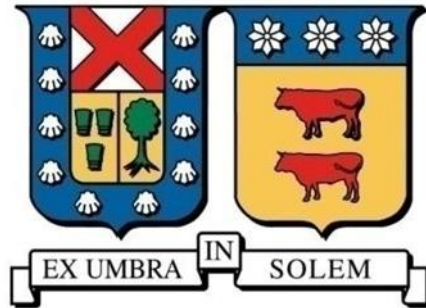

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTAMARIA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA
SANTIAGO - CHILE



**PROPUESTA DE LA DOTACION DE PERSONAL DEL CALL CENTER,
MEDIANTE UN MODELAMIENTO MATEMATICO.
CASO APLICADO : METROGAS S.A**

MARIA PILAR AGÜERO SALDAÑA

**MEMORIA PARA OBTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

PROFESOR GUÍA : SR. GONZALO AMESTICA H.

PROFESOR CORREFERENTE : SR. VICTOR ALBORNOZ S.

A Dios;

Por darme el valor y las fuerzas en momentos adversos,
Por regalarme un nuevo día de Vida
Junto al regalo más hermoso de mi existencia, mi hija,

A mis queridos Padres;

“Los incondicionales que siempre han estado,
Los amigos que nunca me han fallado,
Por eso y por la vida que me han regalado
Comparto éste éxito,
Que con ustedes he logrado.

A mis amigos

Que me han apoyado, motivado y acompañado en
Esta aventura
Oscar, Peggi y Rodrigo



Agradecimientos

Agradezco a Ricardo Ramírez quien me apoyo y me entrego la información necesaria para la realización de esta Memoria, gracias por tu tiempo y dedicación.

Agradezco al Profesor Gonzalo Améstica, por darme el impulso para realizar este trabajo, por su paciencia y comprensión.



Índice de Contenidos

Capítulo 1

Problema de investigación	12
--	----

Capítulo 2

Objetivos	15
------------------------	----

2.1 Objetivos Específicos	15
------------------------------------	----

2.2 Objetivos Específicos	15
------------------------------------	----

Capítulo3

Marco Teórico	16
----------------------------	----

3.1 Call center.....	16
-------------------------	----

3.1.1 Definición.....	16
--------------------------	----

3.1.2 Modelo General.....	18
------------------------------	----

3.1.3 Indicadores De Performance	19
---	----

3.2 Teoría de tráfico de llamadas	20
--	----

3.2.1 Teoría De Colas.	21
--------------------------------	----

3.2.1.1 Modelo M/M/S	22
-------------------------------	----

3.2.1.2 Modelo M/M/S+k	24
---------------------------------	----

3.2.1.3 Modelo M/M/S/K	25
---------------------------------	----

3.3 Identificación De Estados Estacionarios.	27
--	----

3.3.1 Test No Paramétrico De Adherencia De Kolmogorov-Smirnov.	27
--	----

3.4 Modelos De Pronóstico	28
------------------------------------	----

3.4.1 Definición De Serie De Tiempo	28
--	----

3.4.1.1 Promedios móviles	29
------------------------------------	----

3.4.1.2 Modelo de Descomposición	30
---	----

3.4.1.3 Modelo de Winter	31
-----------------------------------	----

3.4.2 Errores de Pronóstico	33
--------------------------------------	----



Capítulo 4

Antecedentes	34
4.1 La Empresa	34
4.1.1 Su Historia.....	34
4.1.2 Misión	35
4.1.3 Visión.....	36
4.1.4 Centro De Contacto.....	36
4.1.5 Nivel Actual del Call Center	38
4.1.6 Horarios de Atención:.....	39
4.1.7 Turnos	39
4.1.7.1 Distribución de agentes	41

Capítulo 5

Metodología	43
5.1 Análisis Descriptivo De La Gestión De La Demanda Del Call Center.	43
5.2 Modelo Probabilístico Aplicado A Un Call-Center	44
5.3 Cantidad De Agentes Teóricos.	46
5.4 Pronostico De Llamadas	46

Capítulo 6

Análisis Y Resultados Empíricos	48
6.1 Análisis Descriptivo De La Demanda En El Call Center	48
6.1.1 Llamadas Recibidas en la empresa Distribuidora De gas Natural, 2013 a 2016.....	48
6.1.2 Llamadas perdidas o abandonadas en la empresa Distribuidora De gas Natural, 2013 a 2016	54
6.1.3 Tiempo de servicio en la empresa Distribuidora De gas Natural, 2016	59
6.2 Modelo Probabilístico	62
6.3 Agentes Requeridos Promedios Para Los Días De La Semana En El Call Center De Metrogas.	72



6.4	Pronóstico De Llamadas Recibidas.....	75
6.4.1	-Análisis de Modelo de Serie de tiempo.....	76
6.4.2	Diseño de Pronóstico por descomposición Clásica de serie de tiempo.....	79
6.4.2.1	Tendencia:.....	80
6.4.2.2	Estacionalidad:.....	80
6.4.2.3	Predicción.....	82
Capítulo 7		
Conclusiones Y Posibilidades De Trabajo Futuro		84
7.1	Conclusiones.....	84
7.2	Posibilidades De Trabajo Futuro.....	86
Capítulo 8		
Bibliografía		88
Capítulo 9		
Anexos		90



Índice de Tablas

Tabla N° 1 Horario del Call Center.....	39
Tabla N° 2 Turnos Agentes Call Center (Lunes a Viernes)	40
Tabla N° 3 Turnos Agentes Call Center (Lunes a Sábado)	40
Tabla N° 4 Turnos Agentes Call Center (Lunes, Martes, Miércoles y Sábado)	41
Tabla N° 5 Número de agentes asignado a cada turno	41
Tabla N° 6 Agentes por franja horaria.	42
Tabla N° 7 Llamadas recibidas en El Call Center de la empresa distribuidora de gas Natural entre 2013 a 2016	49
Tabla N° 8 Distribuciones de Probabilidad.....	53
Tabla N° 9 Llamadas recibidas en El Call Center de la empresa distribuidora de gas Natural entre 2013 a 2016	55
Tabla N° 10 porcentaje de Llamadas perdida por franja horaria en el año 2016 de la empresa distribuidora de gas.	57
Tabla N° 11 Llamadas perdidas en 2016 por tiempo de espera.	58
Tabla N° 12 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas.....	62
Tabla N° 13 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas Martes.....	63
Tabla N° 14 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas Miércoles.....	64
Tabla N° 15 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas Jueves	65
Tabla N° 16 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas Jueves	66
Tabla N° 17 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas Viernes	67
Tabla N° 18 Distribuciones de Probabilidad.....	68
Tabla N° 19 Promedio Anual de agentes operativos por día y franja horaria del año 2016	74
Tabla N° 20 Número de Llamadas recibidas en la empresa distribuidora de Gas entre los años 2013 y 2016.....	75
Tabla N° 21 Comparativa de métodos de series de tiempo	78
Tabla N° 22 Índices Estacionales del Modelo Descomposición de la Serie	81
Tabla N° 23 Valores del Pronóstico de Llamadas para el año 2017	82



Índice de Gráficos

Gráfico N° 1 Tendencia De las Llamadas recibidas en la empresa Distribuidora de gas 2013 a 2016.....	50
Gráfico N° 2 Distribución en Franja Horaria De las Llamadas recibidas en la empresa Distribuidora de gas durante el año 2016.....	51
Gráfico N° 3 Perfil semanal de llamadas de la Empresa distribuidora de gas durante el año 2016.	52
Gráfico N° 4 Mínimos y Máximos de Llamadas Promedio Recibidas.	53
Gráfico N° 5 Tendencia De las Llamadas Perdidas en la empresa Distribuidora de gas 2013 a 2016.....	55
Gráfico N° 6: Llamadas perdidas por hora y mes en la empresa distribuidora de gas durante el año 2016	56
Gráfico N° 7 Tiempo Hablado en la empresa Distribuidora de Gas Natural 2016	59
Gráfico N° 8 Tiempo Wrap en la empresa Distribuidora de Gas Natural 2016	60
Gráfico N° 9 Tiempo Hold en la empresa Distribuidora de Gas Natural 2016	61
Gráfico N° 10 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson.	62
Gráfico N° 11 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson	63
Gráfico N° 12 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson	64
Gráfico N° 13 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson	65
Gráfico N° 14 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson	66
Gráfico N° 15 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson	67
Gráfico N° 16 Distribución Exponencial de las Llamadas Recibidas.....	68
Gráfico N° 17 Distribución Exponencial de las Llamadas Recibidas.....	70
Gráfico N° 18 Distribución Poissoniana para lunes 25 de Enero, 2016	71
Gráfico N° 19 Distribución Poissoniana para viernes 24 de Junio, 2016	71
Gráfico N° 20 Agentes Mínimos Requeridos para el promedio de las llamadas de los días Lunes, martes Miercoles Jueves Viernes y sábados	72
Gráfico N° 21 Pronostico mediante Modelo de Descomposición de Serie	76

Gráfico N° 22 Pronostico mediante el modelo Promedio Móviles con $n=3$	77
Gráfico N° 23 Pronostico mediante el Modelo Winter	78
Gráfico N° 24 Pronostico y tendencia por descomposición Clasica de Serie de tiempo .	79
Gráfico N° 25 Análisis estacional de la serie de tiempo	80
Gráfico N° 26 Predicción de Las Llamadas Recibidas en el Periodo 2017	82



Índice de Figuras

Figura N° 1 Modelo General de un Call Center.....	18
Figura N° 2 Fracción de una cadena de transición del modelo M/M/S	22
Figura N° 3 Esquema del mecanismo de cola del modelo M/M/S	23
Figura N° 4 Fracción de una cadena de transición del modelo M/M/S+k	25
Figura N° 5 Esquema del mecanismo de cola del modelo M/M/S+k	25
Figura N° 6 Organigrama del área operativa del Call center, perteneciente a una empresa Distribuidora de Gas Natural	37



Resumen Ejecutivo

Esta memoria se realiza en el contexto de los sistemas de información del Call center interno de la empresa Distribuidora de Gas natural Metrogas S.A, específicamente del área del Servicio al Cliente. El objetivo principal, es presentar una propuesta de la dotación de personal del Call Center, mediante un modelamiento matemático que permita determinar la cantidad necesaria de agentes, para un nivel de servicio satisfactorio al cliente y una adecuada utilización de los recursos humanos de esta área.

Para el desarrollo de dicho objetivo, se realizó un análisis descriptivo de la demanda del Call Center en un periodo de 4 años, para luego centrarse en el comportamiento del tráfico de las llamadas del año más reciente. De esta manera se observaron las tendencias y comportamientos de las llamadas por años, meses, día, y franja horaria.

Previo al cálculo de los agentes teóricos, se comprobó que el ingreso de las llamadas se realiza a través de un proceso de Poisson, siendo aplicado como modelo Markoviano, lo cual nos permitió calcular los agentes, utilizando para ello la fórmula de Erlang C; para un nivel de servicio del 90% de llamadas contestadas antes de los 16 segundos. De esta manera se realizó una propuesta de la dotación de personal del Call Center para los seis días de la semana y las 11 horas del día correspondiente al rango de las 8 am a 19 pm.

Finalmente, se realizó un pronóstico del número de Llamadas entrantes para el año subsiguiente, mediante un modelo de series de tiempo que mejor estimara dicha demanda.

Abstract

This report is made in the context of the information systems of the internal Call Center of the company Distribuidora de Gas natural Metrogas S. A, specifically in the area of Customer Service. The main objective, is to present a proposal for the staffing of the Call Center, by means of a mathematical modeling that allows to determine the necessary number of agents, for a satisfactory level of service to the client and an adequate use of the human resources of this area.

In order to develop this objective a descriptive analysis of the Call Center demand was carried out over a period of 4 years, to then focus on the traffic behavior of calls in the most recent year. In this way, the trends and behavior of the calls were observed by years, months, days, and time bands. .

Prior to the calculation of the theoretical agents, it was verified that the incoming calls are made through a Poisson process, being applied as Markoviano model, which allowed us to calculate the agents, using the formula of Erlang C; for a service level of 90% of calls answered before 16 seconds. In this way, a proposal was made for the staffing of the Call Center for six days a week and 11 hours a day in the range of 8 am to 19 pm.

Finally, a forecast of the number of incoming calls for the following year was made, using a time series model that best estimated the demand.

Capítulo 1

Problema de investigación

Existe una frase escrita por Charles Darwin en su libro “El Origen de las especies” que señala: “Las especies que sobreviven no son las más fuertes, ni las más inteligentes; sino aquellas que se adaptan mejor al cambio” (Darwin, 2009). Extrapolando esta frase hacia el mundo de los negocios podríamos decir que las empresas que se adaptan mejor a los constantes cambios son las que van a mantenerse en el mercado y vencerán a sus competidores. Las empresas debido a estos cambios deben enfocarse por completo en las actividades que realizan, las caracterizan, las definen y las diferencian en el mercado transmitiendo una imagen profesional y competitiva en todo momento.

Es como así que METROGAS S.A., empresa distribuidora de gas natural que posee una penetración de mercado en la Región Metropolitana de un 84 %, desde el año 2011 ha tomado desafíos denominado Savia 700 (memoria Anual 2012), el cual buscó aumentar la cartera de clientes a un total de 700.000 clientes nuevos. Durante el año 2013 aumentó su participación en el mercado residencial y comercial por 319 millones de m³, un 6,3% superior al año 2012, (memoria Anual 2013); en 2014, Metrogas continúa llevando a cabo diversas iniciativas con el fin de abastecer de manera oportuna y eficiente a más clientes, para ello, la compañía ampliará la red de distribución residencial y comercial a la Región de O’Higgins, y distribuirá gas al resto del país (memoria Anual 2015).

Este aumento cuantitativo de clientes lleva necesariamente a la busca y encuentro de nuevas mejoras gerenciales, de administración y de relacionamiento con clientes, miembros de canales de ventas y agentes de atención al consumidor.

El consumidor que, en las últimas dos décadas, ha desplazado el poder de las empresas, adquiriendo ellos el poder, en lugar de que las empresas tengan la capacidad de influir en los clientes por medio de la tecnología, los clientes con frecuencia manipulan a

las empresas debido a su acceso a la información, la capacidad de compra comparada y el control que tienen sobre el gasto (Ferrell & Hardine, 2012).

Las empresas que entienden esta nueva dinámica del mercado, saben que escuchar y entender lo que el cliente desea es la clave para ir amoldando los procesos de negocio a lo que se espera de ellas, desarrollando productos/servicios innovadores, ajustando procesos, mejorando prácticas y evolucionando continuamente de manera alineada con las expectativas de los clientes (Gil-Lafuente & Bassa, 2011).

Es en este punto, es que la atención del cliente toma una importancia fundamental. Cada vez más compañías entienden la importancia del Call center como aliado estratégico, a medida que la empresa crece y los clientes se multiplican, resulta imprescindible contar con un canal que se convierta en el nexo entre el cliente final y la empresa; es en este ambiente que surge como efectivo y necesario el Call-Center.

Es así, que el nivel servicio que ofrece un Call center, va más allá de la solución de un problema, pues puede significar la fidelización de un cliente o la pérdida de éste. El contacto entre un agente del Call center y un cliente, desde el momento de saludo, hasta que se cierra una llamada, le da la oportunidad al cliente para referenciar los productos de una empresa y ayudar a captar más clientes, así como también, puede producir todo lo contrario, generando la pérdida de actuales y potenciales clientes.

La calidad de servicio se ha constituido como un factor determinante para los clientes al momento de decidirse por un producto o servicio (Horovitz, 2000). Uno de los aspectos de la calidad de servicio, que se puede cuantificar fácilmente, es el tiempo: nadie quiere pasar demasiado tiempo esperando ser atendido por la empresa que nos da un servicio. Es por esta razón que las tareas de dimensionamiento de recursos en actividades relacionadas con el servicio al cliente son importantes, pues no solo es necesario cuantificar la mínima cantidad de recursos que se necesitan para atender a los clientes, sino también considerar un determinado nivel de servicio para ello (Chavez Cabello, 2006). Conocer cuál es la percepción de un cliente cuando debe llamar a un Call center para obtener un servicio, se hace cada vez más importante.



La importancia de contar con un Call Center óptimo, que en muchos casos es el único referente que tiene el cliente para juzgar si se le brinda una atención adecuada y que proporcione información de primera mano sobre la evolución de las necesidades de los clientes, radica en que, incrementando la satisfacción de éstos se garantiza el desarrollo y supervivencia de la organización, para esto es necesario determinar y aplicar procesos de mejora continua, que permitan mantener a la empresa en constante evolución.

Uno de los objetivos en el diseño y gestión óptima de un Call center, es precisamente lograr un balance entre la calidad de servicio que se brinda y la eficiencia con que se utilizan estos recursos, con la finalidad de utilizarlos de la manera más eficaz y eficiente posible, buscando incrementar su rentabilidad. Determinar el número correcto de agentes, es decir, no sobredimensionar su número, ni contratar menos personal del requerido, puede ser considerado el primer paso para iniciar una operación, ya que este factor cuantifica la cantidad de recursos necesarios, lo que debe ser evaluado cada vez que la organización incremente su operación y esto es a lo que apunta el desarrollo de esta memoria, entregar una propuesta de la dotación del personal del Call Center.

Capítulo 2

Objetivos

2.1 OBJETIVO GENERAL

Entregar una propuesta de la dotación de personal del Call Center perteneciente a una empresa de distribución de gas natural, mediante un modelamiento matemático que permita determinar la cantidad necesaria de agentes, para un nivel de servicio satisfactorio al cliente y una adecuada utilización de los recursos humanos de esta área.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Análisis Descriptivo del comportamiento del Call Center

- Elaborar pronósticos a corto y mediano plazo utilizando un enfoque científico, que permita predecir el comportamiento del tráfico de llamadas.

- Automatizar las tareas de dimensionamiento utilizando una aplicación computacional que permita visualizar rápidamente el número de agentes necesarios de acuerdo al tráfico de llamadas.

Capítulo 3

Marco Teórico

Las empresas de hoy en día enfocan gran cantidad de sus recursos y esfuerzos en tratar de satisfacer las necesidades y deseos de sus clientes. El atraer nuevos clientes, involucra por lo general, un mayor esfuerzo, tanto en planeamiento y ejecución como en utilización de recursos. El utilizar estos recursos escasos de manera eficiente, requiere como pilar central, el identificar y valorar los clientes, tanto los actuales como los potenciales. El identificar el valor de un cliente, en relación con otros clientes, permite a la empresa priorizar esfuerzos y dedicar más recursos para conseguir que los clientes más valiosos sigan siendo leales, permitiendo que fruto de esa relación empresa-cliente, la empresa crezca y aumente su valor. Satisfacer las expectativas del cliente, es la base para establecer una buena relación y ganarse su lealtad.

Los Call Center en la actualidad, se consideran un vínculo importante entre la empresa y el cliente. Además, se definen como centros de atención telefónica, los cuales brindan variedad de servicios como: mesa de ayuda y soporte técnico, consultas e información sobre productos y servicios, investigaciones y encuestas, entre otros (Chavez Cabello, 2006).

3.1 CALL CENTER

3.1.1 Definición

El Call Center es un centro de atención telefónica que se utiliza como punto de unión entre la empresa y el cliente y está enclavado en el departamento de atención al cliente.



Los Call Centers nacieron de la oportunidad de prestar un servicio inmediato al cliente a través del teléfono. Al principio era principalmente informativo y tenía un carácter de servicio accesorio a la oferta principal del producto. Sin embargo, se expandió considerablemente, debido fundamentalmente a dos factores:

- Fuerte competencia: que convirtió un servicio de lujo en un canal habitual y necesario de contacto con el cliente.

-Fuerte demanda del cliente particular: que cada vez goza de menos tiempo de ocio y por tanto le da más valor a su tiempo libre.

Pero, sí hubo y hay un factor clave es el avance tecnológico, el cual está ayudando a reducir considerablemente el tiempo de respuesta. Esto hace que el número y tipo de productos y servicios ofrecidos y realizados a través del teléfono aumente llegando a cubrir prácticamente todo el ciclo de relación con el cliente.

Gracias a los avances tecnológicos, el Call Center ha dejado de ser un mero gestor de llamadas para convertirse en un importante elemento del sistema CRM (Customer Relations Management) de las empresas (Muñiz Gonzalez, 2003).

Si la tecnología es importante, lo son aún más, convirtiéndose en la pieza clave, las personas.

Estas personas que se alejan del perfil de hace un lustro de señorita con voz agradable, papel y bolígrafo que se limitaba a dar información cuando recibía una llamada, para pasar a desempeñar la figura de un operador que maneja simultáneamente y con gran destreza el teléfono, la informática y a la persona que está al otro lado. Es decir, lo que actualmente prima es la calificación del profesional que atiende al teléfono, la sonrisa se queda en simple anécdota.

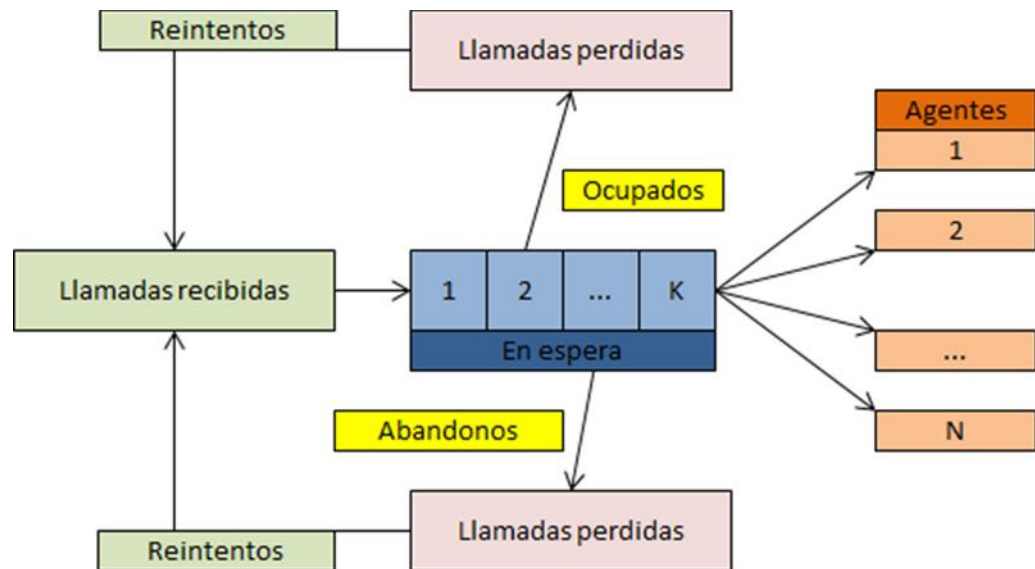
Tecnología y personas, los dos pilares sobre los que se debe sustentar el presente y futuro del Call Center para convertirse en una oportunidad estratégica de mostrar ante

el mercado un contenido y una eficacia diferencial respecto a la competencia (Muñiz Gonzalez, 2003).

3.1.2 Modelo General

Un Call Center consiste en un complejo sistema, tanto desde el punto de vista tecnológico, como en lo que refiere a la interacción humana. La figura N° 1, muestra un modelo general de lo que puede ser un Call center con un solo tipo de llamada entrante (Ger, 2013).

Figura N° 1 Modelo General de un Call Center



Fuente: Elaboración propia en base a información de ingeniería de Teletráfico.

En el mismo se puede ver un sistema con N agentes atendiendo llamadas y $N + K$ líneas telefónicas (con $K \geq 0$).

Un cliente cuando llama tiene tres resultados posibles:

1. Ser atendido inmediatamente si hay algún agente libre.
2. Esperar en cola, si todos los agentes están ocupados y hay líneas libres.
3. Ser bloqueado, por no haber líneas disponibles.

Luego, para el caso del cliente que queda en cola existen dos posibilidades:

1. Esperar hasta ser atendido, cuando algún agente se libere.
2. Abandonar el sistema sin ser atendido.

Además, existen los reintentos, tanto para el caso de bloqueos como de abandonos, siendo estos los clientes que vuelven a llamar. Por otro lado, se tienen los retornos, que corresponden a clientes que fueron atendidos, pero por alguna razón, vuelven a comunicarse con el *Call center* (Gil-Lafuente & Bassa, 2011).

3.1.3 Indicadores de performance

A continuación, se presenta una lista con los principales indicadores utilizados para analizar la performance de un Call center. Se considera la variable aleatoria W , que mide el tiempo de espera de los clientes para ser atendidos.

Grado de servicio: Es el indicador de desempeño principal, desde el punto de vista del cliente. En general se lo denomina SL , por su nombre en inglés Service Level. Corresponde al porcentaje de llamadas que son atendidas antes de una cierta demora fija, parámetro que se elige según la calidad de servicio que se quiere brindar.

$$SL = \frac{\text{N}^\circ \text{ de llamadas atendidas antes de AWT}}{\text{N}^\circ \text{ de llamadas atendidas}}$$

Siendo el AWT el tiempo medio de espera aceptable y W el tiempo de espera. En términos estocásticos, el nivel de servicio es:

$$SL = P(W < AWT)$$

Tiempo Medio de Espera: Es el tiempo medio que espera un cliente en ser atendido. Se denomina en general como ASA, sigla en inglés de Average Speed of Answer.

$$ASA = E\{W\}$$

Porcentaje de abandonos: Corresponde a la fracción de llamadas del total que arriban, en que los clientes abandonan por agotar su paciencia.

$$P(Ab) = \frac{N^{\circ} \text{ de abandonos}}{N^{\circ} \text{ total de arribos}}$$

Una variante de este indicador es contabilizar solamente aquellos abandonos que aguardan un tiempo mínimo (ϵ pequeño), eliminando de esta forma a los clientes ansiosos.

$$P(Ab|W > \epsilon) = \frac{N^{\circ} \text{ de abandonos que esperan mas de } \epsilon}{N^{\circ} \text{ total de arribos}}$$

Porcentaje de ocupación de los agentes: Corresponde a la fracción de tiempo total que opera el Call center, en que los agentes están atendiendo llamadas.

$$P(Bsy) = \frac{\sum_{AGENTES} \text{Tiempo atendiendo llamadas}}{\text{Tiempo total de trabajo de call center}}$$

3.2 TEORÍA DE TRÁFICO DE LLAMADAS

Debido a que el *Call Center* actúa encolando las llamadas, la teoría matemática que se utiliza en la atención, es la teoría de colas. La teoría de colas es especialmente aplicable a situaciones en las que se dan una serie de operaciones que pueden diferir de un cliente a otro, y con tiempos diferentes (Hillier y Lieberman, 2006; Taha, 1999;

Anderson et al, 2001). Según Cleveland (1997) para programar las necesidades de personal en un centro de llamadas no es válido el uso de tasas medias de carga de trabajo; así, si se supone que un operador puede atender 20 llamadas por hora, no se puede concluir que son necesarios 5 operadores para una tasa de entrada de 100 llamadas por hora ya que se perderían llamadas, dado que la atención no es demorable, y afirma que en general, trabajos con tiempo de respuesta inferiores a 24 horas requieren el uso de modelos que tengan en cuenta la aleatoriedad en las demandas de servicio, razón por la que recomienda el uso de la teoría de colas. La teoría de colas tiene como objeto estudiar el problema que se presenta cuando se tiene un centro de servicio con una capacidad limitada, y un conjunto de clientes, a ser servidos, quienes llegan en forma aleatoria al centro de servicios, cuando éste está saturado el próximo cliente se envía a una lista de espera.

3.2.1 Teoría De Colas.

La teoría de colas es una disciplina encuadrada en la investigación de operaciones especialmente desarrollada por el área de conocimiento de la Ingeniería de Teletráfico para los casos del cálculo de necesidades de personal (Staffing) en el funcionamiento operativo de centros de atención de llamadas, cuyo estudio se centra en la descripción y determinación de soluciones de los fenómenos de congestión, es decir, aquellas situaciones en las que algún cliente ha de ser atendido y es posible que para ello deba esperar a que el servidor esté disponible, o de otro modo, el estudio de la espera. Los clientes pueden ser personas o materiales, y a su vez los servidores pueden ser personas o no.

Los diferentes modelos de teoría de colas pueden distinguirse por la manera como tratan a los clientes y se identifican por la notación de Kendall: A/B/S/K.

A: comportamiento de la llegada de los clientes. Si $A=M$ es un proceso de Poisson, es decir, la distribución entre tiempos de llegada es exponencial.

B: Distribución de la duración del tiempo de servicio. M si es exponencial, D si es determinística y G para una distribución general.

S: Cantidad de servidores.

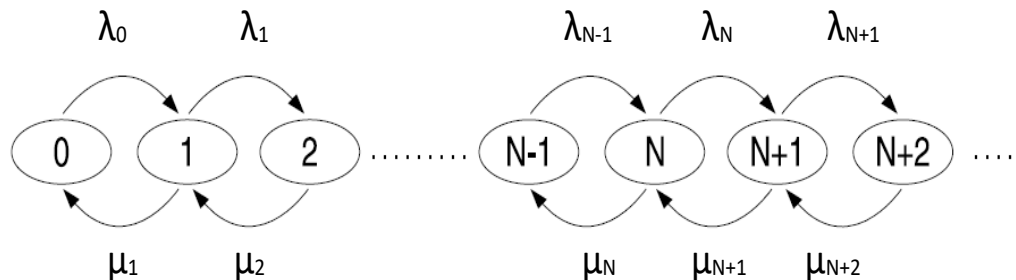
K: Capacidad máxima de clientes entre los servidores y la cola de espera.



3.2.1.1 Modelo M/M/S

Es también conocido como Erlang-C en ingeniería de teletráfico. Supone que las llegadas siguen una distribución de Poisson y los tiempos de servicio una distribución Exponencial negativa. En general, es un proceso estocástico de dos variables aleatorias, llegadas y tiempo de servicio, observadas en el tiempo. Es un proceso en tiempo continuo y con espacio de estados discreto, ya que se quiere conocer en un instante dado $T=[0,23]$ el número de llamadas que se reciben $R=\{0,1,2,3,\dots\}$ y el número de usuarios que se han atendido $A=\{0,1,2,3,\dots\}$. Usualmente se denomina un proceso de Poisson, que es un proceso de nacimiento y muerte. Asimismo, puede analizarse como un proceso Markoviano de ciclo continuo. La Figura N° 2 representa una fracción de la cadena de transición del modelo.

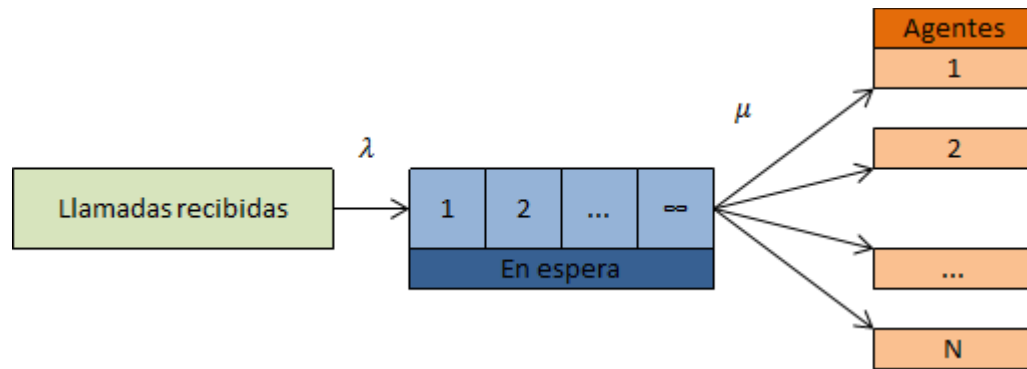
Figura N° 2 Fracción de una cadena de transición del modelo M/M/S



Fuente: Elaboración propia en base a proceso de nacimiento y Muerte de cadenas de Markov.

Se observa que el estado en un momento determinado depende de las llegadas (λ) del periodo anterior y las salidas (μ) del periodo actual, debiendo darse que la tasa de entradas ha de ser inferior a la tasa de salidas para alcanzar el equilibrio, lo que se obtiene resolviendo las ecuaciones de Chapman-Kolmogorov (Hillier & Lieberman, 1997).

Figura N° 3 Esquema del mecanismo de cola del modelo M/M/S



Fuente: Elaboración propia en base a Modelo de Teoría de Colas.

En la figura N°3, se esquematiza el modelo M/M/S, en el que se indica cómo llegan los usuarios al sistema (λ), se genera una cola, y pasan a ser atendidos inicialmente por los agentes (μ). No se toma en cuenta las demás posibilidades como abandonos, bloqueos, reintentos, etc.

Existe una amplia y diversa bibliografía que describe la aplicación del modelo M/M/S, que puede consultarse en cualquier manual de investigación de operaciones, recomendando Hillier y Lieberman (1997). En la industria de Call center es muy habitual el uso del modelo M/M/S o modelo Erlang C se usa para calcular la probabilidad que una llamada sea colocada en la cola de espera y permite dimensionar un grupo de servidores bajo el esquema de colas FCFS (First Come First Serve) o FIFO, donde las llamadas en espera se van atendiendo a medida que los servidores se van liberando (Cabedo Fabres, 2009).

En la figura 2 y 3 se pueden ver tanto la cadena Markoviana y el modelo de Erlang C. A partir de este modelo, podemos llegar a una expresión analítica para el SL y el ASA, en función de N, λ , μ .

Siendo $E_C(N, \rho) = \frac{\rho^N}{(N-1)!(N-\rho)} \frac{1}{\frac{\rho^N}{(N-1)!(N-\rho)} + \sum_{j=0}^{N-1} \frac{\rho^j}{j!}}$ donde $\rho = \lambda/\mu$ quedan:

$$SL = 1 - E_C(N, \rho) \times e^{-(N-\rho) \cdot AWT \cdot \mu}$$

$$ASA = \frac{E_c(N, \rho)}{(N - \rho) \cdot \mu}$$

Donde:

SL: Nivel de Servicio

E (N,p): Distribución Erlang C

μ : Tasa de Servicio

A: Trafico en Erlang

s: Cantidad de agentes

p: A/s

t: Tiempo aceptable de espera.

A partir de esta ecuación se puede obtener la cantidad de agentes necesarios para lograr un determinado nivel de servicio en función de determinados parámetros de operación. A partir de la aplicación de esta fórmula, es posible determinar el staff necesario, la tasa de ocupación, el número de troncales o puestos necesarios

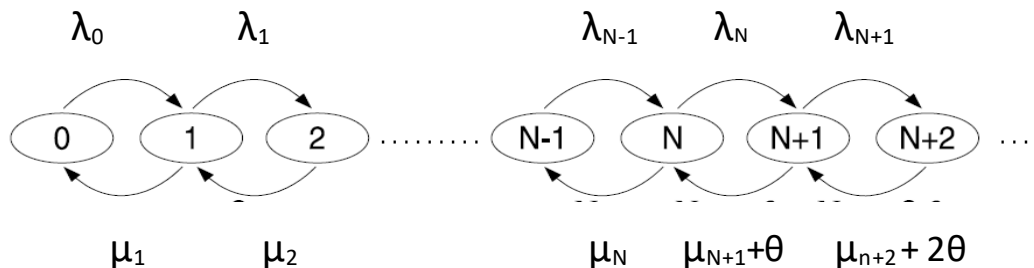
Otros modelos de colas para la planificación de las necesidades de personal

Sin ser exhaustivos, se pasa a describir brevemente una serie de modelos, que en función de las características de las colas y el comportamiento de llegadas y tiempos de atención podrían ser de aplicación en otras situaciones.

3.2.1.2 Modelo M/M/S+k

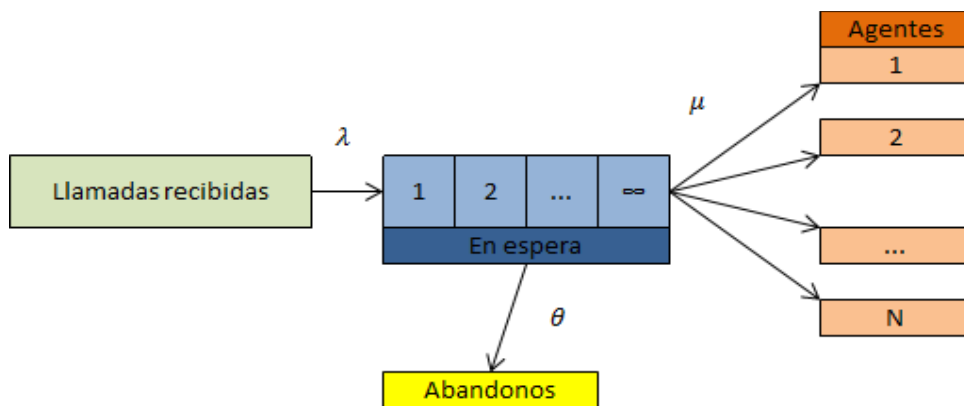
También es conocido como Erlang-A en ingeniería de teletráfico. A diferencia del anterior modelo, se caracteriza por tener en cuenta que es posible que determinados usuarios abandonen la cola, es decir, se pierdan llamadas. Su cadena de transición (Figura N° 4) se caracteriza por incluir una tasa θ de impaciencia exponencial con el tiempo.

Figura N° 4 Fracción de una cadena de transición del modelo M/M/S+k



Fuente: Elaboración propia en base a proceso de nacimiento y Muerte de cadenas de Markov.

Figura N° 5 Esquema del mecanismo de cola del modelo M/M/S+k



Fuente: Elaboración propia base a Modelo de Teoría de Colas.

Los usuarios al sistema (λ), se genera una cola, abandonan algunos (θ) con impaciencia exponencial, y el resto pasan a ser atendidos por los teleoperadores (μ).

3.2.1.3 Modelo M/M/S/K

También es conocido como Erlang-B en Ingeniería de teletráfico, se diferencia de los dos anteriores en que limita el espacio de la cola, en este caso el número de líneas, presuponiendo la posibilidad de bloqueos, es decir, tonos de ocupado. Pero dado que el

número de líneas contratadas es superior al necesario y al número de teleoperadores, la posibilidad de bloqueo es despreciable en este caso.

Existen otros modelos con distribuciones de llegadas markovianas y tiempos de servicio que siguen cualquier distribución, denominados M/G/S cuyas fórmulas (aproximación PK, fórmula de Pollaczek-Klitchine) requieren conocer la desviación típica de los tiempos de servicio, y están disponibles en *software* como QTS_Excel. Se puede aplicar igualmente el modelo GI/G/S (las llegadas y los tiempos de servicio siguen cualquier distribución), que está resuelto con la aproximación de Allen-Cune en. Asimismo, son aplicables otros modelos como GI/M/S, y por supuesto todos aquellos con llegadas y/o tiempos de servicio determinísticos. Otros modelos de aplicación son los conocidos como tipo Phase, que obtienen las distribuciones al desglosar el tiempo total en cierto número de fases, y aunque se han obtenido aproximaciones (Ausín, 2003), su formulación y resolución numérica es una tarea muy laboriosa.

No existe ningún modelo que se ajuste exactamente a la realidad, pero debemos escoger uno que se adapte lo más posible a la situación que estamos estudiando.

Este estudio postula los siguientes supuestos: los tiempos entre llegadas y los tiempos de servicio siguen distribuciones exponenciales con medias conocidas. Estos supuestos son consistentes bajo condiciones tales como altos niveles de tráfico. Las tasas de llegada al sistema, es decir la cantidad de llamadas por intervalo de tiempo seguirá una distribución de Poisson no estacionaria debido a que la tasa de llegada varía con el tiempo.

Las medidas de rendimiento y desempeño del sistema que interesan son el nivel de servicio, teniendo en cuenta un ASA (Average Speed of Answer) de 16 segundos, es decir, que el tiempo hasta atender la llamada no supere en promedio 16 segundos, dado que es el tiempo objetivo fijado por METROGAS, considerado como adecuado para atender una llamada.

3.3 IDENTIFICACIÓN DE ESTADOS ESTACIONARIOS.

La aplicación de los modelos de teoría de colas requiere que las condiciones en el periodo de análisis sean estables, es decir, que el número de llamadas recibidas y los tiempos de atención posean unas características de adherencia a una distribución de probabilidad con parámetros iguales en ese periodo.

3.3.1 Test no paramétrico de adherencia de Kolmogorov-Smirnov.

La prueba recibe su nombre de A. Kolmogorov y N.V. Smirnov, dos matemáticos rusos quienes la introdujeron en la década de 1930. Esta prueba proporciona una alternativa de bondad de ajuste cuando se desea determinar qué tan buena se conforma la distribución de los datos de la muestra a alguna distribución teórica: que puede ser con tendencia a la normal, a la de Poisson o exponencial (Badii, M.H; Castillo, J, 2009).

Este contraste compara la función de distribución (probabilidad acumulada) teórica ($F_0(X_i)$) con la observada ($F(X_i)$). La forma de obtener la función de distribución de Poisson es:

$$F_0(X_i) = \sum_{l=0}^i [e^{-\lambda} \lambda^l / l!]$$

Una vez obtenidas las distribuciones empírica y teórica se calcula un valor de discrepancia, representado habitualmente como D , que corresponde a la máxima diferencia en valor absoluto entre la distribución empírica y la distribución teórica, proporcionando asimismo un valor de probabilidad P , que corresponde, si se está verificando un ajuste a la distribución de Poisson, a la probabilidad de obtener una distribución que discrepe tanto como la observada si verdaderamente se hubiera obtenido una muestra aleatoria, de tamaño n , de una distribución de Poisson:

$$Z_{\alpha - s} = \text{máx} |D_i| \sqrt{n}$$

Si esa probabilidad es grande no habrá razones para suponer que los datos no proceden de esa distribución, mientras que si es muy pequeña, no será aceptable suponer ese modelo probabilístico para los datos.

3.4 MODELOS DE PRONÓSTICO

Los métodos determinísticos o de pronósticos causales pretenden pronosticar los valores futuros de una variable (llamada variable dependiente) con la ayuda de la información anterior, a fin de estimar la relación entre la variable dependiente y una o más variables independientes. Una de las aplicaciones de estos modelos es el pronóstico de series de tiempo, donde no se busca explicar la variable de interés, sino que sólo pronosticarla de acuerdo al comportamiento pasado de la misma variable. Los modelos de series de tiempo llegan siempre a ser más precisos en sus proyecciones que los modelos econométricos más complejos, algunos de los cuales tienen múltiples ecuaciones y decenas de variables (Vial, 1988).

3.4.1 Definición de serie de tiempo

Una serie de tiempo es una secuencia cronológica de observaciones de una variable particular, estas observaciones son obtenidas en instantes sucesivos de tiempos, por ejemplo, a cada hora, mensuales, trimestrales, semestrales o bien registradas por algún equipo en forma continua (Bowerman & O'Connell, 1993).

Llamamos Serie de Tiempo a un conjunto de mediciones de cierto fenómeno o experimento registradas secuencialmente en el tiempo. Estas observaciones serán denotadas por $\{y(t_1), y(t_2), \dots, y(t_n)\} = \{y(t) : t \in T \subseteq \mathbb{R}\}$ con $y(t_i)$ el valor de la variable y en el instante t_i . Si $T = \mathbb{Z}$ se dice que la serie de tiempo es discreta y si $T = \mathbb{R}$ se dice

que la serie de tiempo es continua. Cuando $t_{i+1} - t_i = k$ para todo $i = 1, \dots, n-1$, se dice que la serie es equiespaciada; en caso contrario será no equiespaciada.

Este trabajo está referido a una serie de tiempo discreta, equiespaciada por lo que es posible asumir y sin pérdida de generalidad que: $\{y(t_1), y(t_2), \dots, y(t_n)\} = \{y(1), y(2), \dots, y(n)$ En una serie de tiempo, el orden de las observaciones es importante, ya que son valores que ocurren en un orden (tiempo) determinado. Así, los modelos más tradicionales para analizar series de tiempo son los Promedios Móviles, Descomposición de la serie, modelos ARIMA y Suavización Exponencial, en este trabajo nos centraremos en los dos primeros.

3.4.1.1 Promedios móviles

El método de promedios móviles es una herramienta usualmente utilizada para pronósticos rápidos, baratos, sencillos y de corto plazo, donde se le da un mayor énfasis a las observaciones más recientes de la serie de tiempo, para el pronóstico del siguiente periodo (Hanke, 2006).

El objetivo es eliminar (atenuar) de la serie, las componentes estacionales e irregulares.

$$Z_t = \frac{(Y_{t-1} + Y_{t-2} + Y_{t-3} \dots \dots Y_{t-n})}{n}$$

Donde,

Z_t = valor de pronóstico para el siguiente periodo,

Y_{t-1} = valor real en el periodo (t-1)

n = número de términos en el promedio móvil

Para una serie mensual con estacionalidad anual ($s = 12$), la serie suavizada se obtiene,

$$Z_k = \frac{(Y_{k-1} + Y_{k-2} + Y_{k-3} \dots Y_{t-12})}{12} \quad k \leq 13$$

En este caso se asignan ponderaciones iguales a cada observación. Al hacerse disponible, cada nuevo punto de datos se incluye en el promedio y se descarta el más antiguo. La proporción de respuesta a los cambios en el patrón subyacente de los datos depende del número de periodos, n, que se incluyen en el promedio móvil.

3.4.1.2 Modelo de Descomposición

Este método, también denominado sistema clásico, descompone la serie en tendencia, estacionalidad, ciclos y residuos. Una vez decidida la conjunción entre ellos, aditiva o multiplicativa, se obtiene el modelo con el que hacer previsiones.

1. Tendencia T (t): es el componente de largo plazo que representa el crecimiento o disminución en la serie sobre un periodo amplio. También puede definirse como cambios en la media.

2. Ciclo C (t): se refiere a movimientos hacia arriba y abajo en forma de onda alrededor de la tendencia. Los patrones cíclicos tienden a repetirse en los datos aproximadamente cada dos, tres o más años.

3. Variación estacional S (t): se refiere al patrón periódico que ocurre y se repite cada determinado tiempo. En el caso de series mensuales, el componente estacional mide la variabilidad de las series cada enero, febrero, etc.

4. Componente irregular A(t): se refiere a la parte de la serie de tiempo que no sigue un patrón regular, ni reconocible. Tal componente representa "lo que queda" en una serie de tiempo después de que la tendencia, el ciclo y la variación estacional han sido explicadas.

Estas cuatro componentes, en general, pueden actuar sumando cada una sus efectos o bien multiplicándose, así:

$$Y_t = T_t + E_t + C_t + I_t \quad (1)$$

$$Y_t = (T_t * E_t * C_t) + I_t \quad (2)$$

En este caso no es posible considerar la presencia de ciclo, dado que el número de años tomados no son suficientes para poder captar esta componente.

3.4.1.3 *Modelo de Winter*

Métodos de atenuación exponencial ajustada a la tendencia y a la variación estacional. La atenuación exponencial es un método utilizado para revisar constantemente una estimación a la luz de experiencias más recientes. El método pondera los valores anteriores de una serie, con parámetros de forma decreciente (exponencial) asignándole mayor peso a la información más reciente de la serie. El modelo de atenuación exponencial lineal y estacional de tres parámetros de Winter, utiliza una constante de atenuación para los valores estimados de la tendencia (enfoque de Brown); una ecuación para atenuar en forma directa la tendencia y la pendiente empleando diferentes constantes de atenuación para cada una de ellas (modelo de Holt); y una ecuación adicional para determinar la estacionalidad. Este método proporciona una forma fácil de explicar la estacionalidad en un modelo, cuando los datos tienen un patrón estacional (Hanke, 2006).

Las ecuaciones que emplea el modelo de Winter son:

La serie exponencial atenuada:

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

La estimación de la tendencia:

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

La estimación de la estacionalidad:

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L}$$

El pronóstico de p periodos en el futuro:

$$\hat{Y}_{t+p} = (A_t - \rho T_t)S_{t-L+p}$$

Donde,

A_t = nuevo valor atenuado

α = constante de atenuación ($0 < \alpha < 1$)

Y_t = nuevo valor real de la serie en el periodo t

β = constante de atenuación de la estimación de la tendencia ($0 < \beta < \gamma$)

T_t = estimación de la tendencia

γ = constante de atenuación de la estimación de la estacionalidad ($0 < \gamma$)

S_t = estimación de la estacionalidad

p = periodos a estimar a futuro

L = longitud de la estacionalidad

Y_{t+p} = pronóstico de p periodos a futuro.

3.4.2 Errores de Pronóstico

Para determinar la precisión de los resultados obtenidos por cada modelo las siguientes medidas de efectividad son indicadores que permiten comparar entre los modelos y a su vez determinar el desempeño de cada uno de ellos.

El Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE o Mean Absolute Percentage Error) es un indicador del desempeño del Pronóstico de Demanda que mide el tamaño del error (absoluto) en términos porcentuales. El hecho que se estime una magnitud del error porcentual lo hace un indicador frecuentemente utilizado por los encargados de elaborar pronósticos debido a su fácil interpretación. Incluso es útil cuando no se conoce el volumen de demanda del producto dado que es una medida relativa.

La fórmula para el cálculo del MAPE o Error Porcentual Absoluto Medio es:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{|A_t|}}{n}$$

Capítulo 4

Antecedentes

4.1 LA EMPRESA

Metrogas es el principal operador de distribución y comercialización de gas natural en Chile y el único en la Región Metropolitana. La Compañía concentra las actividades de distribución y transporte de gas natural en la Región Metropolitana y Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, abasteciendo a clientes residenciales, comerciales e industriales. Su red de distribución es de 5.034 kilómetros en la Región Metropolitana y en la Sexta Región. Cuenta con 578.941 clientes (incluyendo clientes térmicos), a los que abastece en promedio con unos 1,4 millones de metros cúbicos de gas natural al día en la época peak de demanda.

4.1.1 Su Historia

La crisis del petróleo a principios de la década del 70 aceleró la búsqueda de nuevas alternativas energéticas para el país. En ese entonces, el Presidente de Gasco, Pablo Pérez Zañartu, inició el proceso para introducir gas natural a Santiago desde Argentina. Diversas iniciativas fracasaron durante los años 80 debido a la crisis económica y a trabas de orden político en Argentina durante la presidencia de Carlos Menem en los años 90 se desregularizó y privatizó el sector energético, permitiéndose la firma del Primer Protocolo de Integración Gasífera entre ambos países, que otorgó los permisos para vender al mercado chileno el gas natural argentino.

En 1994 nació GasAndes-Metrogas como proyecto privado, auto sustentado y sin subsidios estatales. En su formación participaron tres empresas: GasAndes, liderada por

Nova Gas, que se encargaría del transporte de gas; Eléctrica Santiago, con Chilgener como socio mayoritario, que construiría una planta termoeléctrica a gas natural en Santiago, y Metrogas, liderada por Gasco, que distribuiría el combustible a nivel residencial, comercial e industrial.

Después de enfrentar una fuerte competencia con proyectos alternativos y lograr la liberalización del mercado de exportación del gas argentino a Chile, GasAndes suscribió contratos con tres empresas eléctricas y con Metrogas, lo que permitió dar comienzo a la construcción del gasoducto.

La llegada del gas natural a la Región Metropolitana, a mediados de 1997, marcó el inicio de la distribución por parte de Metrogas en la zona central del país. A partir de 2004, producto de las restricciones de gas natural desde Argentina, comenzó la exploración de nuevas fuentes de abastecimiento. Así, en 2009, Metrogas logra consolidar con éxito su iniciativa al inaugurar el primer terminal de regasificación de gas natural líquido del hemisferio sur, la planta de GNL Quintero.

Metrogas S.A se caracteriza por tener una cultura de servicio, que implica ir más allá de la entrega de servicios básicos, anticipándose a las necesidades de los distintos tipos de clientes y entregándoles soluciones concretas, efectivas y oportunas.

4.1.2 Misión

Suministrar gas y entregar servicios que aporten valor a sus clientes respetando a la comunidad y el medio ambiente. Promover el desarrollo de sus trabajadores generando un ambiente de colaboración y respeto. Lograr para sus accionistas el máximo retorno sobre su inversión.

4.1.3 Visión

Ser referente en soluciones energéticas innovadoras, eficientes y ambientalmente sustentables, contribuyendo al desarrollo del país y mejorando la calidad de vida en todo lugar donde las personas lo necesiten.

Como se mencionó anteriormente METROGAS S.A. inició sus operaciones en 1997 como una empresa dedicada a la distribución de gas Natural en la región Metropolitana para el mercado industrial, comercial e inmobiliario.

4.1.4 Centro de contacto

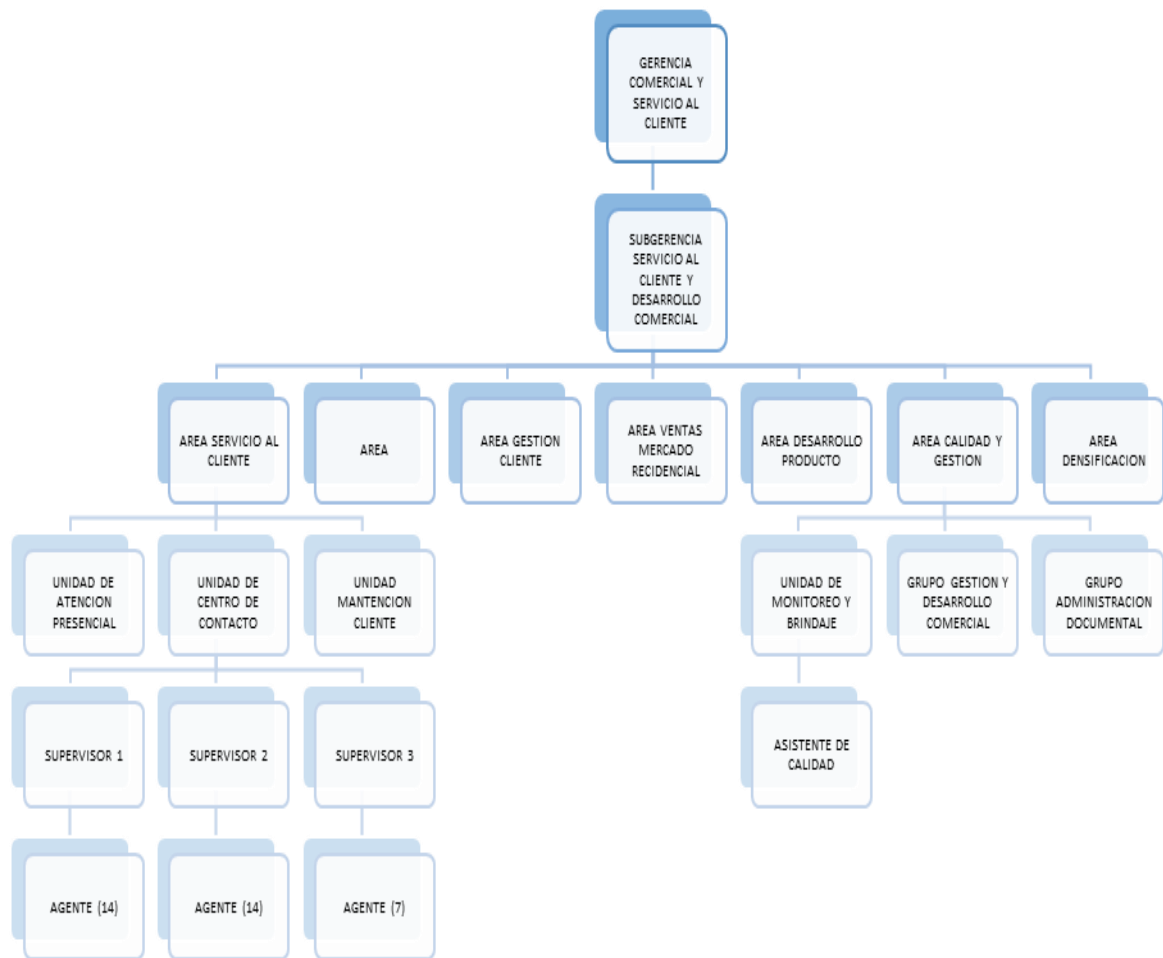
El sistema de servicio al cliente implementado para estos segmentos de mercado mantiene como núcleo de comunicación a un Call Center Corporativo.

El Call Center de Metrogas, denominado Centro de Contacto, es un centro de servicio telefónico que tiene la capacidad de atender un gran número de llamadas, con objetivos específicos de servicio. Este Call Center, se basa principalmente en la recepción de llamadas de los clientes (Inbound).

El principal objetivo del Call Center es lograr la satisfacción de los usuarios y, brindar un servicio de calidad a sus clientes internos y externos, por lo que la gerencia y sus directivos invierten gran parte de sus recursos en la capacitación diaria de cada uno de sus agentes, ya que ellos, son los que tienen un contacto continuo, directo e intenso con los clientes.

El Call Center de Metrogas, se encuentra inmerso en el área de servicio al cliente subgerencia de servicio al cliente y desarrollo comercial, la cual pertenece a la gerencia comercial y servicio al cliente una de siete gerencias de Metrogas. (acerca de nosotros, 2014)

Figura N° 6 Organigrama del área operativa del Call center, perteneciente a una empresa Distribuidora de Gas Natural.



Fuente: página web corporativo.

Ya que el presente proyecto está enfocado en la optimización del Call center, se describirán los cargos y funciones que en él se desarrollan:

Asistente de calidad de servicio: son los encargados de analizar que se cumplan los niveles de servicio de cada uno de los servicios que brinda el Call center. Además, son los encargados de realizar un control de calidad de las grabaciones entre el agente y el cliente.

Estos asistentes pertenecen a la unidad de monitoreo y blindaje del área de calidad y gestión.

Supervisores: Son las personas, encargadas de liderar, gestionar el desempeño de los agentes a su cargo, asegurar el cumplimiento de los objetivos del servicio, es decir, asegurar que las llamadas entrantes son respondidas en un tiempo determinado y de que los clientes reciben la información y asistencia que buscan.

Agentes: son las personas encargadas de atender las llamadas entrantes de los diferentes clientes, atender emergencias, proporcionar información, clarificar dudas, etc. Son los únicos que tienen contacto directo con los clientes por lo que deben estar constantemente capacitados.

4.1.5 Nivel Actual del Call Center

La organización cuenta con un Call Center de tamaño medio, si se toma el tamaño en base a la cantidad de agentes que posee. El Call Center cuenta con 35 agentes, tres supervisores y una jefatura, además los agentes son permanentemente monitoreados por asistentes de calidad con la finalidad de realizar mejoras continuas al proceso de comunicación con el cliente. R. Ramírez (comunicación personal).

4.1.6 Horarios de Atención:

El horario de Atención esta descrito en la tabla N°1

Tabla N° 1 Horario del Call Center

Lunes a viernes	8:00 a 19:00
Sábados	8:00 a 15:00

Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

Las llamadas efectuadas fuera de este horario, son derivadas automáticamente a otro Call Center externo a la empresa. Con esto, se garantiza un funcionamiento a tiempo completo en la atención de llamados. El Call Center externo pertenece a la empresa Entel, el cual cumple con la finalidad de recibir llamados en horarios que no son hábiles para la empresa (domingos, feriados y horario nocturno). Este Call Center está facultado para atender sólo llamadas de carácter de emergencias, aquellas que sean de consultas o asesorías técnicas, se le informa a los clientes que deben realizarlas en horario de oficina. R. Ramírez (comunicación personal).

4.1.7 Turnos

Los turnos son un factor importante en el funcionamiento del Call Center. Cabe mencionar que el factor humano es interno a la organización.

Por contrato, cada operadora debe cumplir 45 o 30 horas semanales, distribuidas en turnos, los cuales se describen a continuación:

Tabla N° 2 Turnos Agentes Call Center (Lunes a Viernes)

Tipo Turno	inicio (h)	Termino (h)	Almuerzo (min)	Cantidad de break	Break (min)
1A	08:00	18:00	60	2	10
1B	08:30	18:30	60	2	10
1C	09:00	19:00	60	2	10
1E	08:30	18:15	45	2	10
2A2	08:30	15:00	30	1	10
2B2	11:30	18:00	30	1	10
2L	09:00	15:30	30	1	10
2M	08:00	14:30	30	1	10
2O	10:00	16:30	30	1	10
2R	12:30	19:00	30	1	10
2X	09:00	14:30	30	1	10
4A	09:00	15:30	30	1	10
7C	09:00	15:00	0	2	10
9C	09:00	17:00	60	2	10

Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

Tabla N° 3 Turnos Agentes Call Center (Lunes a Sábado)

Tipo Turno	inicio (h)	Termino (h)	Almuerzo (min)	Cantidad de break	Break (min)
2c	14:00	19:00	60	2	10
	10:00	15:00	60	2	10
2E	10:00	15:00	60	2	10
	10:00	15:00	45	2	10

Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

Tabla N° 4 Turnos Agentes Call Center (Lunes, Martes, Miércoles y Sábado)

Tipo Turno	inicio (h)	Termino (h)	Almuerzo (min)	Cantidad de break	Break (min)
2S	08:00	16:30	30	1	10
	08:00	16:00	30	1	10
	08:00	16:00	30	1	10
	08:00	15:00	0	1	10

Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

4.1.7.1 Distribución de agentes

Cada operadora debe tomar uno de los diecisiete turnos disponibles para lograr las 45 o 30 horas semanales exigidas por la organización.

Tabla N° 5 Número de agentes asignado a cada turno

Tipo Turno	1A	1B	1C	1E	2A2	2B2	2C	2E	2L	2M	2O	2R	2S	2X	4A	7C	9C
N° de Agentes	3	1	1	1	1	2	6	2	3	5	1	1	3	1	2	1	1

Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas

De esta manera el número de agentes se distribuyen de la siguiente manera por franja horaria.

Tabla N° 6 Agentes por franja horaria.

Tipo Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
8:00	12,5	12,5	12,5	9,5	9,5	3
9:00	23	23	23	20	20	3
10:00	26	26	26	23	23	11
11:00	27	27	27	24	24	11
12:00	28,5	28,5	28,5	25,5	25,5	11
13:00	29	29	29	26	26	11
14:00	32	32	32	29	29	11
15:00	22,5	22,5	22,5	19,5	19,5	
16:00	18	16,5	16,5	16,5	16,5	
17:00	15	15	15	15	15	
18:00	8,75	8,75	8,75	8,75	8,75	

Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

Capítulo 5

Metodología

La metodología que se utilizará para realizar este estudio con la finalidad de presentar una propuesta de la dotación de personal del Call Center, mediante un modelamiento matemático que permita determinar la cantidad necesaria de agentes para un nivel de servicio satisfactorio al cliente, será básicamente la toma de registros históricos, los que permitirán identificar la evolución y situación actual de la demanda de llamadas, por lo cual se comenzará con un análisis descriptivo de la demanda en el Call Center, para luego proceder a determinar qué modelo se ajusta de mejor manera. El modelo utilizado permitirá obtener el número de agentes necesarios para cumplir con las condiciones requeridas para la buena gestión del Call-Center.

En primera instancia, se determinará la distribución probabilística, obteniendo naturalmente, la bondad de ajuste y determinando con décimas si la distribución se ajusta a los datos. Una vez obtenido lo anterior se desea obtener el número de agentes necesarios para atender las llamadas por hora, durante todo el día y toda la semana; cumpliendo con un nivel de servicio de 90% de llamadas contestadas antes de los 16 segundos, un porcentaje de abandono que no supere el 4%, niveles de desempeño que establece la empresa distribuidora de gas.

Finalmente, se realiza un pronóstico del número de Llamadas entrantes para el año 2017, para de esta manera tener una estimación del comportamiento de la demanda.

5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA GESTIÓN DE LA DEMANDA DEL CALL CENTER.

Este análisis se inicia con la toma de muestras históricas de la demanda del Call Center, es decir de las llamadas entrantes al IVR (respuesta de voz interactiva), para el

total de ocurrencias anuales entre 2013- 2016, con el objetivo de analizar la evolución y la tendencia de las llamadas recibidas y perdidas del Call Center de la empresa distribuidora de gas, para lo cual se tabularon todas las llamadas entrantes y perdidas por hora, día, mes y años (ver anexo A).

Posteriormente, se realizará un análisis desglosado en meses, día y franja de horario para el año 2016, para lo cual se tabularon todas las llamadas entrantes, escuchadas, perdidas, tiempos de servicios para el año en análisis en franja de una hora desde las 8:00 horas hasta las 19:00 horas para los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, para el día sábado se tabularon el total de llamadas entrantes en franja de hora de 8:00 a 15:00 horas las bases de datos como se menciona anteriormente es de un año periodos comprendido entre el 02 de enero de 2016 hasta el 31 de diciembre del mismo año (ver anexo B).

5.2 MODELO PROBABILÍSTICO APLICADO A UN CALL-CENTER

Como punto de partida, para el cálculo teórico de los agentes, es indispensable determinar qué modelo probabilístico tienen los tiempos de llegada y los tiempos de servicio del Call center de la empresa distribuidora de gas, que permita de forma más concreta utilizar una fórmula que se ajuste a dicha distribución.

Para determinar la distribución probabilística del proceso de llegada de las llamadas se utilizó la dócima de Kolmogorov- Smirnov, que fue aplicada en particular para el promedio de todos los días lunes desde las 08:00 horas hasta las 19:00 horas. La base de datos contempla el periodo entre el 02 de enero 2016 hasta el 31 de diciembre del mismo año determinada por el número de llamadas recibidas y la duración promedio de la misma. La tabulación de los datos se realizó agrupando cada fecha de la semana correspondiente a su día, es decir; se tabularon las cuarenta y nueve semanas de cada

Lunes con rangos de una hora desde las 08:00 hasta las 19:00 horas, y así sucesivamente para el resto de los días de la semana con la cantidad de llamadas; igualmente con la duración promedio de la llamada (medida en segundos).

La premisa es que el proceso de llegada de los llamados sea través de un proceso Poissoniano, por lo cual se realizó la prueba de bondad del ajuste con respecto a una distribución de Poisson. Las hipótesis del caso son las siguientes:

$$H_0: F(x) = F^*(x)$$

$$H_a: F(x) \neq F^*(x)$$

Donde $F(x)$ es la distribución desconocida y $F^*(x)$ será en este caso la distribución de Poisson, entonces se desea saber si la distribución se ajusta a una Poisson. La distribución de la muestra está dada por la fracción respectiva de acuerdo con la distribución y el estadístico corresponde a la máxima diferencia absoluta entre la distribución empírica de la muestra y la de Poisson, tal como se observa:

$$D(\alpha, n) = \text{Máx} | F_n(x) - F^*(x) |$$

Con $F_n(x)$ como distribución empírica.

La prueba fue realizada en el programa STATGRAPHICS Centurion XVI, versión profesional, dando la opción de adoptar la distribución de Poisson sin que está sea continua, tal como exige Kolmogorov-Smirnov.

Si la distribución se ajusta a Poisson entonces se puede esperar que el proceso de llegada de los llamados sea mediante una distribución de Poisson, y por lo tanto la distribución de tiempo entre la llegada de una llamada y otra es Exponencial. Para el caso de la distribución de la duración promedio de las llamadas, se asumió una distribución Exponencial siendo característica de un Call center recomendado por las referencias, que en este estudio no se profundizó en su análisis.

5.3 CANTIDAD DE AGENTES TEÓRICOS.

Una vez determinado el modelo que mejor se ajusta procedemos a obtener el número de agentes necesarios para atender las llamadas por hora, durante todo el día y toda la semana; cumpliendo con un nivel de servicio de 90% de llamadas contestadas antes de los 16 segundos, un porcentaje de abandono que no supere el 4%. Para lo cual se tabularon todas las llamadas recibidas, escuchadas, perdidas y tiempos de servicios (los cuales contemplan los tiempos de conversación, los tiempos hold, y los tiempos wrap.) por hora, día y mes del año 2016.

Tiempo ACD: Es el tiempo que duran los agentes conversando con los clientes sin contar el hold (ver anexo D).

Tiempos Hold: es el tiempo que un agente deja en espera a un cliente (ver anexo E).

Tiempo wrap: es el tiempo que necesita el agente después de finalizar una conversación para completar el trabajo asociado directamente con la llamada que se acaba de finalizar, está ligado con la documentación de la llamada y lo que ocurrió en ella. Mientras realiza este proceso, un agente no está disponible para atender otro llamado (ver anexo F).

La solución para los seis días de la semana y las 11 horas, considerando los requisitos anteriores; junto al promedio de llamadas que llegan por cada rango de horas y su duración promedio; se calcularon utilizó el programa Erlang for Excel - ErlangXL97.xla

5.4 PRONOSTICO DE LLAMADAS

Para completar el estudio, se realiza un pronóstico para el año 2017 a partir de la información histórica comprendida entre los años 2013 a 2016.



Para lo cual, se realiza un análisis gráfico de las series con el objetivo de obtener una información previa que sea de utilidad para el resto de metodología aplicadas. Se observa la tendencia general y los errores de pronóstico para determinar la precisión de los resultados obtenidos por cada modelo de Serie Temporales. Para este estudio se utilizó el programa Minitab 17.



Capítulo 6

Análisis y resultados empíricos

En este capítulo se presentan los resultados del análisis descriptivo de la demanda del Call center, es decir del número de llamadas ingresadas al sistema, cuál es su tendencia y comportamiento, también se muestra el modelo probabilístico que se ajusta al número de llamadas entrantes, el cual nos entrega las condiciones para la utilización de Erlang C, modelo más usado en la industria del Call center para el cálculo de agentes según referencias. De esta manera se calcula el número de agentes para entregar un nivel de servicio del 90% de llamadas contestadas antes de los 16 segundos, nivel de desempeño que establece la empresa distribuidora de gas para una adecuada atención al cliente y una mejor utilización de los recursos humano de esta área.

6.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA DEMANDA EN EL CALL CENTER

Las perspectivas de análisis, en la medida de lo posible, se inician para el Total de ocurrencias anuales, para luego proceder a un análisis desglosado en meses, día y franja de horarios.

6.1.1 Llamadas Recibidas en la empresa Distribuidora De gas Natural, 2013 a 2016

En primer lugar el número de llamadas recibidas indicarían el volumen de demanda a satisfacer, pero de una reflexión del comportamiento de los clientes se considera lo siguiente:

1.- Si al llamar se recibe tono de ocupado, es bastante probable que se reintenten contactar nuevamente, pero si la persona desistiera, esa solicitud de servicio no sería contabilizada.

2.- Si al llamar, y tras una espera, no es atendido, es también bastante probable una rellamada. Si esta segunda llamada es atendida, se habrían contabilizado dos llamadas recibidas para un mismo asunto.

3.- Como consecuencia de las consideraciones anteriores, si no se recibieran tonos de ocupado y no existirán llamadas perdidas, el número de llamadas recibidas representaría la demanda de servicios. Por ello, posiblemente se encuentre en el intervalo de las llamadas recibidas y llamadas atendidas (recibidas disminuidas por las pérdidas).

Tabla N° 7 Llamadas recibidas en El Call Center de la empresa distribuidora de gas Natural entre 2013 a 2016

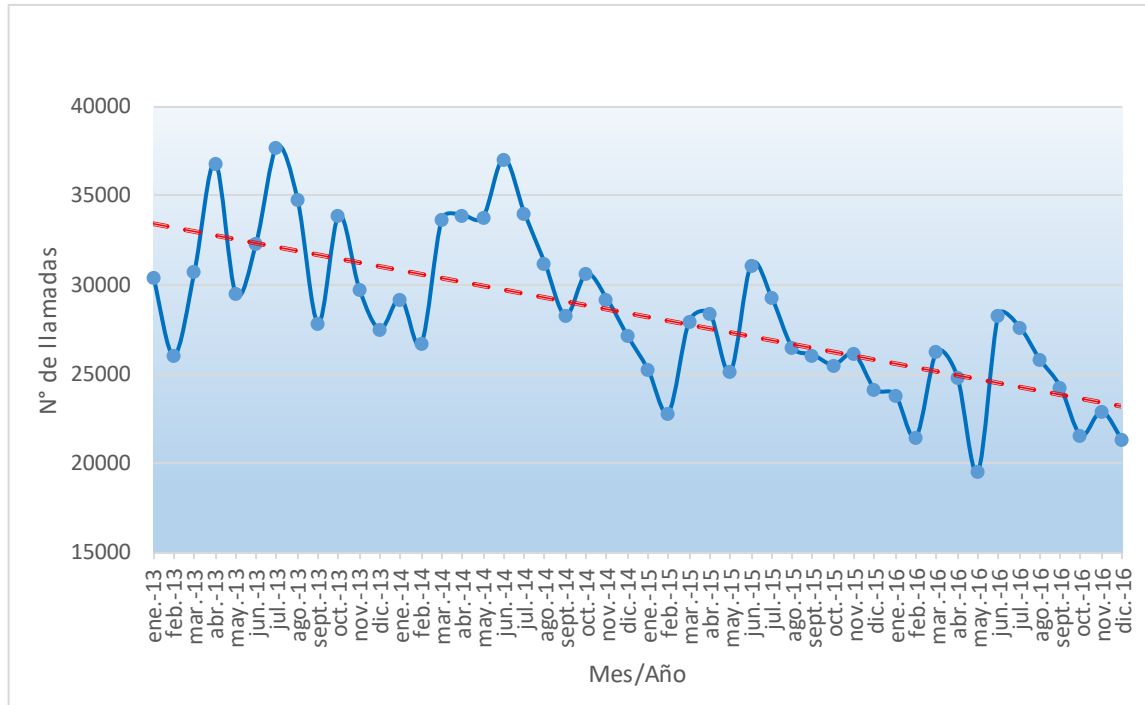
2013	2014	Incr. 2013-2014	2015	Incr. 2014-2015	2016	Incr. 2015-2016
377.676	375.081	-0,7%	318.466	-15,1%	287.844	-9,6%

Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas

A grandes rasgos, en 2016 se ha recibido 287.844 llamadas al Call Center de la empresa, es decir un promedio de 23.987 llamadas mensuales, 922 llamadas diarias, 99,2 llamadas a la hora y 1,5 llamadas por minutos. Como muestra la tabla N°7 el Total de llamadas ha decrecido ampliamente en 2016, pasando de una baja de 0,7% en 2014 a un 15,1 % en 2015 hasta un 9,6 % en 2016, esta baja puede deberse principalmente al aumento en la población del uso de nuevas tecnologías de comunicación como es internet, lo cual también se ve reflejado en el incentivo interno por el uso de plataformas de comunicación distintas a la de comunicación verbal del Call Center.

En el Gráfico N°1 se expone cómo evolucionan las llamadas totales recibidas por el Call center en los distintos meses entre los años 2013 a 2016.

Gráfico N° 1 Tendencia De las Llamadas recibidas en la empresa Distribuidora de gas 2013 a 2016.

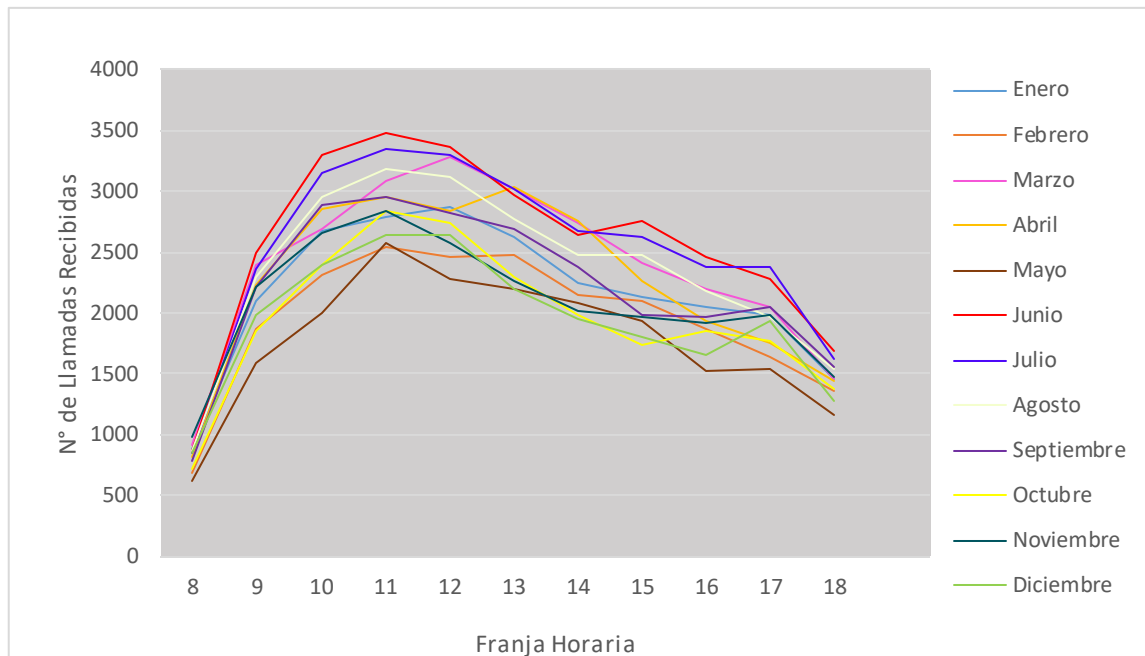


Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

Como se mencionó anteriormente, se puede observar en el Gráfico N°1, un descenso anual sostenido de las llamadas recibidas, con periodos estacionales de mayor volumen en los meses de Junio y Julio. Esto se puede explicar a la entrada estacional del invierno, en el cual el cliente aumenta su preocupación por el servicio de suministro energético que satisfaga de mejor manera su confort de calefacción y agua caliente.

Realizando un análisis más acotado al año 2016, se puede observar que al igual de los años anteriores el volumen mayor de llamadas entrantes corresponde al mes de Junio y Julio, esto se puede apreciar con mayor claridad en el Gráfico N°2 el cual representa el número de llamadas recibidas en franja horaria durante el año 2016.

Gráfico N° 2 Distribución en Franja Horaria De las Llamadas recibidas en la empresa Distribuidora de gas durante el año 2016.



Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

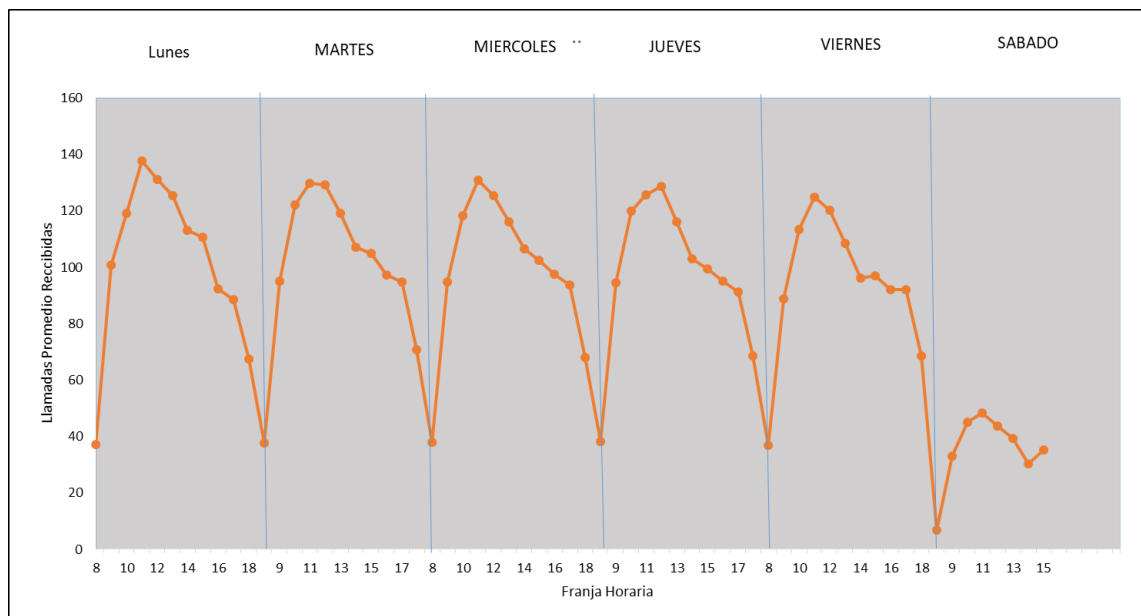
En el Gráfico N° 2 se observa los siguientes comportamientos:

- En todos los meses la menor frecuencia de llamadas se produce entre 8 - 9 AM, y 18 PM, produciéndose un valle entre las 14 y 16 hora, a grandes rasgos.
- Desde las 9 de la mañana se puede apreciar un incremento constante en el número de llamadas recibidas, observándose en la mayoría de los meses un peak de llamadas entre las 11 y 12 AM lo cual genera el 24% de las llamadas recibidas durante el horario de atención diario del Call center, es decir en este horario se reciben en promedio 5200 llamadas anuales.

- Entre las 14 y 16 horas se reciben en promedio 1800 llamadas por hora, lo cual constituye un 8% promedio por hora de las llamadas recibidas durante el día.

Un punto de vista interesante para la programación de los turnos de trabajo es el análisis de las llamadas para cada día de la semana. En el Gráfico N° 3 se recoge el perfil semanal de las llamadas.

Gráfico N° 3 Perfil semanal de llamadas de la Empresa distribuidora de gas durante el año 2016.



Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

Nuevamente se verifica que la hora de mayor afluencia de llamadas para todos los días sigue siendo entre las 11- 12 hr del día.

Se puede observar que el día lunes es el día con mayor número de llamadas recibidas promedio durante el transcurso del año, pero sin embargo se podría decir que el comportamiento del tráfico de llamadas recibidas en el Call center en el transcurso de la semana es bastante homogénea.

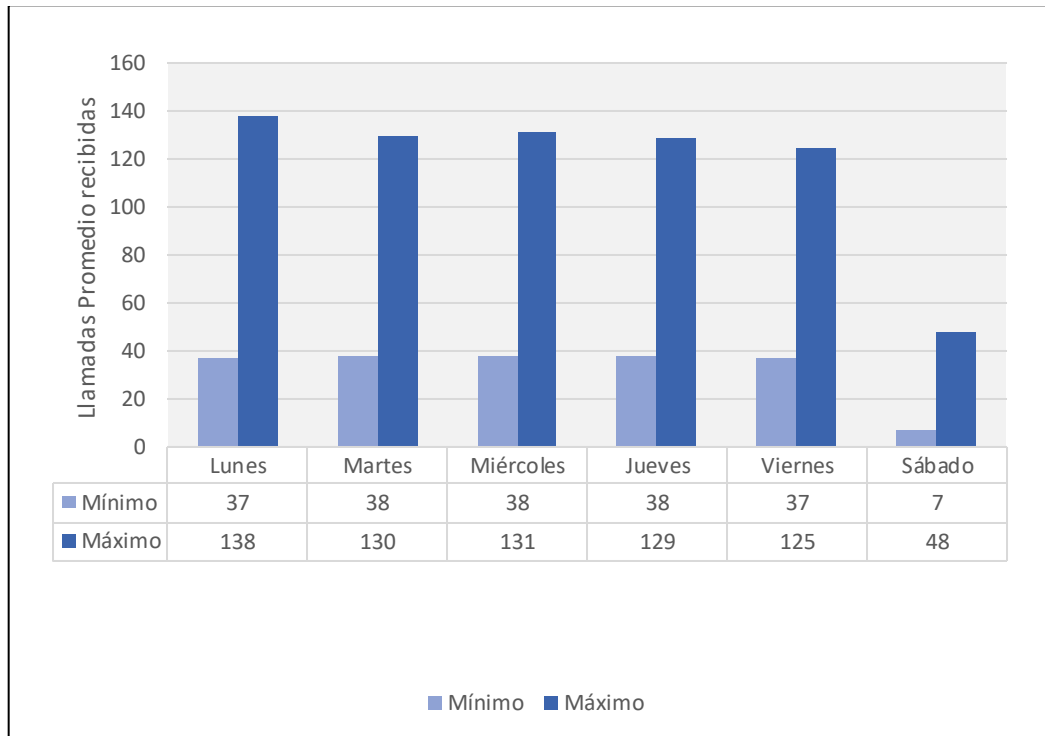
El día sábado es el día de la semana de produce el mínimo de números de llamadas recibidas.

Tabla N° 8 Distribuciones de Probabilidad.

	Media muestral	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Promedio Llamadas Lunes	102	30	37	138
Promedio Llamadas Martes	101	27	38	130
Promedio Llamadas Miércoles	99	27	38	131
Promedio Llamadas Jueves	98	27	38	129
Promedio Llamadas Viernes	94	25	37	125
Promedio Llamadas Sábados	35	13	7	48

Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI-

Gráfico N° 4 Mínimos y Máximos de Llamadas Promedio Recibidas.



Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

Se estableció un gráfico que permite analizar la situación promedio actual de las llamadas recibidas para los días de la semana exceptuando el día domingo.

Los días lunes son aquellos en los que se realizan mayor cantidades de llamadas mientras que los días sábados son los de menor tráfico de llamadas con un total de 48 llamadas recibidas promedio. Se puede apreciar que independiente que el horario del día sábado tenga menos hora de trabajo, se observa que en las mismas franjas de horario en comunes (8 a 15) h.del resto de la semana (Lunes a Viernes) el flujo de llamadas es inferior en los días sábados.

Se puede observar que el día lunes es aquel con mayor demanda del servicio de Call – Center con 138 llamadas telefónicas promedio, seguido del día Martes con 130 llamadas y así sucesivamente hasta el día sábado que posee un máximo de 48 llamadas promedio recibidas.

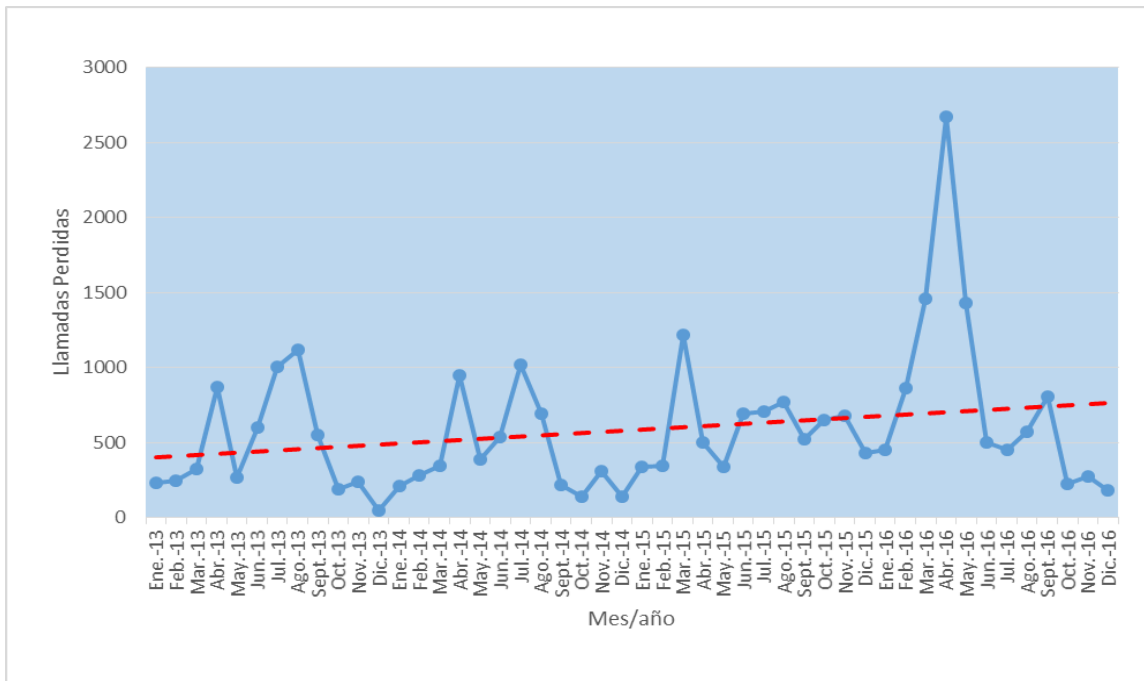
Se puede concluir que el sábado posee un mínimo de 7 llamadas promedio recibidas mientras que el día martes, miércoles y jueves son aquellos que poseen el máximo de llamadas dentro del rango de los mínimos de llamadas promedio recibidas.

6.1.2 Llamadas perdidas o abandonadas en la empresa Distribuidora De gas Natural, 2013 a 2016

Son llamadas perdidas aquellas que no son contestadas por los agentes, es decir, cuando el llamante abandona trascurrido un tiempo. En el gráfico N°5 se muestra la cantidad de llamadas perdidas por mes en cada año (ver Anexo C).

El estudio de las llamadas perdidas o abandonadas toma una gran relevancia en el nivel de servicio que entrega la empresa, debido a que afectan directamente a la percepción de una demanda adecuadamente satisfecha, en otras palabras la falta de respuesta a una demanda provoca insatisfacción en el cliente, es por tal motivo que este ítem se convierte en uno de los indicadores clave de rendimiento de un centro de atención de llamadas.

Gráfico N° 5 Tendencia De las Llamadas Perdidas en la empresa Distribuidora de gas 2013 a 2016.



Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

Se puede apreciar a grandes rasgos, en 2016 se perdieron 9886 llamadas realizadas al Call Center de la empresa, es decir un promedio de 824 llamadas mensuales, 34 llamadas diarias y 2.8 llamadas a la hora., lo que implica que el 3,4% de las llamadas realizadas al Call center se pierden.

Tabla N° 9 Llamadas recibidas en El Call Center de la empresa distribuidora de gas Natural entre 2013 a 2016

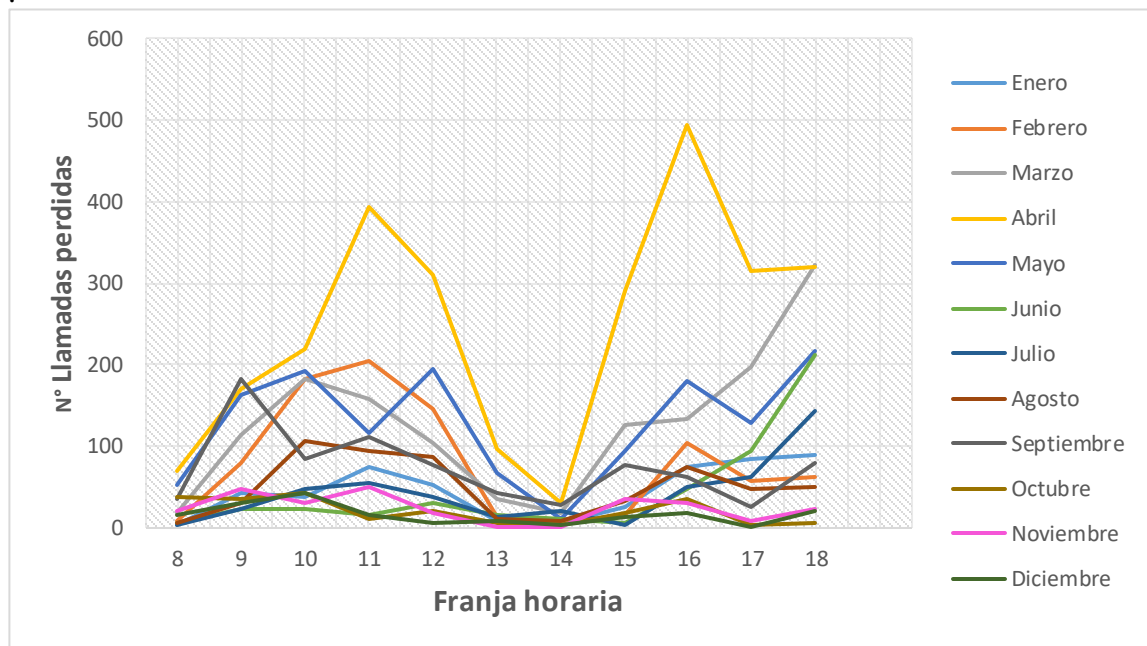
2013	2014	Incr. 2013-2014	2015	Incr. 2014-2015	2016	Incr. 2015-2016
5.690	5.230	-8,1%	7.186	37,4%	9.886	37,6%

Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

Como muestra la tabla N°9 el Total de llamadas perdidas ha aumentado ampliamente en 2016, pasando de una baja de 8,1% en 2014 a un aumento de 37,4 % en 2015 hasta un 37,6% en 2016., este aumento en las llamadas perdidas, se puede deber principalmente a una mala distribución del personal del Call center, es decir del agente en aquellos horarios de mayor demanda lo cual nos da un indicio de que es posible mediante este estudio, optimizar de forma más efectiva al personal para disminuir este porcentaje de llamadas perdidas.

Lo anteriormente señalado se puede apreciar de mejor manera en el gráfico N°6, el cual expone el número de llamadas perdidas en franja horaria del año 2016.

Gráfico N° 6: Llamadas perdidas por hora y mes en la empresa distribuidora de gas durante el año 2016



Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

En el Gráfico N°6 se observa los siguientes comportamientos:

- Desde las 9 de la mañana se puede apreciar un incremento constante en el número de llamadas perdidas, Hasta las 11 AM en cuyo horario se produce una pérdida de llamados del 13% al igual que a las 16 PM.y 18 PM.
- En la mayoría de los meses la menor frecuencia de llamadas perdidas se produce a las 14 h., correspondiente a 12 llamadas promedio mensual en el horario.
- Se puede observar que se pierden más llamadas y con mayor frecuencia en las horas de mayor actividad.

Tabla N° 10 porcentaje de Llamadas perdida por franja horaria en el año 2016 de la empresa distribuidora de gas.

hora/mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
8	0%	1%	2%	8%	8%	1%	0%	1%	4%	5%	2%	2%	3%
9	2%	4%	5%	8%	10%	1%	1%	1%	8%	2%	2%	1%	4%
10	1%	8%	7%	8%	10%	1%	2%	4%	3%	2%	1%	2%	4%
11	3%	8%	5%	13%	4%	0%	2%	3%	4%	0%	2%	1%	4%
12	2%	6%	3%	11%	9%	1%	1%	3%	3%	1%	1%	0%	3%
13	0%	0%	1%	3%	3%	1%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	1%
14	0%	0%	1%	1%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
15	1%	1%	5%	13%	5%	0%	0%	1%	4%	1%	2%	1%	3%
16	4%	6%	6%	25%	12%	2%	2%	3%	3%	2%	2%	1%	6%
17	4%	3%	10%	18%	8%	4%	3%	2%	1%	0%	0%	0%	5%
18	6%	5%	22%	22%	19%	13%	9%	3%	5%	0%	1%	1%	9%

Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

Como se mencionó anteriormente, el estudio de las llamadas perdidas o abandonadas toma una gran relevancia en el nivel de servicio que entrega la empresa, es por tal motivo que este ítem se convierte en uno de los indicadores clave de rendimiento de un centro de atención de llamadas, en la tabla 10 se puede observar el Porcentaje de Abandono que corresponde a la participación que tienen las llamadas no contestadas o

abandonadas en el total de llamadas recibidas. Es decir, que porcentaje de las llamadas que se reciben no son atendidas por agentes.

Por tanto, este indicador sería formulado como:

$$\% \text{ Abandono} = (\text{llamadas abandonadas}) / (\text{llamadas recibidas})$$

Se puede apreciar que el porcentaje de abandono oscila entre el 3% al 9%, observándose en pocas franjas horarias valores de dos dígitos, los cuales son focos de preocupación, sin embargo, este porcentaje de abandono puede ser mejorable, mediante un incremento de la capacidad de agente instaladas en esta franja. En todo caso, los valores más comunes de operaciones de servicio al cliente son aceptables entre el 2% y el 5%, para nuestro estudio será de un 4%.

Otro tema de importancia en el abandono de las llamadas es la impaciencia de los clientes, en la tabla N° 11 Se muestra las llamadas perdidas por tiempo de espera.

Tabla N° 11 Llamadas perdidas en 2016 por tiempo de espera.

Tiempo de Espera (segundos)	N° Llamadas Perdidas	Frecuencia	Acomulado
0-5	675	8%	8%
6-10	216	3%	11%
11-16	238	3%	14%
17-20	138	2%	15%
21-30	716	9%	24%
31-45	1.097	13%	37%
46-60	874	11%	48%
61-90	1.422	17%	65%
91-120	1.107	13%	78%
>120	1.797	22%	100%
Total	8.280	100%	

Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

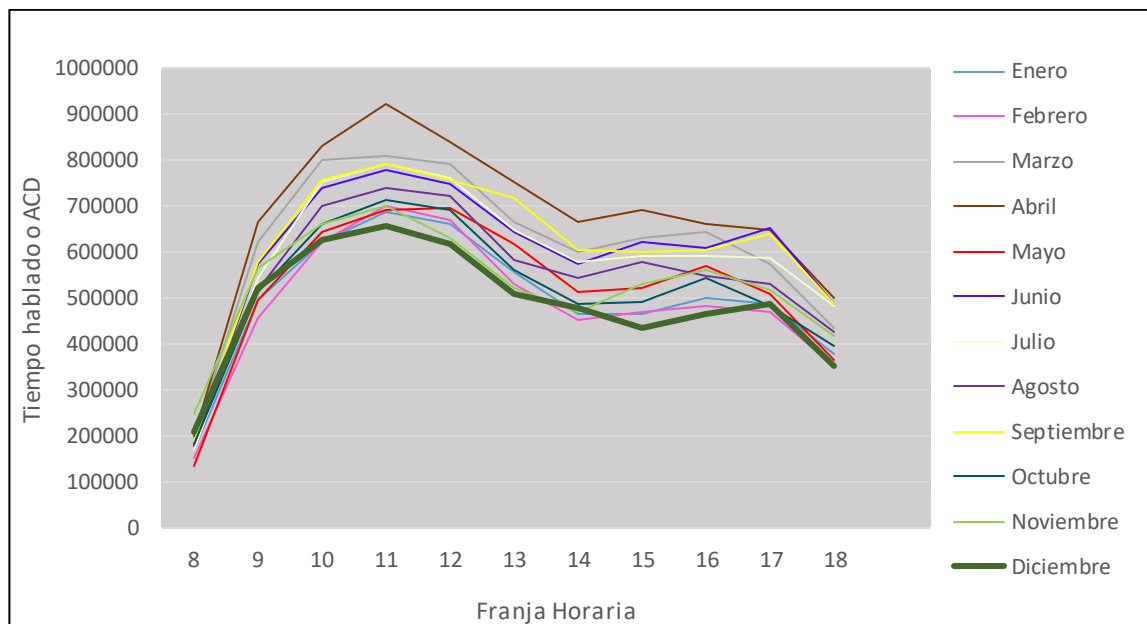
Se puede observar, que el mayor porcentaje 22% de abandonos se produce posterior a los 120 segundos de espera, lo cual nos permite reflexionar que el cliente que

llama al Call center de la empresa distribuidora de gas, no es un usuario impaciente, el cual está dispuesto a esperar por ser atendido, sin embargo, el aumento de llamadas perdidas afecta al desempeño interno de la empresa, ya que afectan directamente a la percepción de una demanda adecuadamente satisfecha.

6.1.3 Tiempo de servicio en la empresa Distribuidora De gas Natural, 2016

El tiempo de Servicio, es el que media entre que la llamada es recogida por el agente, se realizan las operaciones, y se finaliza la atención, es decir se tabulan tanto los tiempos de conversación con el cliente, como a aquellos tiempos en el que el agente se encuentra ocupado en el desarrollo de la atención.

Gráfico N° 7 Tiempo Hablado en la empresa Distribuidora de Gas Natural 2016



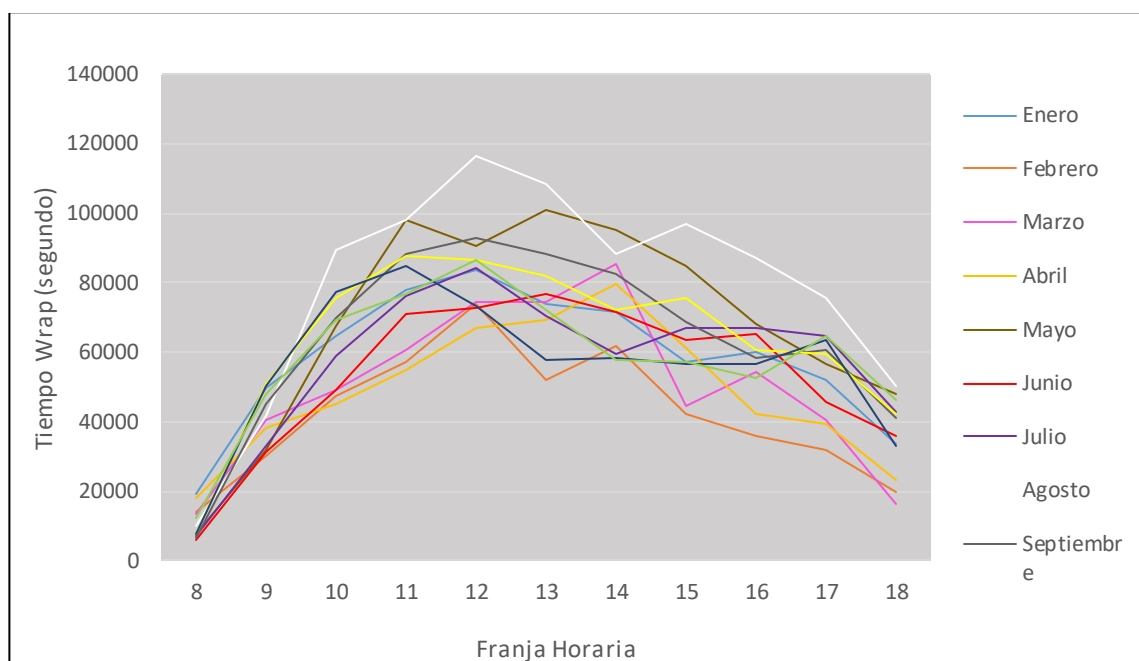
Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

En el Gráfico N° 7 se puede apreciar que el tiempo de conversación del agente con el cliente que llama, es mayor durante el rango de hora en la cual se reciben mayor número

de Llamadas recibidas, dicho rango es entre las 11:00 y 12:00 AM, situación que se puede observar durante todos los meses del año.

Se puede observar que la distribución de los tiempos de conversación mantiene cierta similitud con el gráfico de Llamadas recibidas al Call Center de la empresa distribuidora de Gas.

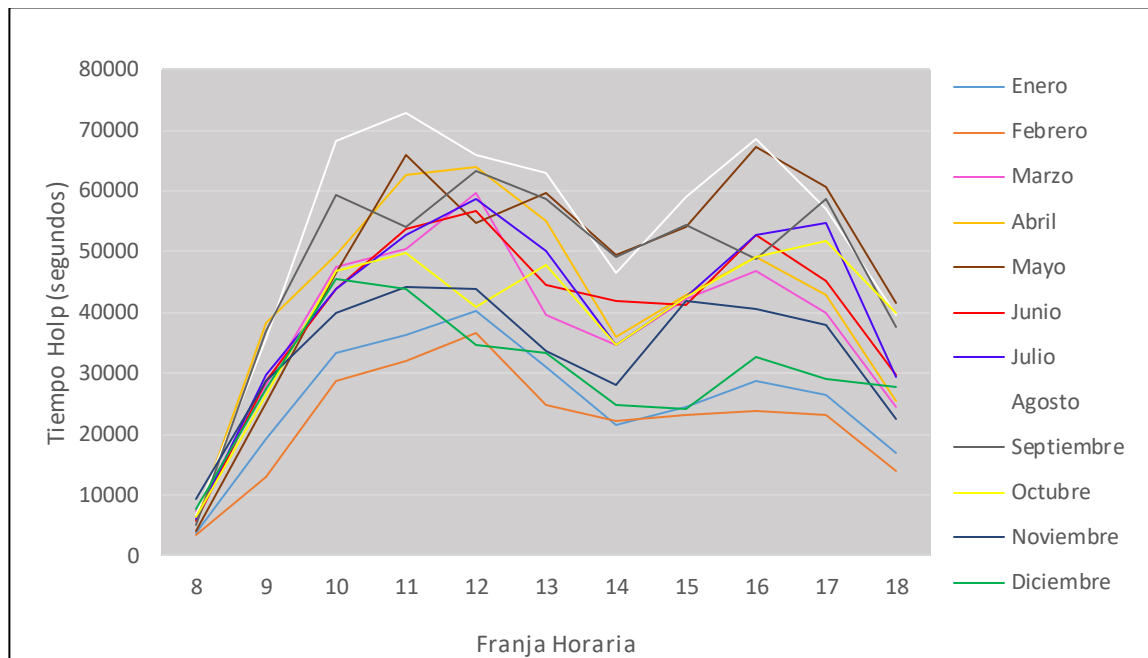
Gráfico N° 8 Tiempo Wrap en la empresa Distribuidora de Gas Natural 2016



Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

Como se observa en el Gráfico N° 8 el tiempo Wrap, es decir el tiempo que ocupa el agente en terminar todo lo relacionado con su comunicación con el cliente, es muy variable se pueden observar peak en horario de 11-12 PM y 14-15 PM, el primer peak se debe principalmente a que en este horario se reciben mas llamadas.

Gráfico N° 9 Tiempo Hold en la empresa Distribuidora de Gas Natural 2016

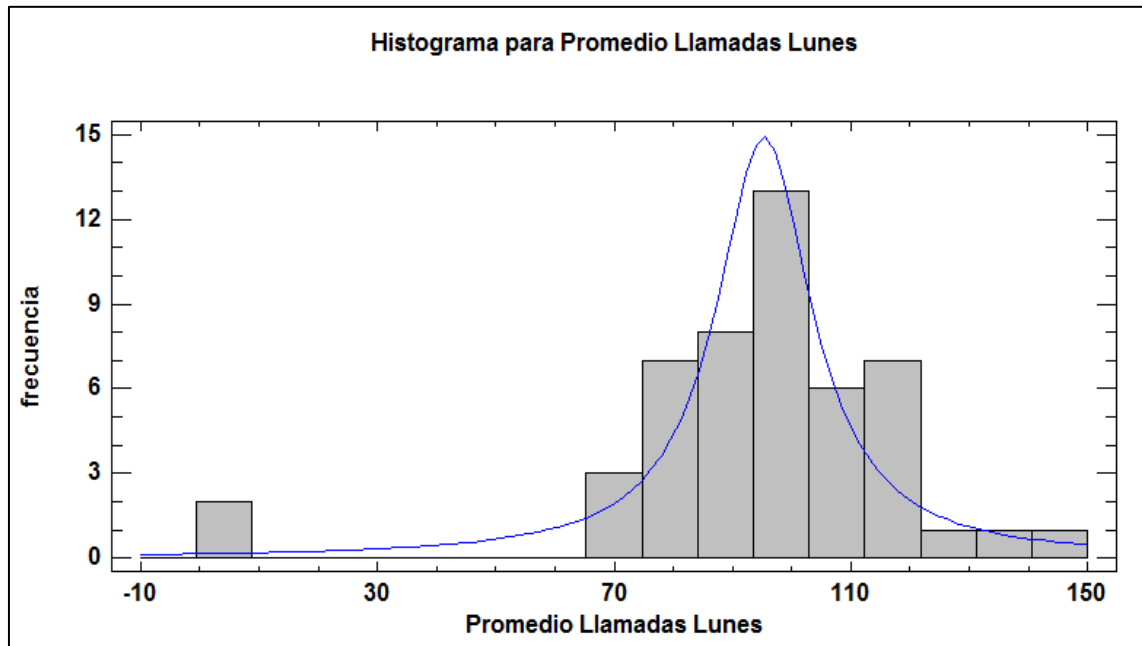


Fuente: Elaboración propia a partir de información interna de La empresa Distribuidora de Gas.

En cuanto al tiempo que el agente deja al cliente en espera, ya sea para verificar, consultar y validar información que el cliente solicita se muestra en la Grafica N°9. En este Gráfico se puede apreciar que el tiempo Hold aumenta en aquellas horario que se producen mayor número de Llamadas entrantes al call Center, observandose peak entre las 11 – 12 PM y a las 16 PM en la mayoría de los meses del año.

6.2 MODELO PROBABILÍSTICO

Gráfico N° 10 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson.



Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Tabla N° 12 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas.

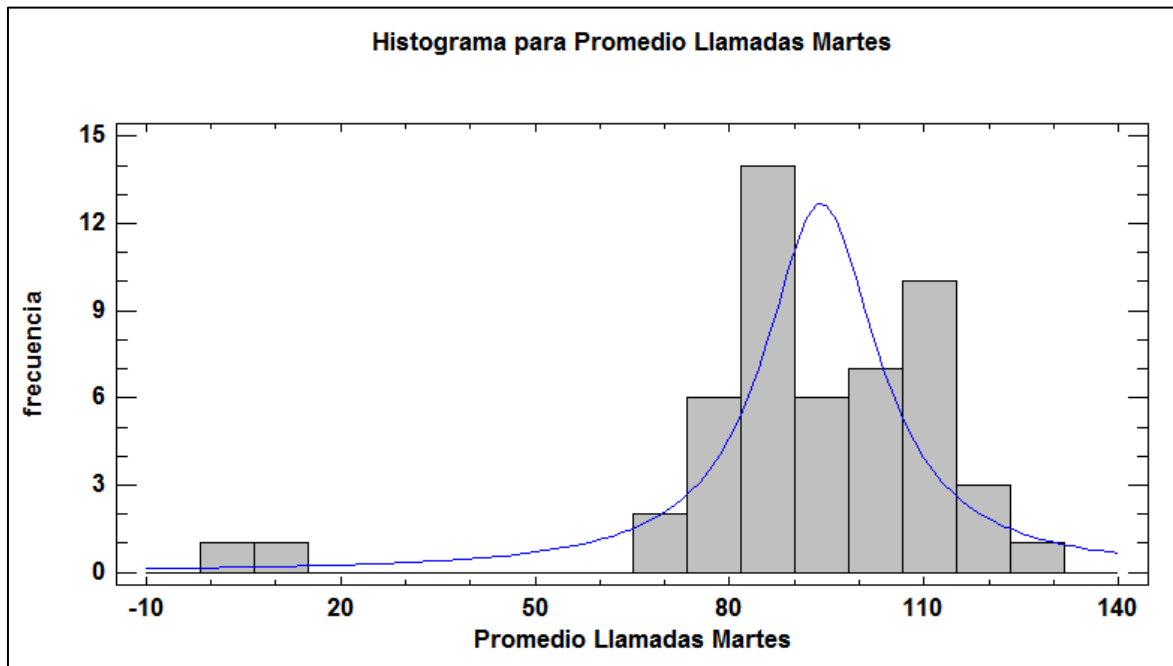
Prueba de Kolmogorov – Smirnov

	Poisson
DMAS	0,064864
DMENOS	0,0690112
DN	0,0690112
Valor-P	0,973749

Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Promedio Llamadas lunes proviene de una distribución Poisson con 95% de confianza.

Gráfico N° 11 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson



Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

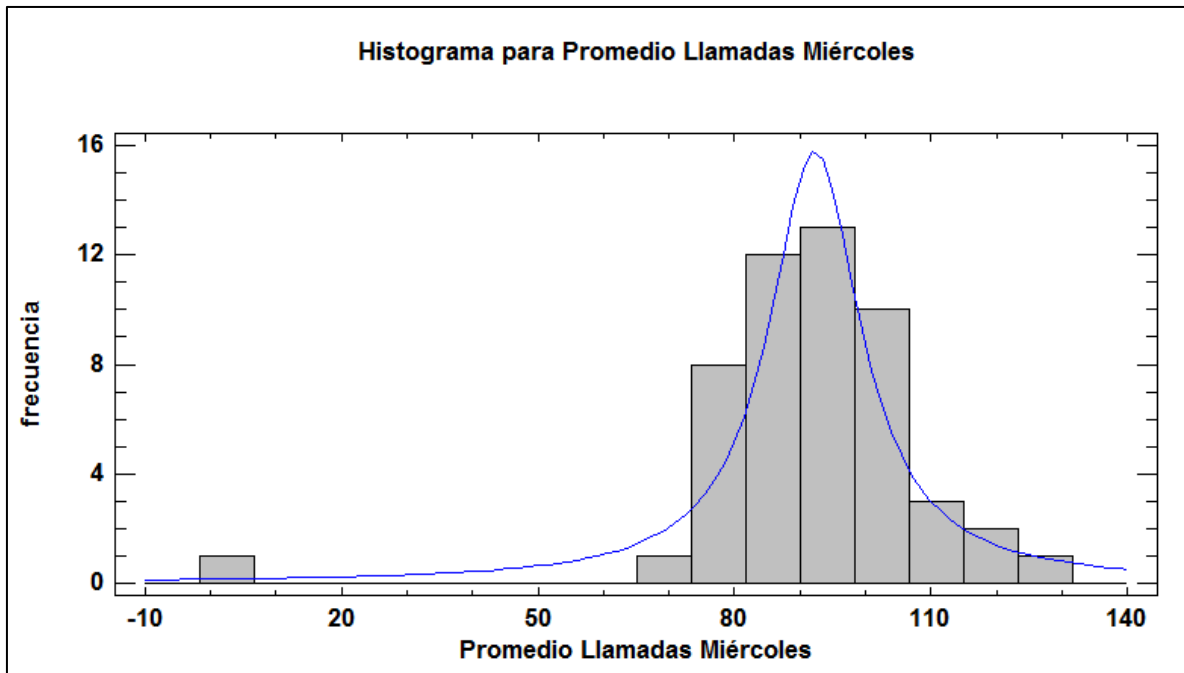
Tabla N° 13 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas Martes

Prueba de Kolmogorov – Smirnov

	<i>Poisson</i>
DMAS	0,100416
DMENOS	0,0969107
DN	0,100416
Valor-P	0,682592

Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Promedio Llamadas martes proviene de una distribución Poisson con 95% de confianza.



Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Tabla N° 14 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas Miércoles

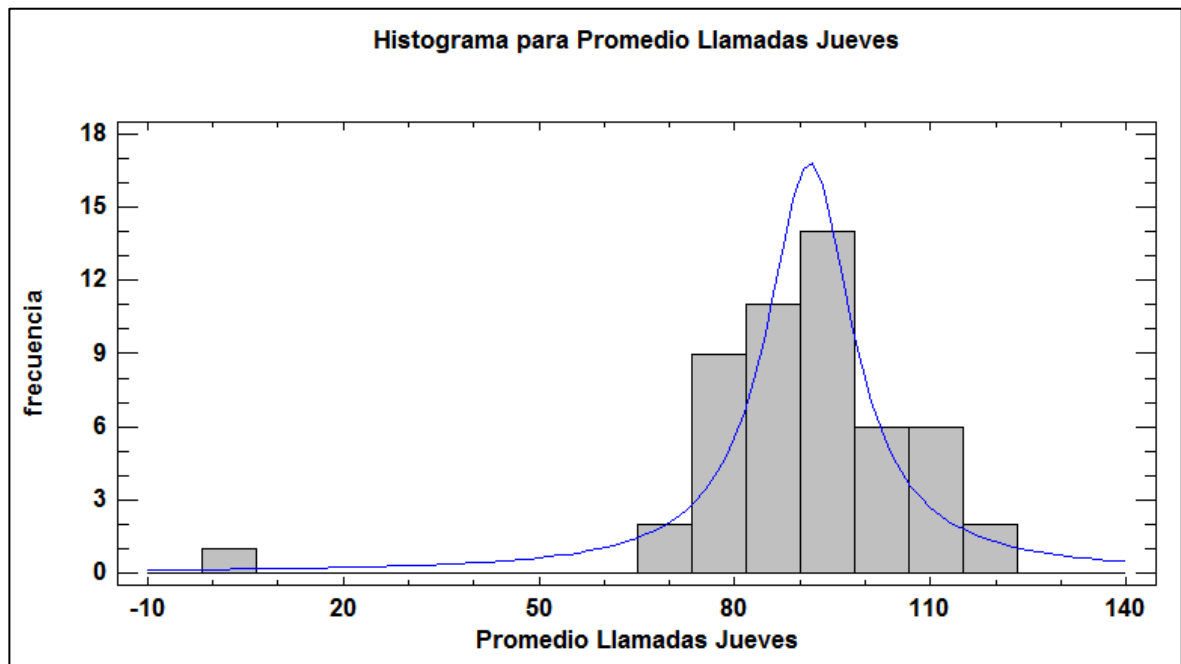
Prueba de Kolmogorov – Smirnov

	<i>Poisson</i>
DMAS	0,107984
DMENOS	0,10688
DN	0,107984
Valor-P	0,591689

Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Promedio Llamadas miércoles proviene de una distribución Poisson con 95% de confianza.

Gráfico N° 13 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson



Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Tabla N° 15 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas Jueves

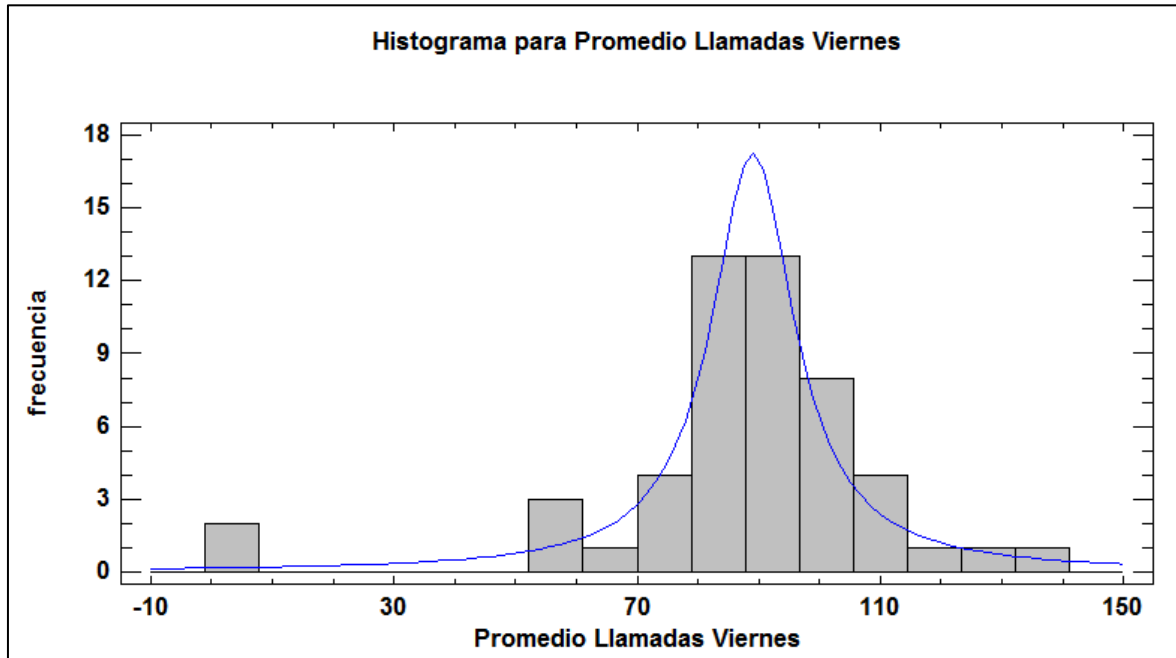
Prueba de Kolmogorov – Smirnov

	<i>Poisson</i>
DMAS	0,100741
DMENOS	0,0990346
DN	0,100741
Valor-P	0,678689

Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Promedio Llamadas jueves proviene de una distribución Poisson con 95% de confianza.

Gráfico N° 14 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson



Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Tabla N° 16 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas Jueves

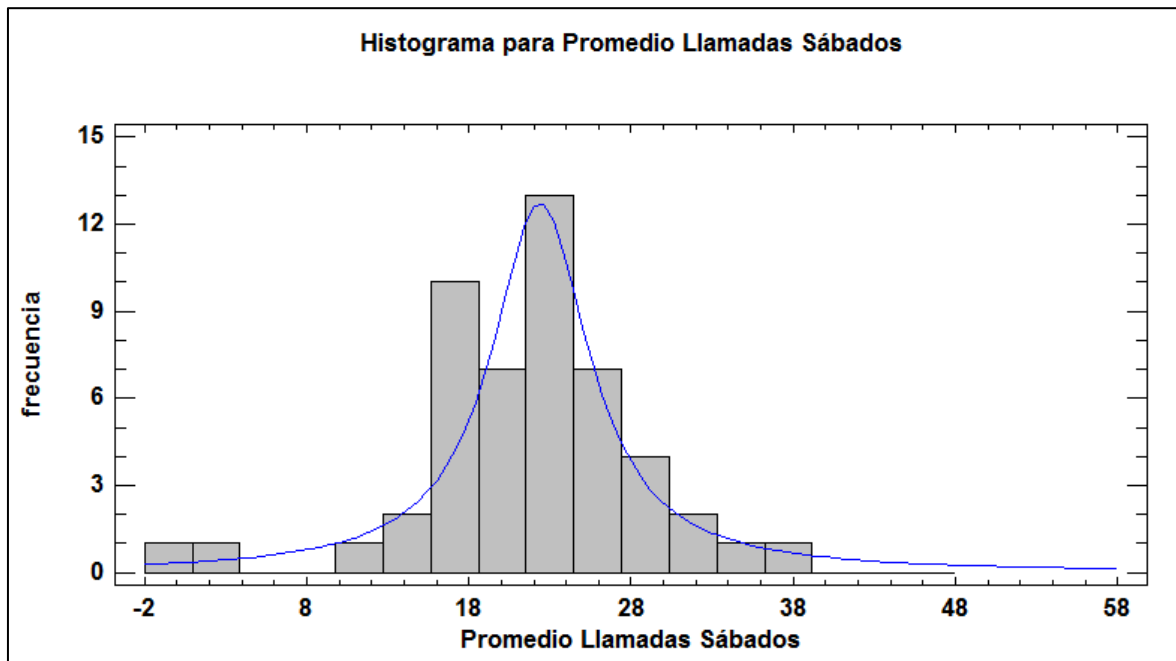
Prueba de Kolmogorov – Smirnov

	<i>Poisson</i>
DMAS	0,0599457
DMENOS	0,071247
DN	0,071247
Valor-P	0,958032

Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Promedio Llamadas viernes proviene de una distribución Poisson con 95% de confianza.

Gráfico N° 15 Prueba de Bondad de Ajuste para una Distribución Poisson



Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Tabla N° 17 Prueba de Bondad de Ajuste para Promedio Llamadas Viernes

Prueba de Kolmogorov – Smirnov

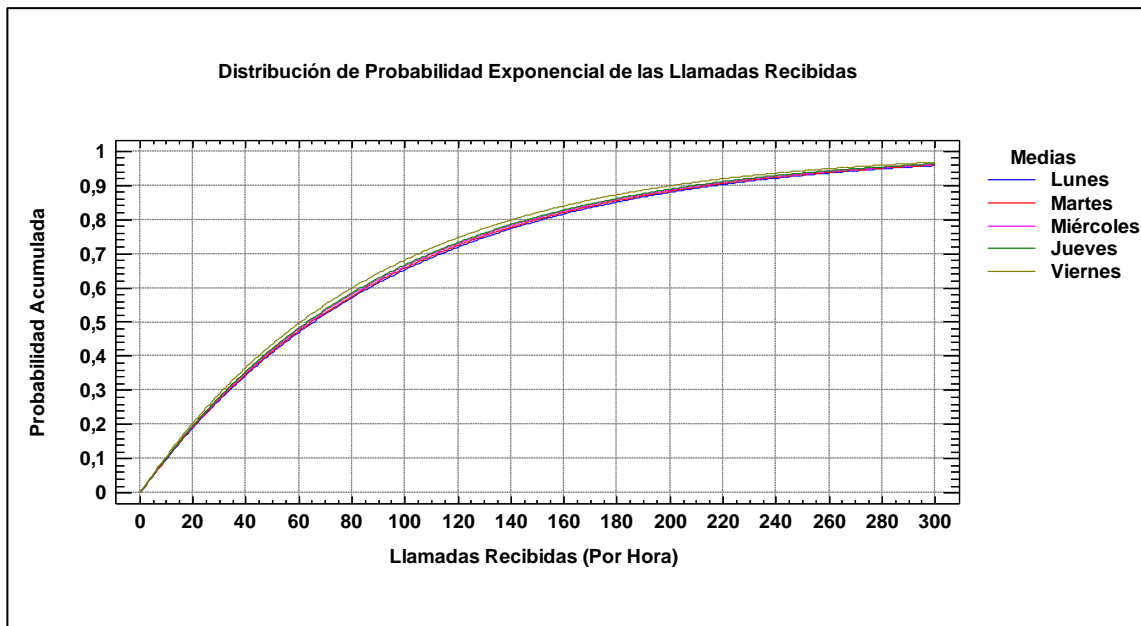
	<i>Poisson</i>
DMAS	0,122334
DMENOS	0,0926742
DN	0,122334
Valor-P	0,450306

Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Promedio Llamadas sábados proviene de una distribución Poisson con 95% de confianza.

Puesto que la distribución de las llamadas se ajusta a la distribución de Poisson para todos los días, entonces la distribución de tiempo entre la llegada de una llamada y otra es exponencial, esto se ilustra gráficamente a continuación.

Gráfico N° 16 Distribución Exponencial de las Llamadas Recibidas



Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Tabla N° 18 Distribuciones de Probabilidad

Distribución: Exponencial

<i>Parámetros:</i>	<i>Media</i>
Dist. 1	102
Dist. 2	101
Dist. 3	99
Dist. 4	98
Dist. 5	94

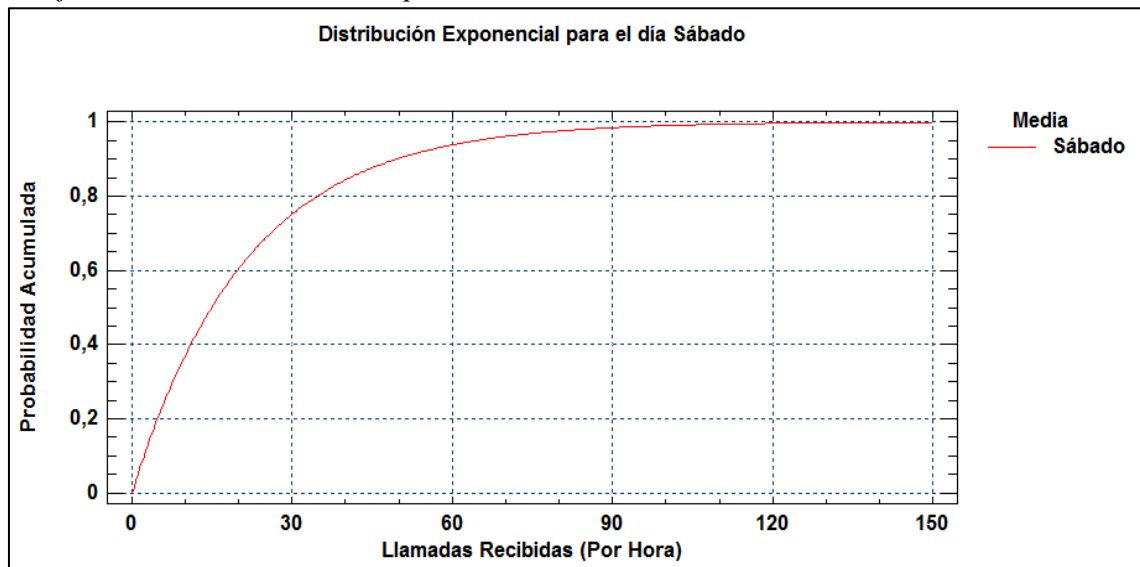
Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Por medio del Software STATGRAPHICS Centurion XVI se determinó la distribución de tiempo de llegadas de las llamadas entre una y otra, aquella distribución es la exponencial y se realizó para las llamadas recibidas promedio de los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, es decir, para cinco días de la semana, puesto que la distribución de probabilidad exponencial permite hasta cinco medias. En el gráfico N°16 se puede observar el comportamiento de las llamadas recibidas y se pueden interpretar algunos resultados, esto es:

- De un total de 300 llamadas recibidas, los días lunes se reciben 100 llamadas con una probabilidad cercana al 65%.
- De un total de 300 llamadas recibidas, los días viernes se reciben 150 llamadas con una probabilidad cercana al 81%.
- De un total de 300 llamadas recibidas, los días miércoles se reciben 210 llamadas con una probabilidad cercana al 88%.

Puesto que la distribución exponencial para las llamadas recibidas que se muestran en el gráfico N° 16 es para los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, se realizó la distribución de probabilidad para las llamadas recibidas del día sábado con una media de 21,56. Aquella distribución se encuentra en el gráfico N° 17.

Gráfico N° 17 Distribución Exponencial de las Llamadas Recibidas



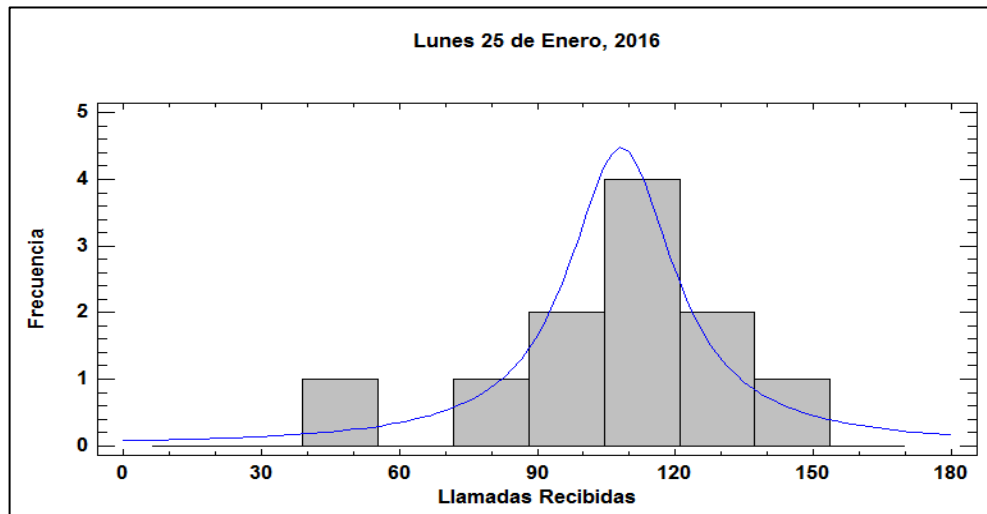
Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Una vez demostrado que las distribuciones de probabilidad se ajustan a la distribución de Poisson, es válido comenzar a determinar el número de agentes por hora durante el día y durante la semana. Aquel desarrollo que contempla determinar el número de agentes, se llevará a cabo en el siguiente capítulo realizando una introducción de la metodología de desarrollo

Los datos entregados por el software STATGRAPHICS Centurion XVI demuestra que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula con lo que se tiene que las llamadas llegan por un proceso de Poisson y se puede concluir que el tiempo entre llegadas se distribuye exponencialmente. Nótese que esto no implica que la prueba rechace otro tipo de distribución.

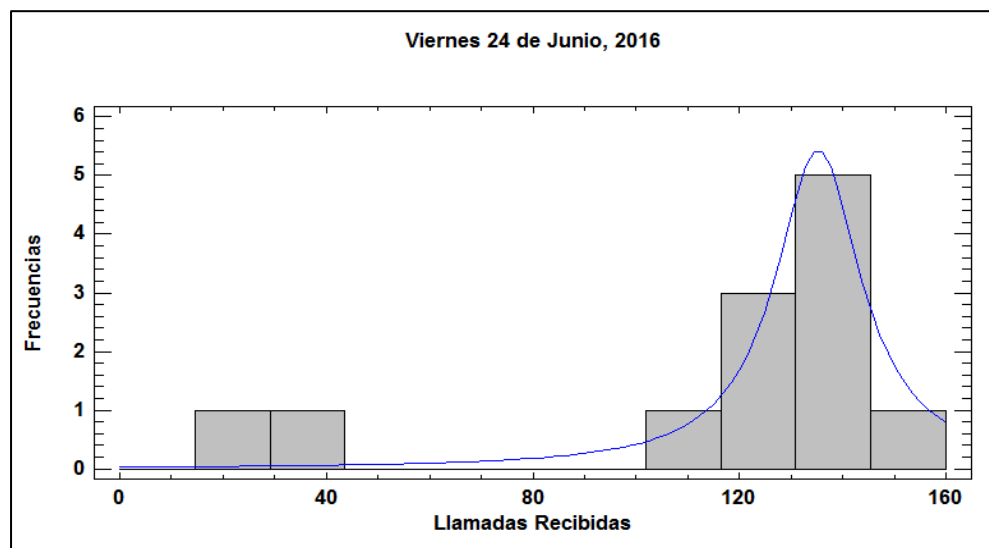
Ahora se esperaría que todos los días posean igual distribución probabilística, los gráficos N° 18 y N° 19 corresponden a días distintos y hace pensar en igualdad de distribución.

Gráfico N° 18 Distribución Poissoniana para lunes 25 de Enero, 2016



Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Gráfico N° 19 Distribución Poissoniana para viernes 24 de Junio, 2016



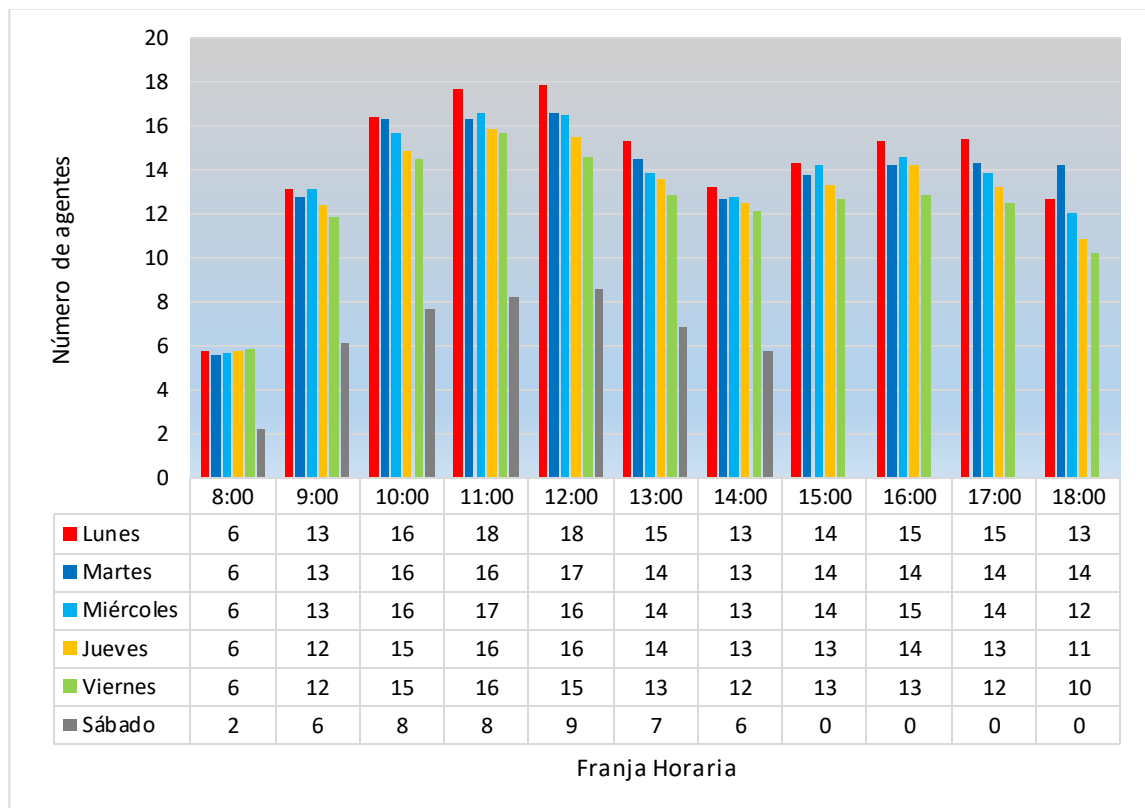
Fuente: Elaboración propia mediante software STATGRAPHICS Centurion XVI

Con ello queda demostrado que la prueba de distribución de probabilidad de Poisson para distintos días se puede realizar de manera independiente, puesto que los datos comprendidos durante el período 2016 poseen una distribución poissoniana.

6.3 AGENTES REQUERIDOS PROMEDIOS PARA LOS DÍAS DE LA SEMANA EN EL CALL CENTER DE METROGAS.

La cantidad de agentes requeridos se tabuló para cada día de la semana por rango de una hora correspondiente al horario desde las 08:00 horas hasta las 19:00 horas. Estos valores se encuentran en el Anexo A. Los resultados se pueden observar en el gráfico N° 20, que indican la cantidad de agentes requeridos por hora para los seis días de la semana del promedio de llamados.

Gráfico N° 20 Agentes Mínimos Requeridos para el promedio de las llamadas de los días Lunes, martes Miércoles Jueves Viernes y sábados



Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

Existe una clara similitud de la distribución de los agentes entre todos los días de la semana, siendo muy poca la diferencia en magnitud, y sólo el día Sábado se aleja en alguna medida a los valores del resto de la semana. Se puede observar que los cinco días

de la semana (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes) poseen cantidades similares de agentes para atender la demana de los clientes, esto se debe a que la media de las llamadas recibidas oscilan entre [94 ; 102], aquello significa que los días lunes es cuando se realizan la mayor cantidad de llamadas recibidas por clientes y para atender los llamados telefónicos los días lunes se necesitan a lo más 18 agentes operativos desde las 8 de la mañana, sin embargo, estos 18 agentes se requieren exclusivamente para las 11 y 12 de la mañana del día lunes como lo muestra el gráfico N° 20, puesto que la demanda de llamadas a las 8 de la mañana del mismo día solo se requieren 6 agentes operativos para el tráfico de llamadas en cuyo horario, no obstante, el máximo de agentes requeridos para el promedio de las llamadas de los días martes cuando el tráfico de llamadas se mantiene a un ritmo constante es de 16 agentes en un horario continuo desde las 10:00 horas hasta 11:00 horas, y a las 12:00 horas se requieren 17 agentes, aquello da a conocer que en aquel horario de los días martes es cuando se concentran la mayor cantidad de llamadas recibidas.

Asínismo, los días miércoles se concentra la mayor cantidad de llamadas en el horario de 11:00 horas requiriendo un máximo de 17 agentes para contestar los llamados realizados en dicho horario, como se puede observar en el gráfico N° 20, a eso de las 16:00 horas se requieren 15 agentes en promedio para antender los llamados de las a partir de las 16:00 horas hasta las 17:00 horas. Adicionalmente, los días jueves y viernes, requieren de a lo más 16 agentes para antender las llamadas telefónicas que son recepcionadas en el horario de las 11:00 horas.

De manera análoga, los días sábados sucede un fenómeno anormal para la distribución de las llamadas, esto no quiere decir que aquella distribución deja de ser poissoniana ni mucho menos que la distribución de las llamadas entre una y otra no sea exponencial, esto quiere decir, que debido a que la media para el día sábado es de 35 el máximo de agentes requeridos son 9 para antender la demanda de las llamadas recepcionadas a las 12 am.



Además, se puede inferir que la mayor cantidad de llamadas para los seis días de la semana son a las 11:00 de la mañana y aquello implica que es el horario en el que se requieren la mayor cantidad de agentes operativos.

Si bien es cierto que el número de agentes teóricos se aleja de la planilla contratada, por la empresa distribuidora de gas, podemos observar en la tabla N° 19 el promedio anual por día y franja horaria de los agentes realmente operativos en el call center el cual se asemeja mucho más al calculado teóricamente.

Estas diferencias entre la planilla contratada mostrada en la tabla N° 6 v/s lo real, se debe principalmente al alto ausentismo laboral que posee este Call center, ya sea por capacitaciones, vacaciones, licencias o permisos laborales.

Tabla N° 19 Promedio Anual de agentes operativos por día y franja horaria del año 2016

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Lunes	6	11	13	15	16	16	18	14	14	13	11
Martes	7	12	15	16	19	18	20	17	15	14	12
Miércoles	7	12	14	16	18	18	19	16	15	14	12
Jueves	6	11	14	16	18	17	19	15	15	14	12
Viernes	5	9	12	13	15	14	15	13	14	14	12
Sábado	5	10	12	14	16	15	16	14			

Fuente: Elaboración propia mediante información interna de la empresa Distribuidora de gas natural durante el año 2016.

6.4 PRONÓSTICO DE LLAMADAS RECIBIDAS.

Se realiza predicción en base a los datos que se muestran en la tabla N° 20 correspondiente a la demanda de Llamadas entrantes al Call Center de la empresa distribuidora de gas durante los años 2013 a 2016 subdividida por meses.

Tabla N° 20 Número de Llamadas recibidas en la empresa distribuidora de Gas entre los años 2013 y 2016

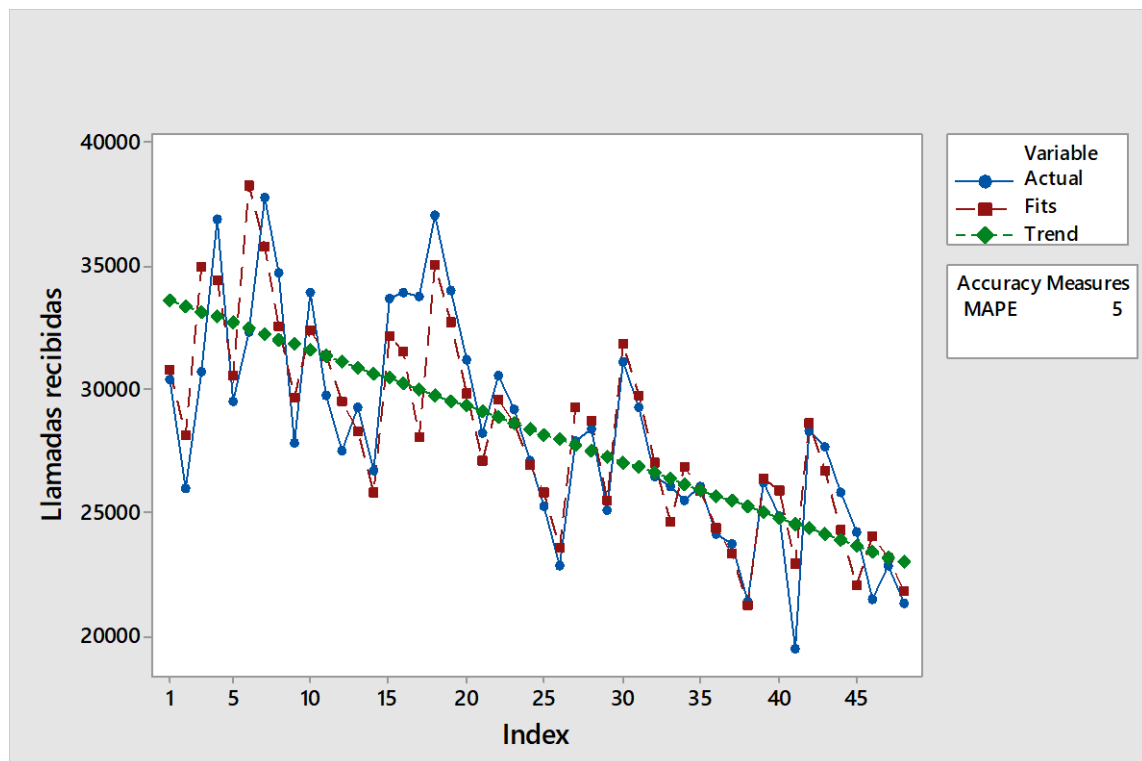
Mes/año	2013	2014	2015	2016
Enero	30.458	29.265	25.255	23.802
Febrero	26.041	26.696	22.859	21.463
Marzo	30.759	33.706	27.973	26.240
Abril	36.891	33.924	28.408	24.874
Mayo	29.519	33.810	25.122	19.513
Junio	32.390	37.111	31.129	28.309
Julio	37.771	34.047	29.304	27.679
Agosto	34.791	31.223	26.508	25.838
Septiembre	27.851	28.279	26.094	24.271
Octubre	33.920	30.623	25.523	21.535
Noviembre	29.763	29.233	26.127	22.862
Diciembre	27.523	27.164	24.164	21.317

Fuente: Elaboración Propia a partir de la información de la empresa Distribuidora de Gas.

6.4.1 Análisis de Modelo de Serie de tiempo.

A continuación se muestran los resultados de los modelo de Serie de Tiempo en estudio, para determinar cuál es el mejor modelo que nos permita predecir la demanda de Llamadas entrantes al Call Center para mes del año 2017.

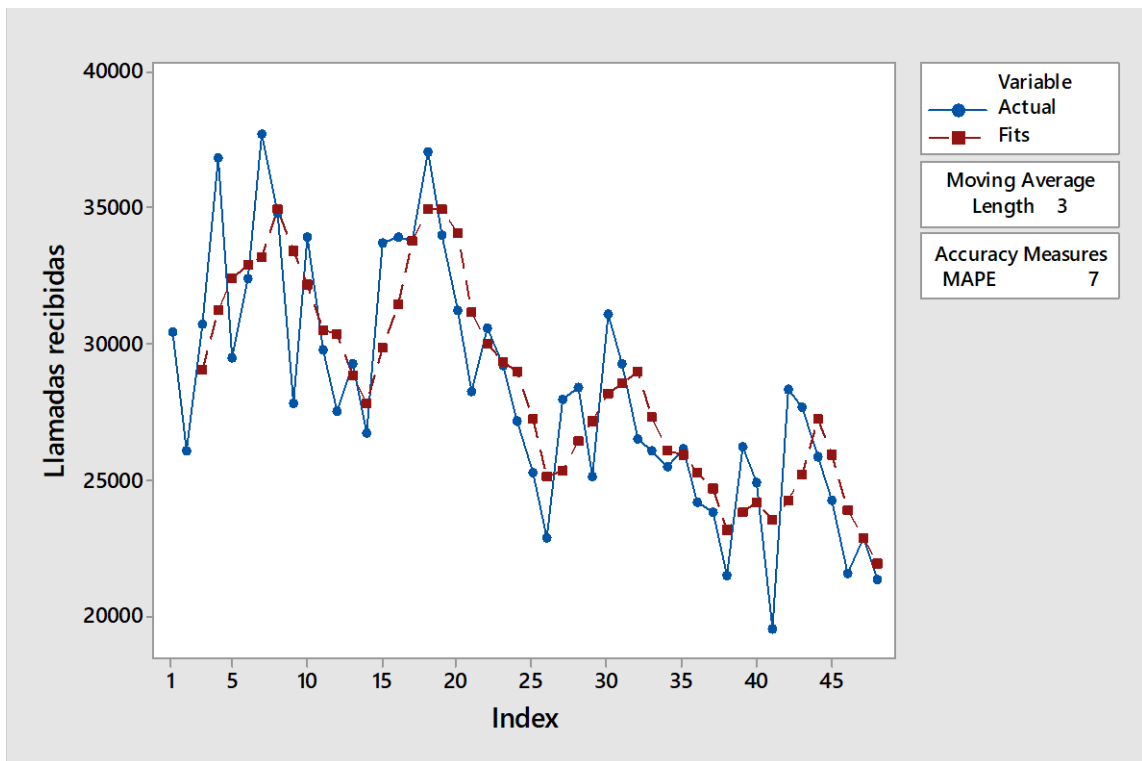
Gráfico N° 21 Pronostico mediante Modelo de Descomposición de Serie



Fuente: Elaboración propia mediante software MINITAB 17

En este Gráfico se puede apreciar la curva pronosticada en rojo por el método de Descomposición de serie con una línea de tendencia decreciente de color verde, cuya estimación nos entrega un error promedio de 5%, lo que implica que por cada pronóstico que se realiza utilizando este método, se equivoca alrededor de un 5% en la estimación.

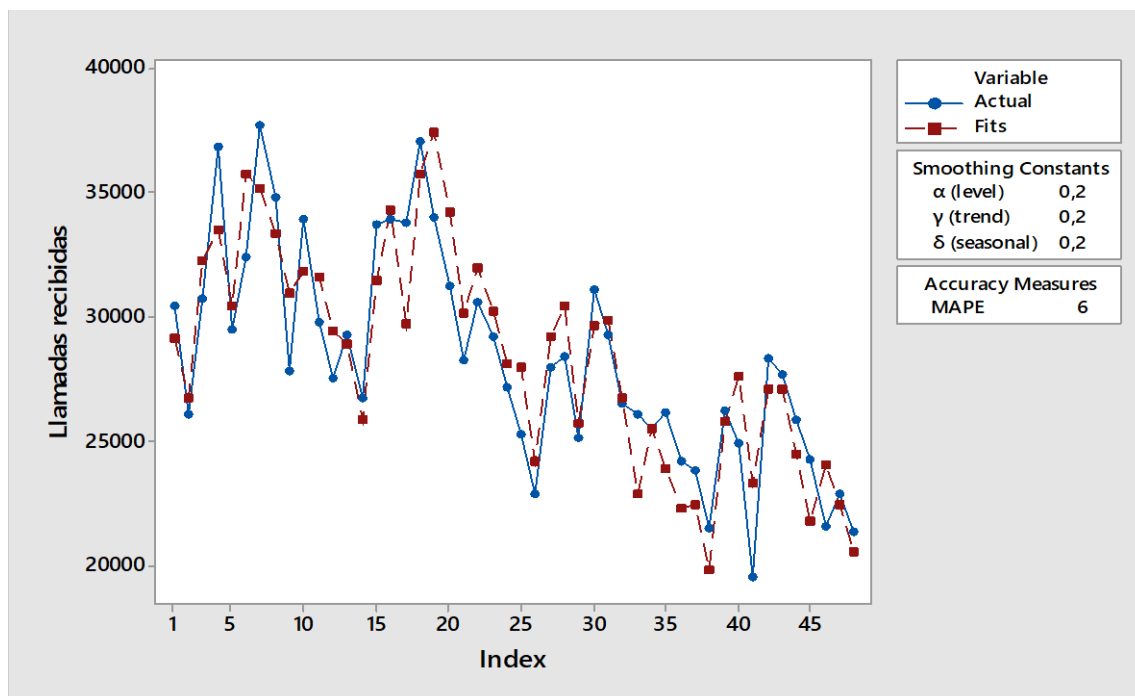
Gráfico N° 22 Pronostico mediante el modelo Promedio Móviles con $n=3$



Fuente: Elaboración propia mediante software MINITAB 17

En este Gráfico se puede apreciar la curva pronosticada en rojo por el modelo Promedio Móvil con una media móvil de $n=3$, cuya estimación nos entrega un error promedio de 7%, lo que implica que por cada pronóstico que se realiza utilizando este método, se equivoca alrededor de un 7% en la estimación.

Gráfico N° 23 Pronostico mediante el Modelo Winter



Fuente: Elaboración propia mediante software MINITAB 17

En el Gráfico N° 23 se puede apreciar la curva pronosticada en rojo por el modelo Winter con una estacionalidad de 0,2; una tendencia de 0,2 y una constante de atenuación de 0,2, cuya estimación nos entrega un error promedio de 6%, lo que implica que por cada pronóstico que se realiza utilizando este método, se equivoca alrededor de un 6% en la estimación.

En la Tabla N° 21 se muestra, los resultados de los 3 modelos de serie de Tiempo, que se estudiaron para determinar cuál es el mejor modelo para predecir los meses del año subsiguiente.

Tabla N° 21 Comparativa de métodos de series de tiempo

Error	Método Descomposición	Promedio Móviles n=3	Método Winter
MAPE	5	7	6

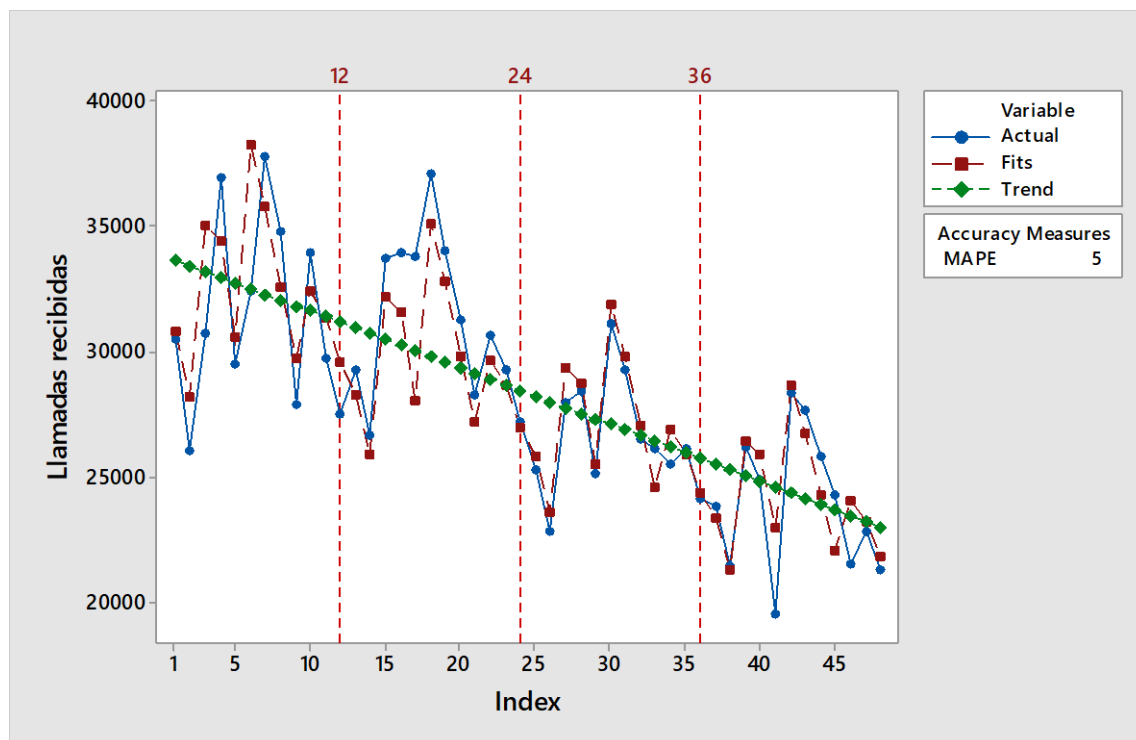
Fuente: Elaboración propia mediante software MINITAB 17

De acuerdo con lo expuesto en los gráficos 21, 22, 23 y tabla N° 21 se puede concluir que el método de Serie de Tiempo que menos error porcentual absoluto medio entrega es el Método descomposición con un 5 %, lo cual significa que el modelo se equivoca un 5% cada vez que pronostica un valor con respecto al real.

Debido a lo anterior se utiliza el método de descomposición Clásica de serie de tiempo para diseñar el pronóstico del año 2017.

6.4.2 Diseño de Pronóstico por descomposición Clásica de serie de tiempo.

Gráfico N° 24 Pronostico y tendencia por descomposición Clasica de Serie de tiempo



Fuente: Elaboración propia mediante software MINITAB 17

Se observa que el número de Llamadas recibidas presentan una tendencia decreciente y estacional, no se puede apreciar ciclos, debido a la cantidad de años en

estudio por lo cual se descarta esta componente en el modelo, de la misma manera se puede apreciar en el Gráfico N°24 que no hay irregularidades ya que no hay valores que cae o suban dentro de los valores estándar.

Por lo tanto, el modelo Descomposición de la serie, considerara solo dos componentes de la serie que serán la Tendencia y la Estacionalidad.

6.4.2.1 Tendencia:

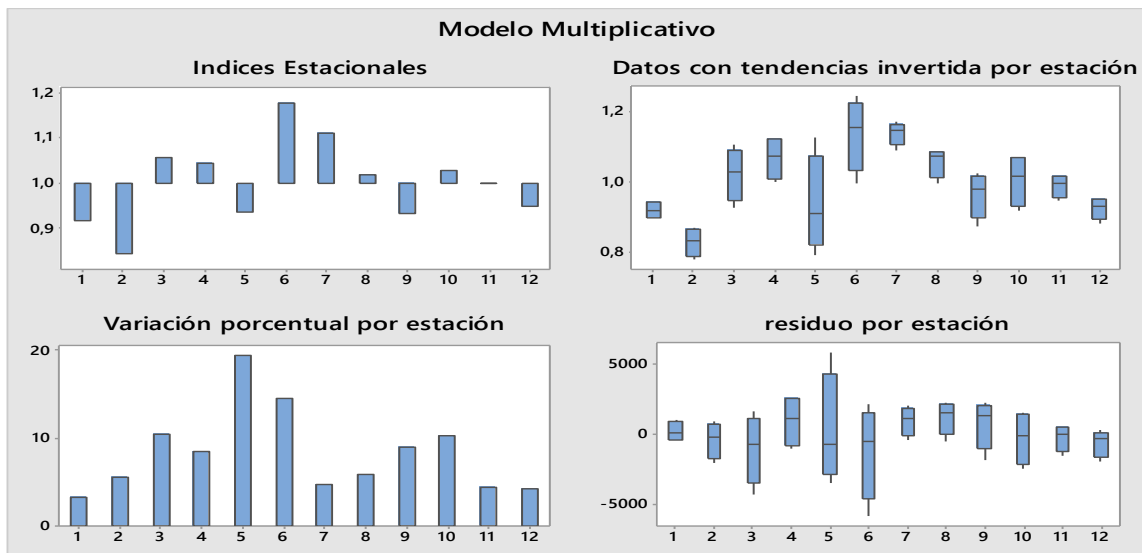
Se puede observar en el Gráfico N° 24 la línea de tendencia ajustada de color verde, quedando como:

$$Y_t = 33865 - 226,1 \times t$$

6.4.2.2 Estacionalidad:

En el Gráfico N° 25 se puede observar el resumen del análisis estacional de la serie.

Gráfico N° 25 Análisis estacional de la serie de tiempo



Fuente: Elaboración propia mediante software MINITAB 17.

En la tabla se muestran los índices estacionales de cada mes del año.

Tabla N° 22 Índices Estacionales del Modelo Descomposición de la Serie

Periodo	Indice
Enero	0.91529
Febrero	0,84294
Marzo	1,05573
Abril	1,0437
Mayo	0,9347
Junio	1,17674
Julio	1,10841
Agosto	1,01651
Septiembre	0,93276
Octubre	1,02591
Noviembre	0,99912
Diciembre	0,94819

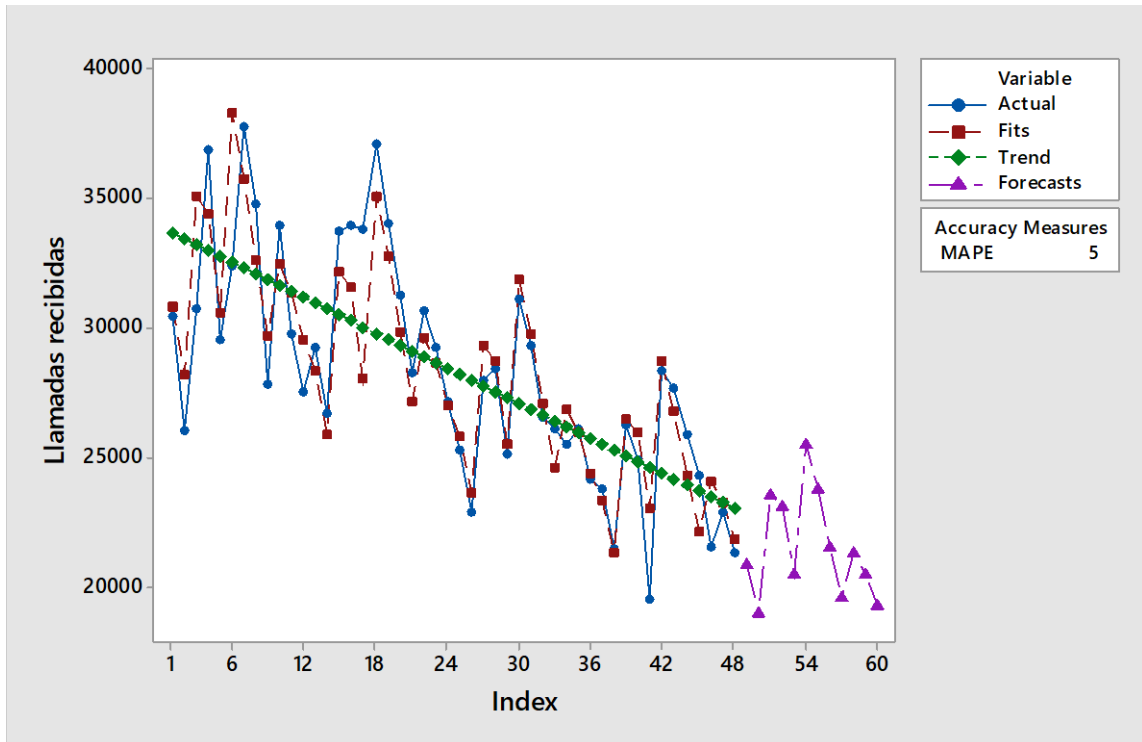
Fuente: Elaboración propia mediante software MINITAB 17.

Se puede apreciar que en Junio se espera la mayor cantidad de llamadas del año a diferencia de febrero, es decir que en Junio se incrementan las llamadas recibidas en un 17,6 % con respecto a las llamadas recibidas promedio anual, en junio también se incrementa las llamadas recibidas en un 10,8 % a diferencia de febrero en el cual disminuyen las llamadas recibidas en un 15,7 % con respecto al promedio anual.

Mediante los datos obtenidos anteriormente se realiza la predicción de los 12 meses posteriores (correspondiente al año 2017) quedando como sigue a continuación:

6.4.2.3 Predicción

Gráfico N° 26 Predicción de Las Llamadas Recibidas en el Periodo 2017



Fuente: Elaboración propia mediante software MINITAB 17.

Tabla N° 23 Valores del Pronóstico de Llamadas para el año 2017

Mes	Pronóstico de Llamadas Recibidas
Enero	20858
Febrero	19019
Marzo	23581
Abril	23077
Mayo	20455
Junio	25486
Julio	23756
Agosto	21557
Septiembre	19570
Octubre	21292
Noviembre	20510
Diciembre	19250

Fuente: Elaboración propia mediante software MINITAB 17.



Capítulo 7

Conclusiones y posibilidades de trabajo futuro

Es esta sección se presentan las conclusiones que se obtuvieron mediante este trabajo y, posteriormente, se mencionan algunas posibilidades de trabajos futuros relacionados.

7.1 CONCLUSIONES

Luego de desarrollar este trabajo de Memoria, se puede concluir que, en la Subgerencia de Servicio al Cliente y desarrollo Comercial de Metrogas S.A., existían tareas dentro del proceso de Call Center, donde no se estaban optimizando los recursos de la empresa. Tanto el pronóstico de Llamadas futuras, como el cálculo de agentes necesarios para brindar un servicio de calidad al cliente, no aportaban el debido valor a la organización.

Lo que se buscó en este análisis y estudio del comportamiento del Call center, fue entregar las herramientas necesarias a la Subgerencia de Servicio al Cliente con la finalidad de optimizar los recursos disponibles.

En cuanto al análisis descriptivo del Call center se permiten concluir que:

- ✚ La demanda de Llamadas entrantes, al Call center interno de la empresa presenta una tendencia decreciente anual, lo cual se debe principalmente al uso de nuevas tecnologías de comunicación que el cliente actualmente está utilizando, como, por ejemplo, uso de páginas y portales web. Este escenario podría cambiar en un par

de años, debido al proyecto de expansión a nivel nacional, que la empresa Metrogas S.A inicio a fines del 2016.

- ✚ La mayor demanda de Llamadas entrantes al Call Center se realiza en los meses de Junio y Julio, temporada invernal en nuestro país, esto se explica al tipo de servicio que la empresa entrega a sus clientes como es el suministro de energía para el consumo de agua caliente y calefacción, tan indispensables para el cliente.
- ✚ La franja Horaria con mayor demanda en Llamadas recibidas es el de 11 a 12 horas recibiendo el 24% de las llamadas promedio diarias ingresadas al Call center.
- ✚ El día con mayor demanda de llamadas recibidas corresponde al día lunes, con una tasa media promedio anual de 102 llamadas.

En base al modelo de optimización del número de agentes mediante modelo de teoría de cola del call center de la empresa METROGAS de Santiago, se puede concluir que:

- ✚ El ingreso de las llamadas se realiza a través de un proceso de poisson, siendo aplicado como modelo Markoviano, con tiempos entre llegadas de los llamados exponencialmente distribuidos, lo que fue probado con la dócima de Kolmogorov-Smirnov. De esta manera se calcularon los agentes teóricos para el Call center.
- ✚ En base a lo anterior y mediante la formulación de Erlang C, sujeta a un nivel de servicio de un 90% de llamadas contestadas antes de los 16 segundos, se llegó al objetivo principal del estudio, proponer el número de agentes teóricos del Call center, para todos los días de la semana en franja horaria, debido a la importancia económica que esto tiene en el costo operativo del Call center.

-
- ✚ Los cinco días de la semana (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes) poseen cantidades similares de agentes para atender la demana de los clientes, esto se debe a que la media de las llamadas recibidas oscilan entre [94; 102], el requerimiento propuesto, es de a lo más 18 agentes operativos para los lunes y 9 agentes para el sábado en aquellos horarios de mayor trafico de llamadas, y a lo menos 6 agentes para los lunes y 2 agentes para el sábado, en aquellos horario de menor trafico de llamadas. No obstante, el máximo de agentes requeridos para el promedio de las llamadas de los días martes, cuando el tráfico de llamadas se mantiene a un ritmo constante es de 16 agentes en un horario continuo desde las 10:00 horas hasta 11:00 horas, y a las 12:00 horas se requieren 17 agentes, aquello da a conocer que en aquel horario de los días martes es cuando se concentran la mayor cantidad de llamadas recibidas, los días miércoles se concentra la mayor cantidad de llamadas en el horario de 11:00 horas hasta las 12:00 horas, requiriendo un máximo de 17 agentes para contestar los llamados realizados en dicho horario; en este mismo día, se requieren 16 agentes en promedio para atender los llamados de las 16:00 horas hasta las 17:00 horas. Adicionalmente, los días jueves y viernes, requieren de a lo más 16 agentes para atender las llamadas telefónicas que son recepcionadas en el horario de las 11:00 horas.
 - ✚ En resumen, se puede inferir que la mayor cantidad de llamadas para los seis días de la semana son en el rango de 11:00 a 12:00 de la mañana, lo que implica, que es el horario en el que se requieren la mayor cantidad de agentes operativos.

7.2 POSIBILIDADES DE TRABAJO FUTURO

Como posibilidades de trabajo futuro, se sugiere realizar un modelamiento de la programación de los turnos, ya sea mediante un modelo de programación lineal entera u otro modelamiento que permita asignar el mínimo de recursos humanos a éstos, de modo que se cumpla con los requerimientos de demanda de agentes obtenidos en este estudio,

con el fin de no asignar mayor o menor cantidad de agentes a turnos que el Call Center requiera. Así, mientras más periodos de tiempo ocioso o de sobre carga de llamadas entrantes existan, mayor será la oportunidad de realizar replanificación de asignación de agentes por turno y, por consiguiente, mejorar el nivel de atención en aquellos horarios deficientes, generando una propuesta económicamente eficiente y eficaz.



Capítulo 8

Bibliografía

acerca de nosotros. (6 de Diciembre de 2014). Obtenido de datos corporativos web sitio:
<http://www.metrogas.cl>

Ausín, P. (2003). Análisis Bayesiano de Sistema de Colas. *Tesis Doctoral Universidad Carlos III*.
Madrid: Departamento de Estadística y Econometría.

Badii, M.H; Castillo, J. (Marzo de 2009). *Distribuciones probabilísticas de uso común*.
International Journal of Good Conscience 4(1): 149-178.

Bowerman, B., & O' Connel, R. (1993). *Forecasting and time series: an applied approach*.
California, USA: Duxbury Press.

Cabedo Fabres, M. (01 de 06 de 2009). *Comparativa de los modelos de Poisson, Erlang-B y Erlang C*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/4838>

Canavos, & C, G. (1987). *Probabilidad y Estadística*. México: McGraw-Hill/Interamericana.

Chavez Cabello, L. (2006). Modelo basado en simulación de sistemas Holística. *Revista de Ingeniería Industrial*, 38,29.

Darwin, C. (2009). *El origen de las Especies Por medio de la selección natural*. Madrid: CSIC-
CSICPress.

Ferrell, O., & Hardine, M. D. (2012). *Estrategia De Marketing*. México: Cengage Learning
Editores.

Ger, K. (2013). *Call Center Optimization*. Amsterdam: Universiteit .

Gil-Lafuente, A. M., & Bassa, L. C. (2011). *La Innovación Centrada en el Cliente Utilizando el modelo de Inferencias en una Estrategia CRM*. Obtenido de Investigación Europea de Dirección de la empresa (IEDEE),17 (2), 15-32:
<http://www.econstor.eu/bitstream/10419/54547/665768737.pdf>

Hanke, E. (2006). *Pronósticos en los Negocios*. Mexico: PearsonEducación.

Hillier, F., & Lieberman, G. (1997). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Estados Unidos: McGraw-Hill.



Horovitz, J. (2000). *Los Siete Secretos del Servicio al Cliente*. Prentice-Hall.

M, C. f. (2012). *Modelo de dimemnsionamiento de un Call Center basado en simulación de sistema Holística*.

Metrogas, S. (2014). Conexión. *Conexión N° 164*.

Modelo de Dimensionamiento de un Call Center Basado en simulación de Sistemas. (s.f.).
Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/144787345/Dimensionamiento-de-un-Call-Center>

Muñiz Gonzalez, R. (s.f.). *Marketing xxi*. Obtenido de Los Call Center : <http://www.marketing-xxi.com/1ed-los-call-centers-106.htm>

Noah, G., Ger, K., & Avishai, M. (2003). *Telephone Call Centers: Tutorial, Review, and Research Prospects*. Obtenido de Manufacturing y service Operetions Management5(2): 79-141:
<http://doi.org/10.1287/msom.5.2.79.16071>

Pazos, J. J., Suarez, A., & Diaz, R. (2003). *Teoria De cola y simulación de eventos discretos*.
Pearson Educación.

Vial, J. (1988). *An Econometric Study of the World Copper Market, Ph.D. Dissertation*. Ph.D.
Dissertation.



Capítulo 9

Anexos

ANEXO A: Llamadas Recibidas en el Call center de La empresa Distribuidora de gas Durante los años 2013-2016

mes/año	2013	2014	2015	2016
Enero	30458	29265	25255	23802
Febrero	26041	26696	22859	21463
Marzo	30759	33706	27973	26240
Abril	36891	33924	28408	24874
Mayo	29519	33810	25122	19513
Junio	32390	37111	31129	28309
Julio	37771	34047	29304	27679
Agosto	34791	31223	26508	25838
Septiembre	27851	28279	26094	24271
Octubre	33920	30623	25523	21535
Noviembre	29763	29233	26127	22862
Diciembre	27523	27164	24164	21317

ANEXO B: Números de Llamadas Recibidas durante el año 2016

FechaDia	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
02-01-2016	11	20	29	43	31	33	21	0	11	6	0
04-01-2016	48	118	150	150	173	166	134	146	100	102	111
05-01-2016	52	120	133	166	181	153	128	117	109	122	64
06-01-2016	40	130	168	154	155	140	145	148	128	120	57
07-01-2016	47	108	131	131	155	138	110	142	148	127	71
08-01-2016	55	91	132	137	143	123	96	105	68	90	69
09-01-2016	15	29	45	67	50	56	28	4			
11-01-2016	42	97	126	155	128	128	120	111	109	106	75
12-01-2016	34	98	135	127	139	129	109	117	119	106	91
13-01-2016	43	81	130	144	146	131	101	104	111	107	73
14-01-2016	42	75	125	80	101	104	86	92	107	104	78
15-01-2016	38	77	89	114	111	134	94	99	73	69	56
16-01-2016	9	24	46	46	53	29	28	1			
18-01-2016	39	104	157	135	154	114	98	78	113	101	76
19-01-2016	29	94	143	115	121	103	89	115	85	99	59
20-01-2016	37	100	98	131	110	105	82	93	102	79	71
21-01-2016	40	93	119	117	102	93	80	45	81	85	79
22-01-2016	42	97	103	98	91	113	82	97	73	98	55
23-01-2016	10	36	43	33	35	29	40	0			
25-01-2016	53	94	107	133	113	104	128	113	134	105	73
26-01-2016	28	93	90	76	128	118	114	88	79	49	102
27-01-2016	48	100	113	115	149	108	90	117	103	103	51
28-01-2016	32	100	105	130	116	105	119	93	99	98	67
29-01-2016	38	100	116	154	145	141	93	112	103	102	78
30-01-2016	8	27	42	34	45	35	30	0	0	0	0
01-02-2016	39	82	91	127	103	118	97	120	90	54	49
02-02-2016	37	99	112	147	118	107	100	118	84	77	55
03-02-2016	30	87	90	116	114	115	119	109	81	89	68
04-02-2016	29	101	122	129	120	119	103	103	107	99	62
05-02-2016	37	95	121	125	111	117	93	106	88	67	58
06-02-2016	9	30	37	42	33	42	21	0	0	0	0
08-02-2016	21	88	126	53	113	138	125	103	90	104	76
09-02-2016	25	51	40	128	103	104	93	93	98	89	76
10-02-2016	29	86	108	139	117	97	81	89	104	89	63
11-02-2016	25	71	82	90	106	92	83	94	82	81	61
12-02-2016	17	69	120	110	96	100	79	76	66	59	66
13-02-2016	4	19	33	28	29	33	20	1	0	0	0
15-02-2016	35	107	111	128	101	121	113	87	87	90	54
16-02-2016	38	88	130	121	127	100	92	100	75	35	65
17-02-2016	25	79	98	106	109	97	77	84	82	75	79

18-02-2016	44	87	115	112	120	101	64	98	83	62	59
19-02-2016	26	76	97	125	108	76	69	82	73	70	47
20-02-2016	7	20	32	38	38	23	26	3	1	0	0
22-02-2016	34	100	131	140	134	109	78	115	92	65	64
23-02-2016	40	90	113	129	128	98	110	102	78	94	73
24-02-2016	29	80	101	124	130	136	124	121	122	110	71
25-02-2016	39	76	88	42	101	133	116	70	44	83	90
26-02-2016	31	89	60	101	54	117	85	96	133	99	66
27-02-2016	12	27	55	74	49	44	37	0	0	0	0
29-02-2016	30	78	95	70	105	144	135	123	113	50	52
01-03-2016	46	90	44	57	50	108	112	99	46	70	66
02-03-2016	41	62	74	69	126	145	142	91	124	77	44
03-03-2016	40	117	86	103	144	147	121	98	104	144	84
04-03-2016	36	67	70	152	152	147	133	82	112	145	113
05-03-2016	16	32	61	55	37	38	29	1	0	0	0
07-03-2016	48	134	115	161	141	171	145	94	20	58	40
08-03-2016	46	118	122	138	180	163	132	119	103	59	94
09-03-2016	45	95	107	162	162	128	121	100	105	96	47
10-03-2016	51	110	130	162	157	142	105	105	115	54	35
11-03-2016	44	96	132	162	141	124	113	88	52	57	72
12-03-2016	7	33	34	38	40	37	28	3	0	0	0
14-03-2016	6	119	146	117	141	145	118	149	103	105	40
15-03-2016	39	86	117	128	137	130	126	134	108	89	42
16-03-2016	40	96	138	128	136	118	98	95	108	94	83
17-03-2016	47	98	119	132	150	104	118	97	75	98	53
18-03-2016	29	102	112	141	127	103	123	87	98	93	47
19-03-2016	7	32	34	43	34	43	31	1	0	0	0
21-03-2016	28	115	160	145	167	131	102	140	125	109	76
22-03-2016	44	134	159	157	144	112	117	104	99	77	48
23-03-2016	44	105	125	147	128	112	106	127	114	80	59
24-03-2016	42	101	137	123	169	132	97	115	109	90	65
28-03-2016	56	144	99	192	163	140	127	140	131	104	77
29-03-2016	44	139	155	126	179	158	135	115	114	119	72
30-03-2016	39	106	113	119	161	116	135	121	127	118	93
31-03-2016	35	71	98	127	124	120	118	112	106	106	109
01-04-2016	34	84	60	77	130	112	90	96	167	113	91
02-04-2016	3	34	67	53	50	43	43	2	0	0	0
04-04-2016	27	85	10	58	128	98	99	97	62	96	53
05-04-2016	36	107	70	52	64	80	123	104	137	89	81
06-04-2016	31	83	72	68	67	124	135	82	13	81	70
07-04-2016	39	100	135	109	107	120	104	105	77	26	77

08-04-2016	32	126	141	117	150	132	110	96	63	94	87
09-04-2016	17	42	46	50	38	40	36	0	0	0	0
11-04-2016	40	89	154	160	159	137	123	153	89	64	81
12-04-2016	27	119	167	165	147	144	134	132	116	92	76
13-04-2016	34	45	123	153	98	116	127	104	84	30	5
14-04-2016	25	79	110	92	148	121	98	42	89	66	55
15-04-2016	30	79	140	123	129	140	102	106	99	142	90
16-04-2016	9	30	20	63	30	41	40	4	0	0	0
18-04-2016	41	116	145	135	93	114	124	109	57	34	30
19-04-2016	31	117	169	159	130	154	139	119	133	110	91
20-04-2016	41	122	153	145	124	122	112	121	84	81	93
21-04-2016	35	103	144	156	120	132	110	124	71	55	49
22-04-2016	37	98	125	129	144	142	118	101	112	102	97
23-04-2016	11	33	54	55	51	46	35	3	0	0	0
25-04-2016	50	100	69	115	82	174	153	85	35	60	65
26-04-2016	51	73	133	175	177	172	164	120	107	100	79
27-04-2016	43	111	192	201	129	151	136	77	74	98	53
28-04-2016	41	108	156	155	139	196	149	138	118	88	48
29-04-2016	43	104	147	132	160	134	108	142	153	134	64
30-04-2016	12	42	50	54	50	52	46	1	0	0	0
02-05-2016	30	110	158	152	199	145	123	113	28	69	72
03-05-2016	39	116	74	156	129	136	127	126	112	108	100
04-05-2016	44	60	85	105	78	138	128	131	118	120	88
05-05-2016	46	114	165	154	166	141	144	142	110	104	88
06-05-2016	37	114	126	152	158	121	134	128	108	116	117
07-05-2016	9	38	61	57	64	56	36	2	0	0	0
09-05-2016	47	69	1	86	78	40	129	151	111	51	47
10-05-2016	30	80	204	131	88	159	118	87	71	156	110
11-05-2016	34	86	31	158	122	106	130	102	84	37	10
12-05-2016	34	82	162	128	84	119	114	140	90	29	71
13-05-2016	31	59	117	153	158	137	122	97	58	117	44
14-05-2016	7	26	59	65	53	54	30	3	0	0	0
16-05-2016	40	106	77	207	142	148	119	96	55	89	72
17-05-2016	35	134	146	165	151	130	119	116	126	102	54
18-05-2016	24	104	155	175	157	129	105	129	128	90	75
19-05-2016	36	86	118	176	169	145	132	111	121	101	78
20-05-2016	38	98	127	162	146	138	113	121	116	87	54
23-05-2016	46	93	93	157	90	141	141	112	73	132	38
24-05-2016	0	5	14	13	14	5	6	10	1	15	3
25-05-2016	0	6	3	9	5	3	4	5	1	0	3
26-05-2016	1	2	7	11	8	5	1	5	5	3	0

27-05-2016	1	2	2	2	9	4	3	1	0	1	1
28-05-2016	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
30-05-2016	0	5	7	3	2	1	1	1	6	7	3
31-05-2016	1	2	9	4	7	3	1	6	1	4	34
01-06-2016	39	142	161	154	160	125	114	127	126	100	15
02-06-2016	33	126	150	201	164	122	89	140	96	95	59
03-06-2016	4	10	6	4	8	4	12	4	6	3	4
06-06-2016	62	162	175	193	171	136	154	138	140	120	178
07-06-2016	47	123	167	183	155	147	120	131	88	63	29
08-06-2016	47	112	142	161	146	163	136	139	91	104	89
09-06-2016	41	103	123	158	155	146	120	114	123	106	90
10-06-2016	41	108	162	147	122	108	94	118	105	100	86
11-06-2016	8	27	37	37	49	48	35	1	0	0	0
13-06-2016	29	123	165	144	159	134	104	113	101	116	79
14-06-2016	32	86	141	128	154	122	114	143	135	121	79
15-06-2016	37	93	125	147	142	109	105	130	116	124	96
16-06-2016	43	91	147	128	137	109	106	108	124	100	71
17-06-2016	29	98	134	126	125	105	117	115	137	118	80
18-06-2016	8	30	48	53	46	54	43	0	0	0	0
20-06-2016	50	128	172	187	155	141	116	161	139	101	64
21-06-2016	41	86	137	177	164	155	107	138	139	167	116
22-06-2016	38	129	141	142	143	112	128	138	116	77	86
23-06-2016	40	110	155	147	144	141	107	117	98	100	53
24-06-2016	40	121	135	145	151	130	140	118	105	137	139
25-06-2016	9	25	41	36	47	37	31	3	0	0	0
27-06-2016	37	115	195	187	165	171	125	146	135	76	46
28-06-2016	32	103	149	171	170	164	153	152	165	139	41
29-06-2016	40	114	169	173	165	162	145	130	69	105	87
30-06-2016	43	136	128	150	160	124	130	132	107	114	97
01-07-2016	55	141	148	181	174	158	145	176	158	166	123
02-07-2016	2	32	54	52	51	45	29	2	0	0	0
04-07-2016	49	138	142	152	160	194	134	142	111	98	33
05-07-2016	44	112	149	163	168	150	141	138	128	132	97
06-07-2016	48	128	199	149	134	144	110	121	89	103	32
07-07-2016	40	120	131	139	93	120	110	128	127	113	81
08-07-2016	43	87	137	141	135	102	95	107	116	107	80
09-07-2016	8	24	48	63	55	45	34	5	0	0	0
11-07-2016	40	94	155	154	150	119	121	116	99	134	85
12-07-2016	40	106	155	141	161	116	100	125	125	109	92
13-07-2016	38	93	131	148	160	134	115	115	105	91	88
14-07-2016	21	104	126	126	125	137	108	108	87	138	76

15-07-2016	31	99	119	124	125	120	97	119	85	92	56
16-07-2016	7	29	48	64	59	41	33	1	0	0	0
18-07-2016	40	124	160	173	141	132	144	126	126	124	108
19-07-2016	31	100	109	129	113	103	95	113	120	112	87
20-07-2016	28	71	149	128	106	127	105	103	122	102	85
21-07-2016	48	73	47	75	176	119	120	119	94	57	70
22-07-2016	23	76	149	131	118	98	75	93	95	79	65
23-07-2016	3	23	22	55	56	48	29	1	0	0	0
25-07-2016	41	127	156	171	162	122	162	136	128	73	77
26-07-2016	45	102	168	156	165	153	145	152	117	117	44
27-07-2016	39	124	136	162	171	138	133	125	125	140	84
28-07-2016	37	125	141	170	145	146	117	124	130	142	109
29-07-2016	35	88	117	162	151	148	133	123	89	144	51
30-07-2016	8	26	62	43	39	54	42	1	0	0	0
01-08-2016	27	82	84	86	102	118	96	111	90	52	49
02-08-2016	36	97	118	147	105	107	96	118	83	77	55
03-08-2016	30	86	71	114	112	112	117	98	74	89	68
04-08-2016	25	100	119	126	120	118	103	101	105	91	61
05-08-2016	37	90	125	125	111	117	91	104	84	67	57
06-08-2016	9	27	40	37	33	42	21	0	0	0	0
08-08-2016	63	135	197	214	203	172	148	159	128	175	117
09-08-2016	43	133	162	181	147	139	128	153	106	82	67
10-08-2016	37	119	141	152	152	125	95	117	136	115	100
11-08-2016	43	96	136	136	158	98	120	104	96	98	69
12-08-2016	39	103	131	136	126	102	92	117	88	89	86
13-08-2016	0	1	8	2	1	1	0	0	0	0	0
16-08-2016	38	88	126	121	127	100	92	100	75	33	65
17-08-2016	25	78	96	106	109	97	77	84	79	75	79
18-08-2016	44	87	118	112	120	101	64	90	83	62	59
19-08-2016	26	76	97	125	108	76	58	80	73	70	47
20-08-2016	7	20	32	38	38	23	26	3	0	0	0
22-08-2016	34	100	130	140	134	109	78	112	93	65	64
23-08-2016	40	90	111	129	128	98	110	96	70	94	73
24-08-2016	29	80	101	124	130	136	124	121	111	112	74
25-08-2016	45	103	166	150	167	131	142	116	143	125	59
26-08-2016	49	104	135	161	126	143	118	133	156	98	112
27-08-2016	17	33	61	82	77	80	60	4	0	0	0
29-08-2016	30	48	14	70	105	142	135	123	94	41	26
30-08-2016	46	158	253	170	188	144	145	116	111	126	82
31-08-2016	46	158	186	194	188	144	145	116	110	126	79
01-09-2016	32	103	146	157	158	153	156	125	124	116	87

02-09-2016	66	126	163	177	168	145	142	110	143	156	129
03-09-2016	4	89	80	65	55	47	40	6	0	0	0
05-09-2016	51	192	221	211	205	172	149	138	92	42	57
06-09-2016	38	89	126	101	126	131	120	86	71	77	29
07-09-2016	37	95	73	103	113	108	97	66	107	116	91
08-09-2016	33	84	154	137	115	108	91	103	69	110	38
09-09-2016	26	62	109	135	106	108	97	89	87	87	68
10-09-2016	6	51	53	57	48	42	24	8	0	0	0
12-09-2016	29	93	134	144	131	124	123	101	95	102	85
13-09-2016	23	61	104	110	126	100	87	74	72	111	69
14-09-2016	32	77	108	102	110	108	96	68	104	87	66
15-09-2016	39	88	96	132	105	109	84	76	78	78	61
16-09-2016	42	84	106	110	87	53	62	58	44	40	21
17-09-2016	0	21	32	26	21	13	18	2	0	0	0
20-09-2016	42	114	128	108	154	121	105	98	102	108	82
21-09-2016	47	108	146	151	138	123	102	94	105	98	86
22-09-2016	33	93	135	137	116	122	116	95	87	115	84
23-09-2016	32	76	120	135	105	133	106	92	87	97	81
24-09-2016	5	49	56	50	60	36	42	6	0	0	0
26-09-2016	28	80	102	89	104	147	111	87	98	99	86
27-09-2016	36	98	126	118	124	146	101	108	96	102	69
28-09-2016	33	78	124	123	95	108	85	90	97	106	69
29-09-2016	30	89	91	127	122	105	110	89	92	95	95
30-09-2016	45	106	153	149	128	132	119	112	121	106	108
01-10-2016	4	52	68	66	79	58	36	10	0	0	0
03-10-2016	45	102	92	170	153	137	112	83	55	100	61
04-10-2016	44	100	146	178	155	134	112	116	118	106	88
05-10-2016	51	84	117	148	138	119	106	86	105	109	77
06-10-2016	39	106	106	122	134	131	108	103	96	103	63
07-10-2016	31	103	113	110	143	121	87	102	101	88	71
08-10-2016	9	42	52	61	49	38	30	8	0	0	0
10-10-2016	3	5	13	11	11	8	3	2	9	3	8
11-10-2016	41	75	88	146	130	143	111	73	127	116	90
13-10-2016	36	93	123	140	178	77	110	70	109	103	84
14-10-2016	28	56	95	114	134	110	107	94	106	107	75
15-10-2016	6	52	59	56	57	59	46	6	0	0	0
17-10-2016	2	53	79	283	178	131	114	124	120	107	125
18-10-2016	41	75	133	133	131	113	105	96	110	111	79
19-10-2016	50	95	149	123	130	103	106	98	97	79	63
20-10-2016	46	97	124	126	120	107	87	89	103	94	87
21-10-2016	37	99	125	105	118	108	101	109	78	73	52

22-10-2016	5	48	58	66	46	43	14	3	0	0	0
24-10-2016	30	90	135	132	134	121	91	96	101	100	80
25-10-2016	35	96	114	140	122	92	97	92	95	84	76
26-10-2016	41	95	122	138	130	110	85	89	108	119	84
27-10-2016	40	100	130	123	125	107	100	89	121	100	66
28-10-2016	58	93	118	111	97	92	96	101	89	70	39
29-10-2016	2	42	44	38	42	31	24	2	0	0	0
02-11-2016	44	103	87	91	89	118	115	76	57	96	66
03-11-2016	51	97	150	157	129	112	82	106	82	82	69
04-11-2016	38	112	130	148	112	66	81	90	90	80	52
05-11-2016	2	29	41	46	38	23	13	6	0	0	0
07-11-2016	56	107	148	130	123	116	91	109	95	104	67
08-11-2016	44	98	107	126	116	88	87	112	89	109	72
09-11-2016	42	90	110	123	126	101	78	87	102	96	70
10-11-2016	43	103	107	130	127	103	102	82	77	76	62
11-11-2016	54	91	131	120	123	84	101	109	82	96	78
12-11-2016	2	38	61	50	47	33	32	7	0	0	0
14-11-2016	49	106	126	145	114	116	94	96	96	104	71
15-11-2016	53	94	115	137	123	93	85	71	104	92	82
16-11-2016	38	86	102	124	101	85	92	90	110	82	86
17-11-2016	55	93	132	116	74	87	78	87	81	98	79
18-11-2016	56	88	108	128	101	94	78	95	90	100	50
19-11-2016	2	51	56	51	48	39	37	9	0	0	0
21-11-2016	43	94	103	131	118	128	108	112	115	117	69
22-11-2016	51	105	126	130	120	121	93	76	68	90	87
23-11-2016	43	89	129	100	109	93	95	103	104	88	67
24-11-2016	54	108	98	116	104	95	80	71	77	76	69
25-11-2016	47	106	101	104	106	99	104	93	94	99	55
26-11-2016	5	48	51	60	48	63	40	12	0	0	0
28-11-2016	35	92	121	142	144	118	96	89	92	106	64
29-11-2016	43	87	113	121	125	98	70	99	120	108	64
30-11-2016	36	93	111	119	111	92	86	79	90	86	89
01-12-2016	42	71	91	109	151	120	106	80	55	111	36
02-12-2016	38	88	127	118	121	84	98	115	105	127	70
03-12-2016	12	46	56	68	58	55	39	6	0	0	0
05-12-2016	48	128	152	160	146	127	122	111	101	138	67
06-12-2016	45	95	113	103	130	118	106	101	93	103	65
07-12-2016	58	101	128	126	110	100	91	127	78	103	65
09-12-2016	48	85	99	126	132	91	89	91	79	84	75
10-12-2016	3	24	39	40	32	23	22	4	0	0	0
12-12-2016	39	90	130	121	114	71	93	91	96	86	56

13-12-2016	39	88	109	109	108	111	80	85	89	95	69
14-12-2016	52	85	121	131	129	89	89	102	81	98	54
15-12-2016	37	84	115	108	111	84	82	92	87	76	62
16-12-2016	37	80	94	97	106	83	62	86	98	78	48
17-12-2016	2	34	42	49	41	29	21	8	0	0	0
19-12-2016	35	97	113	110	119	112	86	79	73	103	96
20-12-2016	49	70	93	104	97	94	82	62	52	82	69
21-12-2016	33	109	101	126	104	90	77	72	73	84	66
22-12-2016	31	68	81	94	108	88	67	61	80	87	69
23-12-2016	38	76	96	102	97	80	59	43	42	42	42
24-12-2016	3	35	24	40	38	20	24	7	0	0	0
26-12-2016	28	81	94	116	110	103	98	87	79	103	69
27-12-2016	33	65	65	119	119	108	84	84	89	102	61
28-12-2016	37	91	110	124	121	104	83	80	86	97	48
29-12-2016	35	92	103	101	116	93	80	83	76	92	55
30-12-2016	28	77	66	112	103	87	83	39	44	47	29
31-12-2016	2	28	33	29	22	26	20	3	0	0	0

ANEXO C: Llamadas perdidas en el Call center de la empresa Distribuidora de gas durante los años 2013-2016

mes/año	2013	2014	2015	2016
Enero	234	209	338	453
Febrero	245	279	343	862
Marzo	324	348	1216	1458
Abril	870	945	499	2670
Mayo	264	387	335	1427
Junio	598	538	695	498
Julio	1007	1017	704	453
Agosto	1119	696	774	575
Septiembre	553	220	523	807
Octubre	189	141	653	225
Noviembre	241	310	676	274
Diciembre	46	140	430	184

ANEXO D: Tiempo de Conversación.

8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
2420	4493	6634	9981	7169	8539	4142				
8453	30223	35706	39182	30782	33875	29765	27245	31742	35322	24758
9644	28497	33018	32851	36038	29375	24970	22638	23167	30026	25392
6391	27903	33567	30787	32185	28900	25779	31306	27136	23446	21166
9867	22269	25179	36311	32093	30195	21949	28081	29944	23455	20163
9255	18950	24690	28007	33665	23977	19338	20319	25216	23179	14150
3088	7994	10204	13371	10148	11723	8480	1284			
8726	22349	32856	39532	37276	28214	23025	23302	27901	21327	18476
6422	22537	31046	31084	29468	27924	21643	22695	27621	27723	21801
7312	17944	29402	28534	34661	24710	22345	25598	24626	21728	22678
8332	21820	26914	33287	25660	23300	17525	19182	20442	21890	17708
7162	23509	27678	25484	26867	23631	17902	20453	21949	20595	16881
2156	6221	11418	14069	14863	6665	9032	118			
8037	21583	31555	29934	32046	27041	20716	17850	26780	23068	22667
6861	19375	28533	33834	29192	21464	17158	25978	19001	19945	14350
8141	23131	18662	26208	22198	21558	14965	21519	21372	27314	15823
6532	19190	20923	25321	22094	19840	17203	19017	27282	20187	15511
9364	22279	23337	30212	27547	22712	17237	20836	14964	23424	15840
2510	7416	12722	10165	9326	12171	10396	0			
10271	18772	31280	30653	35278	24601	26356	23227	36505	28933	18873
6114	23489	27326	25580	25086	26782	23442	20632	26927	22799	20649
9545	26389	30686	35113	32330	22686	19919	27832	23336	24030	20954
6209	22808	30145	32241	30308	23616	25331	20062	25090	27378	16342
7193	29199	28170	33665	30715	25883	19282	27177	21276	19412	14412
1562	6482	11734	11108	14129	8756	8815	0			
8955	25402	35307	37764	36202	24563	21057	22680	23887	31553	15306
7676	26532	30223	31219	35724	21460	18986	25311	23908	23978	20793
5311	26010	37790	36838	33751	24079	23457	23298	25492	17650	16210
6360	22766	34061	30154	33796	24329	23753	20589	21195	18807	17996
9230	21947	27445	30972	24916	22798	18475	21976	21204	17614	10446
3218	7868	11649	11621	11043	10006	5124	0			
4374	18502	29865	42929	31056	29936	25752	27203	26613	22238	19204
4515	19512	27831	35394	29207	23658	20028	18618	26846	26174	16090
5612	18511	23654	26517	32812	20329	16220	19298	20390	20045	15697
5235	18556	24676	26568	27302	25183	19360	17674	17828	23000	15912
3742	16945	26276	28643	27230	22651	16957	17429	15489	13132	12461
1682	4699	9385	10658	7961	9639	3781	930			
6820	19952	26677	30154	32749	24009	22074	15927	22640	19888	19609
8469	15441	26223	22923	23676	20365	19191	20036	19322	21601	12961
3983	16480	28696	27530	25196	20061	16638	21291	20403	18150	18396

ANEXO E: Cantidad de agentes promedios para los días Lunes en el horario de 08:00 a 19:00 horas.

Fecha	8:00:00	9:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	14:00:00	15:00:00	16:00:00	17:00:00	18:00:00
04-01-2016	6	15	18	19	16	17	15	14	17	18	14
11-01-2016	6	11	16	19	19	14	12	12	14	12	10
18-01-2016	6	12	16	14	15	14	11	10	13	12	12
25-01-2016	7	10	15	15	18	13	14	12	20	17	10
01-02-2016	6	13	18	19	17	13	12	11	13	19	9
08-02-2016	4	10	14	15	16	14	13	14	13	12	10
15-02-2016	5	10	13	15	17	12	11	9	12	11	10
22-02-2016	5	10	14	14	13	11	9	12	12	11	9
29-02-2016	7	20	24	15	31	18	14	18	23	21	15
07-03-2016	6	14	21	20	20	17	16	12	9	14	16
14-03-2016	2	14	19	18	18	16	14	15	14	13	13
21-03-2016	4	11	13	17	16	14	10	11	15	10	11
28-03-2016	7	14	18	17	22	14	14	15	15	15	13
04-04-2016	7	15	22	15	19	24	19	28	30	17	15
11-04-2016	7	19	17	16	16	14	14	15	15	19	13
18-04-2016	6	12	17	19	28	16	14	15	15	17	15
25-04-2016	12	21	20	26	19	21	16	19	16	19	22
02-05-2016	4	13	18	18	18	18	14	18	19	19	11
09-05-2016	6	19	2	29	25	28	19	18	21	17	16
16-05-2016	8	17	20	22	21	17	14	21	19	17	11
23-05-2016	7	16	20	21	28	19	16	17	19	16	8
30-05-2016	0	4	5	5	4	5	4	0	5	4	4
06-06-2016	7	15	19	19	16	14	15	15	17	18	17
13-06-2016	5	13	17	16	18	16	13	14	14	16	14
20-06-2016	6	13	16	18	16	15	13	18	15	17	13
27-06-2016	5	12	19	16	16	16	12	15	14	19	17
04-07-2016	6	14	19	20	20	18	15	15	19	18	16
11-07-2016	5	11	14	15	15	15	14	13	15	15	12
18-07-2016	5	13	16	16	14	14	13	13	14	14	12
25-07-2016	5	12	18	17	19	13	17	16	17	18	29
01-08-2016	5	13	18	14	19	14	12	13	15	20	11
08-08-2016	8	13	21	21	18	16	16	17	15	16	14
22-08-2016	5	11	15	15	16	13	10	14	13	12	9
29-08-2016	7	11	17	25	30	18	16	19	21	19	12
05-09-2016	6	21	18	23	25	22	20	18	19	23	22
12-09-2016	5	13	16	16	18	17	14	16	14	15	12
26-09-2016	6	13	17	27	20	21	14	20	14	19	14
03-10-2016	6	15	22	22	20	19	15	17	18	17	14
10-10-2016	2	3	3	3	3	2	1	2	3	2	3
17-10-2016	1	9	15	31	19	16	14	15	15	19	16
24-10-2016	5	14	19	18	18	15	11	14	15	14	10
07-11-2016	7	13	16	14	14	14	11	14	13	14	11
14-11-2016	7	14	13	18	14	13	11	13	14	13	10
21-11-2016	9	11	19	16	14	16	13	16	18	16	12
28-11-2016	7	13	16	18	16	13	12	11	12	12	10
05-12-2016	7	16	17	19	16	16	15	13	17	19	10
12-12-2016	7	14	16	14	15	10	12	12	12	13	10
19-12-2016	5	13	16	16	15	14	10	11	14	13	11
26-12-2016	5	9	12	13	14	11	12	12	13	13	12
Agentes Promedios	6	13	16	18	18	15	13	14	15	15	13

Anexo F: Cantidad de agentes promedios para los días Martes en el horario de 08:00 a 19:00 horas.

Fecha	8:00:00	9:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	14:00:00	15:00:00	16:00:00	17:00:00	18:00:00
05-01-2016	7	14	18	16	18	16	13	12	12	15	15
12-01-2016	5	12	15	15	15	14	12	12	14	14	12
19-01-2016	5	10	14	17	14	11	10	13	10	10	8
26-01-2016	4	12	13	18	12	13	12	11	13	12	15
02-02-2016	5	13	15	15	17	11	10	12	13	13	11
09-02-2016	4	14	21	16	15	12	11	10	13	13	9
16-02-2016	5	8	12	11	11	10	9	10	9	11	7
23-02-2016	6	11	11	14	14	11	12	14	11	13	10
01-03-2016	6	16	28	27	28	19	19	17	17	17	17
08-03-2016	6	16	20	20	18	17	14	13	14	19	16
15-03-2016	6	15	16	17	13	13	13	13	13	13	9
22-03-2016	6	14	14	15	15	12	13	11	12	10	11
29-03-2016	6	13	17	19	15	16	14	12	14	13	8
05-04-2016	7	16	20	16	30	21	16	18	16	18	14
12-04-2016	4	15	16	19	16	16	15	16	18	23	29
19-04-2016	5	13	17	19	15	17	15	17	16	16	12
26-04-2016	8	25	26	20	19	17	16	19	19	19	18
03-05-2016	6	13	19	17	23	17	13	12	14	15	14
10-05-2016	4	18	24	23	40	20	16	19	22	22	36
17-05-2016	6	15	15	18	17	21	16	17	16	13	13
24-05-2016	0	3	8	4	6	7	9	4	0	6	4
31-05-2016	2	4	6	5	4	5	5	4	6	5	70
07-06-2016	6	12	16	16	15	14	13	15	19	17	18
14-06-2016	5	10	14	16	17	13	13	16	16	14	10
21-06-2016	6	14	18	20	17	17	13	15	15	17	13
28-06-2016	5	12	15	16	17	18	16	15	20	17	15
05-07-2016	6	12	20	20	19	15	13	15	17	14	17
12-07-2016	5	11	17	14	16	13	10	15	14	13	13
19-07-2016	4	10	13	14	12	12	12	13	14	13	10
26-07-2016	6	13	20	17	18	15	15	16	16	17	15
02-08-2016	6	13	16	15	16	14	11	13	14	13	12
09-08-2016	5	13	16	19	18	16	14	16	17	15	14
16-08-2016	6	8	14	13	13	13	11	11	12	12	9
23-08-2016	6	11	12	16	15	11	12	13	12	14	11
30-08-2016	6	16	23	16	18	15	16	19	17	15	14
06-09-2016	7	16	21	22	18	19	17	16	17	19	15
13-09-2016	5	10	15	14	19	13	11	19	11	14	11
20-09-2016	6	14	18	21	19	21	15	16	17	14	14
27-09-2016	5	14	19	15	18	19	13	18	17	20	15
04-10-2016	8	14	21	19	19	18	14	17	16	15	12
11-10-2016	8	15	17	19	22	17	16	15	16	16	13
18-10-2016	5	10	15	17	15	15	12	14	16	17	13
25-10-2016	6	13	15	15	15	13	13	12	14	10	11
08-11-2016	6	14	12	15	15	11	10	14	14	13	10
15-11-2016	7	13	13	15	13	12	9	10	13	12	12
22-11-2016	7	14	18	17	15	13	11	13	17	15	14
29-11-2016	6	11	14	13	15	12	10	15	13	14	12
06-12-2016	6	12	14	18	18	15	13	13	13	14	11
13-12-2016	7	12	14	14	13	14	12	10	12	11	11
20-12-2016	7	12	13	12	13	11	10	10	12	11	10
27-12-2016	6	10	15	14	15	12	10	12	13	14	11
Agentes Promedios	6	13	16	16	17	14	13	14	14	14	14

Anexo G: Cantidad de agentes promedios para los días Miércoles en el horario de 08:00 a 19:00 horas.

Fecha	8:00:00	9:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	14:00:00	15:00:00	16:00:00	17:00:00	18:00:00
06-01-2016	5	13	15	15	16	14	14	15	15	12	11
13-01-2016	6	11	14	14	17	13	12	13	12	11	12
20-01-2016	6	12	10	13	11	11	9	12	13	14	9
27-01-2016	6	12	15	16	16	12	11	14	13	14	12
03-02-2016	4	13	19	17	17	12	12	12	12	10	9
10-02-2016	5	10	12	13	15	11	10	11	11	10	9
17-02-2016	4	9	14	14	13	10	9	11	12	10	10
24-02-2016	4	11	12	15	16	13	15	13	15	13	10
02-03-2016	6	19	24	22	21	20	15	18	19	15	13
09-03-2016	6	19	22	17	19	15	13	14	18	24	18
16-03-2016	5	13	15	14	15	13	10	10	12	10	10
23-03-2016	6	12	13	14	14	13	12	13	12	10	9
30-03-2016	6	12	15	19	16	13	15	14	15	16	11
06-04-2016	6	18	20	30	21	20	15	17	22	23	14
13-04-2016	8	20	17	18	24	18	15	19	14	20	29
20-04-2016	6	15	15	18	14	15	15	15	23	16	16
27-04-2016	6	13	21	21	25	19	17	21	18	16	15
04-05-2016	6	15	18	18	34	16	14	16	17	14	14
11-05-2016	5	17	23	20	24	25	21	18	25	14	6
18-05-2016	4	12	16	22	18	16	14	20	18	15	14
25-05-2016	0	5	5	6	3	5	4	6	5	0	5
01-06-2016	6	14	16	16	16	13	14	14	12	13	13
08-06-2016	8	14	14	17	15	15	15	14	16	15	14
15-06-2016	5	12	15	16	16	14	12	16	13	14	11
22-06-2016	6	14	16	16	17	13	13	15	13	18	11
29-06-2016	5	13	17	19	17	18	16	16	17	17	15
06-07-2016	6	13	18	18	15	13	12	14	13	16	11
13-07-2016	5	13	14	16	17	14	12	12	13	13	11
20-07-2016	5	10	14	13	13	13	12	13	14	12	11
27-07-2016	6	14	15	18	17	16	14	16	16	17	13
03-08-2016	5	13	15	18	17	13	12	12	13	12	10
10-08-2016	6	13	14	15	15	14	12	16	15	13	15
17-08-2016	4	10	16	15	15	13	10	12	11	12	11
24-08-2016	4	11	12	17	16	14	15	16	15	14	11
31-08-2016	5	16	19	17	18	15	17	19	18	14	13
07-09-2016	5	12	19	20	19	14	13	14	15	17	14
14-09-2016	6	13	12	13	14	13	12	12	13	13	10
21-09-2016	7	14	19	17	17	16	13	15	15	15	12
28-09-2016	6	15	19	17	15	15	12	14	15	16	11
05-10-2016	8	13	16	17	17	16	12	15	16	16	16
19-10-2016	7	13	17	16	17	13	13	15	15	12	10
26-10-2016	6	14	16	15	15	12	11	12	15	16	12
02-11-2016	9	23	19	30	22	14	15	20	20	15	15
09-11-2016	6	12	15	14	14	12	10	12	13	12	10
16-11-2016	5	10	13	15	12	11	12	12	13	9	11
23-11-2016	8	11	13	13	14	12	11	14	14	12	11
30-11-2016	6	10	14	16	15	12	11	14	15	17	14
07-12-2016	7	14	17	14	14	14	13	16	13	14	11
14-12-2016	7	11	13	16	15	10	12	11	11	12	11
21-12-2016	5	13	14	15	13	11	12	10	11	11	11
28-12-2016	6	12	12	13	14	12	12	12	11	13	7
Agentes Promedios	6	13	16	17	16	14	13	14	15	14	12

AnexoH: Cantidad de agentes promedios para los días Jueves en el horario de 08:00 a 19:00 horas.

Fecha	8:00:00	9:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	14:00:00	15:00:00	16:00:00	17:00:00	18:00:00
07-01-2016	6	12	13	18	18	15	12	14	15	13	11
14-01-2016	5	11	13	18	14	12	10	10	12	12	10
21-01-2016	5	11	11	14	12	11	10	15	14	11	9
28-01-2016	5	12	15	16	16	12	13	12	13	13	9
04-02-2016	5	11	16	15	17	12	12	10	11	10	9
11-02-2016	4	10	12	15	13	13	11	9	10	11	9
18-02-2016	6	9	11	11	12	11	9	12	9	8	9
25-02-2016	6	12	14	22	15	15	13	13	13	12	11
03-03-2016	6	16	19	18	15	15	13	16	22	13	13
10-03-2016	7	12	18	17	14	14	14	17	17	17	11
17-03-2016	6	10	12	13	14	12	12	13	14	12	13
24-03-2016	5	12	14	13	17	14	11	11	12	9	8
31-03-2016	4	12	15	14	18	13	13	13	13	15	12
07-04-2016	9	13	19	18	18	15	13	15	17	23	13
14-04-2016	5	11	15	18	14	14	14	18	16	14	11
21-04-2016	6	14	14	16	14	14	16	16	19	15	14
28-04-2016	7	17	18	21	20	17	17	19	14	17	13
05-05-2016	6	14	15	16	16	18	16	17	18	15	12
12-05-2016	7	17	24	22	23	17	16	17	23	22	15
19-05-2016	6	19	17	20	19	18	16	15	19	15	13
26-05-2016	1	3	5	5	7	5	4	8	5	4	0
02-06-2016	5	13	15	17	15	13	11	13	11	11	8
09-06-2016	6	12	14	16	18	15	12	13	14	14	12
16-06-2016	6	12	14	17	15	13	12	13	14	14	11
23-06-2016	5	12	14	15	17	14	13	13	16	15	12
30-06-2016	6	14	14	15	16	13	14	13	14	13	11
07-07-2016	5	12	14	16	20	13	12	14	13	13	13
14-07-2016	3	12	13	15	13	14	12	11	12	14	10
21-07-2016	6	15	15	20	19	14	14	14	17	16	14
28-07-2016	5	14	15	18	15	15	12	15	16	15	12
04-08-2016	5	11	17	16	17	13	13	11	12	10	10
11-08-2016	6	11	14	15	16	11	13	12	12	13	10
18-08-2016	6	10	14	14	14	14	9	12	11	9	10
25-08-2016	6	11	17	16	20	15	16	15	15	17	12
01-09-2016	5	12	16	19	17	20	19	16	17	14	11
08-09-2016	5	14	19	15	16	17	12	17	19	16	12
15-09-2016	7	15	15	15	14	14	11	12	12	10	10
22-09-2016	6	12	17	16	22	14	14	15	14	14	13
29-09-2016	5	13	14	17	15	14	14	15	18	17	15
06-10-2016	6	15	17	20	21	16	14	15	14	15	9
13-10-2016	7	12	17	16	14	11	15	15	18	12	10
20-10-2016	6	13	15	14	14	12	11	13	16	14	13
27-10-2016	7	13	16	15	12	13	12	13	15	14	13
03-11-2016	8	14	18	18	14	16	11	15	15	12	12
10-11-2016	6	12	13	14	16	13	13	12	13	12	9
17-11-2016	8	12	16	15	11	10	10	11	12	12	10
24-11-2016	7	12	12	13	12	10	10	10	11	10	9
01-12-2016	8	14	17	16	14	14	13	13	14	17	13
15-12-2016	6	9	12	13	12	9	9	12	12	10	9
22-12-2016	7	11	13	13	13	11	11	9	11	10	9
29-12-2016	5	11	12	12	13	13	11	9	12	12	9
Agentes Promedios	6	12	15	16	16	14	13	13	14	13	11

Anexo I: Cantidad de agentes promedios para los días Viernes en el horario de 08:00 a 19:00 horas.

Fecha	8:00:00	9:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	14:00:00	15:00:00	16:00:00	17:00:00	18:00:00
08-01-2016	6	10	13	15	16	13	11	10	13	13	9
15-01-2016	5	12	15	13	14	12	11	10	13	10	11
22-01-2016	6	12	12	15	15	12	10	11	9	12	9
29-01-2016	5	14	14	16	15	14	11	14	12	14	9
05-02-2016	6	11	14	15	13	11	10	11	11	10	6
12-02-2016	4	10	13	14	15	11	10	10	8	8	8
19-02-2016	5	8	12	14	12	9	10	8	9	10	7
26-02-2016	5	13	19	24	19	14	11	11	15	14	13
04-03-2016	8	17	23	18	17	15	15	20	21	21	16
11-03-2016	6	11	15	16	15	14	13	18	16	14	13
18-03-2016	5	12	13	14	14	11	14	14	11	9	13
01-04-2016	6	13	16	23	15	12	14	25	20	14	16
08-04-2016	5	14	14	18	16	15	12	16	18	18	11
15-04-2016	5	14	14	19	16	14	12	17	17	16	12
22-04-2016	6	14	19	16	16	15	14	16	17	17	13
29-04-2016	6	11	17	20	17	15	12	14	16	15	12
06-05-2016	5	12	18	17	15	13	15	12	17	15	13
13-05-2016	8	21	20	23	21	18	17	16	19	17	12
20-05-2016	8	10	15	17	17	17	13	14	20	14	12
27-05-2016	2	3	5	4	4	4	4	6	0	4	3
03-06-2016	2	4	3	4	4	5	5	3	4	5	2
10-06-2016	5	12	15	16	14	12	12	13	13	13	13
17-06-2016	4	11	13	13	14	11	14	13	14	14	10
24-06-2016	5	13	15	15	16	14	15	13	13	16	17
01-07-2016	8	17	20	19	19	16	16	18	17	17	14
08-07-2016	7	10	15	14	14	12	11	11	13	12	11
15-07-2016	5	11	12	14	13	13	11	13	10	11	8
22-07-2016	4	9	15	16	13	12	10	12	11	11	11
29-07-2016	5	10	13	16	16	16	14	13	15	16	14
05-08-2016	6	12	16	17	15	13	11	12	13	10	7
12-08-2016	5	11	16	14	14	14	12	12	11	12	10
19-08-2016	5	9	13	15	14	10	10	10	9	11	7
26-08-2016	6	13	14	18	15	16	13	17	18	12	13
02-09-2016	7	13	16	20	19	18	17	13	15	19	15
09-09-2016	6	13	16	17	14	14	14	12	11	11	10
16-09-2016	6	9	11	13	10	8	9	8	7	7	4
23-09-2016	6	14	15	18	14	17	16	12	13	13	12
30-09-2016	6	13	16	17	18	16	17	16	16	15	14
07-10-2016	9	13	17	14	17	15	12	14	13	12	10
14-10-2016	6	13	13	15	17	15	12	14	14	14	13
21-10-2016	6	13	15	14	15	14	12	13	12	11	9
28-10-2016	7	12	15	16	14	15	16	13	14	10	7
04-11-2016	6	15	16	16	13	9	11	12	14	11	8
11-11-2016	8	11	14	16	14	9	13	13	11	12	9
18-11-2016	7	13	13	16	14	12	11	12	11	13	8
25-11-2016	8	13	12	12	13	13	13	13	12	13	9
02-12-2016	7	12	15	15	16	13	14	13	13	13	10
09-12-2016	7	12	18	18	16	13	10	11	10	11	10
16-12-2016	5	11	11	12	12	10	9	12	13	12	8
23-12-2016	7	12	12	13	11	11	8	7	6	7	7
30-12-2016	6	9	14	14	12	11	11	6	7	8	5
Agentes Promedios	6	12	15	16	15	13	12	13	13	12	10

Anexo J: Cantidad de agentes promedios para los días Sábado en el horario de 08:00 a 15:00 horas.

Fecha	8:00:00	9:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00	14:00:00
02-01-2016	3	4	5	6	5	6	4
09-01-2016	3	8	7	8	7	7	6
16-01-2016	3	5	8	8	8	5	6
23-01-2016	3	6	8	7	6	8	6
30-01-2016	3	5	8	8	10	6	7
06-02-2016	4	6	7	8	9	7	4
13-02-2016	3	4	9	7	6	6	3
20-02-2016	2	3	6	6	7	5	5
27-02-2016	3	5	5	8	9	6	4
05-03-2016	3	13	25	16	10	9	6
12-03-2016	2	5	7	8	11	6	6
19-03-2016	3	5	6	7	11	6	5
02-04-2016	2	9	8	9	13	8	8
09-04-2016	3	8	7	8	10	7	7
16-04-2016	3	6	8	23	35	13	7
23-04-2016	3	5	7	8	11	6	5
30-04-2016	3	7	8	10	8	6	7
07-05-2016	3	6	9	8	8	9	6
14-05-2016	2	6	10	10	9	9	9
28-05-2016	0	0	0	0	0	3	2
11-06-2016	3	8	8	8	8	8	6
18-06-2016	2	5	8	9	8	9	7
25-06-2016	3	6	8	8	14	11	6
02-07-2016	2	6	9	9	10	7	6
09-07-2016	2	6	7	10	7	6	5
16-07-2016	3	6	7	10	9	8	5
23-07-2016	2	5	5	8	10	8	7
30-07-2016	2	6	9	12	14	11	10
06-08-2016	4	5	8	8	9	7	4
13-08-2016	0	0	4	4	0	0	0
20-08-2016	2	4	7	8	8	7	7
27-08-2016	3	5	9	11	10	9	9
03-09-2016	2	11	9	9	8	7	8
10-09-2016	2	7	8	9	6	7	5
17-09-2016	0	5	5	4	4	4	5
24-09-2016	2	10	11	9	10	8	8
01-10-2016	2	8	9	9	12	8	6
08-10-2016	3	6	8	9	8	6	6
15-10-2016	2	9	7	7	7	8	8
22-10-2016	2	9	9	9	7	7	4
29-10-2016	2	7	7	6	7	5	6
05-11-2016	1	5	6	6	6	4	4
12-11-2016	1	7	8	7	7	6	6
19-11-2016	1	7	8	8	8	6	6
26-11-2016	2	7	7	8	7	8	7
03-12-2016	2	10	9	9	8	8	6
10-12-2016	2	5	7	8	6	5	5
17-12-2016	2	6	8	7	7	6	4
24-12-2016	2	6	5	6	7	4	4
31-12-2016	1	6	6	5	5	5	4
Agentes Promedios	2	6	8	8	9	7	6

Anexo k: Serie de tiempo Descomposición- Llamadas Recibidas

Multiplicative Model

Data Llamadas recibidas
Length 48
NMissing 0

Fitted Trend Equation

$$Y_t = 33865 - 226,1 \times t$$

Seasonal Indices

Period	Index
1	0,91529
2	0,84294
3	1,05573
4	1,04370
5	0,93470
6	1,17674
7	1,10841
8	1,01651
9	0,93276
10	1,02591
11	0,99912
12	0,94819

Accuracy Measures

MAPE 5
MAD 1425
MSD 3643608

Time	Llamadas recibidas	Trend	Seasonal	Detrend	Deseason	Predict	Error
1	30458,0	33639,4	0,91529	0,90543	33276,9	30789,8	-331,76
2	26041,0	33413,3	0,84294	0,77936	30893,1	28165,4	-2124,41
3	30758,5	33187,3	1,05573	0,92682	29134,8	35036,8	-4278,28
4	36891,0	32961,2	1,04370	1,11922	35346,4	34401,6	2489,35
5	29518,5	32735,2	0,93470	0,90174	31580,8	30597,5	-1078,99
6	32390,0	32509,1	1,17674	0,99634	27525,1	38254,9	-5864,87
7	37771,0	32283,1	1,10841	1,16999	34076,7	35782,9	1988,11
8	34791,0	32057,0	1,01651	1,08529	34225,8	32586,4	2204,57
9	27851,0	31831,0	0,93276	0,87497	29858,7	29690,6	-1839,60
10	33920,0	31604,9	1,02591	1,07325	33063,3	32423,8	1496,22
11	29763,0	31378,8	0,99912	0,94851	29789,1	31351,3	-1588,31
12	27523,0	31152,8	0,94819	0,88348	29027,0	29538,7	-2015,67
13	29265,0	30926,7	0,91529	0,94627	31973,5	28306,9	958,11
14	26696,0	30700,7	0,84294	0,86956	31670,2	25878,8	817,20
15	33706,0	30474,6	1,05573	1,10603	31926,8	32172,9	1533,06
16	33924,0	30248,6	1,04370	1,12151	32503,6	31570,4	2353,56
17	33810,0	30022,5	0,93470	1,12615	36172,1	28062,0	5748,03
18	37111,0	29796,5	1,17674	1,24548	31537,1	35062,8	2048,23
19	34047,0	29570,4	1,10841	1,15139	30717,0	32776,1	1270,86
20	31223,0	29344,3	1,01651	1,06402	30715,7	29829,0	1394,04

21	28279,0	29118,3	0,93276	0,97118	30317,6	27160,3	1118,66
22	30623,0	28892,2	1,02591	1,05990	29849,6	29640,8	982,17
23	29233,0	28666,2	0,99912	1,01977	29258,7	28641,0	591,97
24	27164,0	28440,1	0,94819	0,95513	28648,4	26966,6	197,44
25	25255,0	28214,1	0,91529	0,89512	27592,4	25824,0	-569,02
26	22859,0	27988,0	0,84294	0,81674	27118,2	23592,2	-733,19
27	27973,0	27762,0	1,05573	1,00760	26496,4	29309,1	-1336,10
28	28408,0	27535,9	1,04370	1,03167	27218,5	28739,2	-331,23
29	25122,0	27309,9	0,93470	0,91989	26877,1	25526,4	-404,45
30	31129,0	27083,8	1,17674	1,14936	26453,5	31870,7	-741,66
31	29304,0	26857,7	1,10841	1,09108	26437,9	29769,4	-465,40
32	26508,0	26631,7	1,01651	0,99536	26077,3	27071,5	-563,50
33	26094,0	26405,6	0,93276	0,98820	27975,1	24630,1	1463,92
34	25523,0	26179,6	1,02591	0,97492	24878,4	26857,9	-1334,88
35	26127,0	25953,5	0,99912	1,00668	26149,9	25930,7	196,25
36	24164,0	25727,5	0,94819	0,93923	25484,4	24394,4	-230,45
37	23802,0	25501,4	0,91529	0,93336	26004,9	23341,1	460,85
38	21463,0	25275,4	0,84294	0,84917	25462,1	21305,6	157,42
39	26240,0	25049,3	1,05573	1,04753	24854,9	26445,3	-205,27
40	24874,0	24823,2	1,04370	1,00204	23832,5	25908,0	-1034,02
41	19513,0	24597,2	0,93470	0,79330	20876,3	22990,9	-3477,93
42	28309,0	24371,1	1,17674	1,16158	24057,1	28678,6	-369,55
43	27679,0	24145,1	1,10841	1,14636	24971,8	26762,7	916,35
44	25838,0	23919,0	1,01651	1,08023	25418,2	24314,0	1523,96
45	24271,0	23693,0	0,93276	1,02440	26020,7	22099,8	2171,18
46	21535,0	23466,9	1,02591	0,91768	20991,1	24074,9	-2539,93
47	22862,0	23240,9	0,99912	0,98370	22882,1	23220,5	-358,46
48	21317,0	23014,8	0,94819	0,92623	22481,9	21822,3	-505,33

Forecasts

Period	Forecast
49	20858,3
50	19019,0
51	23581,4
52	23076,8
53	20455,4
54	25486,4
55	23755,9
56	21556,6
57	19569,6
58	21292,0
59	20510,2
60	19250,2



Anexo G: *Los siguientes anexos se entregarán en planillas Excel debido a su extensión.*

