cuenta una organización para el desarrollo de todas las funciones y actividades que se llevan a cabo dentro de los puestos de trabajo.
- l) Servidor: Son las instalaciones de los servicios que usa el cliente.

- m) Simulación: Es la disciplina del diseño y representación ficticia de situaciones reales, por medio de elementos matemáticos y tecnológicos en la cual se experimenta a través de un modelo que constituye una abstracción de la realidad; con el objetivo de comprender el comportamiento del sistema y evaluar de esta manera diferentes tipos de estrategias para su mejor operación.
- n) Tasa de llegada: Es el proceso de llegadas de los clientes sucesivos para ser atendidos.
- o) Tasa de servicio: Es el tiempo atendido por cada cliente.
- p) Teoría de colas: Modelo matemático que refiere al tiempo de espera de uno o más clientes para recibir un servicio.
- q) Tiempo de Abandono: Tiempo hasta el cual un cliente espera en una línea antes de desistir en la búsqueda del servicio.

## **CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### **3.1. Hipótesis**

#### **3.1.1. Hipótesis Principal**

La optimización de recursos contribuirá a reducir significativamente los costos de operación de un call center créditos en la empresa GMG servicios del Perú.

#### **3.1.2. Hipótesis Secundaria**

- 1 La implementación de una distribución de recursos que resulta de la optimización de recursos contribuirán a mejorar los tiempos de espera en un call center de evaluación de créditos en la empresa GMG servicios del Perú.
- 2 La simulación del sistema Promodel que resulta de la optimización de recursos que contribuirá a mejorar el tiempo de espera en un call center de evaluación de créditos en la empresa GMG servicios del Perú.

### **3.2. Variables**

#### **3.2.1. Definición conceptual de las variables.**

Simulación: es una herramienta de análisis que permitirá realizar innumerables pruebas de ensayo y error dentro de los sistemas, que desarrollarlos en el ámbito real sería prácticamente imposible dados los altos costos generados y el riesgo que esto implicaría para los mismos.

Optimización de recursos: esta variable se define como una forma de realizar una actividad de manera eficiente y eficaz, con ayuda de la utilización del mínimo de recursos. Que tendrá como objetivo, tratar y adecuar los recursos disponibles, de manera que sean utilizados de la mejor forma asegurando la mejora de su eficacia.

### 3.2.2. Operacionalización de las variables.

a) Simulación: En incontables ocasiones la dificultad presentada en el desarrollo de diferentes sistemas imposibilita obtener un modelo matemático con una solución que valdrá para todo momento y para obtener cualquier parámetro de interés. En estos casos, habrá que recurrir necesariamente a la simulación de modelos para el estudio de sistemas como es el de nuestro caso se evaluó el proceso de evaluación de crédito que se brinda mediante el call center de la empresa, presentado de esta manera una serie de ventajas:

- Posibilita el estudio de procesos existentes de una forma más rápida, económica y completa que en un sistema de tipo real. La simulación tiene la facultad de estudiar un sistema en un marco temporal adecuado aumentando o reduciendo el tiempo real, para de esta forma observar más fácilmente la operación del sistema.
- Permite estudiar el comportamiento de un sistema bajo un conjunto de condiciones de operación predeterminadas, introduciendo nuevos factores o elementos de un sistema y suprimir otros antiguos al examinar el sistema con el fin de ver si dichas modificaciones son compatibles.
- Compara distintos diseños y procesos que aún no se encuentran dentro de la operación real del sistema y ensaya hipótesis sobre sistemas o procesos antes de ser llevados a la práctica.
- Estudia el efecto de las modificaciones de las variables y parámetros con resultados reproducibles, dentro del modelo se puede introducir o retirar a voluntad un error

y analizar sus posibles consecuencias, lo cual no es posible en un ambiente real.

- Examina la estabilidad del sistema y subsistemas frente a diferentes perturbaciones, además de ensayar la sensibilidad de los parámetros de costos del sistema y su efecto sobre el funcionamiento del mismo.

De todas formas, cabe anotar que como ocurren en cualquier modelado de sistemas, siempre se cumple que la calidad del estudio está acotada por la calidad del modelo: si el modelo no representa de manera suficientemente aproximada la realidad del sistema, las conclusiones inferidas de los resultados de la simulaciones pueden no ser correctas, por lo que siempre será necesario validar el modelo de simulación.

b) Optimización de recursos:

Este punto maneja el mejoramiento en la parte de servicios enfocada a la empresa objeto de estudio que manejan los servicios directamente con el cliente, tales como el servicio de crédito que brinda esta empresa objeto de estudio.

Para este tipo de empresa el servicio es quizá el punto más importante, la manera de optimizar esta parte de la empresa es por medio de:

- Evaluaciones del personal
- Evaluación del sistema de servicio
- Evaluación del equipo y utensilios para el servicio

Ya que el contacto humano es constante en esta área, de la calidad del trabajo del personal dependerá la calidad del servicio de la empresa.

## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Tipo y nivel

#### a. Tipo de Análisis

Para tener más claro la metodología de esta tesis se presenta a continuación la tipología correspondiente:

**Es aplicada.** También llamada fáctica porque el objeto de la investigación es una parte de la realidad concreta que se da en el tiempo y en el espacio, que será resuelta mediante conocimientos y herramientas existentes.

#### b. Nivel

**Es explicativa.** Porque trasciende o supera los niveles exploratorios y descriptivos que usa para llegar al nivel explicativo, ya que, además de responder a la pregunta ¿cómo es la realidad? = Descripción, trata de responder a la pregunta ¿Por qué es así la realidad que se investiga?

**Es causal.** Porque mediante el cruce de las variables del problema, la realidad y el marco referencial, plantea sub-hipótesis y, luego, la hipótesis global integradora, que buscan encontrar las causas de las partes del problema.

### 4.2. Diseño de Investigación

Los experimentos se llevan a cabo con el objetivo de predecir fenómenos. Normalmente, en esta oportunidad este experimento está construido para poder explicar algún tipo de causalidad con respecto al uso de las herramientas de la ingeniería industrial al aplicarlos a los procesos que competen al call center de evaluación de créditos de una empresa dedicada a la venta de productos electrodomésticos.

Esta investigación es de tipo pre **experimental** porque está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a

investigar y el problema a resolver. Como también esta investigación será de tipo **transversal** por que los datos serán recolectados en un periodo determinado.

#### 4.3. Enfoque

La investigación presenta un enfoque cuantitativo, dado que se recopiló y procesó numéricamente la data obtenida.

#### 4.4. Población y muestra

**Población:** es el conjunto de todos los valores que se quiere estudiar, para la elaboración de la investigación fue necesario estudiar los clientes de los distritos de Lima en donde se encuentran las tiendas (Ate, Carabaylo, Comas, Villa María del Triunfo, San Juan de Lurigancho, San Juan de Miraflores, Villa el Salvador).

**Muestra:** Dentro de la investigación se tomó las llamadas entrantes del día particular típico ni cerca a ningún día festivo, como el día 8 de Septiembre del 2014, día elegido para la toma de datos, así como el análisis, desarrollo y posteriormente propuestas de mejora para la optimización y simulación de recursos dentro del call center de evaluación de créditos.

#### 4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- a) Los registros de las llamadas en el sistema “Elastix” está diseñado para poder recibir llamadas de un Call center y observar a través de su aplicativo si existe colas en determinadas horas del día, esta herramienta nos ayudara en obtener datos reales de todas las llamadas del 2014.
- b) Base de datos: Es el conjunto de informaciones almacenadas en un soporte legible por ordenador y organizadas internamente por registros (formado por todos los campos referidos a una entidad u objeto almacenado) y campos (cada uno de los elementos que componen un registro). Permite recuperar cualquier clase de

información: referencias, documentos textuales, imágenes, datos estadísticos, etc.

- c) Guía de observación: El encargado del área tendrá que llenar periódicamente este documento que nos permitirá encausar la acción de observar ciertos fenómenos que se susciten en el call center. Esta guía, sirve para reflexionar, sistematizar y dar soluciones a aquellos aspectos que desfavorecen los procesos realizados en la dicha área de trabajo.

#### 4.5.1. Tipos de técnicas e instrumentos

- Base de datos: Es el conjunto de informaciones almacenadas en un soporte legible por ordenador y organizadas internamente por registros (formado por todos los campos referidos a una entidad u objeto almacenado) y campos (cada uno de los elementos que componen un registro). Permite recuperar cualquier clase de información, como por ejemplo la base de datos nos proporciona toda la data referente a las llamadas entrantes al call center, duración, calidad de servicio, etc. Siendo muy importante para nuestra investigación.
- Promodel según (Anónimo, [www.promodel.com.mx](http://www.promodel.com.mx)) es un simulador con animación para computadoras personales. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc. Puedes simular bandas de transporte, grúas viajeras, ensamble, corte, talleres, logística, etc.

ProModel es un paquete de simulación que no requiere programación, aunque sí lo permite. Corre en equipos 486 en adelante y utiliza la plataforma Windows®. Tiene la combinación perfecta entre facilidad de uso y flexibilidad para aplicaciones complejas. Puedes simular Justo a Tiempo, Teoría de Restricciones, Sistemas de Empujar, Jalar,

Logística, etc. Prácticamente, cualquier sistema puede ser modelado.

Una vez hecho el modelo, éste puede ser optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros claves del modelo. Algunos ejemplos incluyen determinar la mejor combinación de factores para maximizar producción minimizando costo, minimizar el número de camiones sin penalizar el servicio, etc.

El módulo de optimización nos ayuda a encontrar rápidamente la solución óptima, en lugar de solamente hacer prueba y error. ProModel cuenta con 2 optimizadores disponibles y permite de esta manera explotar los modelos de forma rápida y confiable.

- Lingo: El optimizador y el ambiente interactivo de modelamiento Lineal, No Lineal y Entero; hace a LINGO una herramienta total para el modelamiento matemático. El lenguaje incorporado permite expresar los modelos en una manera intuitiva y concisa. Los datos pueden almacenarse como una lista o arreglos con la formulación, en un texto separado, en archivo de hoja de cálculo o de base de datos.

#### 4.6. Técnicas para procesamiento y análisis de la información.

Se utilizará la teoría de colas para identificar el nivel óptimo de capacidad del call center que minimiza el costo del mismo además en poder estudiar y observar el tiempo de permanencia que se encuentra el cliente en el sistema o en la cola de espera.

Por otro lado, la caracterización de las variables en estudio se efectuará mediante las técnicas de la estadística descriptiva (tablas gráficas y estadísticos).

La verificación de las hipótesis se realizará mediante estadística inferencial.

## **CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### 5.1. Diagnóstico

#### 5.1.1. Generalidades

Actualmente, las empresas cuentan con un número considerable de áreas o departamentos que se encargan de estar en contacto con los clientes; sin embargo, en ocasiones la comunicación cliente-empresa no puede lograrse por cuestiones de disponibilidad, ya que los departamentos tienen mucho trabajo y los clientes no tienen tiempo de acudir a las instalaciones de la empresa para hablar con un representante.

Los call centers o centro de atención han ayudado a muchas empresas a mejorar su servicio, pues brindan a los clientes la oportunidad de resolver cualquier duda desde la comodidad de su casa. Los departamentos en los que los servicios de call center tienen una mayor participación y demanda son, entre otros, los siguientes:

- Departamento de servicio al cliente. Es el canal que los agentes utilizan para asesorar a los clientes sobre las características de un producto o servicio.
- Departamento de ventas. Es el medio por el que se ha facilitado la adquisición de productos y la contratación de servicios a los consumidores, puesto que éstos sólo requieren hacer una llamada telefónica para realizar la compra que desean.
- Departamento de crédito y cobranza. Es uno de los recursos más importantes dentro de las empresas financieras debido a que facilita la localización de clientes morosos y aumenta la recuperación de inversiones o carteras vencidas.

Entonces podemos mencionar que como parte importante de la empresa objeto de estudio, hemos centrado nuestra investigación en el call center de evaluación de créditos que es igual de importante que los demás departamentos de dicha empresa, debido a su desempeño se puede otorgar más créditos de manera segura sin mucho riesgo gracias a su política de

evaluación de créditos, siendo este medio eficiente para la labor desempeñada.

### **Ventajas y desventajas de asistirse de un call center**

Por lo general, la implementación de un call center de evaluación de créditos supone una mejora en las actividades de la misma; no obstante, casi todo servicio tiene pros y contras. Al operar un call center las empresas salen de muchos apuros y mejoran su administración en distintos aspectos, pero también pueden enfrentar algunos problemas. Por consiguiente, es importante considerar las ventajas y desventajas de los servicios de atención telefónica:

#### **Ventajas**

- **Rapidez y objetividad.** Atender a un cliente a través del teléfono es más rápido que atenderlo físicamente; los tiempos de espera son menores y los empleados son más objetivos al solucionar y lidiar con problemas.
- **Innovación.** Proporcionar un servicio expedito y eficaz mejora la imagen de la empresa al darle un estatus de seriedad y compromiso.
- **Calidad.** Registrar llamadas por medio de aplicaciones para analizarlas periódicamente incrementa las oportunidades de la empresa para mejorar los aspectos que no satisfacen a los clientes.
- **Disponibilidad.** Contar con un servicio especializado para cada departamento durante toda la semana y los 365 días del año permite que la empresa sea contactada sin demoras y restricciones.

#### **Desventajas**

- **Problemas con el personal.** Dar asistencia a través del teléfono puede generar dificultades entre el agente y el cliente si este último es transferido con otro representante varias veces.
- **Rotación de personal.** Contar con personal de nuevo ingreso que carece de experiencia porque no ha sido capacitado en lo que respecta a sus actividades puede presentar una dificultad para la empresa, aunque la

rotación de personal sea un problema propio y característico de los call centers.

#### 5.1.2. Descripción del call center de Evaluación de Créditos

El call center es el área que se encarga de receptor todas las llamadas para solicitar la evaluación de créditos. Atiende de lunes a domingo de 10h00 a 22h00 y cuenta con 28 analistas.

Los analistas se dividen en cuatro (4) grupos de 7 personas, y fueron distribuidos de la siguiente manera: En el primer grupo, en el lapso de 10h00 a 16h00, no cuentan con ningún receso. En el segundo grupo, en el lapso de 11h00 a 17h00, no cuentan con ningún receso. En el tercer y cuarto grupo, en el lapso de 16h00 a 22h00, no cuentan con ningún receso. De esta manera, cada grupo va ingresando tratando de cubrir con todas las llamadas entrantes.

El call center inicio sus operaciones a partir de Julio del 2012 y sigue operando hasta el día de hoy, los datos recogidos del call center son del año 2014 el cual hemos tomado como muestra para la implementación de un nuevo método de trabajo y la optimización los recursos utilizados en dicha área.

Se ha obtenido resultados insatisfactorios durante todo el periodo 2014, acorde a las metas presupuestadas se observó un excedente de costos e incumplen en las tasa de abandono de llamadas las cuales son excesivas, sin embargo estos datos varían de acuerdo a los meses como se observa en la tabla N°1, eventos que se suscitan en mayo y diciembre obteniendo una alza en las llamadas entrantes al call center, y se ve reflejado en las cantidades de llamadas abandonadas, que a lo largo del año representan pérdidas económicas.

Tabla N°1: Base de Llamadas

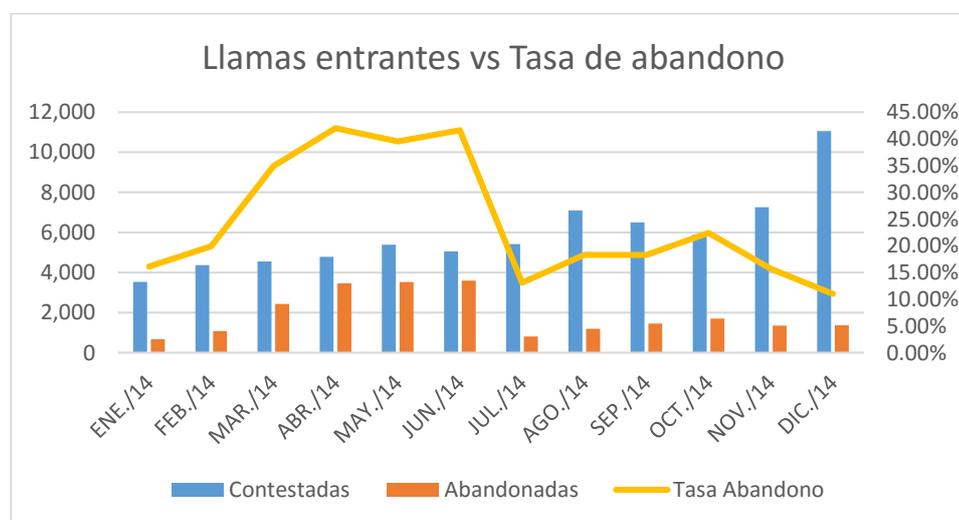
Detalle de Tasa Abandono	AÑO 2014											
	ENE./14	FEB./14	MAR./14	ABR./14	MAY./14	JUN./14	JUL./14	AGO./14	SEP./14	OCT./14	NOV./14	DIC./14
Contestadas	3,530	4,366	4,548	4,780	5,387	5,053	5,416	7,095	6,498	5,890	7,259	11,057
Abandonadas	675	1,084	2,438	3,460	3,524	3,596	813	1,192	1,453	1,702	1,350	1,371
Total	4,205	5,450	6,986	8,240	8,911	8,649	6,229	7,951	7,951	7,592	8,609	12,428
Tasa Abandono	16.10%	19.90%	34.90%	42.00%	39.50%	41.60%	13.10%	18.30%	18.30%	22.40%	15.70%	11.00%

Fuente: Base de datos de la empresa GMG

Ante este panorama de aumentos en la cantidad de clientes, solicitudes de evaluación de créditos vía call center, ha surgido la necesidad de asignar adecuadamente los recursos para la cual se simuló un nuevo escenario logrando una mejora reflejada en la capacidad instalada y por ende en la atención de llamadas entrantes al call center.

Se puede observar en la siguiente Gráfica N°1, claramente que en el año 2014, el pico más alto en la tasa de abandono de llamadas se refleja en los meses de Marzo, Abril, Mayo, Junio y Julio. Por lo que podemos concluir, que no existía una óptima distribución de analistas, ya que al inicio de las operaciones del call center no se hizo ningún estudio para estimar el número correcto de analistas y horarios de trabajo, nuestro presente trabajo de investigación aportaría en estos datos que reflejan en efectividad y en los costos de la empresa GMG.

Gráfica N°1: Llamadas entrantes vs Tasa de abandono



Fuente: Base de datos de la Empresa GMG

Mensualmente llegan aproximadamente 7800 intentos de llamadas, de las cuales por ejemplo en el mes de Abril, fueron 4,780 atendidas y las llamadas abandonadas fueron 3,460, representando un 42,00 % de tasa de abandono, estos números son preocupantes para la empresa objeto de estudio.

Además se presentan algunos cuellos de botellas dentro del proceso de evaluación de créditos que impiden una atención adecuada al cliente, el cual presenta un tiempo de evaluación aproximadamente de 10 minutos por cliente evaluado. Esto se manifiesta de manera que no cumplimos con las expectativas del cliente, siendo un grave problema para la empresa.

#### 5.1.2.1. Proceso de Evaluación de Crédito

Todo aquel que desee obtener un crédito para ser evaluado debe apersonarse a cualquier establecimiento de la empresa EDPYME GMG PERÚ, también conocidas como “El Gallo más Gallo”, la cual cuenta con un total 18 tiendas a nivel nacional. De manera que el cliente se acerca al establecimiento, este es abordado por un gestor de plataformas, el cual le consulta al cliente ¿De qué manera quiere adquirir el producto en efectivo o por un crédito?, si el cliente opta por el crédito, le informa sobre el producto financiero y condiciones de crédito, si el cliente está de acuerdo con lo anterior, el gestor plataforma procede a ingresar los documentos básicos como: DNI, solicitud de línea de crédito, Recibo de agua o luz y comprobante de ingresos (opcional) para iniciar la evaluación por parte del call center, el cual describiremos mediante un diagrama de flujo para su mejor comprensión.

#### 5.1.2.2. Diagrama de Flujo del Proceso de Evaluación de Créditos

El diagrama de Flujo es la representación gráfica del proceso, se puede observar en la Figura N°1 los flujos de trabajo paso a paso del proceso de Evaluación de Créditos.



### 5.1.2.3. Procedimiento de Evaluación de Línea de Crédito

En este punto se describe detalladamente el procedimiento de Evaluación de la Línea de Créditos:

- a. El Gestor de Plataforma, realiza la apertura de un “Expediente virtual” del solicitante en el Sistema de Crédito y se inicia el proceso de originación de Línea de Crédito con la generación de un número ID del solicitante. En el Expediente virtual, se registra el número de documento de identidad, nombre y apellidos, y fecha de nacimiento.
- b. El Gestor de Plataforma escanea la solicitud de crédito firmada y los documentos presentados por el cliente. Las copias digitales son registradas en el Expediente virtual del cliente.
- c. El Gestor de Plataforma lleva al cliente a la cabina telefónica, y se comunica con el Analista de Crédito de la Jefatura de Créditos (Gerencia de Créditos y Cobros), quien solicita al Cliente de sus datos como: DNI y nombre completo.
- d. Luego, el Analista de Crédito revisa las copias digitales de la solicitud de crédito y documentación registrada en el Expediente virtual. En caso la solicitud de crédito no esté completa o firmada, o se tiene alguna observación con los otros documentos entregados por el cliente, el Analista de Crédito reporta tal situación al Gestor de Plataforma para su solución. Si no se tiene ninguna observación sobre los documentos digitales del expediente virtual, continúa el proceso.
- e. Si se detecta que el cliente no cumple con la antigüedad laboral mínima definida en la política, el Analista de Crédito comunica al Gestor de Plataforma que la solicitud de crédito ha sido rechazada. Caso contrario, continúa el proceso.
- f. El Analista de Crédito consulta el Risk Score del cliente en el Sistema Equifax. De ser aceptable, se continúa con el proceso. Caso

contrario, se informa al Cliente que la solicitud de crédito del cliente ha sido rechazada.

- g. El Analista de Crédito inicia la entrevista telefónica con el solicitante y registra la información en el Expediente virtual del cliente.
- h. El Analista de Crédito realiza las preguntas de verificación y registra la información sobre identidad, domicilio y centro laboral, de ser el caso. Además, registra referencias personales (nombre y apellidos, dirección y teléfono) para clientes formales (un familiar y un tercero) e informales (un familiar y dos terceros).

**Nota:** El Analista de Crédito registra adicionalmente la información en una hoja Excel para su entrega al Supervisor de Crédito.

- i. El Analista de Crédito comunica al cliente que se iniciará el proceso de evaluación crediticia y que espere por la respuesta.
- j. El Analista de Crédito realiza la verificación virtual de la información proporcionada por el solicitante. Asimismo, realiza la verificación telefónica del solicitante (domicilio, centro laboral y referencias). El Analista de Crédito ingresará las imágenes de la verificación virtual realizada en el checklist de créditos del cliente.
- k. En caso la verificación no sea conforme, se registra tal situación en el checklist de créditos del cliente para luego ser archivado en su Expediente virtual, caso contrario continúa el proceso.
- l. Si el cliente cuenta con documentos formales de sus ingresos mensuales registrados en el sistema Genesys, el Analista de Crédito procederá a registrar el ingreso neto del cliente en el sistema; de lo contrario, el Analista de Crédito deberá estimar y registrar el ingreso neto del solicitante haciendo uso del Income predictor, la política de inferencia de ENAHO, y tabla de costeo,
- m. Luego, se procede a la evaluación crediticia y determinación de la Línea de Crédito a través del Sistema de Crédito.

- n. El Analista de Crédito informa al cliente sobre la aprobación o rechazo de la solicitud de línea de crédito. Además, se registra tal situación en el checklist de créditos para luego ser archivado en el Expediente virtual del cliente.

**Nota:**

- Para los casos que se considere conveniente se enviará verificación física domiciliaria y/o laboral.
  - Si el cliente no trajo recibo de servicios, se comunica al Gestor de Plataforma que informe al cliente que la operación queda pendiente (en proceso) hasta que traiga su recibo de servicios.
- o. En caso de aprobación, el Analista de Créditos informa tal situación al cliente, indicándole el monto de la línea de crédito aprobada, y al Gestor de Plataforma quien procede a emitir los documentos de crédito (contrato, pagaré y hoja resumen).
- p. El Gestor de Plataforma activa la Línea de Crédito del cliente en el Sistema de Crédito.

## 5.2. Análisis de Datos del Proceso de Evaluación de Créditos

En el Punto 1 se habló sobre el funcionamiento del Call center, analizando el procedimiento que cada uno de los clientes siguen al momento de solicitar una evaluación de línea de crédito.

El presente Punto 2 se analiza detalladamente estos procesos con base a la información recopilada a lo largo de semanas de observación en cada una de estas áreas. Presenciar los procesos ha permitido adquirir un conocimiento claro de cómo se manejan las diversas situaciones diariamente en el Call center.

El tiempo de duración de las llamadas para solicitar la evaluación crediticia, congestión en el Call center, las horas pico, la duración de cada una de las llamadas y la tasa de abandono es información de suma importancia para la investigación y será detallada a lo largo del capítulo.

### 5.2.1. Centro de Atención al Cliente o Call center

En la semana del 8 al 14 de Septiembre del 2014 se realizó la toma de datos en el call center de la empresa objeto de estudio en un horario 10h00 a 22h00, con la participación de 28 analistas y con 4 supervisores a cargo, procedemos a explicar brevemente la interacción del cliente con el analista resaltando algunos aspectos importantes para la investigación.

Inicialmente, el cliente escucha un tono de espera de ser el caso que no haya ningún Analista disponible, el tono de espera puede durar el tiempo necesario para su atención. Luego la llamada entrante es asignada a cualquier analista que se encuentre disponible. El call center continúa las asignaciones a cada servidor restante de acuerdo con las llamadas que ingresen.

Cuando todos los servidores están ocupados, traslada las siguientes llamadas a una cola virtual y de inmediato se escucha un mensaje previamente grabado, de 9 segundos de duración, donde se le informa al cliente que la llamada será atendida en cuanto un operador esté disponible.

Los clientes que ingresan en la cola virtual son atendidos de acuerdo con una disciplina de cola: primero en entrar, primero en salir (PEPS); y son clasificados en relación con el tiempo que llevan en espera. Mientras esperan reciben un mensaje cada 18 segundos, con intervalos de música.

Cuando la llamada es asignada a un analista, este genera un expediente en el sistema por cada evaluación de crédito. En este expediente se anotan los datos identificativos del cliente: número de identificación, nombre del cliente, número de teléfono, ubicación o dirección domicilio y trabajo, hora de registro de la llamada y cualquier otro dato relevante para la correcta prestación del servicio. Al terminar de obtener los datos e información del cliente, se termina la llamada.

Al ser finalizado el servicio se registra la hora y la conclusión del caso. El proceso de servicio se completa con el cierre de cada expediente mediante la aprobación o rechazo de la Línea de Crédito.

Dentro de los aspectos que se toman en consideración para la evaluación de un buen servicio están:

- Tiempo de espera antes de ser atendida la llamada
- Tiempo de duración de llamada
- Atención del analista.

#### 5.2.2. Cálculo de Saturación por Temporada y Horario

Como se dijo anteriormente la empresa se dedica a la venta de electrodomésticos que tiene como nombre comercial las tiendas “El Gallo más Gallo”, donde los clientes pueden comprar de 2 maneras diferentes al crédito y al contado, en la Tabla N°2 se muestra el historial de ventas tanto al crédito y al contado que se obtuvo en el año 2014.

Tabla N°2: Ventas al Crédito y Contado 2014

VENTAS AL CREDITO Y AL CONTADO (Miles \$)												
Mes	2014-01	2014-02	2014-03	2014-04	2014-05	2014-06	2014-07	2014-08	2014-09	2014-10	2014-11	2014-12
<b>Credito (\$)</b>	535	666	677	854	1,518	839	859	1,202	1,395	1,533	1,747	2,416
<b>Contado (\$)</b>	180	159	185	213	367	290	321	379	454	500	569	790
<b>Total (\$)</b>	<b>715</b>	<b>824</b>	<b>862</b>	<b>1,067</b>	<b>1,885</b>	<b>1,130</b>	<b>1,180</b>	<b>1,580</b>	<b>1,849</b>	<b>2,033</b>	<b>2,316</b>	<b>3,206</b>
<b>Mix %</b>	<b>74.9%</b>	<b>80.7%</b>	<b>78.6%</b>	<b>80.1%</b>	<b>80.5%</b>	<b>74.3%</b>	<b>72.8%</b>	<b>76.0%</b>	<b>75.4%</b>	<b>75.4%</b>	<b>75.4%</b>	<b>75.3%</b>

Fuente: Base de datos de la empresa GMG

Se puede observar que las ventas al crédito tienen un mayor porcentaje de participación tal como se observa en la Gráfica N°2, por lo cual se verá reflejado directamente proporcional al área del Call center de Evaluación de Créditos ya que los clientes que opten por esta modalidad de compra tendrán que pasar una evaluación crediticia.

Gráfica N°2: Participación de Ventas al Créditos y Contado 2014



Fuente: Elaboración Propia

Además se tiene el número de solicitudes atendidas en el Call center de Créditos durante el periodo del 2014 como se muestra en la Tabla N°3 donde existe meses picos debido a la estacionalidad del año entre ellos se tiene día de la madre (Mayo), Fiestas Patrias (Julio) y Fiestas Navideñas (Diciembre).

Tabla N°3: Solicitudes Atendidas 2014

SOLICITUDES ATENDIDAS POR MES												
Mes	2014-01	2014-02	2014-03	2014-04	2014-05	2014-06	2014-07	2014-08	2014-09	2014-10	2014-11	2014-12
<b>N de Tiendas</b>	12	12	12	12	13	14	15	17	18	19	21	23
<b>Aprobadas</b>	909	1,139	1,167	1,277	1,449	1,398	1,381	1,496	1,343	1,408	1,803	2,629
<b>Rechazadas</b>	712	647	689	698	970	1,020	1,287	1,711	2,669	2,381	2,748	3,844
<b>Proceso</b>	116	111	111	140	153	158	453	567	112	43	104	208
<b>Cancelada</b>	6	3	7	4	8	8	1	-	1	-	1	-
<b>Total</b>	<b>1,743</b>	<b>1,900</b>	<b>1,974</b>	<b>2,119</b>	<b>2,580</b>	<b>2,584</b>	<b>3,122</b>	<b>3,774</b>	<b>4,125</b>	<b>3,832</b>	<b>4,656</b>	<b>6,681</b>
<b>Aprob. Rate.</b>	<b>52.2%</b>	<b>59.9%</b>	<b>59.1%</b>	<b>60.3%</b>	<b>56.2%</b>	<b>54.1%</b>	<b>44.2%</b>	<b>39.6%</b>	<b>32.6%</b>	<b>36.7%</b>	<b>38.7%</b>	<b>39.4%</b>

Fuente: Base de datos de la empresa GMG

### 5.2.3. Tasa de entrada de llamadas ( $\lambda$ )

Es la velocidad con la cual ingresan las llamadas por unidad de tiempo representadas por ( $\lambda$ ).

Teniendo conocimiento la participación de ventas y el número de solicitudes atendidas en el Call center de Créditos, se procedió en

observar y analizar la tasa de entrada de llamadas en el periodo del 2014, donde se trabajó la data abriéndolo por días de semana y rangos de hora como se muestra en la Tabla N°4.

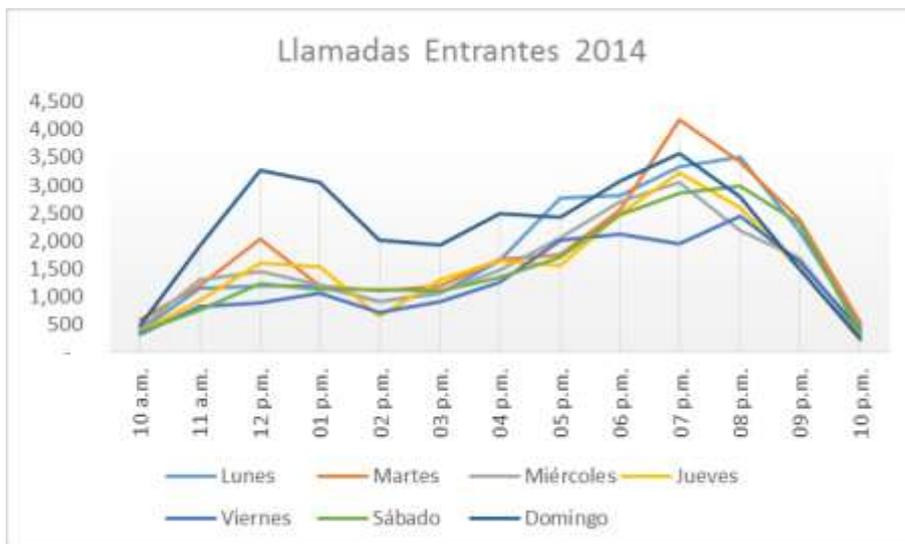
Tabla N°4: Tasa de Entrada de Llamadas en el Call center periodo 2014

LLAMADAS ENTRANTES EN EL CALL CENTER 2014							
Rango de Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
10 a.m.	384	587	429	353	316	356	465
11 a.m.	1,140	1,187	1,304	924	825	749	1,896
12 p.m.	1,177	2,026	1,456	1,599	874	1,228	3,263
01 p.m.	1,187	1,195	1,201	1,529	1,047	1,114	3,056
02 p.m.	896	1,106	907	651	711	1,116	2,019
03 p.m.	1,058	1,186	1,081	1,288	912	1,102	1,926
04 p.m.	1,634	1,663	1,466	1,648	1,245	1,345	2,495
05 p.m.	2,776	1,756	2,050	1,554	2,012	1,710	2,433
06 p.m.	2,824	2,546	2,714	2,491	2,124	2,457	3,083
07 p.m.	3,326	4,178	3,046	3,237	1,956	2,862	3,575
08 p.m.	3,505	3,422	2,182	2,606	2,443	2,996	2,789
09 p.m.	2,165	2,375	1,685	1,489	1,620	2,314	1,486
10 p.m.	455	515	305	214	385	317	225

Fuente: Base de datos de la empresa GMG

Se observa que los días lunes hay un mayor flujo de llamadas respecto a los demás días de la semana, además también se puede observar que los horarios picos fluctúan entre las 12 pm a 01 pm y luego retoma el pico a las 05 pm hasta las 08 pm donde presenta una decaída de las llamadas como se observa en la Gráfica N°3.

Gráfica N°3: Llamadas Entrantes 2014



Fuente: Elaboración Propia

#### 5.2.4. Parámetros por Jornada de Trabajo:

Para la atención de la demanda de llamadas descritas en el punto anterior en el año 2014 existió un número de analistas y supervisores por cada mes de trabajo, estos datos hacen referencia a la cantidad de recursos utilizados en el año 2014 tal como se muestra en la Tabla N°5.

Tabla N°5: N° de Analistas Asignados en el periodo 2014

Meses	2014-01	2014-02	2014-03	2014-04	2014-05	2014-06	2014-07	2014-08	2014-09	2014-10	2014-11	2014-12
Cantidad de Analistas	21	20	24	24	28	28	28	28	28	28	28	28
Cantidad de Supervisores	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	23	23	27	27	32	32	32	32	32	32	32	32

Fuente: Elaboración Propia

##### 5.2.4.1. Número de servidores por turno y por estación de trabajo

El esquema de trabajo en el Call center de Créditos es por turnos, cada turno de trabajo consta de 6 hrs. de trabajo, además cada analista cuenta con un día de descanso, a lo largo del año del 2014 existieron hasta 4 turnos de trabajo, para cada turno existe un supervisor y hasta un máximo de 7 analistas, en la Tabla N°6 se hace referencia a los turnos y horarios existentes en el Call de Créditos.

Tabla N°6: Turnos por Horarios de Trabajo

Horas	10:00 a.m.	11:00 a.m.	12:00 p.m.	01:00 p.m.	02:00 p.m.	03:00 p.m.	04:00 p.m.	05:00 p.m.	06:00 p.m.	07:00 p.m.	08:00 p.m.	09:00 p.m.	10:00 p.m.
Turno 1													
Turno 2													
Turno 3													
Turno 4													

Fuente: Elaboración Propia

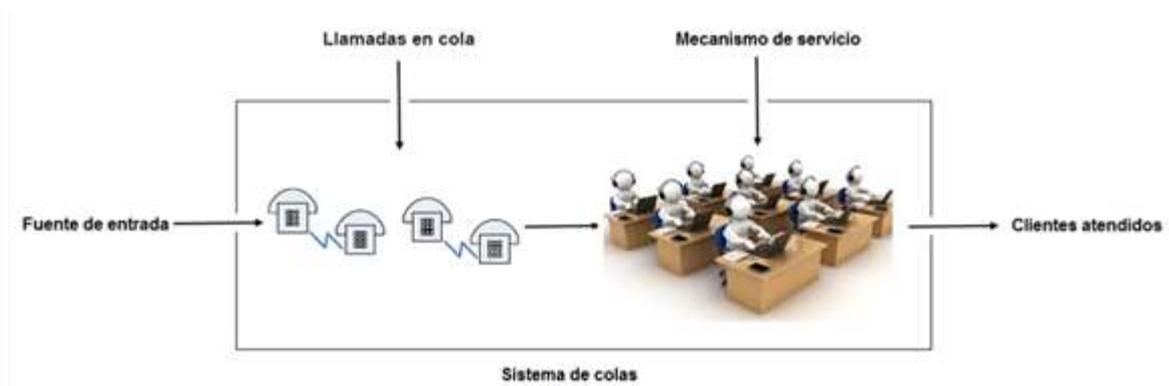
##### 5.2.4.2. Mecanismo de servicio (canales de servicio en serie)

El Proceso actual para la evaluación de créditos es a través del Call center donde los clientes que quieran optar por un crédito deberán de ir a la cabina telefónica instalada en las tiendas para poder ser evaluados, lo clientes levantan el teléfono (Fuente de Entrada) en donde se pondrá en contacto con los analistas de créditos, estas llamadas entran aleatoriamente a cualquier analista que se encuentre

conectado y disponible, si los analistas se encuentran ocupados se formara una cola de llamadas, el mecanismo de atención de clientes es primero en la cola primero en atender (PEPS) donde su fuente de salida seria los clientes atendidos, a todo esto se le llama sistemas de colas

A continuación se presenta en la Figura N°2 un esquema con el mecanismo de servicio actual:

Figura N°2: Mecanismo de Trabajo



Fuente: Elaboración Propia

### 5.3. Optimización y Simulación aplicada al Call center de Créditos

Para llevar a cabo la optimización de recursos se usó la programación lineal que es una rama de la investigación de operaciones que se ocupa de diseñar y resolver modelos matemáticos lineales asociados a la asignación eficiente de recursos buscando satisfacer determinados objetivos, la estructura del modelo consta de una función objetivo y restricciones en función a las variables de decisión.

Se utilizó el paquete Lingo el cual es una herramienta diseñada para construir y resolver modelos de optimización matemática, el resultado que el Lingo proporciona es la optimización o el mejor resultado como por ejemplo: la ganancia más alta, o el costo más bajo, para nuestro caso buscara asignar analistas en diferentes turnos de trabajo.

Para el desarrollo de la optimización se utilizó como input la cantidad de llamadas recibidas del año 2014, en el punto 2.1.3 se observó el comportamiento de la tasa de llegadas al Call center donde el mayor

tráfico de llamadas son los días lunes por ello se eligió trabajar con la data obtenida el 8 de septiembre siendo un día particular de mayor afluencia de llamadas en comparación de los demás días de la semana.

Teniendo el día establecido se procedió a trabajar la data, donde se analizó el comportamiento de la tasas de entrada de llamadas por cada 15 minutos de un día de trabajo que es de 10 am hasta las 11 pm, además se tiene que el promedio de duración de las llamadas son de 9 minutos por cliente. Teniendo estos datos se empezó a calcular el requerimiento por rango de horas tal como se muestra en la Tabla N°7.

Tabla N°7: Arribo de Llamadas y Cálculo de Requerimiento.

Rango de Horas	N°de Entrada de Llamadas	Minutos Requeridos	Requerimiento
10:00	4	36	2
10:15	1	9	1
10:30	2	18	1
10:45	1	9	1
11:00	2	18	1
11:15	3	27	2
11:30	9	81	5
11:45	6	54	4
12:00	14	126	8
12:15	10	90	6
12:30	6	54	4
12:45	4	36	2
13:00	8	72	5
13:15	4	36	2
13:30	2	18	1
13:45	5	45	3
14:00	10	90	6
14:15	28	252	17
14:30	2	18	1
14:45	4	36	2
15:00	5	45	3
15:15	5	45	3
15:30	3	27	2
15:45	5	45	3
16:00	3	27	2
16:15	10	90	6
16:30	14	126	8
16:45	22	198	13
17:00	24	216	14
17:15	4	36	2
17:30	43	387	26
17:45	11	99	7
18:00	21	189	13
18:15	8	72	5
18:30	7	63	4
18:45	9	81	5
19:00	27	243	16
19:15	32	288	19
19:30	14	126	8
19:45	3	27	2
20:00	7	63	4
20:15	6	54	4
20:30	5	45	3
20:45	5	45	3
21:00	7	63	4
21:15	4	36	2
21:30	5	45	3
21:45	6	54	4
22:00	2	18	1
22:15	-	-	-
22:30	2	18	1
22:45	-	-	-
23:00	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.3.1. Método matemático de programación lineal

Para el desarrollo de la optimización de recursos a través de la programación lineal se asumió que los posibles turnos pueden iniciar cada quince minutos con el fin de distribuir mejor los recursos y minimizar los costos, teniendo en cuenta que cada turno son de 6 horas de trabajo que empieza y termina en un mismo día, el horario de trabajo es de 10 am a 10pm sin embargo se puede observar que hay atenciones hasta las 11 siendo un número insignificativo. Además para este modelo se está considerando horas de refrigerio que van desde la 1 pm a 3 pm.

Con las consideraciones ya descritas, se procede a formular el modelo de programación con sus respectivos elementos. En las siguientes páginas mostraremos la fórmula general, así como el resultado de la corrida del modelo para el día estudiado (8 de sept 2014).

**a) Variables ( $X_n$ ):** Cada variable está representada por la cantidad de posibles analistas asignados durante un turno de trabajo, el día de trabajo es de 10 am a 11pm, donde los turnos son periodos de 6 horas. Para tener una mejor distribución de analistas se procedió a trabajar con posibles turnos de cada quince minutos en los intervalos de hora como se muestra en la Tabla N°8, donde se obtiene 29 posibles turnos de entrada el cual está asociado con un número posible de analistas.

Tabla N°8: Lista de Variables

X1: Cantidad de Analistas desde 10:00 hasta las 16:00
X2: Cantidad de Analistas desde 10:15 hasta las 16:15
X3: Cantidad de Analistas desde 10:30 hasta las 16:30
X4: Cantidad de Analistas desde 10:45 hasta las 16:45
X5: Cantidad de Analistas desde 11:00 hasta las 17:00
X6: Cantidad de Analistas desde 11:15 hasta las 17:15
X7: Cantidad de Analistas desde 11:30 hasta las 17:30
X8: Cantidad de Analistas desde 11:45 hasta las 17:45
X9: Cantidad de Analistas desde 12:00 hasta las 18:00
X10: Cantidad de Analistas desde 12:15 hasta las 18:15
X11: Cantidad de Analistas desde 12:30 hasta las 18:30
X12: Cantidad de Analistas desde 12:45 hasta las 18:45
X13: Cantidad de Analistas desde 13:00 hasta las 19:00
X14: Cantidad de Analistas desde 13:15 hasta las 19:15
X15: Cantidad de Analistas desde 13:30 hasta las 19:30
X16: Cantidad de Analistas desde 13:45 hasta las 19:45
X17: Cantidad de Analistas desde 14:00 hasta las 20:00
X18: Cantidad de Analistas desde 14:15 hasta las 20:15
X19: Cantidad de Analistas desde 14:30 hasta las 20:30
X20: Cantidad de Analistas desde 14:45 hasta las 20:45
X21: Cantidad de Analistas desde 15:00 hasta las 21:00
X22: Cantidad de Analistas desde 15:15 hasta las 21:15
X23: Cantidad de Analistas desde 15:30 hasta las 21:30
X24: Cantidad de Analistas desde 15:45 hasta las 21:45
X25: Cantidad de Analistas desde 16:00 hasta las 22:00
X26: Cantidad de Analistas desde 16:15 hasta las 22:15
X27: Cantidad de Analistas desde 16:30 hasta las 22:30
X28: Cantidad de Analistas desde 16:45 hasta las 22:45
X29: Cantidad de Analistas desde 17:00 hasta las 23:00

Fuente: Elaboración Propia

**b) Función Objetivo:** Se buscó minimizar la cantidad de analistas asignados en los distintos turnos (T1, T2,...T29), por lo tanto con la función objetivo se obtendrá la mínima cantidad de analistas que cubra la demanda como se observa en la Función Objetivo 16:

$$Z = \text{MINIMIZAR} = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \dots + X_{29} \dots\dots\dots(16)$$

**c) Restricciones:** Las restricciones son los posibles turnos de entrada que están con intervalo de 15 minutos durante un día de trabajo por 6 horas, donde el día de trabajo es de 10 am a 11pm.

Es decir se igualan todos los turnos que caigan dentro de ese intervalo de tiempo y se iguala a la cantidad de analistas demandado calculado en la tabla N°7. En total son 53 restricciones como se aprecia en la Tabla 9.

Tabla N°9: Restricciones del Modelo.

NÚMERO	RESTRICCIONES
1	$X_1 \geq 2$ ; Cantidad de Analistas Operativo 10:00
2	$X_1 + X_2 \geq 1$ ; Cantidad de Analistas Operativo 10:15
3	$X_1 + X_2 + X_3 \geq 1$ ; Cantidad de Analistas Operativo 10:30
4	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \geq 1$ ; Cantidad de Analistas Operativo 10:45
5	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \geq 1$ ; Cantidad de Analistas Operativo 11:00
6	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \geq 2$ ; Cantidad de Analistas Operativo 11:15
7	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 \geq 5$ ; Cantidad de Analistas Operativo 11:30
8	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 \geq 4$ ; Cantidad de Analistas Operativo 11:45
9	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 \geq 8$ ; Cantidad de Analistas Operativo 12:00
10	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \geq 6$ ; Cantidad de Analistas Operativo 12:15
11	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} \geq 4$ ; Cantidad de Analistas Operativo 12:30
12	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} \geq 2$ ; Cantidad de Analistas Operativo 12:45
13	$X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} \geq 5$ ; Cantidad de Analistas Operativo 13:00
14	$X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} \geq 2$ ; Cantidad de Analistas Operativo 13:15

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°9: Restricciones del Modelo. (Continuación)

NÚMERO	RESTRICCIONES
15	$X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15 \geq 1$ ; Cantidad de Analistas Operativo 13:30
16	$X1+X5+X6+X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16 \geq 3$ ; Cantidad de Analistas Operativo 13:45
17	$X1+X2+X6+X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17 \geq 6$ ; Cantidad de Analistas Operativo 14:00
18	$X1+X2+X3+X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18 \geq 17$ ; Cantidad de Analistas Operativo 14:15
19	$X1+X2+X3+X4+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19 \geq 1$ ; Cantidad de Analistas Operativo 14:30
20	$X1+X2+X3+X4+X5+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20 \geq 2$ ; Cantidad de Analistas Operativo 14:45
21	$X1+X2+X3+X4+X5+X6+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21 \geq 3$ ; Cantidad de Analistas Operativo 15:00
22	$X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22 \geq 3$ ; Cantidad de Analistas Operativo 15:15
23	$X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23 \geq 2$ ; Cantidad de Analistas Operativo 15:30
24	$X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24 \geq 3$ ; Cantidad de Analistas Operativo 15:45
25	$X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25 \geq 2$ ; Cantidad de Analistas Operativo 16:00
26	$X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26 \geq 6$ ; Cantidad de Analistas Operativo 16:15
27	$X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27 \geq 8$ ; Cantidad de Analistas Operativo 16:30
28	$X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28 \geq 13$ ; Cantidad de Analistas Operativo 16:45
29	$X5+X6+X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 14$ ; Cantidad de Analistas Operativo 17:00
30	$X6+X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 2$ ; Cantidad de Analistas Operativo 17:15
31	$X7+X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 26$ ; Cantidad de Analistas Operativo 17:30
32	$X8+X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 7$ ; Cantidad de Analistas Operativo 17:45

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°9: Restricciones del Modelo. (Continuación)

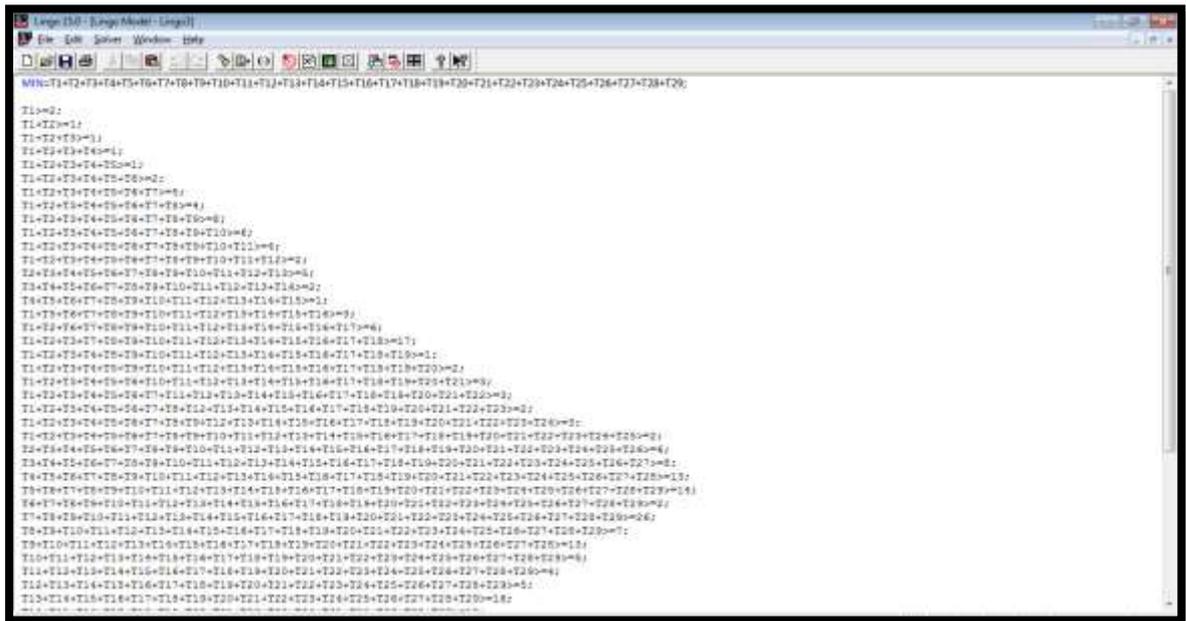
NÚMERO	RESTRICCIONES
33	$X9+X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28 \geq 13$ ; Cantidad de Analistas Operativo 18:00
34	$X10+X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 5$ ; Cantidad de Analistas Operativo 18:15
35	$X11+X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 4$ ; Cantidad de Analistas Operativo 18:30
36	$X12+X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 5$ ; Cantidad de Analistas Operativo 18:45
37	$X13+X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 16$ ; Cantidad de Analistas Operativo 19:00
38	$X14+X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 19$ ; Cantidad de Analistas Operativo 19:15
39	$X15+X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 8$ ; Cantidad de Analistas Operativo 19:30
40	$X16+X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 2$ ; Cantidad de Analistas Operativo 19:45
41	$X17+X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 4$ ; Cantidad de Analistas Operativo 20:00
42	$X18+X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 4$ ; Cantidad de Analistas Operativo 20:15
43	$X19+X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 3$ ; Cantidad de Analistas Operativo 20:30
44	$X20+X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 3$ ; Cantidad de Analistas Operativo 20:45
45	$X21+X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 4$ ; Cantidad de Analistas Operativo 21:00
46	$X22+X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 1$ ; Cantidad de Analistas Operativo 21:15
47	$X23+X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 0$ ; Cantidad de Analistas Operativo 21:30
48	$X24+X25+X26+X27+X28+X29 \geq 1$ ; Cantidad de Analistas Operativo 21:45
49	$X25+X26+X27+X28+X29 \geq 0$ ; Cantidad de Analistas Operativo 22:00
50	$X26+X27+X28+X29 \geq 0$ ; Cantidad de Analistas Operativo 22:15
51	$X27+X28+X29 \geq 0$ ; Cantidad de Analistas Operativo 22:30
52	$X28+X29 \geq 0$ ; Cantidad de Analistas Operativo 22:45
53	$X29 \geq 0$ ; Cantidad de Analistas Operativo 23:00

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.3.2. Resultado del modelo aplicado

Después de aplicar el modelo de optimización lineal para calcular la cantidad optima de recursos por horarios según las consideraciones explicadas en el modelo, se procedió a subir datos al sistema Lingo para la solución, tal como se muestra en la Figura N°3.

Figura N°3: Variables, restricciones y función objetivo en Lingo



Fuente: Elaboración Propia

Una vez subido los datos al sistema Lingo se procedió a correr el programa obteniendo el número de analistas que debo tener para cada turno de trabajo tal como se muestra en la Tabla N°10.

Tabla N°10: Resultado del Lingo

Global optimal solution found.

Objective value: 17.00000  
 Infeasibilities: 0.000000  
 Total solver iterations: 8  
 Elapsed runtime seconds: 0.25

Model Class: LP

Total variables: 29  
 Nonlinear variables: 0  
 Integer variables: 0

Total constraints: 53  
 Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 721  
 Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X( 1)	3.000000	0.000000
X( 2)	0.000000	0.000000
X( 3)	0.000000	0.000000
X( 4)	0.000000	0.000000
X( 5)	0.000000	0.000000
X( 6)	0.000000	0.000000
X( 7)	2.000000	0.000000
X( 8)	0.000000	0.000000
X( 9)	0.000000	0.000000
X( 10)	0.000000	1.000000
X( 11)	0.000000	1.000000
X( 12)	0.000000	1.000000
X( 13)	4.000000	0.000000
X( 14)	3.000000	0.000000
X( 15)	1.000000	0.000000
X( 16)	0.000000	0.000000
X( 17)	0.000000	0.000000
X( 18)	0.000000	0.000000
X( 19)	0.000000	0.000000
X( 20)	0.000000	0.000000
X( 21)	0.000000	0.000000
X( 22)	0.000000	0.000000
X( 23)	0.000000	0.000000
X( 24)	3.000000	0.000000
X( 25)	0.000000	0.000000
X( 26)	0.000000	0.000000
X( 27)	1.000000	0.000000
X( 28)	0.000000	0.000000
X( 29)	0.000000	0.000000

Fuente: Elaboración Propia

Interpretando la solución del Lingo de la tabla 10 se tiene lo siguiente:

- **Función Objetivo (Objective Value):** quiere decir que el número de analistas total objetivo es de 17.
- A su vez estos 17 analistas se distribuyeron en 6 turnos tal como se muestra en la tabla 11.

Tabla N°11: Recursos y Turnos Asignados

<b>N de Analistas Propuestos</b>	<b>Turnos</b>
3	X1: Cantidad de Analistas desde 10:00 hasta las 16:00
2	X7: Cantidad de Analistas desde 11:30 hasta las 17:30
4	X13: Cantidad de Analistas desde 13:00 hasta las 19:00
3	X14: Cantidad de Analistas desde 13:15 hasta las 19:15
1	X15: Cantidad de Analistas desde 13:30 hasta las 19:30
3	X24: Cantidad de Analistas desde 15:45 hasta las 21:45
1	X27: Cantidad de Analistas desde 16:30 hasta las 22:30

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar con el resultado de la optimización de recursos se va a crear 6 turnos de trabajo con diferentes números de analistas por cada turno comparado al modelo actual que solo existe 4 turnos de trabajo y por cada turno hay 7 analistas asignados.

#### 5.4. Simulación. Cálculo de las variables aleatorias.

A continuación se realizará el análisis de los tiempos de servicio en minutos por cliente que son atendidos en el Call center de Créditos. Para dicho análisis se utilizara el modulo estadístico STAT::FIT del paquete de simulación Promodel, donde se procesara la información y nos dará como resultado funciones estadísticas el cual se ajustan para nuestro modelo.

5.4.1. Procedimiento para obtener las funciones y gráficas:

- a. **Paso 1:** Con los datos de la muestra seleccionada, se obtiene los tiempos de inicio, fin de las llamadas y el tiempo de servicio otorgado. En la tabla 12, se observa una muestra de la información obtenida de la base de datos del sistema Elsatix.

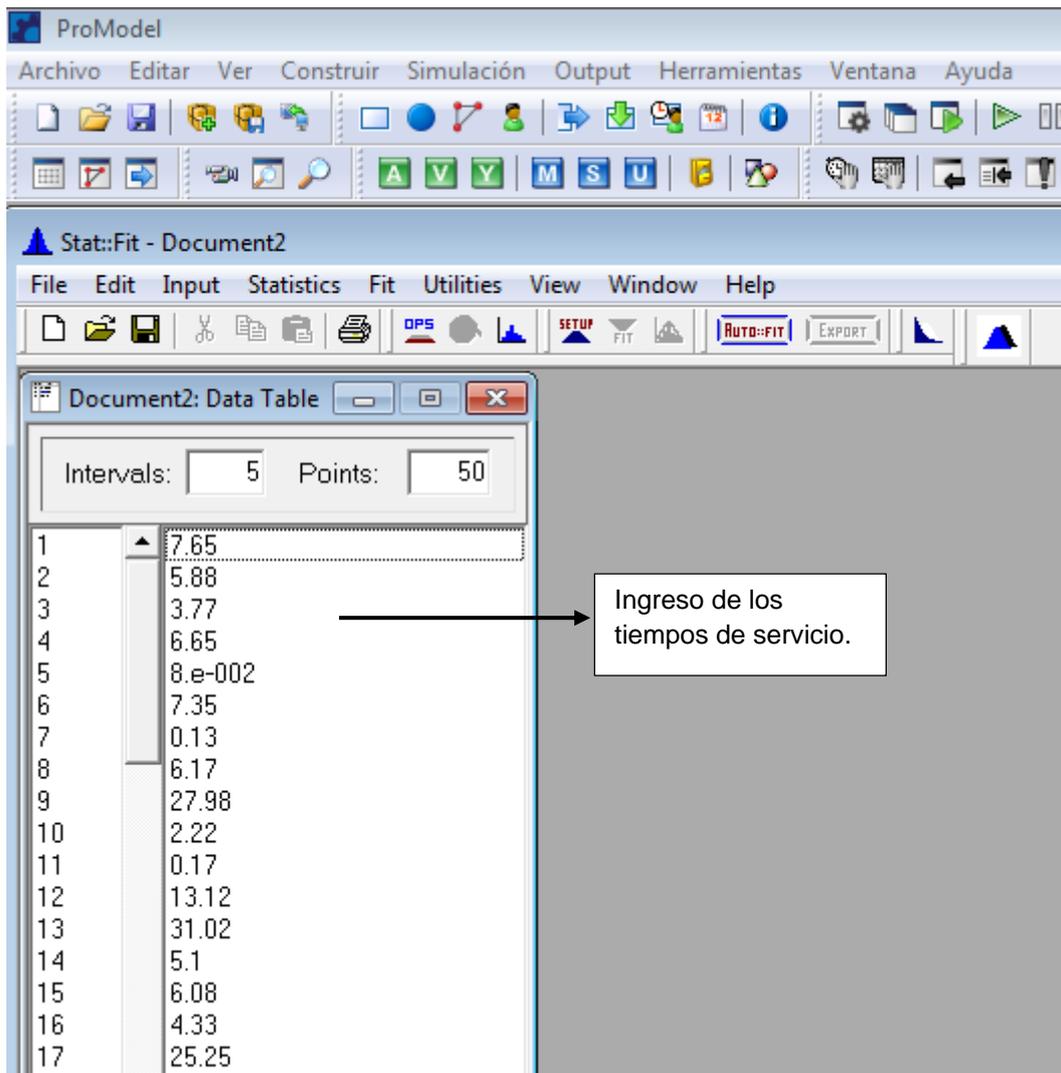
Tabla N°12: Tiempos de servicio en minutos correspondientes al día 8 de Septiembre del 2014.

Muestra	Hora Inicio	Fecha	Dia de Semana	Mes	Hora Fin	Tiempo de Servicio (min)
1	09:55:08	08/09/2014	lunes	septiembre	10:02:48	7.65
2	10:00:36	08/09/2014	lunes	septiembre	10:06:29	5.88
3	10:02:51	08/09/2014	lunes	septiembre	10:06:36	3.77
4	10:02:53	08/09/2014	lunes	septiembre	10:09:31	6.65
5	10:27:08	08/09/2014	lunes	septiembre	10:27:13	0.08
6	10:27:49	08/09/2014	lunes	septiembre	10:35:10	7.35
7	10:37:58	08/09/2014	lunes	septiembre	10:38:06	0.13
8	10:47:01	08/09/2014	lunes	septiembre	10:53:11	6.17
9	11:01:47	08/09/2014	lunes	septiembre	11:29:46	27.98
10	11:02:33	08/09/2014	lunes	septiembre	11:04:46	2.22
11	11:07:28	08/09/2014	lunes	septiembre	11:07:38	0.17
12	11:13:48	08/09/2014	lunes	septiembre	11:26:55	13.12
13	11:27:50	08/09/2014	lunes	septiembre	11:58:51	31.02
14	11:28:59	08/09/2014	lunes	septiembre	11:34:05	5.10
15	11:35:08	08/09/2014	lunes	septiembre	11:41:13	6.08
16	11:35:21	08/09/2014	lunes	septiembre	11:39:41	4.33
17	11:35:52	08/09/2014	lunes	septiembre	12:01:08	25.25
18	11:39:14	08/09/2014	lunes	septiembre	12:00:44	21.50
19	11:48:06	08/09/2014	lunes	septiembre	12:11:29	23.37
20	11:58:57	08/09/2014	lunes	septiembre	11:59:05	0.12

Fuente: Elaboración Propia

- b. **Paso 2:** Una vez obtenida la data se procede a ingresar y digitar las muestras en STAT::FIT. En la Figura 4, se muestra el ingreso de los datos.

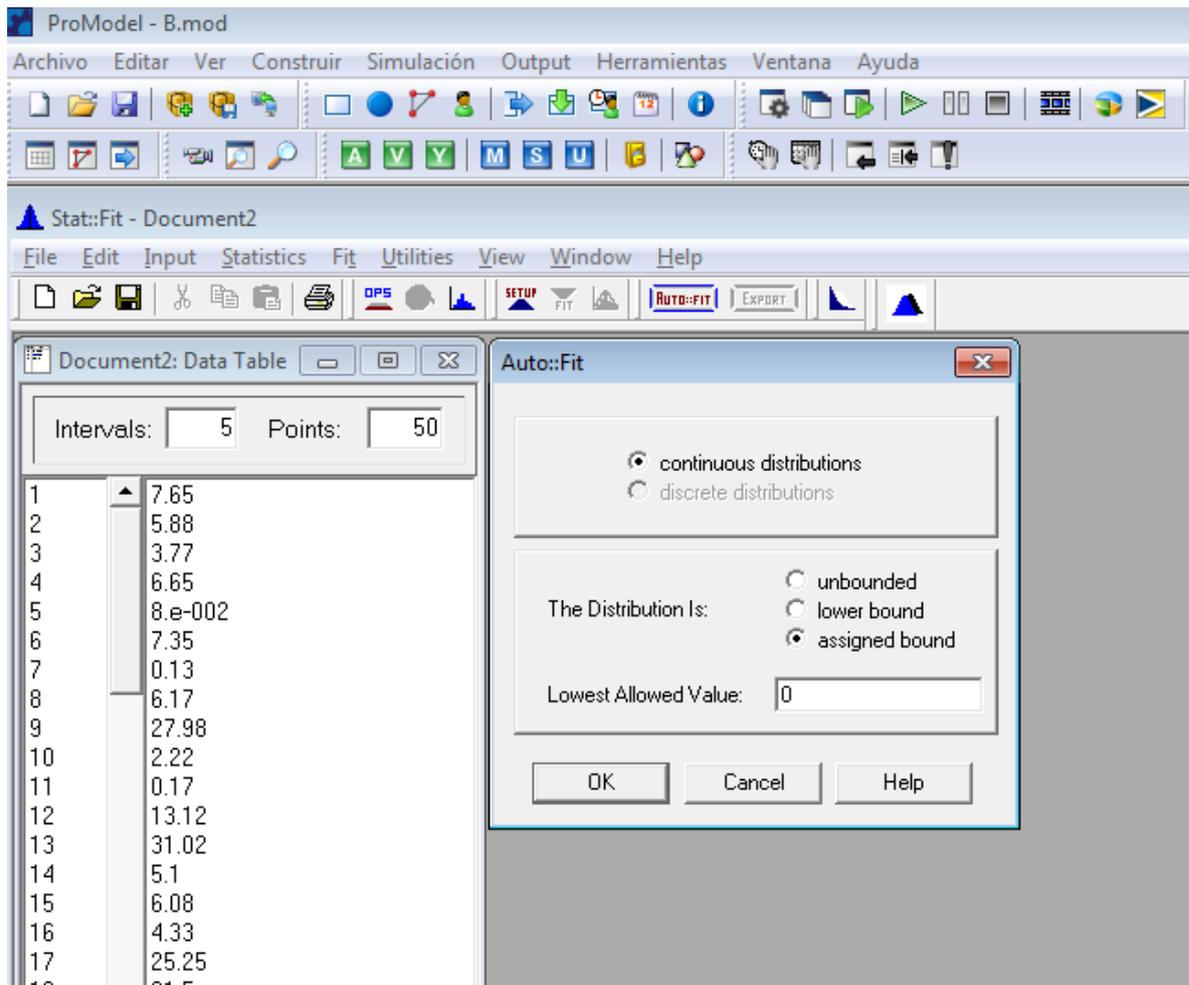
Figura 4: Ingreso de data al módulo STAT::FIT



Fuente: Promodel – Modulo Stat-Fit:

- c. **Paso 3:** Ingresado los tiempos de servicio se procede a procesar la data en el STAT::FIT, en la Figura 5 se muestra el procesamiento de la información.

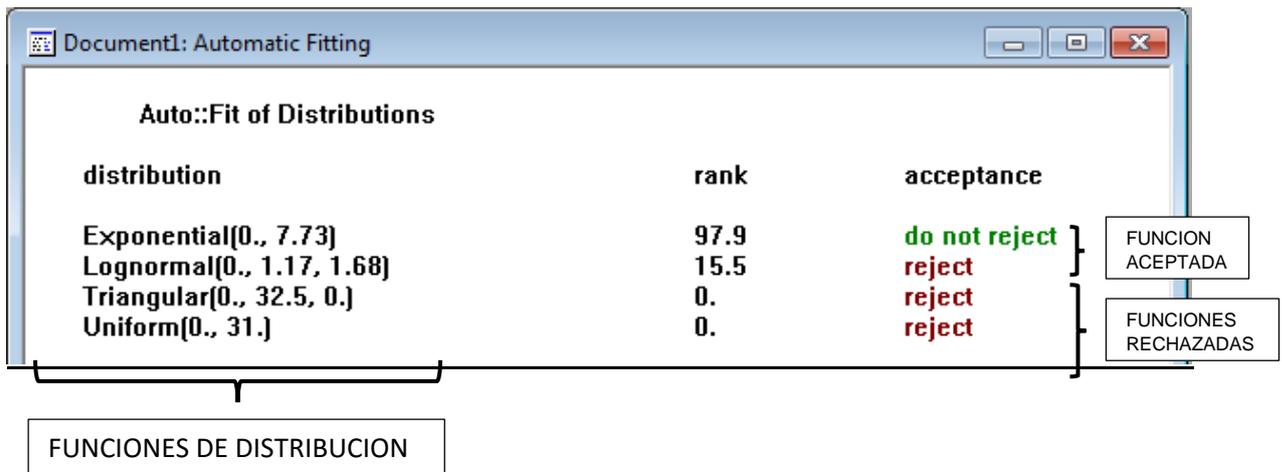
Figura 5: Procesamiento de los tiempos de servicio en el STAT::FIT.



Fuente: Promodel – Modulo STAT::FIT

- d. **Paso 4:** Obtención de resultados, en la figura 6 se muestra un listado de funciones donde "Reject" es una función rechazada y "Do Not Rejetct" es una condición no rechazada y cumple con la distribución dada.

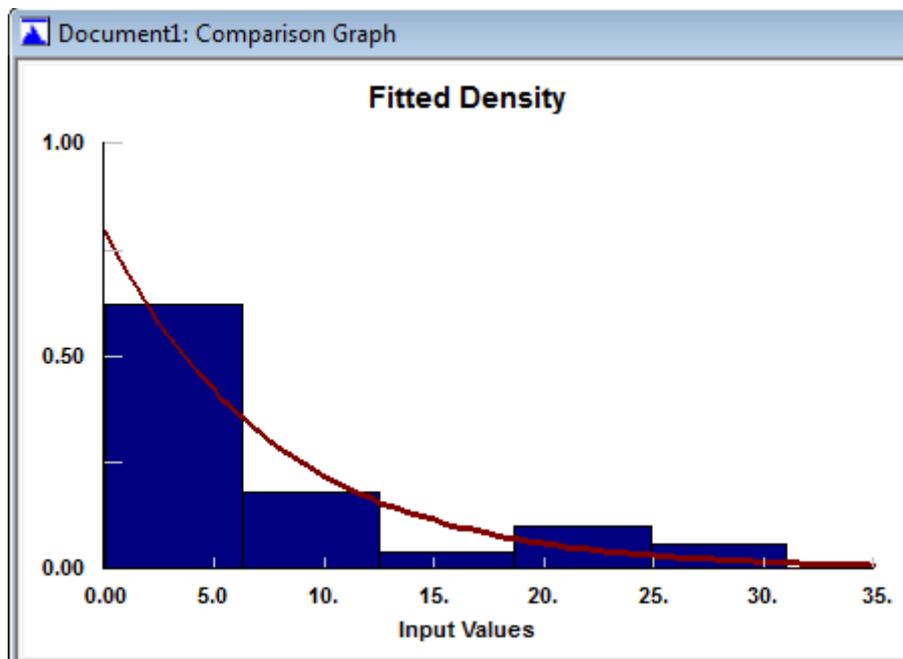
Figura 6: Probables funciones de distribución STAT::FIT



Fuente: Promodel – Modulo STAT::FIT

- e. **Paso 5:** Teniendo el resultado de la función de distribución “Exponencial” se procede a generar la gráfica de distribución como se muestra en la Gráfica 4.

Gráfica 4: Gráfico de distribución exponencial



Fuente: Gráfica STAT::FIT.

#### 5.4.2. Ciclo de Arribo

Para los ciclos de arribo se han tomado en cuenta la cantidad de llamadas contestadas del Call center de Créditos, por cada 15 minutos del día 8 de Sept'14, en un turno de trabajo de 10 am a 10pm.

A continuación se mostrara el procedimiento para ingresar la data en el software de simulación PROMODEL.

#### 5.4.3. Procedimiento para ingresar los ciclos de arribo

- a. **Paso 1:** Se procede a estructurar los arribos por cada 15 minutos. En la Tabla 13, se puede observar una muestra de los arribos que hubo el día 8 de Sept'14, el porcentaje de representación respecto al total y el porcentaje acumulado para cada periodo de tiempo de 15 minutos.

Tabla 13: Muestra del Ciclo de Arribos

Muestra	Rango de Horas	Rango de Horas en Numero	Arribos	% Ciclo	% Acumulado
1	10:00	10	3	1.1%	1.10%
2	10:15	10.25	1	0.4%	1.47%
3	10:30	10.5	2	0.7%	2.20%
4	10:45	10.75	1	0.4%	2.56%
5	11:00	11	6	2.2%	4.76%
6	11:15	11.25	2	0.7%	5.49%
7	11:30	11.5	3	1.1%	6.59%
8	11:45	11.75	2	0.7%	7.33%
9	12:00	12	4	1.5%	8.79%
10	12:15	12.25	4	1.5%	10.26%
11	12:30	12.5	5	1.8%	12.09%
12	12:45	12.75	4	1.5%	13.55%
13	13:00	13	6	2.2%	15.75%
14	13:15	13.25	4	1.5%	17.22%
15	13:30	13.5	2	0.7%	17.95%
16	13:45	13.75	5	1.8%	19.78%
17	14:00	14	4	1.5%	21.25%
18	14:15	14.25	8	2.9%	24.18%
19	14:30	14.5	1	0.4%	24.54%
20	14:45	14.75	3	1.1%	25.64%

Fuente: Elaboración Propia.

- b. **Paso 2:** Obtenido el resultado de los ciclos de arribo se procede ingresar al PROMODEL, en la Figura 7, se muestra el ingreso del ciclo de arribo por cada 15 minutos.

Figura 7: Ingreso de ciclo de arribo por cada 15 minutos.

Tabla de CA_LLEGADAS	[1]
Tiempo (Horas)	Cant. / %
10	0
10.25	1.10
10.50	1.47
10.75	2.20
11	2.56
11.25	4.76
11.50	5.49
11.75	6.59
12	7.33
12.25	8.79
12.50	10.26
12.75	12.09
13	13.55
13.25	15.75
13.50	17.22
13.75	17.95
14	19.78
14.25	21.25
14.50	24.18
14.75	24.54
15	25.64
15.25	27.11

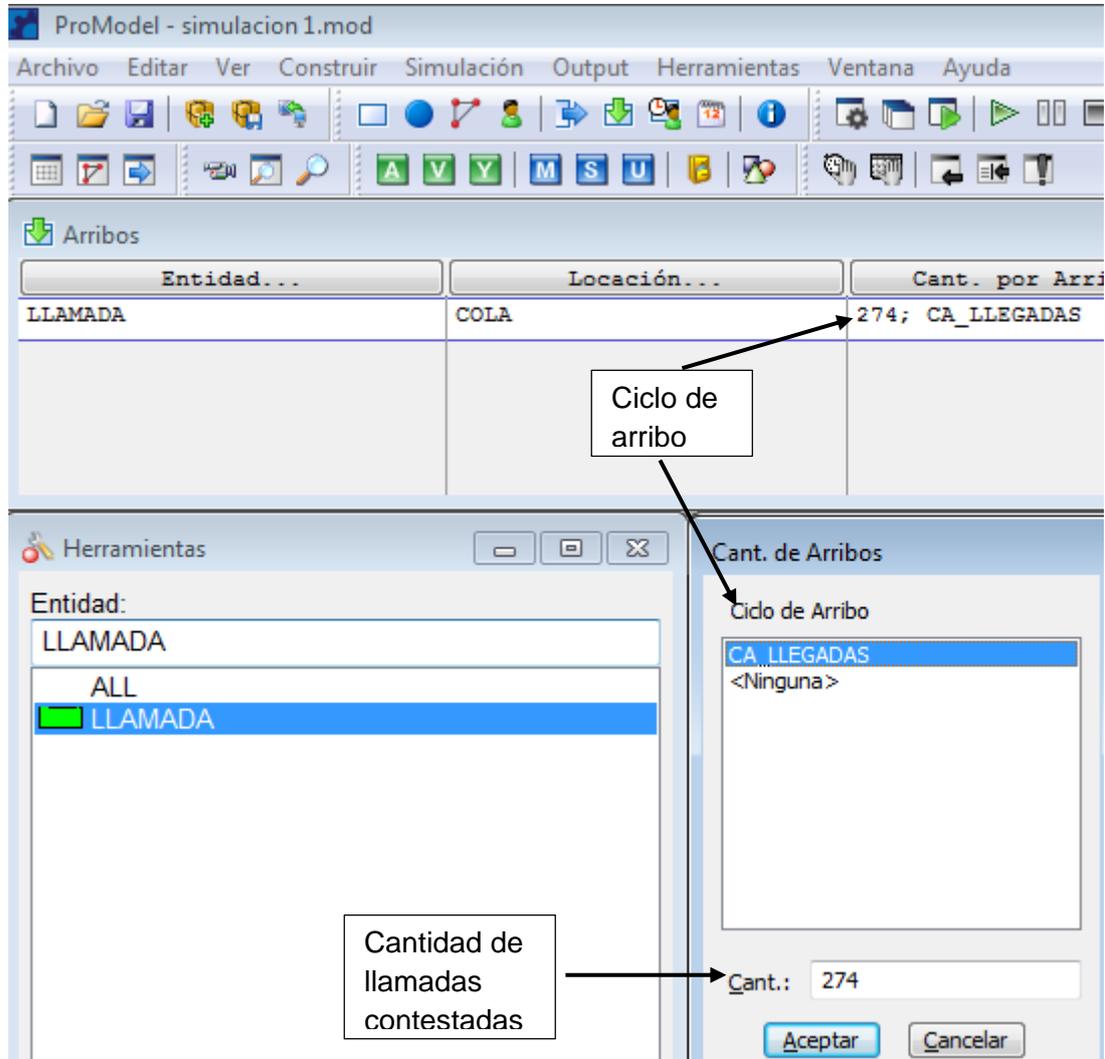
Rango de Hora por cada 15 Minutos

% Ciclo de Arribo Acumulado

Fuente: Promodel – Ciclo de arribo.

- c. **Paso 3:** Se procede a ingresar la cantidad de llamadas contestadas tal como se muestra en la figura 8.

Figura 8: Ingreso de cantidad total de arribos (llamadas contestadas)



Fuente: Promodel- Arribos

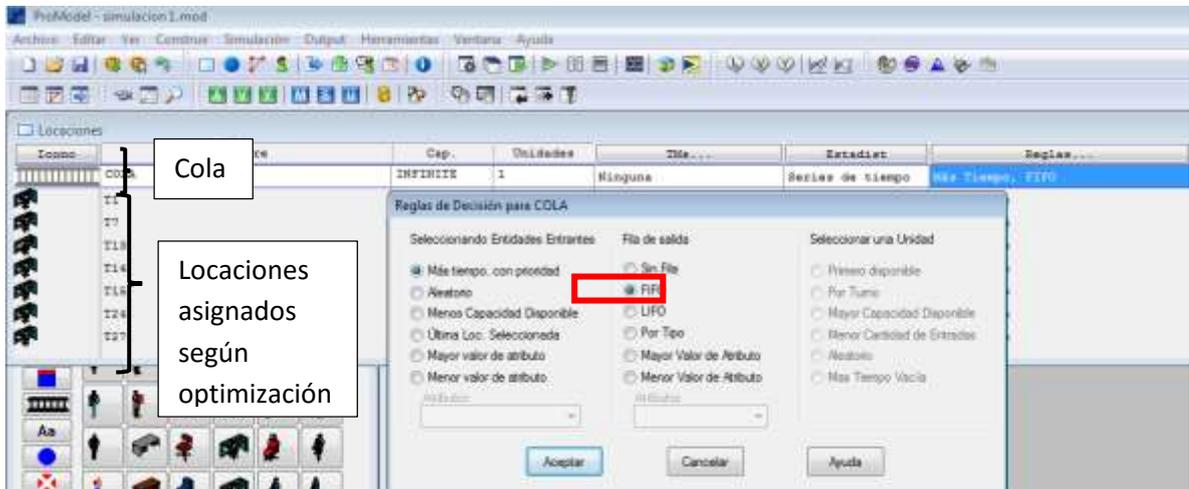
## 5.5. Desarrollo del modelo de simulación

### 5.5.1. Locaciones:

Las locaciones son definidas en el PROMODEL como los números de recursos que debe de ver en el sistema, para nuestro caso se consideran los arribos de las llamadas, las colas que se forman para ser atendidos y la salida del sistema.

En la figura 9, se muestra las locaciones propuestas según nuestro modelo de optimización, así como las características del tipo de atención del call center de créditos.

Figura 9: Locaciones y características de atención en Promodel



Fuente: Promodel

### 5.5.2. Entidades

Se les llama entidades a todo aquello que fluyen a través del sistema y que el modelo de simulación lo puede simular, por tanto se considera como entidades todas las llamadas telefónicas. En la figura 10, se muestra como se ha considerado en Promodel las entidades a las llamadas.

Figura 10: Entidades Promodel



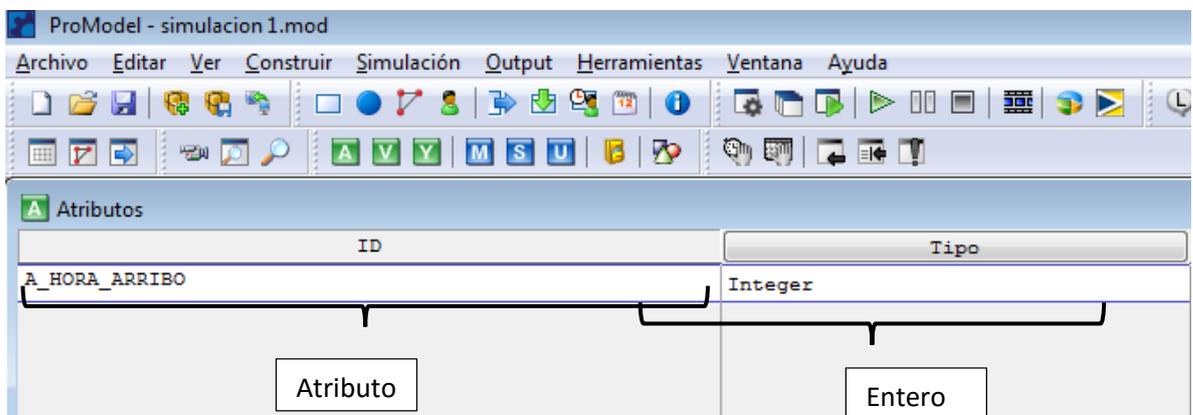
Fuente: Locaciones Promodel.

### 5.5.3. Atributos

Los atributos están relacionadas a las entidades y locaciones, para nuestro caso está relacionada a nuestro ciclo de arribo que existe en nuestro sistema.

En la figura 11, se muestra como se ha considerado los atributos en promodel llamado A\_HORA\_ARRIBO, además se le pondrá como condición que estos atributos o arribo sean números enteros.

Figura 11: Asignación de Atributos en Promodel

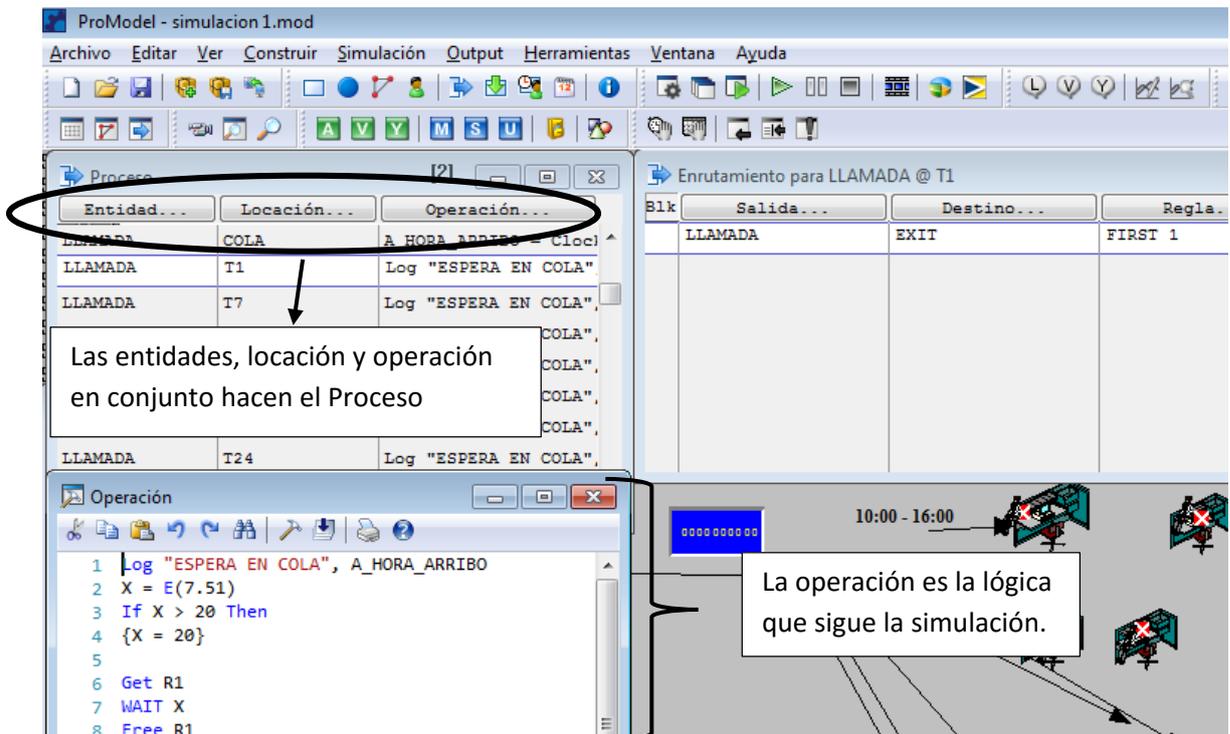


Fuente: Promodel

### 5.5.4. Desarrollo del Proceso

Una vez definido los elementos básicos descritos en los puntos anteriores, se procede a definir la lógica. Este proceso describe las operaciones de las locaciones teniendo en cuenta el tiempo y el recurso que requiere. En la figura 12, se muestra los procesos y enrutamiento ingresado en el Promodel para cada uno de las entidades.

Figura 12: Proceso – Enrutamiento – Operación en Promodel



Fuente: Promodel.

### 5.5.5. Cálculo del número de replicas

Para obtener cuantas pruebas realizar, se realizaron inicialmente 8 réplicas en el modelo optimizado, luego se obtuvieron el reporte que emite el Promodel, en el cual se considerara la desviación estándar del sistema, en la figura 13, se muestra el reporte de resultados que brinda el Promodel.

Figura 13: Reporte: Resumen Promodel.

Estado			Series de tiempo				
Report1	Logs Table	Entidad Resumen Table	Recursos Estados	Recursos Estados 1	Logs T	Logs (Prom. Reps)	
Escenario	Réplica	Período	Nombre	Número Observaciones	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Promedio
Base	Avg	1	ESPERA EN COLA	271.38	0.00	27.89	1.06
Base	St. Dev.	1	ESPERA EN COLA	2.20	0.00	6.09	0.13

Fuente: Reporte Promodel

Se encontró como desviación estándar 6.09 al tiempo promedio máximo de espera. Teniendo en cuenta la desviación estándar se procedió a calcular el número de réplicas con la siguiente fórmula 17:

$$N = \left[ \frac{t(n-1, 1-\frac{\alpha}{2}) * Sn}{e} \right]^2 \dots \dots \dots (17)$$

n=8 (número de réplicas)

1-α = 0.95 (95% de Confiabilidad)

Sn=6.09

e= 3 minutos

Además se tiene en la función 18:

$$t \left( n - 1, 1 - \frac{\alpha}{2} \right) \dots \dots \dots (18)$$

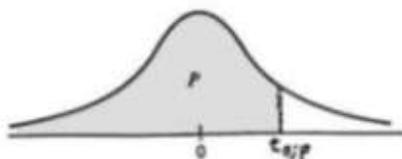
n-1=7

α=0.05 → 1- α/2= 2.3646

Para hallar “N” se requiere de la tabla T-Student, en la figura 14, se muestra la tabla T-Student la cual sirve para obtener los valores requeridos en el cálculo correspondiente a los intervalos.

Figura 14: Tabla T-Student

Distribución *t* de Student



La tabla A.4 da distintos valores de la función de distribución en relación con el número de grados de libertad; concretamente, relaciona los valores *p* y *t<sub>n,p</sub>* que satisfacen

$$P(t_n \leq t_{n,p}) = p.$$

<i>n</i>	<i>t</i> <sub>0,55</sub>	<i>t</i> <sub>0,60</sub>	<i>t</i> <sub>0,70</sub>	<i>t</i> <sub>0,80</sub>	<i>t</i> <sub>0,90</sub>	<i>t</i> <sub>0,95</sub>	<i>t</i> <sub>0,975</sub>	<i>t</i> <sub>0,99</sub>	<i>t</i> <sub>0,995</sub>
1	0,1584	0,3249	0,7265	1,3764	3,0777	6,3138	12,7062	31,8205	63,6567
2	0,1421	0,2887	0,6172	1,0607	1,8856	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248
3	0,1366	0,2767	0,5844	0,9785	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409
4	0,1338	0,2707	0,5686	0,9410	1,5332	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041
5	0,1322	0,2672	0,5594	0,9195	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321
6	0,1311	0,2648	0,5534	0,9057	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074
7	0,1303	0,2632	0,5491	0,8960	1,4149	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995
8	0,1297	0,2619	0,5459	0,8889	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554
9	0,1293	0,2610	0,5435	0,8834	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498
10	0,1289	0,2602	0,5415	0,8791	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693
11	0,1286	0,2596	0,5399	0,8755	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058
12	0,1283	0,2590	0,5386	0,8726	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545
13	0,1281	0,2586	0,5375	0,8702	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123
14	0,1280	0,2582	0,5366	0,8681	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768
15	0,1278	0,2579	0,5357	0,8662	1,3406	1,7531	2,1314	2,6025	2,9467
16	0,1277	0,2576	0,5350	0,8647	1,3368	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208
17	0,1276	0,2573	0,5344	0,8633	1,3334	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982
18	0,1274	0,2571	0,5338	0,8620	1,3304	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784
19	0,1274	0,2569	0,5333	0,8610	1,3277	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609
20	0,1273	0,2567	0,5329	0,8600	1,3253	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453
21	0,1272	0,2566	0,5325	0,8591	1,3232	1,7207	2,0796	2,5176	2,8314
22	0,1271	0,2564	0,5321	0,8583	1,3212	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188
23	0,1271	0,2563	0,5317	0,8575	1,3195	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073
24	0,1270	0,2562	0,5314	0,8569	1,3178	1,7109	2,0639	2,4922	2,7969
25	0,1269	0,2561	0,5312	0,8562	1,3163	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874
26	0,1269	0,2560	0,5309	0,8557	1,3150	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787
27	0,1268	0,2559	0,5306	0,8551	1,3137	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707
28	0,1268	0,2558	0,5304	0,8546	1,3125	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633
29	0,1268	0,2557	0,5302	0,8542	1,3114	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564
30	0,1267	0,2556	0,5300	0,8538	1,3104	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500
40	0,1265	0,2550	0,5286	0,8507	1,3031	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045
50	0,1263	0,2547	0,5278	0,8489	1,2987	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778
60	0,1262	0,2545	0,5272	0,8477	1,2958	1,6706	2,0003	2,3901	2,6603
80	0,1261	0,2542	0,5265	0,8461	1,2922	1,6641	1,9901	2,3739	2,6387
100	0,1260	0,2540	0,5261	0,8452	1,2901	1,6602	1,9840	2,3642	2,6259
120	0,1259	0,2539	0,5258	0,8446	1,2886	1,6577	1,9799	2,3578	2,6174
∞	0,126	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	1,960	2,327	2,576

Finalmente, con los datos obtenidos anteriormente se reemplaza en la fórmula 17 y se obtiene el siguiente resultado:

$$N = \left[ \frac{t(n - 1, 1 - \frac{\alpha}{2}) * Sn}{e} \right]^2 \dots \dots \dots (17)$$

N=23

Por lo tanto se procederá a correr 23 réplicas para poder obtener un intervalo de confianza con un  $\alpha=5\%$ , o sea 95% de confiabilidad. En la figura 15, se muestra los resultados del Promodel exportados a un Excel luego de 23 corridas.

Figura 15: Resultados del Promodel.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Logs (Todas las Reps)							
2								
3	Escenario	Réplica	Período	Nombre	Número Observaciones	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Promedio
4	Base	1	1	ESPERA EM	272	0.003	20.542	0.93914
5	Base	2	1	ESPERA EM	271	0.004	21.161	1.241196
6	Base	3	1	ESPERA EM	274	0.005	29.437	1.127274
7	Base	4	1	ESPERA EM	271	0.002	33.714	0.906646
8	Base	5	1	ESPERA EM	271	0.001	31.419	0.956236
9	Base	6	1	ESPERA EM	274	0.002	21.549	1.058004
10	Base	7	1	ESPERA EM	271	0.008	29.011	1.260956
11	Base	8	1	ESPERA EM	267	0.002	36.268	1.029966
12	Base	9	1	ESPERA EM	274	0.001	19.757	0.712106
13	Base	10	1	ESPERA EM	274	0.003	19.447	0.938011
14	Base	11	1	ESPERA EM	271	0.005	33.541	1.035672
15	Base	12	1	ESPERA EM	271	0.005	27.964	0.876576
16	Base	13	1	ESPERA EM	270	0.002	22.834	0.915837
17	Base	14	1	ESPERA EM	272	0.003	25.8	1.002408
18	Base	15	1	ESPERA EM	269	1.16E-13	38.883	1.37713
19	Base	16	1	ESPERA EM	271	0.004	24.434	0.736613
20	Base	17	1	ESPERA EM	271	0.006	22.288	0.842317
21	Base	18	1	ESPERA EM	273	2.33E-13	19.47	0.998363
22	Base	19	1	ESPERA EM	272	0.002	34.17	1.224779
23	Base	20	1	ESPERA EM	272	0.001	29.016	1.050809
24	Base	21	1	ESPERA EM	270	0.003	25.302	0.87137
25	Base	22	1	ESPERA EM	274	0.003	17.927	1.125595
26	Base	23	1	ESPERA EM	273	1.16E-13	8.093	1.045286

Fuente: Promodel

### 5.5.6. Resultados en Promodel del modelo base.

Una vez obtenido el número de réplicas se obtiene un cuadro de indicadores donde se detallan el total de llamadas de la muestra, así como su tiempo promedio máximo en el sistema tal como se muestra en la figura 16, si bien es cierto que el resultado del valor máximo del tiempo de espera es alto (25.74 minutos), se puede decir que es solo un caso especial ya que mi tiempo promedio de espera simulado es de 1.01 minutos.

Figura 16: Cuadro de Indicadores Promodel.

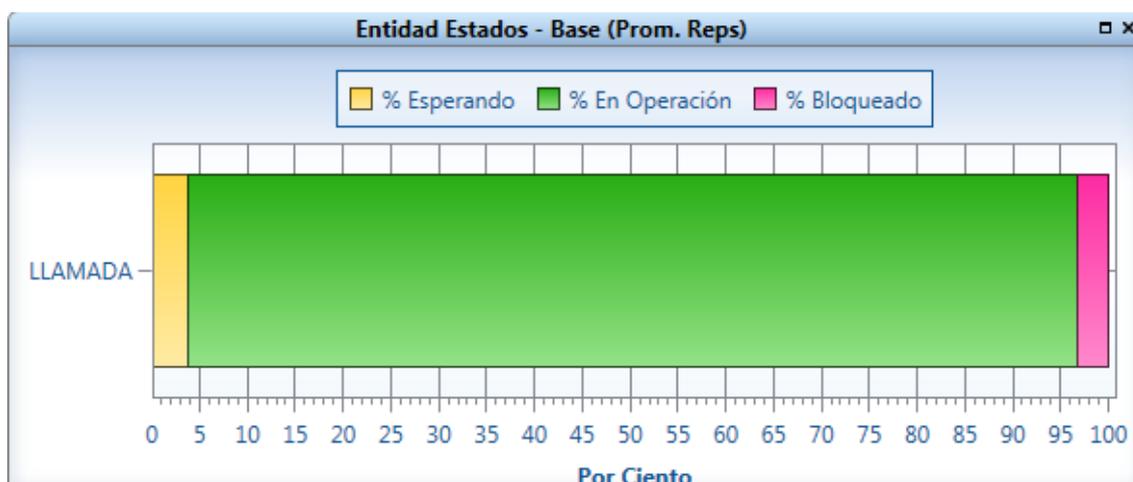
Logs (Prom. Reps)							
Escenario	Réplica	Periodo	Nombre	Número Observaciones	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Promedio
Base	Avg	1	ESPERA EN COLA	271.65	0.00	25.74	1.01

Fuente: Promodel

En la figura 17, se muestra el comportamiento de las entidades para nuestro caso las llamadas que arriban al call center de créditos teniendo los siguientes porcentajes en una escala del 1 al 100%:

- Porcentaje en operación: Es el porcentaje de tiempo que la estación está procesando una entidad, por tanto se puede decir que el 93.15% de las llamadas fueron atendidas.
- Porcentaje Bloqueado: Es el porcentaje de tiempo en el cual las entidades están esperando una estación libre que realice su procesamiento u atención, por tanto el 3.15% del total han esperado para ser atendidos.
- Porcentaje de tiempo de espera: Es el porcentaje de tiempo que la entidad gasta esperando por un recurso, por tanto se puede decir que existe un 3.70% de llamadas en cola.

Figura 17: Entidad de estados – Promodel.



Fuente: Resultado Promodel – Output Viewer

En la figura 18, se muestra el porcentaje de utilización de cada uno de los recursos que se encuentran asignados en determinados turnos.

Figura 18: Recursos Estados – Promodel



Fuente: Promdel – Output Viewer

### 5.6. Propuesta de Mejora

Una vez validado el modelo se desea proponer mejoras al resultado del optimizador, dicha propuesta se enfocara en disminuir el tiempo máximo de espera del cliente.

Para esto se propuso un nuevo escenario respecto al resultado optimizado, agregando 3 recursos más en los siguientes turnos propuestos por el optimizador, como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14: Resultado optimizado vs. Propuesto.

Turno	Horario	Requerimiento Optimizado	Requerimiento Propuesto
T1	10:00 a 16:00	3	4
T7	11:30 a 17:30	2	2
T13	13:00 a 19:00	4	4
T14	13:15 a 19:15	3	3
T15	13:30 a 19:30	1	1
T24	15:45 a 21:45	3	3
T27	16:30 a 22:30	1	3

Fuente: Elaboración Propia.

Teniendo en cuenta la propuesta de mejora se procede hacer la simulación en el Promodel para los nuevos requerimientos propuestos por turno de trabajo, lo cual se hallara la desviación estándar para el cálculo del número de réplicas definitivo, lo cual se iniciara con n=8 para obtener la desviación estándar en Promodel, tal como se muestra en la figura 19.

Figura 19: Reporte entidad resumen Promodel – Escenario 1.

Logs (Prom. I						
Escenario	Réplica	Período	Nombre	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Promedio
Base	Avg	1	ESPERA EN COLA	0.00	3.83	0.54
Base	St. Dev.	1	ESPERA EN COLA	0.00	2.81	0.04

Fuente: Reporte Promodel.

Se obtuvieron como desviación estándar 2.81 al tiempo promedio máximo de espera. Teniendo en cuenta la desviación estándar se procederá a calcular el número de réplicas con la siguiente fórmula 17:

$$N = \left[ \frac{t(n - 1, 1 - \frac{\alpha}{2}) * Sn}{e} \right]^2 \dots \dots \dots (17)$$

n=8 (número de réplicas)

1- $\alpha$  = 0.95 (95% de Confiabilidad)

Sn=2.81

e= 3 minutos

Además se tiene en la función 18:

$$t\left(n - 1, 1 - \frac{\alpha}{2}\right) \dots \dots \dots (18)$$

n-1=7

$\alpha=0.05 \rightarrow 1 - \alpha/2 = 2.3646$

Para hallar “N” se requiere de la tabla T-Student, la cual se muestra en la figura 14.

Finalmente se N tiene, en la fórmula 17:

$$N = \left[ \frac{t\left(n - 1, 1 - \frac{\alpha}{2}\right) * Sn}{e} \right]^2 \dots \dots \dots (17)$$

N=11

Por lo tanto se procederá a correr 11 réplicas para poder obtener un intervalo de confianza con un  $\alpha=5\%$ , o sea 95% de confiabilidad. En la figura 20, se muestra los resultados del Promodel exportados a un Excel luego de 11 corridas.

Figura 20: Resultados Replicas Promodel.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Logs (Todas las Reps)							
2								
3	Escenario	Réplica	Periodo	Nombre	Número Observaciones	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Promedio
4	Base	1	1	ESPERA EN	274	0.003	0.999	0.48186496
5	Base	2	1	ESPERA EN	274	0.004	6.532	0.62463504
6	Base	3	1	ESPERA EN	274	0.005	0.996	0.50651825
7	Base	4	1	ESPERA EN	274	0.002	2.923	0.55075547
8	Base	5	1	ESPERA EN	274	0.001	2.977	0.51008759
9	Base	6	1	ESPERA EN	274	0.003	1.645	0.52262774
10	Base	7	1	ESPERA EN	274	0.008	8.134	0.55661679
11	Base	8	1	ESPERA EN	274	0.002	6.456	0.54263504
12	Base	9	1	ESPERA EN	274	0.001	0.999	0.49236861
13	Base	10	1	ESPERA EN	274	0.003	2.463	0.52601825
14	Base	11	1	ESPERA EN	274	0.005	4.307	0.50829197

Fuente: Datos Exportados del Promodel.

#### 5.6.1. Resultados del Promodel Escenario 1

Una vez obtenido el número de réplicas se obtiene un cuadro de indicadores donde se detallan el total de llamadas de la muestra, así como su tiempo promedio máximo en el sistema tal como se muestra en la figura 21, si bien es cierto que el resultado del valor máximo del tiempo de espera es alto (3.49 minutos), se puede decir que solo es un caso especial ya que el tiempo promedio de espera simulado es de 0.53 minutos.

Figura 21: Cuadro de Indicadores Promodel.

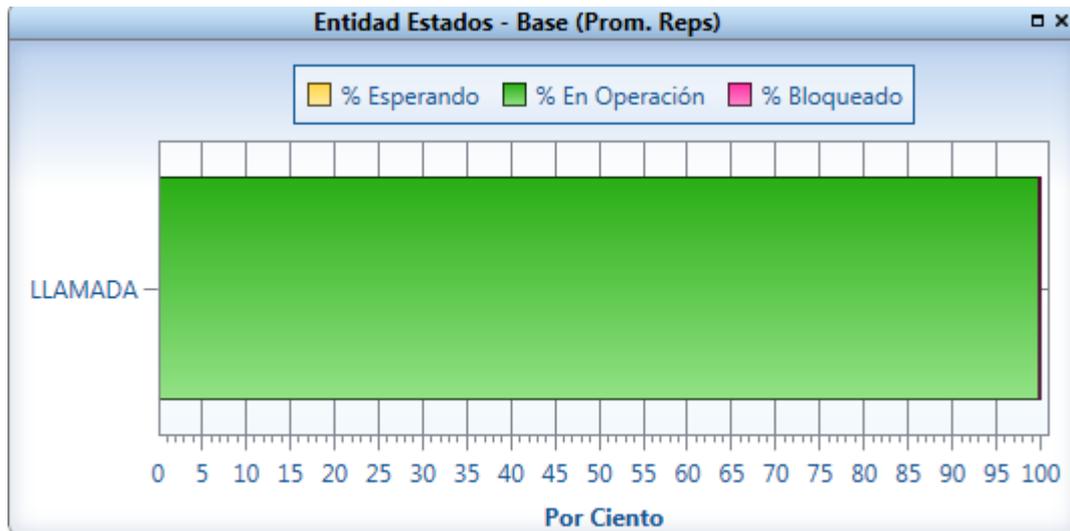
Logs (Prom. Rep)					
Réplica	Nombre	Número Observaciones	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Promedio
Avg	ESPERA EN COLA	274.00	0.00	3.49	0.53

Fuente: Promodel

En la figura 22, se muestra el comportamiento de las entidades para nuestro caso las llamadas que arriban al call center de créditos teniendo los siguientes porcentajes en una escala del 1 al 100%:

- Porcentaje en operación: Es el porcentaje de tiempo que la estación está procesando una entidad, por tanto se puede decir que el 99.55% de las llamadas fueron atendidas.
- Porcentaje Bloqueado y el porcentaje esperando ambos suman 0.65%.

Figura 22: Entidad de estados – Promodel.



Fuente: Resultado Promodel – Output Viewer.

En la figura 23, se muestra el porcentaje de utilización de cada uno de los recursos que se encuentran asignados en determinados turnos.

Figura 23: Recursos Estados – Promodel.



Fuente: Promdel – Output Viewer.

5.6.2. Hallando el intervalo de confianza.

Para poder hallar el intervalo de confianza debemos sacar la diferencia de los promedios generados por el Promodel, lo que nos va a decir este intervalo es que tan mejor es un escenario del otro.

Para esto se utilizara la siguiente fórmula 19:

$$\left(\bar{x}_1 - \bar{x}_2\right) - t_{v, 1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} < \mu_1 - \mu_2 < \left(\bar{x}_1 - \bar{x}_2\right) + t_{v, 1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \dots\dots\dots (19)$$

A continuación de procederá a la comparación del modelo base respecto al escenario 1, tal como se muestra en la tabla 15:

Tabla 15: Comparación del modelo base versus propuesto.

Réplica i	Escenario Base	$X_{li} - \bar{X}_1$	$(X_{li} - \bar{X}_1)^2$	Escenario Propuesto	$X_{2i} - \bar{X}_2$	$(X_{2i} - \bar{X}_2)^2$
1	21	-5.20	27.02	1	-0.48	0.23
2	21	-4.58	20.97	7	6.53	42.67
3	29	3.70	13.67	1	1.00	0.99
4	34	7.97	63.58	3	2.92	8.54
5	31	5.68	32.25	3	2.98	8.86
6	22	-4.19	17.57	2	1.65	2.71
7	29	3.27	10.70	8	8.13	66.16
8	36	10.53	110.83	6	6.46	41.68
9	20	-5.98	35.80	1	1.00	1.00
10	19	-6.29	39.61	2	2.46	6.07
11	34	7.80	60.85	4	4.31	18.55
12	28	2.22	4.94			
13	23	-2.91	8.45			
14	26	0.06	0.00			
15	39	13.14	172.73			
16	24	-1.31	1.71			
17	22	-3.45	11.92			
18	19	-6.27	39.32			
19	34	8.43	71.06			
20	29	3.28	10.73			
21	25	-0.44	0.19			
22	18	-7.81	61.05			
23	8	-17.65	311.43			
	<b>25.7</b>		<b>1126.36</b>	<b>1.5</b>		<b>197.46</b>
	<b>Promedio 1</b>			<b>Promedio 2</b>		

Fuente: Elaboración propia

Para hallar T, debemos hallar primero el grado de libertad “v”, donde se obtiene que el grado de libertad es 32, como se observa en la fórmula 20:

$$v \approx \frac{\left( \frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left( \frac{S_1^2}{n_1} \right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left( \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{(n_2 - 1)}} = 32.00 \dots\dots (20)$$

Teniendo el grado de libertad de 32, con un intervalo de confianza al 95% requiere de un valor t=2.040, una vez obtenido estos datos entonces se procederá a remplazar en la fórmula de intervalos de confianza y se obtiene como resultado lo siguiente:

**INTERVALO:**

$$19.33 \leq \mu \leq 29.19$$

Por tanto se puede concluir que el escenario 1 es mejor que el base ya que el tiempo promedio máximo de espera es menor entre 19.33 min y 29.19 con un nivel de confianza al 95%.

### 5.6.3. Resultado comparando resultados reales, modelo base optimizado y propuesto.

En la tabla 16, se muestra los tiempos promedio y máximo de espera de los clientes para ser atendidos en el sistema, donde el resultado propuesto respecto al real y optimizado es mucho mejor en los tiempos de espera sin embargo comparado con el optimizado en número de recursos es mayor pero se tiene mayor cobertura y menor tiempo de espera. Por lo que se concluye que el escenario propuesto nos da una mejor cobertura y menor tiempo de espera usando menores recursos que en la fecha estudiada.

Tabla 16: Cuadro comparativo de resultados.

Escenarios	Tiempo Promedio de Espera (min)	Tiempo Maximo de Espera (min)	# de Analistas
Real	1.58	10.45	28
Optimizado	1.01	25.74	17
Propuesto	0.53	3.49	20

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.7. Prueba de Hipótesis

Para la prueba de hipótesis se usaran los tiempos promedios máximos de espera obtenidos al realizar las réplicas en el Promodel para validar si el escenario propuesto es mejor que el escenario optimizado como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17: Tiempo Promedio Máxima de Espera Optimizado y Propuesto.

N de Réplicas	Tiempo Promedio de Espera Optimizado	Tiempo Promedio de Espera Propuesto
1	20.542	0.999
2	21.161	6.532
3	29.437	0.996
4	33.714	2.923
5	31.419	2.977
6	21.549	1.645
7	29.011	8.134
8	36.268	6.456
9	19.757	0.999
10	19.447	2.463
11	33.541	4.307

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo los datos se procedió a subir los datos al software SPSS, donde se analizara una prueba de hipótesis para muestras relacionadas con un intervalo de confianza al 95% que tiene un nivel de significación de 0.05 en la tabla 18, se muestra resultado de la prueba.

Se consideraron las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: u_1 = u_2$$

$$H_1: u_1 \geq u_2$$

Tabla 18: Resultado de la prueba de hipótesis SPSS.

	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
OPTIMIZADO VS. PROPUESTO	23,40	5,95	1,79	19,41	27,40	13,05	10,00	0,00

Fuente: Resultado SPSS. Elaboración Propia.

Se realizó una prueba de hipótesis bilateral a un nivel de significación del 0.05 con un intervalo de confianza al 95%, se deduce según los resultados del Sig. (Bilateral) que se acepta la prueba de hipótesis ya que el p-valor es menor que 0.05.

La mejora observada es estadísticamente significativa.

## 5.8. Costos del Call center

### Calculo de la mano de obra anual

Tomando en consideración los datos brindados por la empresa, calculamos el presupuesto de la mano de obra directa.

Teniendo en cuenta que la Jornada diaria es de 6 horas y con un salario de 1,200.00 soles, se presenta el siguiente cuadro informativo por todos los recursos humanos utilizados en el call center de evaluación de créditos.

Costo de H – H del Personal del Call center (REAL)

En la tabla N°19, se presenta los costos asociados a las Horas Hombre del Periodo 2014, se presenta las horas extras, los costos Horas Hombre, los sueldos por día, los sueldos mensuales y el presupuesto anual.

Tabla N° 19: Costo de H – H del personal del call center Periodo 2014 - REAL.

Costo de H - H del personal del Call center (REAL)					
M.O.D. en el Call center		Horas Extras/día	Sueldo/hora	Sueldo/ día	Sueldo/mes
#	Cargo				
1	Analista	2	S/. 6.67	S/. 53.33	S/. 1,600.00
2	Analista	2	S/. 6.67	S/. 53.33	S/. 1,600.00
3	Analista	2	S/. 6.67	S/. 53.33	S/. 1,600.00
4	Analista	2	S/. 6.67	S/. 53.33	S/. 1,600.00
5	Analista	2	S/. 6.67	S/. 53.33	S/. 1,600.00
6	Analista	2	S/. 6.67	S/. 53.33	S/. 1,600.00
7	Analista	2	S/. 6.67	S/. 53.33	S/. 1,600.00
8	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
9	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
10	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
11	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
12	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
13	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
14	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
15	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
16	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
17	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
18	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
19	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
20	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
21	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
22	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
23	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
24	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
25	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
26	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
27	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
28	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
<b>TOTAL - MES</b>					<b>S/. 36,400.00</b>
<b>TOTAL - ANUAL</b>					<b>S/. 436,800.00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Costo de H – H del Personal del Call center (PROPUESTO)

En la tabla N° 20, se presenta los costos asociados a las Horas Hombre del Periodo 2014 Propuesto luego de darnos los resultados del LINGO generando la optimización de Recursos, se presenta las horas extras, los costos Horas Hombre, los sueldos por día, los sueldos mensuales y el presupuesto anual.

Tabla N° 20: Costo de H – H del personal del call center Periodo 2014 PROPUESTO.

Costo de la H - H del personal del Call center (PROPUESTO)					
M.O.D. en el Call center		Horas Extras/día	Sueldo/hora	Sueldo/ día	Sueldo/mes
#	Cargo				
1	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
2	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
3	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
4	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
5	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
6	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
7	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
8	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
9	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
10	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
11	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
12	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
13	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
14	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
15	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
16	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
17	Analista	0	S/. 6.67	S/. 40.00	S/. 1,200.00
<b>TOTAL - MES</b>					<b>S/. 20,400.00</b>
<b>TOTAL - ANUAL</b>					<b>S/. 244,800.00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Variación del Costo de H – H del Personal del Call center (REAL VS PROPUESTO)

Según los resultados obtenidos en las tablas 19 y 20, en cuanto a la Mano de Obra Directa Real y Propuesto permitió observar una variación considerable en costos o gastos directos en el presupuesto del periodo 2014, como se puede observar en la tabla N°21.

Tabla N° 21: VARIACIÓN del costo de H – H del personal del call center Periodo 2014 (REAL VS PROPUESTO).

<b>VARIACIÓN del Costo de la H - H del personal del Call Center (REAL VS PROPUESTO)</b>					
<b>M.O.D. en el Call Center</b>			<b>Costo/Mes</b>	<b>Costo/Anual</b>	<b>Variación</b>
<b>Mano de Obra Directo</b>	<b># de Analistas</b>	<b>Cargo</b>			
<b>M.O.D. Real</b>	28	Analistas	S/. 36,400.00	S/. 436,800.00	<b>43.96%</b>
<b>M.O.D. Propuesto</b>	17	Analistas	S/. 20,400.00	S/. 244,800.00	

Fuente: Elaboración Propia.

Se concluye, que a partir de las herramientas utilizadas y desarrolladas durante la investigación, se obtuvo un gran resultado demostrado en la variación de los costos anuales, comparando los costos anuales REALES versus los costos anuales PROPUESTOS obteniendo un resultado de un 43.96% de variación.

## Conclusiones

1. La optimización de recursos contribuyó a reducir significativamente los costos de operación, debido a la herramienta Lingo, origino un resultado favorable para la optimización de recursos en el call center de créditos en la empresa GMG servicios del Perú, viéndose reflejado en la variación de los costos que dio como resultado un 43.96% con respecto a los costos de horas hombre anual del 2014 versus los costos de horas hombre propuesto.

La diferencia del Escenario Real vs Escenario Propuesto, en cuanto a la nueva distribución de recursos se contaba con cuatro (4) horarios durante el día, la investigación determino una nueva distribución de recursos en (6) horarios distintos pudiendo tener los analistas adecuados en los horarios donde existiera mayor demanda estos según la data real analizada, como también, se disminuyó el número de analistas.

2. La implementación de una distribución de recursos adecuada que resulto de la optimización de recursos contribuyó a mejorar los tiempos de espera en el call center de evaluación de créditos en la empresa GMG servicios del Perú. Donde se observó que el Escenario Real se tenía un tiempo máximo de espera de 10.45 min, a diferencia del Escenario Propuesto, con un tiempo máximo de espera de 3.49 min. Este último escenario, se obtuvo de la optimización de recursos con el programa Lingo, que a partir de este, se procedió a la Simulación en el Promodel para tener un análisis más exacto y ser más coherentes con una realidad simulada.
3. La simulación del sistema Promodel que resultó de la optimización de recursos contribuyó a mejorar el tiempo máximo de espera reduciéndolo de 10.45 min a 3.49 min, también se redujo el número de recursos utilizados de 28 a 20 analistas del call center de evaluación de créditos en la empresa GMG servicios del Perú. La simulación permitió observar y demostrar el comportamiento de los tiempos de espera según la optimización.

## **Recomendaciones**

1. Se recomienda hacer una prueba piloto con los requerimientos propuestos obtenidos con la optimización de recursos, la cual disminuirá el tiempo de espera en el call center como observa en la simulación según Promodel.
2. Se recomienda realizar el análisis de la distribución del personal según los horarios de trabajo, el cual deberá cubrir la demanda de las llamadas y reducir los tiempos de espera.
3. Se recomienda realizar el análisis costo beneficio respecto a la capacidad del call center y al aumento de respuesta en la atención al cliente, en el caso de la propuesta, ayudará a una mejoría en la toma de decisiones con respecto a los gastos presupuestados.

## Fuentes de información

### Referencias Bibliográficas:

BLANCO Rivero, Luis. FAJARDO Piedrahita, Iván (2003). Simulación con promodel: casos de producción y logística. Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá.

GARCÍA, Eduardo. GARCÍA, Heriberto. CÁRDENAS, Leopoldo (2006). Simulación y análisis de Sistemas con Promodel. Editorial Prentice Hall.

Lee Krajewski, Larry Ritzman (2008). Administración de operaciones: Líneas de Espera. Editorial Pearson Prentice Hall.

Handy A. Taha (2004). Investigación de Operaciones: Sistemas de Colas. Editorial Pearson Prentice Hall.

Hillier, Frederick; Liberman, Gerald J. (2002). Investigación de operaciones. Editorial McGraw-Hill.

Pazos. Gonzáles (2003). Teoría de Colas y Simulación de Eventos Discretos. Editorial Prentice Hall.

Wayne, Winston (1995). Investigación de Operaciones. Editorial Íbero América.

Moskowitz, H. y Wright G.P. (1991). Investigación de Operaciones. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

Nylon Batlinfy (1995). Técnicas de Simulación a través de computadoras. Editorial McGraw Hill. Páginas 22.

Kotler y Armstrong (2003). Fundamentos de Marketing. Edición 6 Prentice Hall. Pag.10, 11.

Parasuraman A, Zeithaml A y Berry L. (1988). Calidad total en la gestión de servicios. Madrid: Díaz de Santos.

Philip Kotler. Dirección de Mercadotecnia. Edición 8va. Pag. 40,41.

Sikula Andrew (1988). Administración de personal. 2ª ed. Editorial Limusa. México, Pág. 17.

## Bibliografía Tesis Referenciales:

Aguilar Alvarado Gabriela (2014), Aplicación de la teoría de colas para optimizar los tiempos de espera de los pacientes de medicina general de la unidad comunitaria de salud familiar Zacamil, municipio de Mexicanos, departamento de San Salvador. (Tesis de Titulación). Universidad de El Salvador.

Ayala Izaguirre Esther (2007). Análisis y aplicación de la teoría de colas en un centro médico de Consulta externa. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Caicedo Ramírez Ana María (2013). Implementación de un plan estratégico de mejoramiento del servicio al cliente en el call center para Directv Ecuador. (Tesis de Titulación). Universidad San Buenaventura, Calí.

Cazorla Huaraca Franklin Rodolfo (2014), Análisis estadístico mediante la teoría de colas para determinar el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del Hospital Provincial General Docente de Riobamba. (Tesis de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

González Restrepo Mauricio (2010). Aplicación de teoría de colas en los semáforos para mejorar la movilidad en la carrera 7 entre calles 15 y 20 de la ciudad de Pereira. (Tesis de Titulación). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira

Guevara Granja Ana (2011). Optimización del sistema hospitalario Ecuatoriano: Estudio, modelización, simulación y minimización de tiempos de espera de pacientes de consulta externa. Caso del hospital de especialidades Eugenio Espejo. (Tesis de Titulación). Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Martínez Muñoz Juan Carlos (2012), Plan de mejoramiento para algunos procesos del Banco Santander S.A. (Tesis de Titulación). Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali.

Moya Sanz María Amparo (2005), Aplicación de un modelo de simulación a la gestión de las listas de espera de consultas externas de cirugía de un Hospital Comarcal. (Tesis de Titulación). Universidad de Valencia, España.

Palma Robles María de los Ángeles (2012), Mejoramiento de la gestión del servicio al cliente por medio de la aplicación de la teoría de colas en una central de asistencias. (Tesis de Titulación). Universidad San Carlos de Guatemala.

Villatoro Girón Marisa Eugenia (2004), Optimización del Servicio al Cliente en una Institución Bancaria Privada. (Tesis de Titulación). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Wong, P. (2009). Tesis para optar el título de Ingeniera Industrial. Propuesta de mejora del proceso de admisión en una empresa privada que brinda servicios de salud ambulatorio. Lima, Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Zevallos, P. W. (2009). Tesis para optar el título de Ingeniería Industrial. Propuesta de mejora del proceso de admisión en una empresa privada que brinda servicios de salud ambulatorios.

#### Bibliografía Electrónica:

“Teoría de Colas” Posteado 28 de enero 2015. Disponible en la web: [https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa\\_de\\_colas](https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_colas)

ZARAGOZA HEREDIA, Alberto. Teoría de Colas. Recuperado de [http://exa.unne.edu.ar/informatica/evalua/Sitio%20Oficial%20ESPD-Temas%20Adicionales/teoria\\_de\\_colas.pdf](http://exa.unne.edu.ar/informatica/evalua/Sitio%20Oficial%20ESPD-Temas%20Adicionales/teoria_de_colas.pdf)

“Call center”. Disponible en la web <http://elastixtech.com/fundamentos-de-telefonía/operacion-de-un-call-center/>

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

OPTIMIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE RECURSOS PARA LA MEJORA DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN DE UN CALL CENTER DE EVALUACIÓN DE CRÉDITOS DE LA EMPRESA EDPYME GMG SERVICIOS PERU S.A.						
PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES		METODOLOGIA
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL		HIPÓTESIS PRINCIPAL	OPTIMIZACION Y SIMULACIÓN DE RECURSOS		• TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
		ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN		DIMENSIONES	INDICADORES	
¿EN QUÉ MEDIDA LA <b>OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS</b> CONTRIBUIRÁ A REDUCIR LOS <b>COSTOS DE OPERACIÓN</b> DE UN CALL CENTER CREDITOS EN LA EMPRESA GMG SERVICIOS DEL PERU?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA <b>OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS</b> CONTRIBUIRÁ A REDUCIR LOS <b>COSTOS DE OPERACIÓN</b> DE UN CALL CENTER CREDITOS EN LA EMPRESA GMGEMPRESA GMG SERVICIOS DEL PERU.	<p>* Fredy Gómez Jiménez (2008), Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera, Revista: Universidad EAFIT, Colombia, Paginas: 51 - 63</p> <p>* Guevara Granja, et. Al (2011), Optimización del Sistema Hospitalario Ecuatoriano: Estudio, modelización, simulación y minimización de tiempos de espera de pacientes de consulta externa; Caso del hospital de especialidades Eugenio Espejo. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.</p>	LA <b>OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS</b> CONTRIBUIRÁ A REDUCIR SIGNIFICATIVAMENTE LOS <b>COSTOS DE OPERACIÓN</b> DE UN CALL CENTER CREDITOS EN LA EMPRESA GMG SERVICIOS DEL PERÚ.	*SIMULACIÓN	1) EFICIENCIA EN LA LINEAS DE ESPERA.	INVESTIGACION ES APLICADA PORQUE PROPONE UN NUEVO MODELO A FIN DE MEJORAR LOS PROCESOS. GONZALES, et. Al (2011).  DISEÑO DE INVESTIGACION ES DE TIPO EXPERIMENTAL, TRANSVERSAL Y CAUSAL PORQUE ANALIZA LA RECOLECCION DE DATOS EN UN UNICO MOMENTO. GONZALES, et. Al (2011)
					2) TIEMPO DE ESPERA EN ATENCIÓN AL USUARIO	
				*COSTOS DE OPERACIÓN	1) OPTIMA ASIGNACIÓN DE RECURSOS	La población es la empresa GMG Servicios del Perú. La muestra es el call center de evaluación de creditos, que cuentan
PROBLEMAS SECUNDARIOS	OBJETIVOS SECUNDARIOS	BASES TEÓRICAS VINCULADAS A LAS VARIABLE(S) DE ESTUDIO	HIPÓTESIS SECUNDARIAS		2) AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD	• TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
¿EN QUE MEDIDA UNA NUEVA <b>DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS</b> QUE RESULTA DE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS CONTRIBUIRÁ A MEJORAR LOS <b>TIEMPOS DE ESPERA</b> EN UN CALL CENTER DE EVALUACION DE CREDITOS EN LA EMPRESA GMG SERVICIOS DEL PERU?	DETERMINAR EN QUE MEDIDA UNA <b>DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS</b> QUE RESULTA DE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS CONTRIBUIRÁ A MEJORAR LOS <b>TIEMPOS DE ESPERA</b> EN UN CALL CENTER DE EVALUACION DE CREDITOS EN LA EMPRESA GMG SERVICIOS DEL PERU	<p>* Pazos. Gonzáles (2003). Díaz Teoría de Colas y Simulación de Eventos Discretos. Editorial Prentice Hall</p> <p>* Wayne, Winston (1995). Investigación de Operaciones. Editorial Íbero América.</p>	LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA <b>DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS</b> QUE RESULTA DE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS CONTRIBUIRÁN A MEJORAR LOS <b>TIEMPOS DE ESPERA</b> EN UN CALL CENTER DE EVALUACION DE CREDITOS EN LA EMPRESA GMG SERVICIOS DEL PERU	*RENDIMIENTO	1) INDICADORES DE DESEMPEÑO	Se utilizara las siguientes técnicas e instrumentos: * Teoría de Colas  *Medición de tiempos y trabajo
					2) TASA DE SERVICIO	*Diagrama de causa y efecto
¿EN QUE MEDIDA LA <b>SIMULACIÓN DEL SISTEMA PROMODEL</b> QUE RESULTA DE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS CONTRIBUIRÁ A MEJORAR EL <b>TIEMPO DE ESPERA</b> EN UN CALL CENTER DE EVALUACION DE CREDITOS EN LA EMPRESA GMG SERVICIOS DEL PERU?	DETERMINAR EN QUE MEDIDA FAVORECERÁ LA <b>SIMULACIÓN DEL SISTEMA PROMODEL</b> QUE RESULTA DE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS QUE CONTRIBUIRÁ A MEJORAR EL <b>TIEMPO DE ESPERA</b> EN UN CALL CENTER DE EVALUACION DE CREDITOS EN LA EMPRESA GMG SERVICIOS DEL PERU.	<p>* Hillier Lieberman (2001). Introducción a la Investigación de Operaciones. Editorial: McGraw Hill. Pág. 862.</p> <p>* Handy Taha (2004). Introducción a la Investigación de Operaciones. Editorial: Prentice Hall. Número de Páginas: 1568.</p>	LA <b>SIMULACIÓN DEL SISTEMA PROMODEL</b> QUE RESULTA DE LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS QUE CONTRIBUIRÁ A MEJORAR EL <b>TIEMPO DE ESPERA</b> EN UN CALL CENTER DE EVALUACION DE CREDITOS EN LA EMPRESA GMG SERVICIOS DEL PERU.			Se utilizará tablas dinamicas y graficos dinamicos, software Win QSB necesario para la teoría de colas, diagramas de flujo para tener mejor panorama de los procesos y analisis estadístico en general.
		* Nylon Batlinfy (1995). Técnicas de Simulación a través de computadoras. Editorial McGraw Hill. Paginas 22				

## ANEXO 2: FOTOS.

Foto 01: Call center de Créditos de la empresa Edpyme GMG Perú 2015



Foto 02: Call center de Créditos de la empresa Edpyme GMG Perú 2015



Foto 03: Call center de Créditos de la empresa Edpyme GMG Perú 2015

