

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO

**DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y
ELECTRONICA**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA
Y TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCION
DEL TITULO DE INGENIERIA**

**DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DEL
CONTACT CENTER INSTITUCIONAL DEL
SERVICIO DE RENTAS INTERNAS**

JOSE EDUARDO PAREDES SANDOVAL

**Sangolquí – Ecuador
2010**

CERTIFICACION

En calidad de Director y Codirector del Proyecto de grado titulado DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DEL CONTACT CENTER INSTITUCIONAL DEL SERVICIO DE RENTAS INTERNAS, certificamos que fue realizado en su totalidad por José Eduardo Paredes Sandoval, con CI 1801789197, bajo nuestra dirección.

Ing. Carlos Romero G.
DIRECTOR

Ing. Fabián Sáez E.
CODIRECTOR

RESUMEN

En el presente trabajo, se realiza una reseña histórica de la evolución de la telefonía, se hace un estudio del SRI, institución que requiere esta herramienta para comunicarse con sus usuarios, se analizan los datos estadísticos disponibles de la penetración de las tecnologías de la información en el Ecuador, así como los datos sobre el giro del negocio del SRI, se determina cual será el tráfico estimado, tanto entrante como saliente, se define que información se ofrecerá a los usuarios y cual va a ser la forma de entregarla. Se diseñan los diagramas de flujo de las opciones del menú del IVR. En base a esas necesidades se diseña la arquitectura del sistema. Luego se analizan los modelos matemáticos que se usarán para calcular los recursos necesarios para atender las necesidades planteadas, cumpliendo niveles de servicio adecuados. Para esto, en base a las fórmulas planteadas, se desarrolla una hoja electrónica que facilita la ejecución de los cálculos. Se resumen los recursos requeridos y se plantea una forma de implementación, cuantificación del personal y organización de turnos. Para evaluar permanentemente la eficiencia del sistema se proponen varios parámetros de medición de la calidad del servicio. Adicionalmente se presenta un presupuesto de implementación y de los costos operativos anuales. Al final se presenta la bibliografía consultada.

DEDICATORIA

Dedicado a: Eduardo, Eloísa, Mary, José Eduardo y Vivi

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a Francisco y Ximena, por su incondicional apoyo.

PROLOGO

El Servicio de Rentas Internas, por su eficiencia es un referente dentro de la sociedad ecuatoriana, para cumplir eficientemente su labor, requiere ofrecer información veraz y oportuna a la comunidad, para atender esa creciente demanda se ha decidido la instalación de un Contact Center.

El presente trabajo trata sobre el diseño y dimensionamiento de este sistema, para lo cual se ha organizado de la siguiente forma:

En el Capítulo I se realiza una introducción sobre la institución que requiere el sistema, los objetivos y alcance del trabajo, adicionalmente, para una mejor comprensión, se detalla un glosario de términos usados comúnmente en la industria de las telecomunicaciones.

El Capítulo II detalla una reseña histórica desde la invención del teléfono y su implementación comercial, hasta el desarrollo de los Centros de Contacto, pasando por la invención de la primera central telefónica y sus posteriores avances tecnológicos. Luego se realiza un análisis de la penetración de las tecnologías de la información en el Ecuador. Dentro de este capítulo también se analiza detalladamente el giro del negocio del Servicio de Rentas Internas, cuales son los requerimientos de información de la población y las necesidades de comunicación del Servicio de Rentas Internas con ciertos Contribuyentes. Se analiza las estadísticas y se cuantifican las necesidades.

Posteriormente en el Capítulo III, se analiza la información que se va a ofrecer a través del Contact Center, se define que consultas pueden ser atendidas

por medio de un IVR y cuales serán solventadas por medio de la lectura de un guión por los agentes y cuáles serán los servicios transaccionales que se ofrecerá a los usuarios, se diseñan los diagramas de flujo de cada una de las opciones del menú del IVR. En relación a las llamadas salientes, igualmente se define las llamadas que serán realizadas automáticamente por medio del IVR y las que serán atendidas por los agentes. Igualmente se hace una previsión del tráfico esperado, tanto para llamadas salientes como entrantes.

En el Capítulo IV, se diseña la arquitectura del sistema, se analiza en detalle los modelos matemáticos y fórmulas que se utilizarán posteriormente para dimensionar la cantidad de recursos necesarios para cumplir los niveles de servicio adecuados. En base a las fórmulas mencionadas se desarrolla una hoja electrónica que facilita el cálculo de los recursos necesarios, en base a datos de entrada conocidos o supuestos, como cantidad de llamadas esperadas en un período de tiempo determinado, duración promedio de las llamadas, tiempo de respuesta deseado.

Luego de realiza un resumen de los recursos requeridos y su forma de implementación, cuantificación del personal y organización de turnos. De igual forma se proponen varios parámetros de medición, con el objetivo de realizar periódicas evaluaciones de la calidad del servicio y de ser necesario, tomar los correctivos apropiados.

En el capítulo V se presenta un presupuesto estimado para la implementación del sistema y sus costos operativos anuales.

En el Capítulo VI constan las conclusiones y recomendaciones.

Se incluyen como anexos los diagramas de flujo de los menús del IVR y las tablas de los resultados del cálculo de recursos requeridos para cada necesidad. Finalmente se detalla la bibliografía que ha sido consultada para la elaboración de éste trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 OBJETIVO GENERAL	3
1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
1.4 METODOLOGIA A SEGUIR	4
1.5 ALCANCE	4
1.6 GLOSARIO	5
1.7 NOTACION MATEMÁTICA USADA EN CONTACT CENTER	23
CAPITULO II	25
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	25
2.1 UN POCO DE HISTORIA	25
2.1.1 El Teléfono	25
2.1.2 La Central Telefónica	29
2.1.3 Desarrollos posteriores	31

2.1.4	Desarrollo de la central telefónica privada PBX	37
2.1.5	Los centros de llamadas y centros de contacto	39
2.2	COBERTURA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN.....	41
2.2.1	Cobertura de líneas de telefonía fija.....	41
2.2.2	Cobertura del Servicio Móvil Avanzado.....	44
2.2.3	Cobertura del Servicio de Internet.....	44
2.3	EL SERVICIO DE RENTAS INTERNAS	47
2.3.1	Creación del Servicio de Rentas	47
2.3.2	Importancia dentro del contexto socio-económico del país	50
2.4	IMPUESTOS QUE ADMINISTRA EL SRI	53
2.4.1	Impuesto a la Renta (IR).	53
2.4.2	Impuesto al Valor Agregado (IVA).	53
2.4.3	Impuesto a los Consumos Especiales (ICE).	53
2.4.4	Impuesto a la propiedad de los Vehículos Motorizados.	53
2.4.5	Impuesto a la salida de divisas.....	53
2.4.6	Impuesto a los ingresos extraordinarios.	53
2.4.7	Impuesto a las tierras rurales.	54
2.4.8	Impuesto a los activos financieros en el exterior.	54
2.4.9	Régimen Simplificado RISE	54
2.4.10	Recaudación por tipo de contribuyente.....	55
2.4.11	Contribuyentes activos.....	56

2.4.12	Cobertura del SRI	57
2.5	ESTADÍSTICAS SOBRE LOS REQUERIMIENTOS INFORMACIÓN...	59
2.5.1	Mesas de Información y Atención al Contribuyente.....	60
2.5.2	Tráfico de llamadas entrantes	62
2.6	NECESIDADES DE LOS CONTRIBUYENTES.....	65
2.7	NECESIDADES DEL SRI	68
CAPITULO III	69
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	69
3.1	ANÁLISIS DE NECESIDADES	69
3.1.1	Resumen de datos estadísticos.....	69
3.1.2	Análisis de datos estadísticos	70
3.2	LLAMADAS ENTRANTES INBOUND	71
3.2.1	Información a ofrecer a través del CAT.....	71
3.2.2	Formas de entregar la información.....	73
3.2.3	Organización de la información	75
3.2.4	Servicios informativos y transaccionales que prestan los agentes.....	77
3.2.5	Consultas no cubiertas por el CAT	78
3.3	LLAMADAS SALIENTES OUTBOUND	79
3.3.1	Información a ofrecer a través del CAT.....	79
3.4	COBERTURA ESPERADA	82
3.5	TECNOLOGIA DISPONIBLE	83

3.5.1	Red nacional de teleproceso del SRI.	83
3.6	TRAFICO ESPERADO	86
3.6.1	Llamadas entrantes.	86
3.6.2	Llamadas salientes.....	89
3.6.3	Resumen	89
	CAPITULO IV	91
	DISEÑO	91
4.1	ARQUITECTURA	91
4.2	MODELO MATEMATICO	92
4.2.1	Colas de espera	94
4.3	FORMULAS	98
4.3.1	¿Cuántas y cómo llegan las llamadas a un centro de contactos?	99
4.3.2	Fórmulas de Bloqueo - Fuentes Infinitas	103
4.3.3	Fórmulas de Retardo - Fuentes Infinitas	110
4.3.4	Fórmulas de Bloqueo - Fuentes Finitas	120
4.4	DIMENSIONAMIENTO	122
4.4.1	Supuestos	123
4.4.2	Cantidad de agentes INBOUND	124
4.4.3	Cantidad de agentes INBOUND, en BHT u hora pico.	126
4.4.4	Cantidad de líneas INBOUND a agente	129
4.4.5	Cantidad de líneas INBOUND agente, hora pico.....	131

4.4.6	Cantidad de líneas INBOUND IVR	133
4.4.7	Cantidad de agentes OUTBOUND	135
4.4.8	Cantidad de líneas OUTBOUND agente	136
4.4.9	Cantidad de líneas OUTBOUND IVR	137
4.5	RESUMEN DE RESULTADOS	139
4.6	IMPLEMENTACION	140
4.7	METRICAS DE CALIDAD DE SERVICIO	144
4.7.1	ASA, Answer Speed Average, tiempo promedio de respuesta	144
4.7.2	Grado de servicio GoS	144
4.7.3	Porcentaje de abandono	144
4.7.4	Control de calidad.....	145
4.7.5	Estándares de desempeño por agente.....	145
CAPITULO V.....	147
ANALISIS ECONOMICO	147
5.1	INFRAESTRUCTURA FISICA.....	147
5.2	INFRAESTRUCTURA TECNOLOGICA.....	148
5.3	RECURSOS HUMANOS	151
5.4	SERVICIOS	151
5.5	RESUMEN	153

CAPITULO VI.....	154
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	154
6.1 CONCLUSIONES	154
6.2 RECOMENDACIONES.....	155
ANEXO 1.....	157
ANEXO 2.....	170
BIBLIOGRAFÍA	192

INDICE DE TABLAS

Tabla. I.01. Sobretiempos asociados a una llamada.....	14
Tabla. II.01. Cobertura de líneas de telefonía fija.....	42
Tabla. II.02. Cobertura del servicio móvil avanzado.....	44
Tabla. II.03. Cobertura del servicio de internet.....	45
Tabla. II.04. Cantidad de cyber cafés.....	46
Tabla. II.05. Indicadores económicos.....	48
Tabla. II.06. Fuentes de ingresos del PGE 2008.....	51
Tabla. II.07. Participación por tipo de impuesto.....	54
Tabla. II.08. Recaudación por tipo de contribuyente.....	55
Tabla. II.09. Contribuyentes por tipo.....	56
Tabla. II.10. Distribución Regional.....	58
Tabla. II.11. Participación por Dirección Regional.....	58
Tabla. II.12. Mesas de Información – usuarios atendidos por mes.....	60
Tabla. II.13. Llamadas entrantes por mes.....	62
Tabla. II.14. Distribución de llamadas por hora.....	64
Tabla. II.15. Llamadas entrantes por día de la semana.....	65
Tabla. III.01. Distribución de llamadas por hora.....	88
Tabla. III.02. Resumen de tráfico.....	90
Tabla. IV.01. Resultados del cálculo Erlang C de agentes Inbound.....	125
Tabla. IV.02. Resultados del cálculo Erlang C de agentes Inbound en BHT.....	127
Tabla. IV.03. Resultados del cálculo Erlang C de agentes por hora.....	128

Tabla. IV.04. Resultados del cálculo Erlang C de líneas Inbound	130
Tabla. IV.05. Resultados del cálculo Erlang C de líneas Inbound en BHT	132
Tabla. IV.06. Resultados del cálculo Erlang C de líneas Inbound IVR	134
Tabla. IV.07. Resultados del cálculo Erlang B de agentes Outbound	136
Tabla. IV.08. Resultados del cálculo Erlang B de líneas Outbound	137
Tabla. IV.09. Resultados del cálculo Erlang B de líneas Outbound IVR	138
Tabla. IV.10. Distribución de agentes por hora	141
Tabla. IV.11. Distribución de turnos de los agentes durante el día	142
Tabla. V.01. Presupuesto infraestructura física	148
Tabla. V.02. Presupuesto infraestructura tecnológica	150
Tabla. V.03. Costo recurso humano	151
Tabla. V.04. Gastos en servicios	152
Tabla. V.05. Costos de implementación	153
Tabla. V.05. Costos de operación anual	153

INDICE DE FIGURAS

Figura. II.01. Diagrama de conmutador 16x16	33
Figura. II.02. Conmutador a prueba de fallas	34
Figura. II.03. Ejemplo de enrutamiento	35
Figura. II.04. Ejemplo de re-enrutamiento	35
Figura. II.06. Producto Interno Bruto PIB	48
Figura. II.07. Variación del Producto Interno Bruto.....	49
Figura. II.08. Inflación Anual.....	49
Figura. II.09. Fuentes de ingresos del PGE 2008.....	52
Figura. II.10. Ingresos por tipo de impuesto	55
Figura. II.11. Ingresos por tipo de contribuyente	56
Figura. II.12. Por tipo de contribuyente	57
Figura. II.13. Distribución Regional.	57
Figura. II.14. Participación por Dirección Regional.....	59
Figura. II.14. Usuarios atendidos por mes.....	61
Figura. II.15. Llamadas entrantes por mes	62
Figura. II.16. Llamadas entrantes por hora	64
Figura. II.17. Llamadas entrantes por día.....	65
Figura. III.01. Diagrama de la red WAN del SRI.....	85
Figura. III.02. Distribución de llamadas entrantes por hora	88
Figura. IV.01. Diagrama de la Arquitectura del CAT	91
Figura. IV.02. Diagrama de flujo del proceso de dimensionamiento	94

Figura. IV.01. Distribución de Poisson	100
Figura. IV.02. Distribución de duración de las llamadas.....	101
Figura. IV.03. Diagrama para elección de modelo matemático	102
Figura. IV.04. Diagrama de flujo de la lógica de EEB.....	109
Figura. IV.05. Número de agentes requeridos por hora	129
Figura. IV.06. Distribución de agentes por hora	141
Figura. IV.07. Turnos de los agentes durante el día.....	142
Figura. IV.08. Diagrama de configuración del CAT	143
Figura. V.01. Diagrama de configuración del CAT	149

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCION

El Servicio de Rentas Internas, fue creado mediante Ley No. 41, publicada en el registro oficial No. 206, el 2 de diciembre de 1997, e inicia sus funciones el 1 de enero de 1998 [1].

El Servicio de Rentas Internas (SRI) es una entidad técnica y autónoma que tiene la responsabilidad de recaudar los tributos internos establecidos por Ley. Su finalidad es la de consolidar la cultura tributaria en el país a efectos de incrementar sostenidamente el cumplimiento voluntario de las obligaciones tributarias por parte de los contribuyentes.

Como parte de sus funciones y con el objetivo de facilitar el cumplimiento de las obligaciones tributarias, el SRI requiere ofrecer información oportuna y veraz a la comunidad, para lo cual ha implementado en todas sus agencias a nivel nacional ventanillas de información y ha creado una página WEB.

El Servicio de Rentas Internas, con el objetivo de ampliar y mejorar estos canales de comunicación con los Contribuyentes y comunidad en general, ha decidido implementar un *Contact Center*.

Los ingresos tributarios que son recaudados por el SRI representan un alto porcentaje de los ingresos del Presupuesto General del Estado.

La complejidad y gran variedad de casos que se presentan en el quehacer diario de la Administración Tributaria, implican que se genere gran cantidad de información y un alto grado de especialidad del conocimiento, información que es administrada por el área de Servicios Tributarios, ésta debe ser transmitida de manera ágil, oportuna y veraz a la comunidad en general.

De igual forma, a través del Área de Cobranzas, existe la necesidad de generar cierto grado de presión para que los contribuyentes cumplan oportunamente con los pagos de sus obligaciones tributarias, receptor denuncias y realizar el respectivo seguimiento

Algunos de los objetivos del Plan Estratégico 2007-2011 del Servicio de Rentas Internas son:

- Mantener servicios de Tecnología de la Información adecuados para que la institución alcance sus objetivos de gestión.
- Fomentar la cultura tributaria a través de asistencia, capacitación y difusión.
- Ampliar, integrar y promocionar nuevos canales de interacción con el Contribuyente.
- Lograr altos niveles de satisfacción en los servicios al contribuyente.

La implementación de un Contact Center, se alinea con el cumplimiento de estos objetivos estratégicos, y se convierte en un medio imprescindible de interacción entre la Institución y la comunidad.

El sistema permitirá cursar varios tipos de comunicación: llamadas telefónicas entrantes o salientes, correo electrónico o chat en línea.

La densidad telefónica en el país es de 14.34%, para telefonía fija y existen mas de 12.000.000 usuarios de telefonía móvil, adicionalmente existen cerca de 1.700.000 usuarios de internet [2], de los cuales, se estima que el 65.5% ocupan su cuenta todos los días.

Las cifras indicadas anteriormente nos indican la importancia que tiene para el SRI disponer de un medio de interacción que permita comunicarse con esa gran cantidad de usuarios, sin que estos necesariamente tengan que acercarse a las ventanillas de atención al contribuyente de las diferentes oficinas del SRI, para realizar sus consultas.

En los próximos capítulos se realizará una breve reseña histórica sobre el desarrollo de la telefonía y sus aspectos relevantes e influencia en la tecnología actual, se detallará las características, particularidades y necesidades de la institución para la cual se diseñará el sistema, se analizará la tecnología disponible, se realizará el diseño y dimensionamiento del sistema y la posterior cuantificación económica, para concluir con recomendaciones y conclusiones.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Obtener un documento base, en el que se sustente técnicamente la arquitectura, capacidades, recursos y diagramas de flujo, necesarios para la implantación del “*Contact Center*” institucional del Servicio de Rentas Internas.

1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.3.1 Diseñar la arquitectura base sobre la cual se implementará el “*Contact Center*”

- 1.3.2 Realizar el cálculo de capacidades de cada uno de los sub-sistemas que componen el “*Contact Center*”
- 1.3.3 Diseñar los diagramas de flujo para cada una de las opciones del “*Contact Center*”
- 1.3.4 Establecer los parámetros de medición, evaluación y control de la calidad del servicio brindado por el “*Contact Center*”

1.4 METODOLOGIA A SEGUIR

El método a seguir y que se reseña en este documento, constará de una reseña histórica de la invención y desarrollo de la industria telefónica, el análisis de la situación actual de la Institución en la que se implementa el sistema, la determinación de sus necesidades de comunicación, las demandas de información por parte de los Contribuyentes y comunidad en general.

Luego de recolectada y tabulada la información se realizará el dimensionamiento y diseño del contact center, se procederá a diseñar los diagramas de flujo del IVR.

Por último se presentará la conclusión del trabajo y se presentarán las recomendaciones pertinentes.

1.5 ALCANCE

Este trabajo estará limitado al análisis de necesidades, diseño de la arquitectura y dimensionamiento de todos los componentes del contact center institucional del Servicio de Rentas Internas.

1.6 GLOSARIO

Debido a que en esta industria existen una gran cantidad de términos técnicos que no tiene traducción, muchos acrónimos y siglas que representan complejos términos, para un mejor entendimiento de este documento se incluye a continuación un glosario básico, adicionalmente se describe varios términos necesarios para entender las fórmulas que se presentarán posteriormente [3], [4], [5].

A

Abandoned Call.- Llamada abandonada.- También conocida como “Lost Call” o llamada perdida. En la que el usuario cierra antes de que un agente conteste.

Agent – Agente u Operador.- Término general que define a alguien que maneja las llamadas en un centro de atención de llamadas. Su principal función es contestar las llamadas, ofrecer atención y/o proveer información; o realizar llamadas para dar o recibir información o vender un producto o servicio.

After call work time.- Es el tiempo invertido por un agente en la gestión de la llamada, luego de que esta es finalizada.

Agent Status (or State) – Estado.- Tipo de actividad en la que se encuentra un agente en determinado momento. El estado puede ser: Ready, Not Ready, After-Call Work, Unavailable, Do Not Disturb, etc.

Announcement – Mensaje.- Un mensaje pregrabado para atender las llamadas recibidas.

Arrival Rate – Tasa de Llegada.- La tasa de llegada es el número de llamadas que llegan a una instalación durante un período de tiempo definido. La letra griega lambda (λ) se utiliza generalmente para representar la tasa de llegada.

Asymmetrical Digital Subscriber Line (ADSL).- Estándar para transmitir velocidades de hasta 7 Mbps a través de un par de cobre, usualmente usado para conectar sitios remotos o agentes.

Asynchronous – Forma de comunicación, en la que el que envía el mensaje no requiere esperar una respuesta del receptor, para continuar su trabajo. El correo electrónico es un ejemplo de comunicación asíncrona.

Automatic Attendant.- (AA) Es una facilidad en la cual el terminal llamado responde automáticamente, puede ofrecer información y enrutar la llamada dependiendo de la acción que realice el usuario

Automatic Call Distributor (ACD) – Distribución automática de llamadas.- Es un dispositivo que distribuye automáticamente y bajo ciertos parámetros predeterminados las llamadas a un grupo específico de terminales. Nota: Si el número de llamadas activas es menor que el grupo de terminales disponibles, la próxima llamada será ruteada al terminal que ha estado más tiempo en estado de reposo. Si todos los terminales están ocupados, las llamadas serán colocadas en una cola FIFO, hasta que un terminal esté disponible.

Automatic Number Identification (ANI).- Es una facilidad en la que el número de identificación del terminal que origina la llamada es automáticamente obtenido.

Automatic Route Selection (ARS).- Es la selección y enrutamiento de una llamada sin intervención humana, bajo parámetros previamente establecidos.

Average Speed of Answer (ASA).- El tiempo promedio que un usuario tiene que esperar en la fila hasta que un agente esté disponible. Esta unidad de medida está directamente afectada por la duración promedio de cada llamada, el número de agentes y el número total de llamadas recibidas.

B

Base Staff – Equipo base.- Número mínimo de agentes necesarios para alcanzar los objetivos de servicio y la rapidez de respuesta dentro de un período determinado de tiempo. Los cálculos deberán hacerse partiendo del principio de que los agentes estarán ocupando sus puestos de operación durante todo dicho período. De este modo, los calendarios de trabajo deberán tener en cuenta compensar las pausas y ausencias con un incremento en el número de agentes.

(BHCA) Busy hour call attempt, son los intentos de llamada en la “busy hour”

Blocked Call – Llamada bloqueada.- Una llamada que no puede ser inmediatamente atendida por no haber líneas disponibles o bien porque el ACD (Distribuidor Automático de Llamadas) está programado para bloquear llamadas entrantes en espera cuando la "cola" de espera supera un parámetro predefinido.

Blocking - Bloqueo.- Un bloqueo se produce cuando el número de llamadas, entrantes o salientes, excede el número de instalaciones (líneas, troncales, agentes, operadores) disponibles para apoyarlos. Una llamada bloqueada da una señal de ocupado, lo que indica a la persona que llama que debe colgar, y volver a intentarlo. La probabilidad de bloqueo se expresa como un porcentaje de la negación, por ejemplo, 1 llamada en 100 bloqueadas, se representa como P.01 (1% de las llamadas se bloquearían).

Business Intelligence (BI) – Inteligencia Comercial.- Se trata de la tecnología que intenta minimizar el tiempo que transcurre entre el análisis de los datos y su conversión en información de mercado. Los sistemas de BI permiten a una compañía acceder a informaciones totalmente actualizadas sobre la eficacia de su propio desempeño comercial. En esta nueva era del comercio electrónico, con redes de relaciones entre fabricantes, distribuidores, detallistas y consumidor final, esta tecnología tiene el potencial de suministrar información actualizada y relevante hora a hora.

Busy Hour: En los sistemas de comunicaciones es el período de 60 minutos en el que ocurre la carga total de tráfico máximo, en un período dado de 24 horas.

C

Class of Service, categoría: Es la designación que describe el tratamiento y privilegios de un terminal en particular.

Call - Llamada: Es una demanda de establecer cualquier tipo de comunicación, la operación requiere establecer, mantener y liberar la comunicación; Es la interacción entre un agente y un usuario, sean estos una persona o una máquina, puede ser vía telefónica, mail, chat, sms.

Caller - usuario: Es la persona que realiza o recibe una llamada a/de un centro de llamadas, con el objetivo de solicitar o transmitir información.

Call Blending- Fusión de llamadas: Combina los grupos, tradicionalmente separados, de agentes de llamadas entrantes y de llamadas salientes en uno solo. Este sistema permite a los agentes que reciben llamadas pasar automáticamente a realizar llamadas y viceversa, dependiendo de las variaciones en el flujo de llamadas.

Call Center, Centro de Atención de Llamadas.- Es un área donde agentes especialmente entrenados realizan o reciben un gran volumen de llamadas desde y/o hacia: usuarios (externos o internos),

Call Detail Recording.- Una función de administración que recoge y graba información a cerca de las llamadas entrantes o salientes.

Call Forwarding.- Un servicio que permite a una llamada entrante ser enviada a otro terminal.

Call In Queue - Llamadas en fila de espera.- Un informe en tiempo real que identifica el número de llamadas recibidas, que todavía no han sido direccionadas hacia un agente.

Call Waiting.- Es un servicio que, durante una llamada, alerta que existe otra llamada esperando ser contestada.

Carrier - Portador.- Una compañía que suministra servicios de telecomunicaciones. Los portadores son tanto compañías telefónicas locales como las que operan en larga distancia.

Central Office (CO).- La oficina de la compañía telefónica local, la cual conecta todas las redes y donde se conmutan los circuitos de los abonados.

Chat.- Comunicación de texto en tiempo real, entre usuarios que utilizan algún tipo de terminal.

Circuit – Circuito.- Una ruta de transmisión de datos entre dos puntos de una red.

Circuit Switching.- Sistema de conmutación en la cual debe existir una ruta dedicada y de uso exclusivo, entre el transmisor y el receptor durante la duración de la llamada. Usado normalmente en las compañías telefónicas.

Circuit-Switched Network.- Red que establece un circuito físico temporal, hasta que finalice la comunicación.

Class of Service (CoS).- Una forma de administración del tráfico en una red, agrupando similar tipo de tráfico, por ejemplo, email, video, voz, etc. dando un tratamiento de a cada uno de acuerdo a los niveles de servicio y prioridad que requieren.

Computer Telephony Integration (CTI).- Es la combinación de los PBX tradicionales con los computadores y sus aplicaciones.

Contact Center (CC), Centro de Atención de Contactos.- Evolución del Call Center, en la que las llamadas pueden ser de varios tipos, como telefónicas, fax, correo electrónico, chat, SMS, etc.

Convergence.- tendencia de la industria de telecomunicaciones de compartir la infraestructura de redes y sus recursos, entre diferentes aplicaciones y tipos de tráfico.

Cost Per Call – Coste por llamada.- Es el total de costes dividido por el total de llamadas para un determinado período de tiempo.

Customer Relationship Management (CRM).- Software utilizado por las empresas para optimizar el proceso de comunicación con los clientes. Cada etapa de las relaciones cliente/empresa está almacenada en el sistema, de modo que sea posible que los agentes tengan acceso a las informaciones referidas a las experiencias acumuladas de los clientes.

D

Database Call Handling – Gestión de llamadas de bases de datos.- Una aplicación CTI (integración telefónica computarizada) donde el ACD (Distribuidor Automático de Llamadas) trabaja en sincronía con el ordenador de la base de datos para procesar las llamadas con base en las informaciones que ésta contiene. Por ejemplo, dar prioridad a ciertas llamadas en función de la identidad del cliente que llama.

Delay Announcements – Mensajes de tiempo de espera.- Se trata de mensajes grabados que informan al cliente del tiempo previsto de espera hasta ser atendido, la posición que ocupa su llamada en la cola de espera, los servicios disponibles, alternativas para obtener una atención más rápida, etc.

Dial/Dual Tone Multi-Frequency (DTMF).- Un sistema de señalización que envía un par de audio frecuencias, que representan los dígitos del teclado telefónico.

Dialed Number Identification Service (DNIS).- Una serie de dígitos que la red telefónica pasa al IVR, ACD u otro dispositivo, para identificar el número del usuario.

E

Electronic Mail (Email).- Correo textual enviado y recibido por medios electrónicos o telemáticos.

Encolamiento.- La cola está a la espera en un centro de retención hasta que un servidor esté disponible. Cuando, por ejemplo, un ACD (Automatic Call Distributor) tiene más líneas que agentes (50 líneas de servicio para 42 agentes) y todos los agentes están ocupados, las líneas adicionales se convierten en el centro de retención.

Erlang.- Agner Krarup Erlang, ingeniero Danés que trabajó en la Copenhagen Telephone Company a principios de los años 1900 y desarrolló unas fórmulas matemáticas que describen el tráfico telefónico.

Erlang unidad.-- Un Erlang se define como la unidad adimensional de la intensidad de tráfico. La clave de esta definición es que, adimensional significa que no hay período de tiempo específico. Un Erlang es dependiente del tiempo de observación. El máximo que una instalación puede estar en uso es de 100% del tiempo. Si el tiempo de observación es de 10 minutos, y la instalación está en uso durante todo el tiempo, entonces eso es 1 Erlang. Si el tiempo de observación es de 1 hora, entonces 1 Erlang es igual a 1 hora. Esto es importante porque en ciertos entornos, por ejemplo, centros de llamadas, a menudo el personal está muy ocupado durante 10 a 15 minutos, lo que puede ser 25% superior a la hora

de observación. Casi todas las fórmulas utilizan al Erlang como la unidad de tráfico. Se debe recordar una regla simple: el número de instalaciones necesarias debe exceder el número de Erlangs como mínimo. Para explicar la proporción de uno a uno o 100% de utilización, se puede usar la siguiente analogía: una autopista de 5 carriles al 100% de utilización se convierte en un estacionamiento.

Erlang B.- Una formula desarrollada por A.K. Erlang, ampliamente usada para determinar la cantidad de líneas troncales requeridas para manejar una cantidad de llamadas durante un período de tiempo de una hora. La formula asume que si los usuarios obtienen señales de ocupado, no llamarán nuevamente. Generalmente exacta en situaciones con pocas señales de ocupado.

Erlang C.- Una formula desarrollada por A.K. Erlang, predice los tiempos de espera, basándose en tres cosas: el número de agentes, el número de usuarios y el tiempo promedio de cada llamada. También predice los recursos requeridos para mantener tiempos de espera dentro de límites definidos. Asume que no existen llamadas perdidas, ni señales de ocupado, si las llamadas no son contestadas inmediatamente entran a una fila de espera. Este modelo es usado comúnmente para dimensionar los recursos de un call center.

Expected Wait Time (EWT).- Un estimado de cuanto tiempo un usuario debe esperar en una fila de espera, para ser atendido. Está basado en el tráfico pasado y presente, la duración de las llamadas y el estado de los agentes. También se lo conoce como Estimated Wait Time.

F

(FIFO) First In – First Out.- Un tipo de ordenamiento en una fila, en la que las que personas o cosas salen de la fila en el mismo orden en el cual arribaron. Cuando el servicio está disponible, es ofrecido a la persona o cosa que está más tiempo en la cola.

G

Gateway – Puerta de acceso.- Un servidor (server) dedicado a ofrecer acceso de entrada a una red.

Grade of Service – Grado de calidad en el servicio.- Se refiere a la posibilidad que tiene una llamada de no ser atendida debido a que todas las líneas pudieran estar ocupadas en ese momento. Para referirse a un punto óptimo en esta situación, se utiliza habitualmente la terminología "p.01", lo que significa que menos del 1% de las llamadas no serían atendidas.

H

Handled Calls – Llamadas atendidas o gestionadas.- Es el número de llamadas recibidas y realmente atendidas por los agentes o por el sistema.

Handling Time.- Es el tiempo invertido por un agente en la conversación con el cliente (talk time) y en la gestión de los servicios después de la llamada (after call work time). Este término puede referirse también al tiempo invertido por una máquina en el procesamiento de una transacción.

Holding time.- Es la duración total de la llamada, es el tiempo que la llamada está ocupando recursos del sistema, es el tiempo de la llamada como tal, más los sobre tiempos, como el tiempo de puesta en cola, tiempos para la transmisión/recepción, marcado, timbrado, etc.

Es importante conocer los tipos de llamadas y sus sobre tiempos asociados, ya que éstos pueden representar una cantidad considerable de tiempo. Al realizar cálculos de tráfico se debe utilizar el tiempo total de la llamada. Por ejemplo, si se va a dimensionar un grupo de troncales, también hay que añadir a este valor el tiempo promedio de marcación, el tiempo de espera de una troncal por llamada, el

tiempo de timbrado y el de contestación, etc. El siguiente cuadro presenta los principales tiempos a considerar, tanto para llamadas entrantes como salientes:

ITEM	LLAMADA SALIENTE	LLAMADA ENTRANTE
Tiempo de marcación DTMF	7 segundos	1 segundos
Establecimiento de la llamada (1)	3 segundos	3 segundos
Tiempo de timbrado (2)	12 segundos	12 segundos
Respuesta del operador	5 - 8 segundos	5 - 8 segundos
Tiempo de conversación	variable	variable

(1) Considera llamada local bajo SS7

(2) Asume dos timbradas

Tabla. I.01. Sobretiempos asociados a una llamada

Para ciertos cálculos, especialmente en el dimensionamiento de la cantidad de agentes, también se debe considerar el efecto del trabajo administrativo luego de terminada la llamada, más conocido como Wrap up time o ACW (After Call Work), este tiempo también es variable y dependerá del tipo de servicio ofrecido.

I

Inbound, Llamadas Entrantes.- Llamadas que ingresan a un CC, pueden ser para solicitar información, servicio al cliente, mesas de ayuda, etc.

Ingeniería de tráfico.- Es la ciencia inexacta que predice el volumen de tráfico y los recursos necesarios para manejar ese volumen, de tal forma que se ofrezca al usuario un mínimo nivel de servicio predeterminado.

Interactive Voice Response (IVR).- Sistema que presenta alternativas, interactúa con el usuario y ofrece información en forma de mensajes de voz, a través de líneas telefónicas, en respuesta a instrucciones, en forma hablada o mediante señalización DTMF, de un usuario. El objetivo es eliminar la necesidad de tener

una persona que provea de información al usuario. Generalmente ubicado como puerta de entrada en un sistema de call o contact center.

Internet Telephony (ToIP).- Término genérico que describe varios métodos para transmitir señales de voz y servicios complementarios de telefonía, a través de redes IP.

Interoperability.- La habilidad de que equipos de diferente fabricante puedan trabajar en conjunto.

Internet Chat.- Tecnología que posibilita una conversación escrita en tiempo real entre un agente y un cliente.

Intranet.- Una red interna o privada, generalmente utilizada en el ámbito empresarial o académico, que funciona del mismo modo que internet.

L

Logged On.- Conectado.- Es cuando un agente entra en el sistema (éste se percata de su presencia). El agente puede o no estar en disposición de atender llamadas.

Longest Available Agent.- Agente que está disponible desde hace más tiempo.- Es un método de enrutamiento de llamadas que da prioridad a los agentes que llevan más tiempo sin atender llamadas. Cuando existe una cola de espera, el agente que lleva más tiempo disponible se convierte, para el sistema, en el próximo agente disponible.

M

Media Blending.- Tecnología que permite que las aplicaciones y sistemas relacionados, recibir y realizar llamadas de una amplia variedad de medios, como teléfono, email, chat, sms, etc.

Middleware.- Software que funciona como mediador o interprete entre diferentes tipos de software y hardware, de modo que éstos puedan trabajar en conjunto dentro de una red.

Multi-channel Contact Center.- Un contact center donde existen varios tipos de interacciones con los usuarios, como teléfono, fax, email, chat, sms, etc.

N

Next Available Agent.- Próximo agente disponible.- Es un método de distribución de llamadas que las enruta hacia el agente que sea el primero en quedar disponible para atender. Este método busca equilibrar la carga de trabajo entre los grupos de agentes. Cuando no existe una cola de espera de llamadas, el "próximo agente disponible" se convierte en el "agente que lleva más tiempo disponible", de modo que sea el primero al que entrará la próxima comunicación.

O

Occupancy – Nivel de ocupación.- También denominado nivel de utilización de agente. Es el porcentaje de tiempo que los agentes invierten en atender una llamada en relación al tiempo invertido en la espera de llamadas entrantes. Para 30 minutos, por ejemplo, el cálculo es el siguiente: (volumen de llamadas x tiempo medio de atendimento en segundos) / (número de agentes x 1800 segundos).

Off-Hook.- Condición en la que un terminal se encuentra en actividad, transmitiendo o recibiendo sonido.

On-Hook.- Condición en la que un terminal se encuentra inactivo, sin transmitir o recibir sonido.

Outbond, Llamadas Saliente.- Llamadas que se generan en un CC, pueden ser para entregar información, realizar encuestas, telemarketing, ventas, cobranzas, etc.

P

Pop up Screen.- El proceso automático de acceder a información específica de las bases de datos de una organización, y su sincronización de modo que la información aparezca en el monitor al mismo tiempo que la llamada recibida por el agente, de tal forma que, el agente tiene disponible al iniciar la conversación toda la información relevante sobre la llamada y el usuario.

Predictive Dialing.- Es un sistema automático de generación de llamadas salientes, que busca maximizar el tiempo que los agentes se encuentren efectivamente hablando a los números telefónicos de un listado previamente determinado, a partir de algoritmos basados en estadísticas de duración de las llamadas y número de agentes disponibles en el sistema, generando las llamadas antes de que un agente termine la anterior. El número de llamadas realizadas es mayor que el número de agentes disponibles, este sistema utiliza fórmulas de previsión para determinar cuándo los agentes van a quedar disponibles, de este modo, se reduce el riesgo de llamadas no atendidas.

Preview Dialer.- El agente da comienzo a la próxima llamada a través de una orden en la pantalla del computador. Éste entonces envía un requerimiento de procesado de llamada al sistema telefónico. Un agente puede ver si el número hacia el cual quiere llamar está disponible, ocupado, etc.

Private Automatic Branch Exchange (PABX) o Private Branch Exchange (PBX).- Conmutador telefónico privado de una organización, para ofrecer servicio telefónico a sus instalaciones, ofrece comunicación interna a través de extensiones y externa a través de líneas troncales.

Progressive Dialer.- Sistema automático de marcación que genera llamadas salientes, únicamente cuando un agente está disponible. No se anticipa a que un agente esté disponible, espera que éste se desocupe para iniciar la marcación.

Public Switched Telephone Network (PSTN).- Diversidad de redes y servicios telefónicos integrados a nivel mundial, basado principalmente en redes de cables de cobre para transmitir voz de forma analógica, diseñada en los años 60, esta red está cada vez mas bajo presión de las nuevas tecnologías de transmisión bajo protocolo IP, las cuales están mejor equipadas para transportar señales multimedia.

Q

Quality of Service (QoS).- Grupo de parámetros que determinan el rendimiento de un circuito. Especifica la tasa de transferencia (throughput) garantizada, que se requiere, por ejemplo, para que dos usuarios puedan intercambiar video o voz si interrupción.

Queue.- Es el punto de espera de un número de llamadas que esperan ser atendidos por un agente. Las llamadas usualmente son atendidas en un orden F.I.F.O., pero también pueden ser atendidas de acuerdo a estrategias de priorización del CC.

R

Readerboards.- También llamado wallboard, pantalla instalada en un lugar visible del CC, que entrega información en tiempo real e histórica del estado del CC, llamadas en fila y tiempos de espera, estado de los agentes, rendimiento, etc.

Recording System - Grabación de Llamadas.- Graba las llamadas que se le indiquen, de diversas maneras y bajo diferentes criterios, de acuerdo a la finalidad de la grabación. Puede grabarse en cintas, disco duro, DVD's y el origen de la grabación puede ser de todas las llamadas, de aquellas que se indique, en forma dirigida o aleatoria. Esta grabación puede ser de voz únicamente o de voz y datos.

Route.- Un camino a través de una red

S

Script o Guión.- Texto previamente definido que debe leer o escribir, fielmente un agente como respuesta a un requerimiento de información de un usuario.

Screen Pop (Screen Population).- El proceso automático de acceder a información específica de las bases de datos de una organización, y su sincronización de modo que la información aparezca en el monitor al mismo tiempo que la llamada recibida por el agente, de tal forma que, el agente tiene disponible al iniciar la conversación toda la información relevante sobre la llamada y el usuario.

Service Feature facilidad/servicio.- En telefonía es una función especial, ofrecida al usuario en adición al servicio básico. Los conmutadores telefónicos modernos disponen de una gran cantidad de facilidades.

Service Level.- El porcentaje de llamadas entrantes que son contestadas dentro de un límite máximo de tiempo, del total de llamadas recibidas.

Service Level Agreement.- Objetivo de rendimiento que establece un CC, para determinar la calidad del servicio que dará a sus usuarios.

Servidor.- Servidores o recursos es un nombre genérico para extensiones, troncales, registros o agentes, los cuales reciben o realizan las llamadas.

Session Initiation Protocol (SIP).- Un protocolo de señalización para telefonía a través de Internet, es mas eficiente que H.323 en el establecimiento de conexiones punto a punto y multipunto.

Short Message Service (SMS).- Es la transmisión de cortos mensajes de texto entre teléfonos móviles, o terminales IP, los mensajes deben tener menos de 160 caracteres alfanuméricos,

Skills-based Routing.- Es la habilidad de distribuir las llamadas en función de las necesidades particulares de cada usuario y de las habilidades de los agentes disponibles.

Softswitch.- Es un software y hardware que reside en un computador y está diseñado para ofrecer tradicionales funciones de telefonía y nuevos servicios a bajo costo.

Supervisor.- Una persona que tiene la responsabilidad de administrar un grupo de entre 10 y 15 agentes, generalmente provisto de herramientas que permiten monitorear la actividad de los agentes.

Synchronous.- Forma de comunicación en la que el emisor del mensaje espera que el receptor conteste antes de continuar el proceso.

T

Talk Time.- Tiempo de conversación.- Es el tiempo que tarda el agente en la conversación directa con los clientes durante una transacción.

Terminal.- Es un dispositivo que tiene la capacidad de enviar, recibir o enviar y recibir información a través de un canal de comunicación.

Text-to-Speech (TTS).- Tecnología que permite leer un texto para ser entregado a un usuario. Involucra un amplio juego de grabaciones de palabras, frases, números, etc. que son combinados de acuerdo al texto a leer.

Throughput.- Es la tasa de transferencia de datos efectiva de un sistema o circuito.

U

Uniform Call Distributor (UCD) – Distribuidor uniforme de llamadas.- Un sistema que distribuye llamadas a los agentes y suministra reportes e informes sobre las mismas. Un UCD, no obstante, no es tan sofisticado como un ACD.

Universal Agent – Agente universal.- Un agente que gestiona todos los tipos de llamada.

Usuarios.- Los usuarios originan llamadas a un sistema en tráfico *inbound* o reciben llamadas en *outbond*, su cantidad influye en la fórmula elegida para calcular el grado de efectividad del servicio de un grupo de líneas.

V

Virtual Call Center.- Un CC distribuido geográficamente, que para efectos de administración se comporta como uno centralizado.

Voice Over the Internet Protocol (VoIP).- Tecnología que permite la transmisión de voz a través de Internet. No requiere de un dispositivo telefónico.

W

Web Based Call – Llamada basada en la web.- Una llamada que se inicia por medio de un click en un link dentro de una web que es capaz de establecer una conexión con un agente.

Web Callback – Respuesta a la llamada.- El cliente proporciona su número de teléfono por internet y espera una respuesta telefónica por parte del agente.

Web Collaboration Assisted Browse To Browse – Colaboración en línea.- Permite que un agente guíe a un usuario comandando remotamente el computador de este último.

Wireless Application Protocol (WAP) – Protocolo de aplicaciones inalámbricas.- Tecnología que convierte páginas web a un formato accesible a los teléfonos móviles, PDAs y dispositivos similares.

Wrap Up Time – Tiempo de Finalización.- Es el tiempo necesario para ejecutar el trabajo que sigue a la finalización de una llamada recibida. Esto incluye, el seguimiento de una transacción, todo el trabajo posterior a la llamada: llenar formularios, efectuar otras llamadas, etc. El agente no se encuentra disponible para recibir llamadas durante este período.

1.7 NOTACION MATEMÁTICA USADA EN CONTACT CENTER

Adicionalmente a los términos técnicos descritos anteriormente, también se requiere conocer sobre la notación matemática usada en las fórmulas de cálculo empleadas en la industria de las telecomunicaciones [6].

Logaritmo en base e (e).- Esta es la base del logaritmo natural 2,71828. Un logaritmo es el exponente o potencia a la que un número base debe ser elevado para obtener un número dado.

Factorial (!).- Este símbolo indica el valor de un número entero multiplicado por todos los enteros por debajo de ella:

$$5! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 120$$

Lambda (λ).- Esto representa la tasa de llegada por unidad de tiempo, por ejemplo, 180 llamadas por hora, significa 3 llamadas por minuto

Lemniscata (∞): - Lemniscata designa al infinito.

Media (\bar{x}).- La media aritmética es el promedio de un conjunto de números y comúnmente se muestra como esta fórmula.

$$\bar{X} = \sum_{k=1}^N X_k * P_k$$

Mu (μ).- Esto representa la tasa de servicio, es decir, el número de eventos que pueden ser manipulados en una unidad de tiempo. El tiempo de servicio de un evento específico se conoce como el servicio de tiempo. La tasa de llegada, dividido por la tasa de servicio provee la utilización del sistema total, a menudo representado por ρ (rho).

$$\frac{\lambda}{\mu} = \rho$$

Sigma (Σ).- Este símbolo indica la sumatoria de una ecuación desde el valor indicado abajo del símbolo hasta el valor indicado por encima de este:

$$P = \sum_{x=0}^N E_x = E_0 + E_1 + E_2 + \dots E_N$$

Desviación estándar (s).- La desviación estándar representa el grado de dispersión en ambos lados de la media, y se utiliza para determinar cuán extendidos son los valores. La fórmula que se utiliza para calcular la desviación estándar es:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{N}}$$

X a la potencia N (X^N).- Esta notación indica que el valor de X a la potencia de N, o X veces sí mismo N veces:

CAPITULO II

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1 UN POCO DE HISTORIA

El ser humano, al ser un ente eminentemente social, desde sus orígenes ha tenido la necesidad de comunicarse, para lo cual ha tratado de vencer las fronteras de la distancia, en respuesta a esta necesidad se han creado medios de comunicación, como la escritura, la imprenta, el telégrafo, el teléfono, la radio, la televisión, la informática, el internet, las redes sociales.

En los países en desarrollo, como el nuestro, la cobertura de es estas tecnologías aún es limitada, a pesar de importantes esfuerzos privados y estatales, generalmente está restringida a las principales ciudades y a las capas sociales medias y altas.

2.1.1 El Teléfono

Con seguridad se puede afirmar que la historia de los “Contact Centers” inicia hace más de 130 años, cuando se inventó el teléfono como medio de comunicación entre las personas.

El teléfono es un elemento indispensable en la vida actual, esta herramienta, en sus diversos aspectos y variaciones, enlaza al mundo desde hace mas de 130 años, convirtiéndose en uno de los principales medios de comunicación que permite acercar a personas sin importar la distancia; y en una de las principales industrias y actividades económicas en todo el mundo.

El teléfono tiene su origen en el telégrafo, cuyo desarrollo obtuvo su madurez a mediados de la década de 1800.

Históricamente se ha atribuido la invención del teléfono a Alexander Graham Bell a inicios de 1876, pero como en otros casos de inventos y desarrollos tecnológicos existe diversidad de criterios y opiniones sobre quien fue el inventor, quien lo patentó, quien lo desarrollo comercialmente, a continuación un poco de historia de este invento que influyó radicalmente en la historia de la humanidad.

El inventor italiano Antonio Santi Giuseppe Meucci luego de emigrar a New York [7], continuó el desarrollo de un proyecto que lo había iniciado en La Habana, un invento que lo llamó “telettrofono”, el primer teléfono electromagnético construido, en 1856 estableció una rudimentaria línea de comunicación en su casa, que conectaba la planta baja con el primer piso, demostró en público la invención y su trabajo fue publicado en el periódico de lengua italiana, L’Eco d’Italia de New York a inicios de 1861, entre 1856 y 1870 desarrolló mas de 30 tipos de teléfonos basados en este prototipo. Debido a la falta de capacidad económica Meucci no pudo financiar los altos costos de los trámites de solicitud de una patente, por lo que en diciembre de 1871, optó por solicitar una “*Patent Caveat*”, “reserva renovable” [8], que fue un documento legal de la Oficina de Patentes de Estados Unidos, vigente hasta 1909. Similar a una solicitud para obtener una patente, con descripción de la invención y diagramas, sin mayores detalles. Tenía una vigencia de un año renovable. El costo de este trámite era mucho menor que el de solicitar una patente y no implica costos adicionales por honorarios de abogados, por un año renovable impedía que otra persona presente una solicitud para otorgar una patente similar.

En 1872 Meucci solicitó ayuda a Edward B. Grant, Vice Presidente de American District Telegraph Co. of New York, para probar su invento utilizando las líneas telegráficas de la compañía, al que ofreció información del invento, prototipos y una copia de su “*Patent Caveat*”. Luego de esperar dos años sin resultados, Meucci pidió que le devolvieran sus documentos, Grant le respondió

que el laboratorio afiliado a la Western Union, donde se habían almacenado sus modelos, los reportó como perdidos. Igualmente por falta de recursos Meucci no pudo renovar la reserva de la patente, la que expiró en diciembre de 1874.

Alexander Graham Bell, había realizado experimentos en los mismos laboratorios en los que habían sido almacenados los materiales de Meucci, en marzo de 1876, consiguió una patente de un método y un aparato para transmitir la voz u otros sonidos telegráficamente *“the method of, and apparatus for, trasmitting vocal or other sounds telegraphically”*, y en lo sucesivo obtuvo el crédito de haber inventado el teléfono.

Meucci demandó ante la Corte a Bell, para reclamar sus derechos sobre la patente. El 13 de enero de 1887 el Gobierno de Estados Unidos intentó anular la patente otorgada a Bell, sustentando el caso en evidencias de fraude y por el que Bell sufrió prisión preventiva. Meucci murió en octubre de 1889, la patente de Bell expiró en enero de 1893, el caso fue suspendido sin que nunca se determine el verdadero inventor del teléfono presentado en la patente de Bell.

El 11 de junio de 2002, el Congreso de los Estados Unidos, mediante resolución No. H. RES.269, le adjudicó el mérito de esta invención a Antonio Meucci [8].

Bell, luego de conseguir la patente, continúa sus experimentos logrando transmitir con claridad las señales telefónicas a través de largas distancias. Bell inicia una serie de demostraciones y conferencias públicas con el fin de presentar su nueva invención tanto a la comunidad científica como al público en general, obteniendo gran aceptación [9].

La Bell Telephone Company fue creada en 1877 y solo nueve años más tarde, en el año de 1886 más de 150.000 personas en Estados Unidos ya disponían de un teléfono propio. El 25 de enero de 1915 Bell realizó la primera llamada telefónica transcontinental a través de 5.500Km de cable, desde San Francisco hasta New York.

Bell tuvo también éxito en desarrollar comercialmente y hacer viable económicamente la telefonía, posteriores acuerdos con otros países finalmente consolidaron la operación mundial del teléfono, por lo que se puede afirmar que Bell fue el inventor de la industria telefónica.

En 1885 la Bell Telephone Company cambió su nombre a American Telephone and Telegraph Company, conocida hasta la actualidad como AT&T. Como origen de esta compañía se han formado varias que son actualmente reconocidas a nivel mundial como líderes en el área de las telecomunicaciones, como: BellSouth, Bell Atlantic que en el 2000 cambió su nombre a Verizon, Lucent Technologies, adquirida por ALCATEL en el 2006, Avaya, Systimax, Nortel Networks, NEC, etc.

El teléfono es el más importante invento de la era moderna, provocando que el mundo esté cada vez mas cerca.

Una de las áreas tecnológicas que ha experimentado mayor desarrollo y que ha contribuido a cambiar la forma de vida ha sido la telefonía.

Desde la idea original, se han realizado mejoras y desarrollos continuos, tanto en el aparato telefónico como tal, como en los métodos y formas de transmisión.

Invencciones posteriores como la central telefónica, batería común, amplificación, líneas troncales, tonos DTMF, fibra óptica, satélites, telefonía celular, tecnología digital, VoIP, etc, han hecho que el teléfono sea tan útil y difundido como lo es ahora.

2.1.2 La Central Telefónica

El húngaro Tivadar Puskás [10] [11] había estado trabajando en la construcción de las redes telegráficas en Londres y Bruselas, Su idea era crear un aparato que permita conmutar las líneas telegráficas de las fábricas y las oficinas y conectarlas unas con otras.

Mientras tanto Bell iniciaba el desarrollo comercial de la telefonía. Este hecho hizo que Puskás se empeñara en perfeccionar su diseño y desarrollar un conmutador telefónico, su idea se hizo realidad en Boston en 1877. A este sitio llegaban todos los cables de cada uno de los suscriptores formándose un nodo central, por este motivo a este equipo también se lo “llama central telefónica”

En 1879 Puskás instala en Paris el primer conmutador telefónico, luego instala otro en Budapest. En 1887 introduce el primer conmutador con multiplexación, que fue un paso revolucionario en el desarrollo de los conmutadores telefónicos.

El tablero para la conexión, del primer conmutador estaba construido por tornillos, manijas de tapas de tetera y alambre.

Desarrollos posteriores consistían en un panel frontal conteniendo bancos de conectores con una lámpara piloto, cada una de los cuales correspondían al fin de una línea telefónica de un suscriptor, éstos eran manejados por operadores telefónicos.

Entre el operador y la cara vertical del cuadro había un mueble angosto, de donde sobresalían cientos de terminales con la extremidad de metal, estos se llamaban clavijas e iban unidas a los cordones flexibles.

Cuando un abonado levantaba su receptor del gancho, se prendía una de las pequeñas lámparas del cuadro, y la operadora más próxima tomaba una de las clavijas y la insertaba en el jack adyacente a la bombilla encendida. La

lámpara se apagaba, pero al mismo tiempo se encendía otra en el banco al lado del cordón flexible. La telefonista entonces cerraba un conmutador situado en el banco o estante que conectaba su teléfono con el del abonado y respondía: “Central u operadora” Al recibir el número que se deseaba, la operadora tomaba otra clavija, la conectaba bajo el banco a la primera, la insertaba en el jack que pertenecía al número pedido y apretaba un botón, que hacía sonar el teléfono de la persona a quien se llamaba.

Tan pronto como la persona, descolgaba el receptor de su teléfono, la lámpara adyacente al primer flexible se apagaba, indicando a la telefonista que había sido hecha la conexión pedida. Como el teléfono de aquella era desconectado de la línea después de recibir el número deseado, quedaba la telefonista libre para establecer otras conexiones. Cuando el abonado en una línea volvía a colgar el receptor de su teléfono, la lámpara adyacente al flexible correspondiente se encendía, la telefonista retiraba la clavija, apagándose la lámpara, y se volvía a colocar la pieza en el estante. Mediante este método se podían realizar conexiones de larga distancia, el operador origen conectaba a un operador intermedio, que conectaba al suscriptor de destino o a otro operador intermedio, así, en 1918, el tiempo promedio para completar la conexión de una llamada era de 15 minutos. En 1943 cuando las llamadas de origen militar tenían prioridad en Estados Unidos una llamada de larga distancia podía demorar 2 horas en ser conectada.

Convencido de que los suscriptores podían conectar las llamadas mas rápidamente que los operadores Almon Strowger [12] [13] desarrolló y en 1891 patentó el interruptor de paso “*stepping switch*”, un dispositivo que luego permitiría la automatización del conmutador telefónico.

Luego se desarrollo el conmutador de barras cruzadas o “*crossbar switch*”, que consiste en múltiples entradas y múltiples salidas, dispuestas en forma de matriz, las que se conectan con un punto de cruce o “*cross point*”.

Las automatizaciones fueron reemplazando progresivamente a las operadoras. En lugar de esperar a que la telefonista pregunte el número que se desea, el abonado, de un modo automático, conectaba su teléfono con el de cualquier otro abonado haciendo girar una esfera numerada con las cifras sucesivas del número del teléfono deseado. La máquina automática conecta los dos teléfonos, y el abonado que llama puede entonces hacer sonar directamente el timbre del teléfono del otro abonado.

Esta automatización fue producto de la marcación mediante la interrupción de pulsos eléctricos generados por un disco rotatorio, este dispositivo fue retirado paulatinamente a partir de los años 80, debido al desarrollo de la marcación por tonos de multifrecuencia DTMF [14].

Todos estos sistemas eran electromecánicos, la conexión se realizaba mediante la unión física de contactos metálicos, activados por un interruptor electromecánico. Estos equipos requerían constante mantenimiento para la realización de limpieza, cambio de fusibles, de lámparas.

2.1.3 Desarrollos posteriores

Un conmutador tipo *crossbar* permite conectar N entradas con N salidas, en cualquier combinación, lo que permite conectar a cualquier abonado que llama con cualquier abonado de destino (siempre y cuando este último no esté ocupado) esta propiedad técnicamente se la conoce como no bloqueable o “*nonbloquing*” [15] [16] [17]. Un conmutador no bloqueable, siempre permitirá conectar una llamada (si el receptor no está ocupado), permitiendo maximizar la rentabilidad de la compañía telefónica e incrementar la satisfacción del cliente.

Sin embargo, para gran cantidad de entradas N y salidas N, el crecimiento geométrico N^2 del conmutador significaba altos costos, especialmente por el uso de gran cantidad de interruptores, adicionalmente se necesitaba un espacio físico sumamente grande, todo esto hacía que su implementación no sea económicamente viable.

Con el objetivo de minimizar el “tejido” del conmutador o “switch fabric”, los ingenieros de Bell Labs, advirtieron que en una comunicación, cada pareja de barras del conmutador hacía una sola conexión, los otros contactos de las barras no eran usados, se hacía necesario ingeniar un método para hacer mas eficiente el conmutador.

El arreglo NxN del conmutador de barras podía emularse, encontrando la manera de ordenar varios conmutadores más pequeños, ya que eran más baratos, confiables y fáciles de construir, se dividió al conmutador en tres capas, de conmutadores más pequeños: capa de entrada, capa del medio y capa de salida. Un sistema telefónico requiere únicamente conexiones uno a uno, eso significa que en un conmutador el número de entradas siempre será igual al número de salidas, Suponiendo que debemos emular un conmutador de 16x16, el diseño incluye 4 sub-conmutadores de 4 entradas cada uno en la capa de entrada, obteniendo un total de 16 entradas, de forma similar en la etapa de salida 4 sub-conmutadores de 4 salidas cada uno, para un total de 16 salidas. Es deseable que el diseño use la menor cantidad de conexiones, por lo que la conexión entre cada conmutador de la capa de entrada, con cada conmutador de la capa del medio será de un solo cable, igualmente la conexión de cada conmutador de la capa del medio con cada conmutador de la capa de salida se realizará mediante un solo cable. El número de conmutadores de la capa del medio depende del algoritmo gráfico usado para la conexión entre ellos. En el ejemplo, teóricamente, se requieren solo cuatro conmutadores en la capa del medio, cada uno con una sola conexión a cada conmutador de la capa de entrada y una sola conexión a cada conmutador de la capa de salida.

Este arreglo se lo llamó conmutador de mínima extensión o de mínimo costo y permitió un ahorro significativo en la construcción de los conmutadores, en el ejemplo el conmutador de barras cruzadas tiene $16 \times 16 = 256$ interruptores, mientras que en la configuración de mínima extensión requiere $4 \times 4 \times 4 \times 3 = 192$ interruptores, en un conmutador real que tiene cientos de miles de entradas el ahorro en interruptores es del orden de los millones.

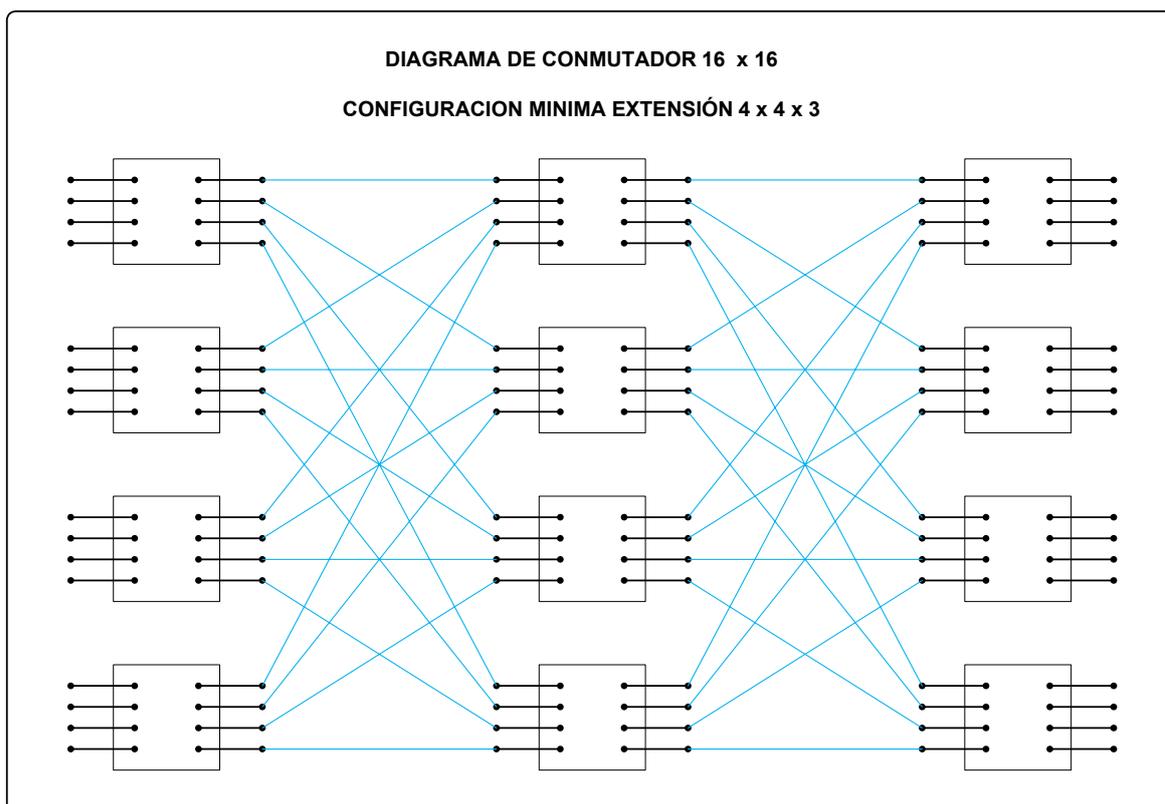


Figura. II.01. Diagrama de conmutador 16x16

Los conmutadores diseñados de esta manera son intrínsecamente a prueba de fallas o “*fault-tolerant*” [18], si un interruptor falla, si existe una llamada en curso se interrumpe, esta falla es detectado mediante pruebas periódicas, el sistema marca la conexión como “ocupada”, esto previene que nuevas llamadas usen esa conexión y no interrumpe las otras llamadas en curso, la llamada deseada podrá ser completada usando otra conexión disponible; posteriormente se reemplazará el interruptor dañado, cuando una nueva prueba sea exitosa, se habilitará la conexión y el conmutador vuelve a trabajar con toda su capacidad.

Todas las reparaciones se las puede realizar sin interrumpir el funcionamiento del equipo y sin interferir en el funcionamiento de otros dispositivos, esta habilidad se la denomina “*Hot Swap*” o “cambio en caliente”

En el siguiente diagrama se observa la conexión A – A original en color rojo, si en cualquier parte de la conexión existe una falla, siempre existirá otra conexión disponible para completar la llamada

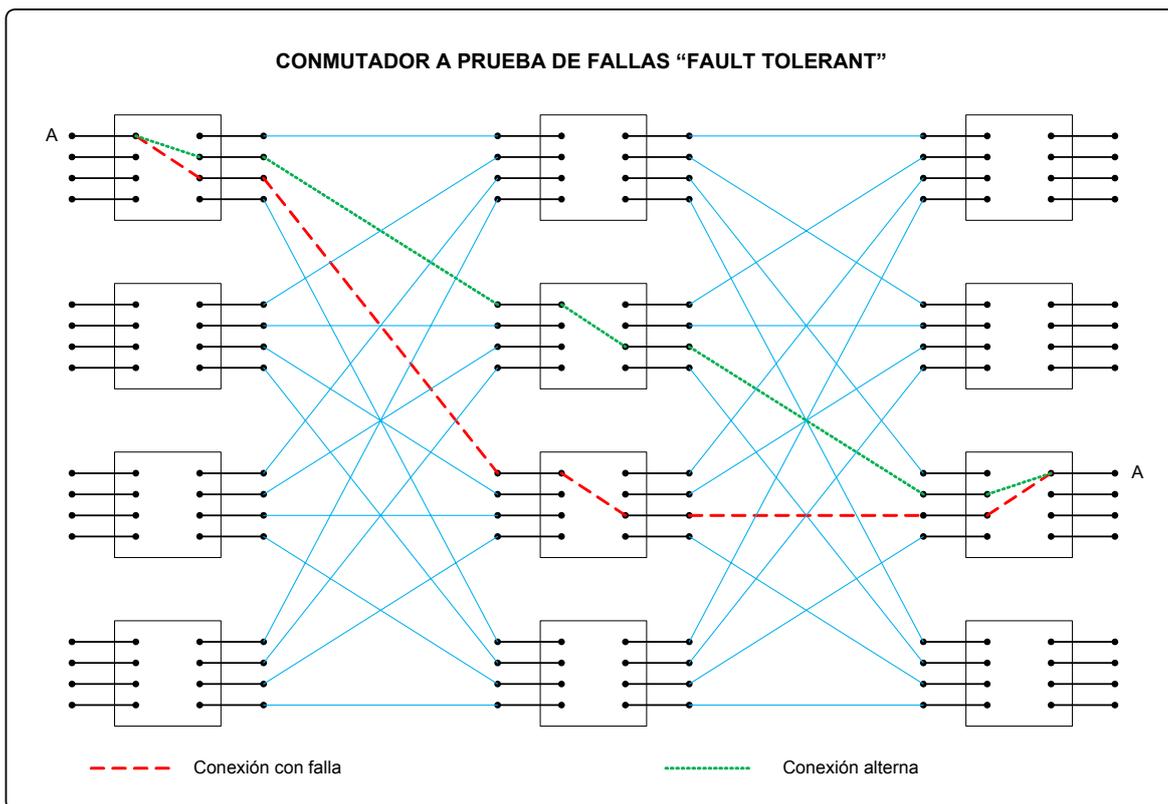


Figura. II.02. Conmutador a prueba de fallas

Esta arquitectura tiene una ventaja adicional, en el siguiente diagrama se observa las señales A, B, C y D completadas, pero la conexión E bloqueada, cuando existe este inconveniente las señales completadas pueden ser re-enrutadas, sin desconexión ni molestias a los abonados, en el otro diagrama se puede observar como se re-enruta la señal D, permitiendo que se complete la conexión de la señal E.

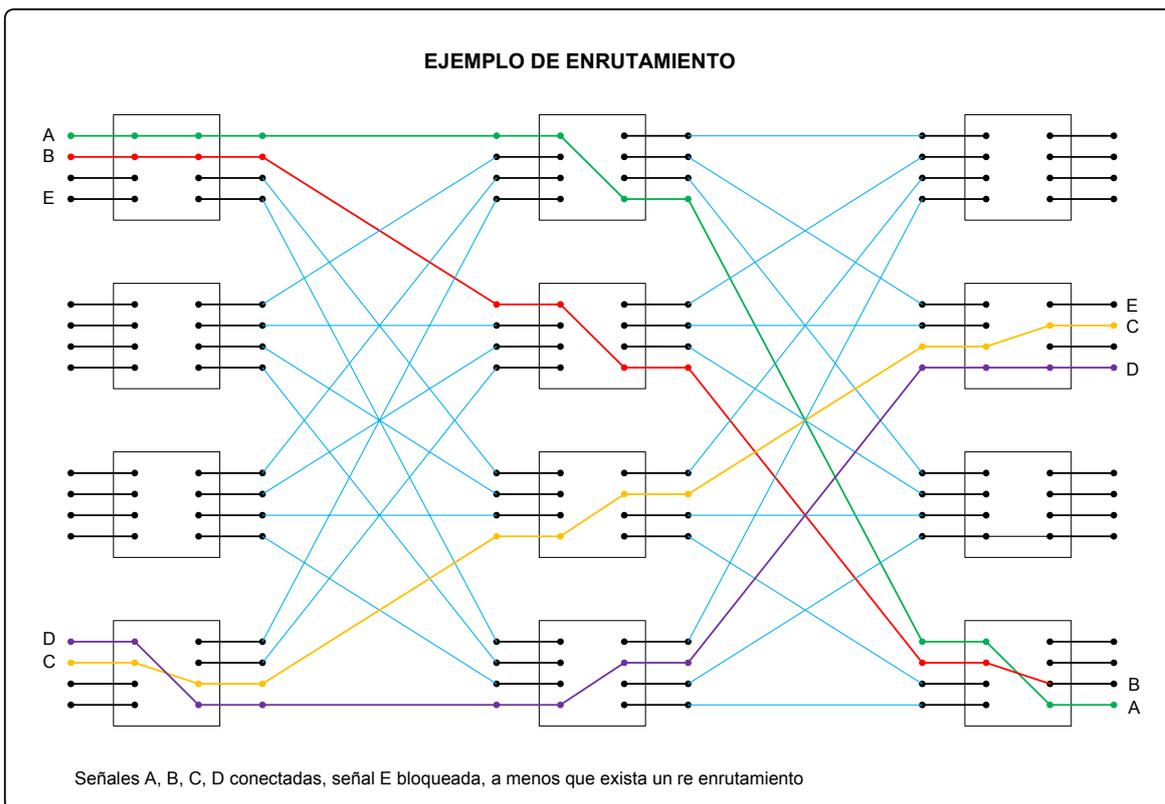


Figura. II.03. Ejemplo de enrutamiento

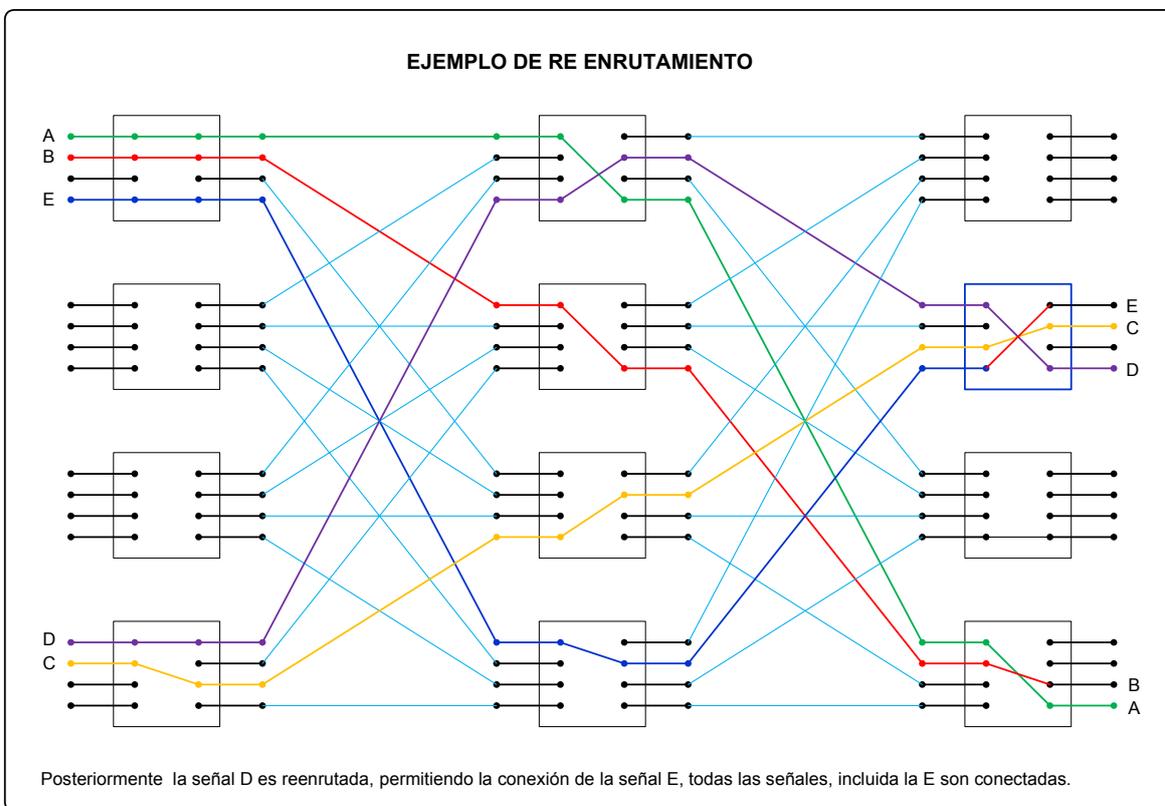


Figura. II.04. Ejemplo de re-enrutamiento

Estas últimas características mencionadas, como tolerancia a fallas, capacidad de re-enrutamineto, cambio en caliente, entre otras, permanecen vigentes hasta la actualidad en el diseño de la arquitectura de los conmutadores telefónicos, por lo que estos equipos tienen una extraordinaria confiabilidad y estabilidad en su operación, con seguridad se puede afirmar que son los equipos electrónicos de uso comercial mas confiables que existen.

Luego se desarrollaron los conmutadores electrónicos que eran equipos controlados por un programa almacenado en la memoria del sistema, a eso se le llamó “control por programa almacenado” SPC y basados en los principios de la multiplexación por división de tiempo TDM.

El primer equipo de este tipo se desarrollo en 1965 por Western Electric, y no fue totalmente electrónico ya que usaba relés con contactos de plata, sellados en un pequeño tubo de cristal hermético y protegidos contra la corrosión, al tener partes móviles pequeñas y livianas su operación era mucho más veloz, equipos de otros fabricantes tenían diseños similares.

Los conmutadores digitales fueron desarrollados a partir de 1.980, usan tecnología TDM, codifican la señal de audio de una llamada telefónica 8.000 veces por segundo, a cada código se le asigna una representación digital de 8 bits cada una, obteniendo una señal digital de 64 Kbps, la que es transmitida al receptor al fin de la línea, donde se produce el proceso inverso.

2.1.4 Desarrollo de la central telefónica privada PBX

Debido a la generalización del uso del teléfono en los hogares y especialmente en las empresas, se desarrolló la PBX Private Branch Exchange, que es un conmutador que sirve a un negocio u oficina particular.

Las PBXs realizan conexiones entre teléfonos internos de una organización particular y también las conecta con un conmutador público PSTN “*public switched telephone network*” a través de líneas troncales.

Inicialmente estos equipos se desarrollaron con el objetivo de ahorrar costos, en la comunicación telefónica interna de una organización, realizando la conmutación internamente y eliminando la facturación que por este concepto se tenía que pagar a la empresa pública prestadora del servicio. Posteriormente este equipo fue ganando popularidad al brindar varios servicios que el conmutador público no los ofrecía.

Los componentes básicos de una central telefónica se detallan a continuación son:

- Interfaces para conexión de líneas externas provenientes de los conmutadores públicos, usualmente llamadas líneas troncales.
- Interfaces para conexión de los teléfonos para usuarios internos de la organización, llamadas extensiones.
- Unidad central de procesamiento y control
- Matriz de conmutación.
- Consola de operación, permite a la operadora el control de las llamadas entrantes.

- Fuente de poder y baterías de respaldo
- Cableado de interconexión.

Las principales funciones de una central telefónica son:

- Establecer una comunicación entre los usuarios internos
- Establecer comunicaciones entre los usuarios internos y externos.
- Proveer información de las llamadas, para efectos contables y estadísticos.

Estos servicios han crecido muchísimo, es así que una central telefónica moderna, brinda cientos de facilidades o servicios, que no son usados usualmente por la mayoría de usuarios.

En los últimos años ha tomado gran impulso el desarrollado las IP-PBX, que son equipos diseñados para transmitir voz a través de las redes de datos, bajo protocolo IP, estos están compuestos de hardware y software, son relativamente baratos, facilitan la adición de nuevos servicios y la integración con otras plataformas de comunicaciones como el correo electrónico, además de integrarse con las PSTN tradicionales.

La mayoría de la funcionalidad de estos equipos está provista por software, actualmente existen equipos basados en un computador personal, a los que se los llama “PC-PBX” o “Soft-PBX”

2.1.5 Los centros de llamadas y centros de contacto

A mediados del siglo pasado, ya muy difundidos los teléfonos, los anuncios de empresas en los medios impresos difundían los números telefónicos a los cuales podían llamar sus potenciales clientes y agilizar la comunicación.

En el año 1961, por encargo Lee Iacocca [19], entonces presidente de la compañía Ford, se desarrolla la primera campaña de marketing a través del teléfono, con el objetivo de incrementar las ventas de esa empresa., esta consistió en contactar a 20 millones de potenciales clientes, para conseguir dos citas diarias a 23.000 vendedores.

Esta campaña fue realizada por el primer centro de ventas por teléfono, establecido por la compañía AT&T en la ciudad de Kansas.

Debido al éxito obtenido y al bajo costo de utilización del teléfono, como importante medio de marketing directo, a partir de esta fecha se inicia la creación de muchos otros centros especializados de atención telefónica.

Históricamente, los call centers nacen de la necesidad de prestar un servicio ágil al cliente a través del teléfono. Inicialmente se ofrecía principalmente un servicio informativo y tenía un carácter de servicio complementario a la oferta principal del producto [20]. Sin embargo, su utilización se expandió considerablemente, debido principalmente a los siguientes factores:

- Gran competencia en todas las áreas de mercado, debido a esta, se ve la necesidad de mejorar sustancialmente el servicio al cliente.
- Demanda del cliente, que cada vez goza de menos tiempo libre y requiere optimizarlo, evitando largos traslados físicos.
- Reduce significativamente el costo por contacto.

- Proporciona una respuesta y solución inmediata.
- Es posible cubrir un amplio mercado desde cualquier punto geográfico.
- Innovación tecnológica, que ha permitido integrar a los call centres, a mas de los tradicionales servicios telefónicos otras formas de contacto como, fax, correo electrónico, chat, sms, etc.

El último hecho ha convertido los call centers en contact centers, en los que convergen varias formas de comunicación entre los clientes con la empresa, ofreciendo a los clientes un único punto de contacto para resolver sus necesidades.

Actualmente, para las empresas e instituciones los contact centers se han convertido en pieza fundamental de las relaciones con sus usuarios.

El empleo de los contact centers se da en una gran diversidad de sectores como el financiero, telecomunicaciones, público, servicios, transportes, seguros, automóviles, informática, política, venta al por menor, etc.; siendo aplicado principalmente en marketing, ventas, investigación comercial, servicio al cliente, información, gestión de cobros, etc. Las aplicaciones de los contact centers se divide en dos grandes grupos:

- La emisión de llamadas, que es el telemarketing en sentido estricto, y cuyo objetivo puede ser la televenta, concertación de entrevistas, prospección, depuración de base de datos. Se suele trabajar a tiempo real con dos sistemas: visión anticipada (*preview dialing*), que consiste en que el agente marca el ritmo de trabajo y el sistema suministra expedientes a petición del agente; y los automarcadores (*predictive dialing*), cuyo procedimiento consiste en que a medida que los agentes completan las llamadas, el sistema les suministra automáticamente nuevos expedientes.

- La recepción de llamadas, tiene como objetivo atender un elevado número de llamadas, atendidas por personal especializado. Se hace a través de un distribuidor automático de llamadas, que permite atender el máximo número de llamadas por agente, incrementar la productividad, minimizar el tiempo medio de espera y repartir equitativamente las llamadas entre teleoperadores, así como facilitar la supervisión en tiempo real y proporcionar información para dimensionar mejor las acciones.

2.2 COBERTURA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

En los países en vías de desarrollo, como el nuestro, la cobertura de las tecnologías de la información entre la población aún es limitada, a pesar de importantes esfuerzos privados y estatales, generalmente está restringida a las principales ciudades y a las capas sociales medias y altas, sin embargo el incremento vertiginoso de la migración a países mas desarrollados desde inicios de la década anterior y la consecuente necesidad de comunicación entre los miembros de familias divididas por la distancia, ha impulsado un sostenido incremento de la utilización de la telefonía, correo electrónico, internet y de las redes sociales, entre la población de menores recursos.

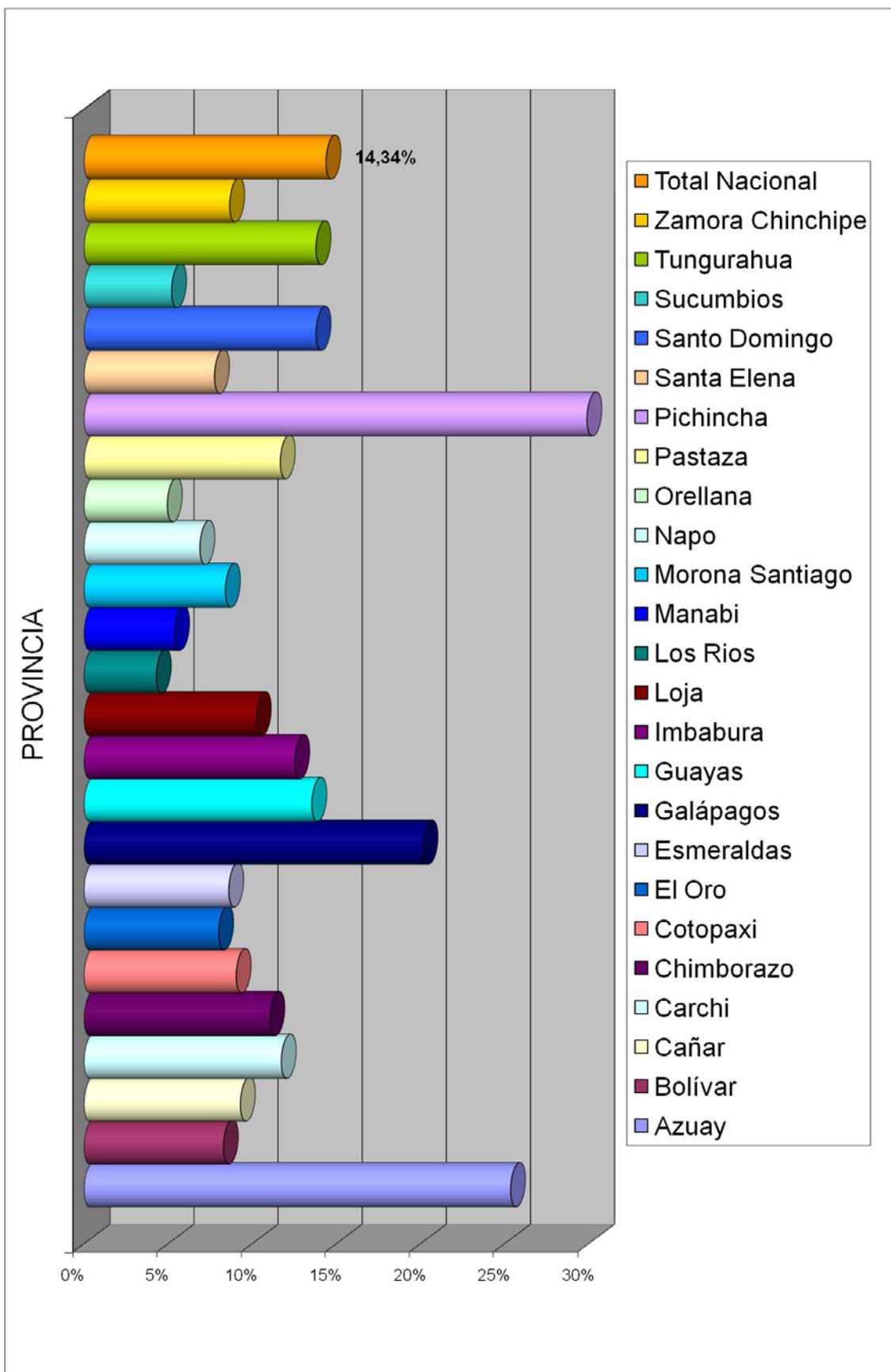
Para el intercambio de información, en la población mas joven se ha popularizado y difundido con gran éxito el uso de SMS, chat y las redes sociales.

2.2.1 Cobertura de líneas de telefonía fija

En el siguiente cuadro y gráfico se puede observar que la densidad telefonía, o sea la cantidad de líneas de telefonía fija, por cada cien habitantes, es aún muy limitada, especialmente en las provincias con mayor población en las zona rural.

PROVINCIA	LINEAS DE TELEFONÍA FIJA	POBLACION	DENSIDAD TELEFONICA
Azuay	179.431	707.691	25,35
Bolívar	15.124	182.530	8,29
Cañar	21.405	230.346	9,29
Carchi	19.819	169.062	11,72
Chimborazo	50.007	452.727	11,05
Cotopaxi	37.354	412.944	9,05
El Oro	50.172	626.844	8,00
Esmeraldas	38.748	450.461	8,60
Galápagos	4.761	23.626	20,15
Guayas	458.839	3.425.884	13,39
Imbabura	51.493	411.042	12,53
Loja	45.077	440.227	10,24
Los Ríos	32.782	762.852	4,30
Manabí	72.247	1.341.203	5,39
Morona Santiago	11.302	134.468	8,40
Napo	6.873	99.798	6,89
Orellana	5.765	116.485	4,95
Pastaza	9.210	78.947	11,67
Pichincha	723.967	2.421.918	29,89
Santa Elena	20.591	265.601	7,75
Santo Domingo	45.408	329.225	13,79
Sucumbíos	8.923	171.470	5,20
Tungurahua	71.173	516.195	13,79
Zamora Chinchipe	7.550	87.215	8,66
Total Nacional	1.988.021	13.858.761	14,34

Tabla. II.01. Cobertura de líneas de telefonía fija



2.2.2 Cobertura del Servicio Móvil Avanzado

En contraste con lo que sucede en la telefonía fija, la cobertura del servicio móvil avanzado, conocido comúnmente como telefonía celular, ha tenido un crecimiento sostenido desde su aparición, es así, que actualmente la señal de las operadoras tienen cobertura en casi todas las zonas pobladas del territorio ecuatoriano.

La densidad es muy alta, como se puede observar a continuación.

OPERADORA	LINEAS ACTIVAS
CONECEL S.A.	8.815.709
OTECCEL S.A.	3.466.213
TELECSA S.A.	356.327
TOTAL LINEAS	12.638.249

POBLACION	13.871.559
DENSIDAD	91,11

Tabla. II.02. Cobertura del servicio móvil avanzado

Esta altísima penetración en el uso de la telefonía celular, hace que sea uno de los medios mas comúnmente usados, casi sin distinción en todos los estratos sociales, se estima que únicamente la población de extrema pobreza no dispone de un teléfono celular.

2.2.3 Cobertura del Servicio de Internet

La cobertura del servicio de internet en el Ecuador, es muy limitada, a continuación se puede observar la penetración de este servicio, tanto para cuentas conmutadas o “dial up” y cuentas dedicadas.

Existen varios factores que inciden en la poca penetración, el principal es el alto costo que representa la contratación de una cuenta dedicada de banda ancha.

DESCRIPCION	CANTIDAD	DETALLE
Cuentas Conmutadas	85.259	Cuentas de Internet que para hacer uso del servicio el usuario debe realizar la acción de marcar a un número determinado (Dial UP)
Usuarios Conmutados	341.036	La Superintendencia estima que por cada cuenta conmutada existen 4 usuarios.
Cuentas Dedicadas	250.843	Cuentas que utilizan otros medios, que no sea Dial Up, para acceder a Internet, como puede ser ADSL, Cable Modem, Radio, etc.
Usuarios Dedicados	1.418.436	Son el número total de usuarios que los Proveedores de Servicios de Internet estiman que disponen por sus cuentas dedicadas
Cuentas Totales	336.102	Es la suma de las cuentas conmutadas más las cuentas dedicadas totales
Usuarios Totales	1.759.472	Número de usuarios totales de internet, dado por la suma de los usuarios Conmutados y Dedicados Totales.

TOTAL USUARIOS	1.759.472
POBLACION	13.871.559
PORCENTAJE	12,68

Tabla. II.03. Cobertura del servicio de internet

Un factor que ha incidido en el incremento del uso del internet, en la población en general, son ciertos servicios de entidades públicas que están disponibles exclusivamente a través de este medio, como por ejemplo los servicios de préstamos quirografarios e hipotecarios del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS, participar en procesos precontractuales a través del portal del Instituto Nacional de Contratación Pública INCOP.

Un servicio que aporta a facilitar el acceso a internet, especialmente a la población de bajos recursos y de parroquias rurales o cantones alejados, son las salas públicas de internet, o generalmente conocidos como “cyber cafés”

A continuación se detalla la cantidad de cyber cafés registrados en la Superintendencia de Telecomunicaciones [2], hasta julio de 2009.

PROVINCIA	CANTIDAD DE CYBER CAFES
Azuay	33
Bolívar	2
Cañar	19
Carchi	5
Chimborazo	37
Cotopaxi	10
El Oro	26
Esmeraldas	4
Galápagos	7
Guayas	91
Imbabura	28
Loja	25
Los Ríos	19
Manabí	45
Morona Santiago	8
Napo	3
Orellana	3
Pastaza	9
Pichincha	359
Santa Elena	5
Santo Domingo	30
Sucumbíos	4
Tungurahua	56
Zamora Chinchipe	6
Total Nacional	834

Tabla. II.04. Cantidad de cyber cafés

2.3 EL SERVICIO DE RENTAS INTERNAS

2.3.1 Creación del Servicio de Rentas

El 13 de noviembre de 1997, el Plenario de las Comisiones Legislativas, del Congreso Nacional [1], considerando:

“Que es indispensable modernizar la administración de rentas internas, en orden a incrementar las recaudaciones que garanticen el financiamiento del Presupuesto del Estado.

Que es indispensable reducir la evasión e incrementar los niveles de moralidad tributaria en el país.”

Expide la Ley No. 41 de creación del Servicio de Rentas Internas, la que entra en vigencia a partir de su publicación en el registro oficial No. 206, el 2 de diciembre de 1997,

El Servicio de Rentas Internas (SRI) de acuerdo a la Ley No. 41 inicia sus actividades el 1 de enero de 1998, es importante indicar que el inicio de la gestión del SRI se dio en el ámbito de la mayor crisis económica y financiera registrada en la historia del país.

En el año de 1998 se sintieron las primeras manifestaciones de la crisis financiera, para 1999, la situación se presentaba insostenible provocándose el cierre de aproximadamente veinte instituciones financieras; durante este año, el tipo de cambio pasó de S/ 7.200 a S/ 19.900, representando una devaluación del 176%, esta aguda etapa recesiva incidió en un decrecimiento del 6,3% del PIB [21] [22] [23].

Debido a la gravedad de la situación, a inicios del año 2000, las autoridades decidieron adoptar la dolarización como sistema monetario y cambiario, a una tasa de S/25.000 por dólar, lo que derivó en un inmediato desequilibrio económico y la pérdida del poder adquisitivo de la población, esto fue agravado por el congelamiento de los depósitos en las entidades financieras, los que fueron devueltos en forma paulatina a partir del mes de marzo de ese año.

A continuación se pueden observar los principales indicadores que muestran la situación económica antes, durante y posterior a la fecha de creación del SRI.

Indicador	1997	1998	1999	2000 (1)	2001 (2)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PIB miles USD	16.198	16.541	15.499	15.933	16.784	17.496	18.122	19.572	20.747	21.555	22.126	23.055
Variación PIB %	4,1	2,1	-6,3	2,8	5,3	4,2	3,6	8,0	6,0	3,9	2,6	4,2
Inflación Anual	30,6	36,1	52,2	96,1	37,7	12,5	7,9	2,7	2,1	2,9	3,3	9,3
Cotización Dólar	4.001	5.570	11.801	24.737	25.000							

(1) Vigente hasta el 12 de marzo de 2000

(2) De acuerdo al artículo 1 de la Ley para la Transformación Económica del Ecuador publicada en el R.O.No. 34, a partir del 13 de marzo de 2000, fecha de su publicación y hasta el 8 de junio de 2001 se canjea un dólar de los Estados Unidos de América en 25.000 sucres.

Tabla. II.05. Indicadores económicos

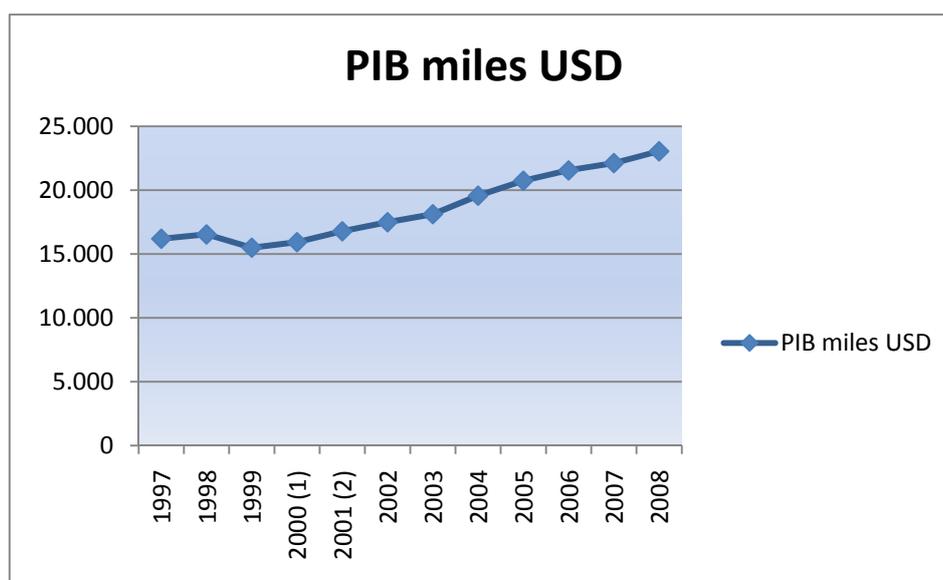


Figura. II.06. Producto Interno Bruto PIB

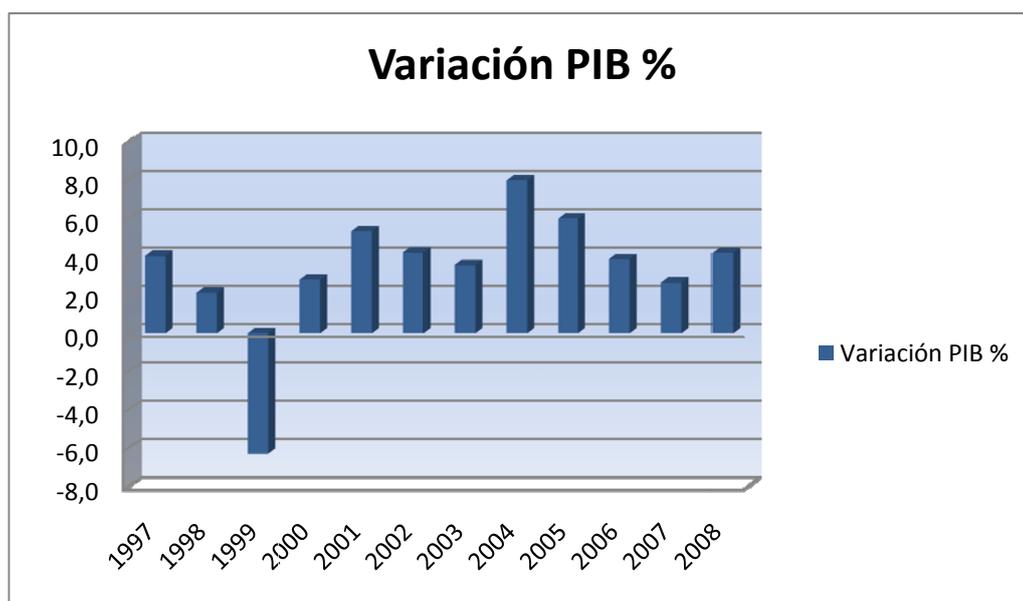


Figura. II.07. Variación del Producto Interno Bruto

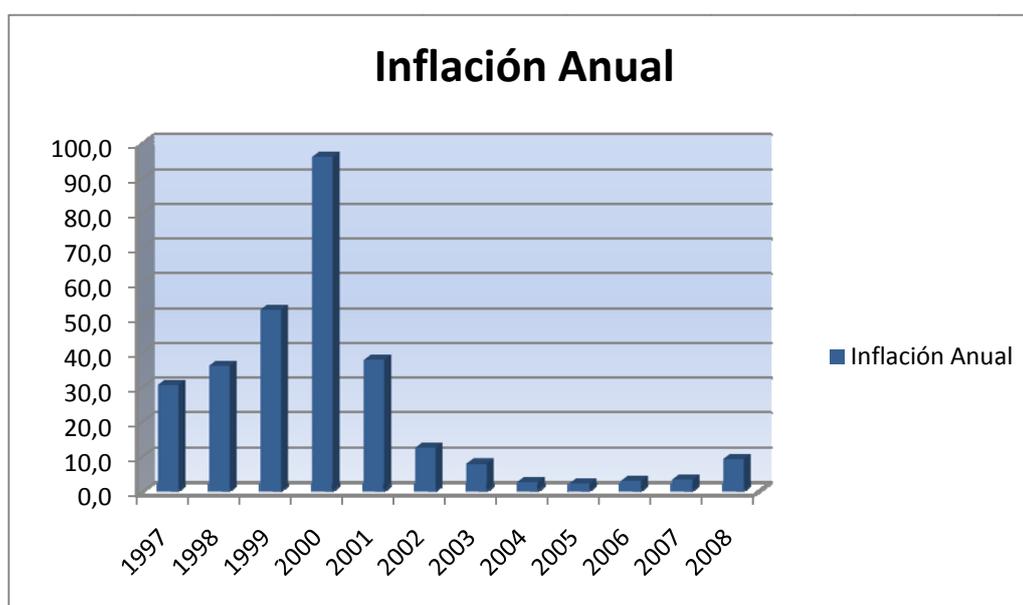


Figura. II.08. Inflación Anual

Dentro de este difícil contexto se creó el Servicio de Rentas Internas (SRI) como una entidad técnica y autónoma que tiene la responsabilidad de recaudar los tributos internos establecidos por Ley. Su finalidad es la de consolidar la cultura tributaria en el país a efectos de incrementar sostenidamente el

cumplimiento voluntario de las obligaciones tributarias por parte de los contribuyentes.

2.3.2 Importancia dentro del contexto socio-económico del país

El Servicio de Rentas Internas (SRI) es una entidad técnica y autónoma que tiene la responsabilidad de recaudar los tributos internos establecidos por Ley. Su finalidad es la de consolidar la cultura tributaria en el país a efectos de incrementar sostenidamente el cumplimiento voluntario de las obligaciones tributarias por parte de los contribuyentes.

El SRI tiene a su cargo la ejecución de la política tributaria del país en lo que se refiere a la administración de los impuestos internos. Para ello cuenta con las siguientes facultades:

- Determinar, recaudar y controlar los tributos internos.
- Difundir y capacitar al contribuyente respecto de sus obligaciones tributarias.
- Preparar estudios de reforma a la legislación tributaria
- Aplicar sanciones.

Los objetivos del SRI, son los siguientes:

- Incrementar anualmente la recaudación de impuestos con relación al crecimiento de la economía.
- Diseñar propuestas de política tributaria orientadas a obtener la mayor equidad, fortalecer la capacidad de gestión institucional y reducir el fraude fiscal.

- Lograr altos niveles de satisfacción en los servicios al contribuyente.
- Reducir los índices de evasión tributaria y procurar la disminución en la aplicación de mecanismos de elusión de impuestos.

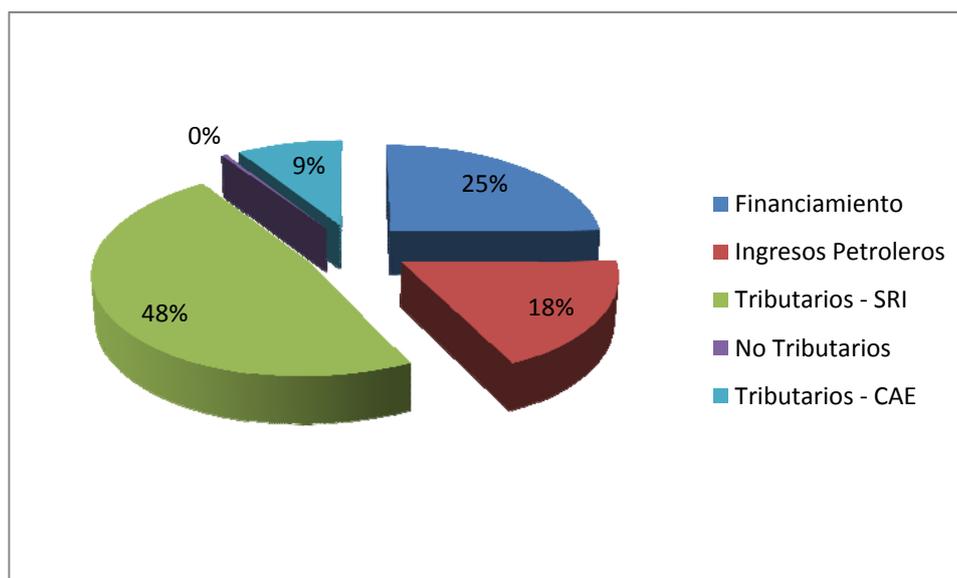
La filosofía de trabajo del SRI es fomentar la cultura tributaria en la sociedad ecuatoriana y consolidar la participación de los impuestos administrados por la Institución en el financiamiento del Presupuesto General del Estado, mediante la prestación de servicios de calidad al ciudadano a fin de lograr el correcto cumplimiento de sus obligaciones.

Durante el período enero – diciembre del 2008, el Servicio de Rentas Internas recaudó por concepto de impuestos USD 6.194,5 millones [24].

Como se puede apreciar, en el siguiente gráfico y cuadro estadístico, los ingresos tributarios que son recaudados por el SRI representan un porcentaje muy importante en el total de ingresos del Presupuesto General del Estado, casi llegan a representar la mitad de los ingresos del PGE en el año 2008.

FUENTE DE INGRESOS	Porcentaje
Financiamiento	25%
Ingresos Petroleros	18%
Tributarios - SRI	48%
No Tributarios	0%
Tributarios - CAE	9%

Tabla. II.06. Fuentes de ingresos del PGE 2008

Figura. II.09. Fuentes de ingresos del PGE 2008

El Presupuesto General del Estado es la herramienta diseñada por el poder Ejecutivo mediante la cual se prevén los ingresos y gastos, se somete a aprobación de la Asamblea Nacional para un período de un año. Así mismo constituye el instrumento operativo básico que expresa las decisiones en materia de política económica y de planeación gubernamental

Los impuestos ayudan a financiar las actividades del Estado, a ejecutar proyectos de beneficio social e invertir en la producción de bienes y en la prestación de servicios. La principal ventaja de los ingresos por concepto de impuestos, frente a los ingresos petroleros, es su sustentabilidad en el mediano plazo.

Los ingresos petroleros, por estar supeditados a las condiciones de precios en los mercados internacionales son más volátiles y pueden afectar al financiamiento del Presupuesto General del Estado

2.4 IMPUESTOS QUE ADMINISTRA EL SRI

El Servicio de Rentas Internas, tiene la responsabilidad de administrar y recaudar los siguientes impuestos:

- 2.4.1** Impuesto a la Renta (IR). Es el impuesto que se debe cancelar sobre los ingresos o rentas, producto de actividades personales, comerciales, industriales, agrícolas, y en general actividades económicas y aún sobre ingresos gratuitos, percibidos durante un año, luego de descontar los costos y gastos incurridos para obtener o conservar dichas rentas.

- 2.4.2** Impuesto al Valor Agregado (IVA). Es el impuesto que se paga por la transferencia de bienes y por la prestación de servicios. Se denomina Impuesto al Valor Agregado por ser un gravamen que afecta a todas las etapas de comercialización pero exclusivamente en la parte generada o agregada en cada etapa.

- 2.4.3** Impuesto a los Consumos Especiales (ICE). El impuesto a los consumos especiales ICE, se aplicará a los bienes y servicios de procedencia nacional o importados, detallados en el artículo 82 de la Ley de Régimen Tributario Interno.

- 2.4.4** Impuesto a la propiedad de los Vehículos Motorizados. Es el impuesto anual que debe pagar el propietario de un vehículo motorizado de transporte terrestre.

- 2.4.5** Impuesto a la salida de divisas. Es el impuesto de 1% a la salida de activos de capital al exterior.

- 2.4.6** Impuesto a los ingresos extraordinarios. Es el impuesto que se debe pagar por concepto de ingresos extraordinarios, como herencias, legados o donaciones. Grava a las Personas naturales o Sociedades que hayan

incrementado su patrimonio a título gratuito por herencias, legados y donaciones.

2.4.7 Impuesto a las tierras rurales. Es el impuesto que grava a la propiedad de tierras rurales mayores a cierta extensión, de personas naturales o jurídicas.

2.4.8 Impuesto a los activos financieros en el exterior. Impuesto mensual sobre los fondos disponibles e inversiones que mantengan en el exterior las entidades privadas reguladas por la Superintendencia de Bancos y Seguros y las Intendencias del Mercado de Valores de la Superintendencia de Compañías. La tarifa de este impuesto es del 0.084% mensual sobre la base imponible.

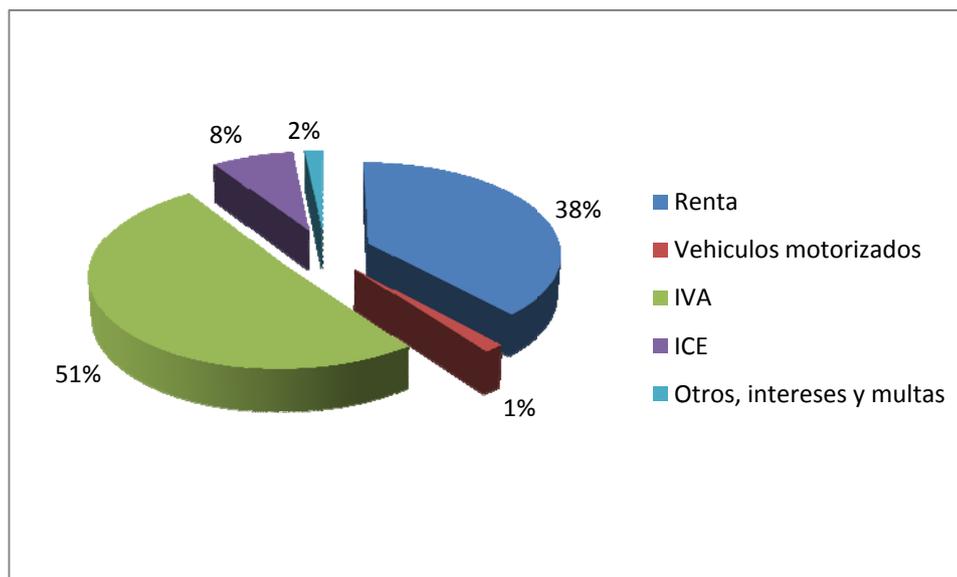
2.4.9 Régimen Simplificado RISE. En realidad no es un impuesto, es un régimen impositivo simplificado que determina un pago de un valor fijo mensual, en lugar de realizar declaraciones de pago de impuestos de IVA e IR

A continuación se puede observar la participación en la recaudación por tipo de impuesto:

PARTICIPACION POR TIPO DE IMPUESTO

IMPUESTO	Miles de USD
Renta	2.369,30
Vehículos motorizados	95,30
IVA	3.156,50
ICE	473,90
Otros, intereses y multas	99,50
Total	6.194,50

Tabla. II.07. Participación por tipo de impuesto

Figura. II.10. Ingresos por tipo de impuesto

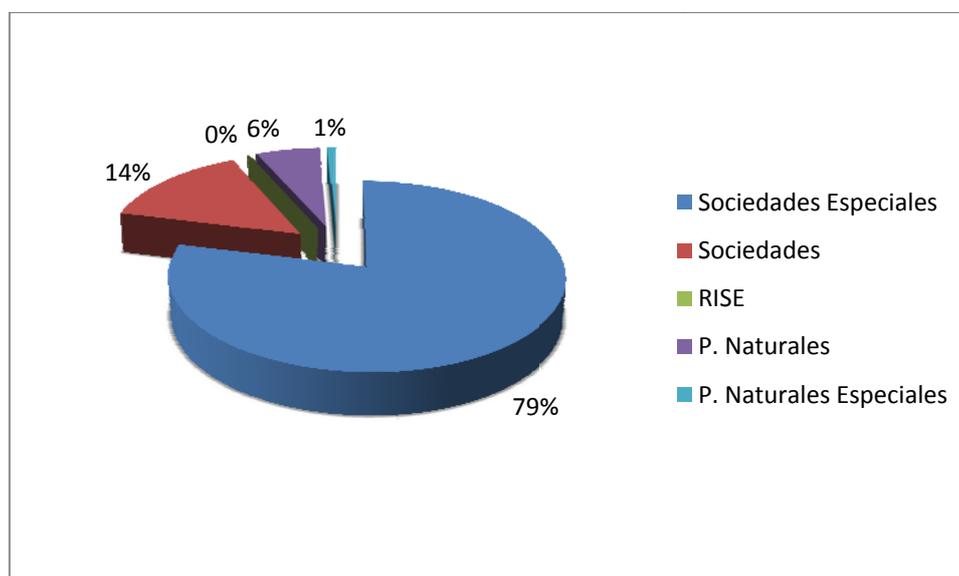
Como se puede observar, los impuestos más representativos son el Impuesto al Valor Agregado, Impuesto a la Renta, Impuesto a los Consumos Especiales e Impuesto a los vehículos motorizados.

2.4.10 Recaudación por tipo de contribuyente.

Por tipo de contribuyente, la distribución de la recaudación se presenta en la siguiente tabla y gráfico, donde se observa que el 93% de la recaudación está presentada por Sociedades y 7% por Personas Naturales.

TIPO DE CONTRIBUYENTE		Miles de USD	PORCENTAJE
Sociedades	Sociedades Especiales	3.441.113,50	93%
	Sociedades	628.060,62	
Personas naturales	RISE	396,26	7%
	P. Naturales	257.914,13	
	P. Naturales Especiales	30.494,53	

Tabla. II.08. Recaudación por tipo de contribuyente

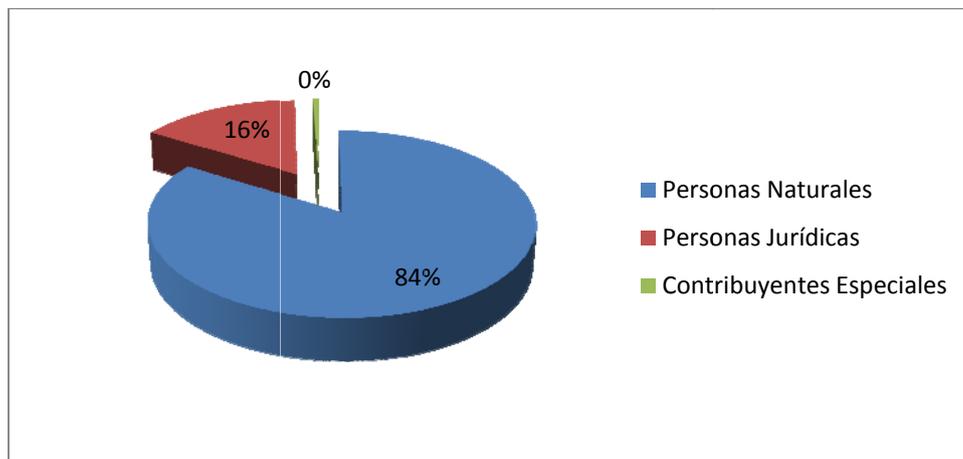
Figura. II.11. Ingresos por tipo de contribuyente

2.4.11 Contribuyentes activos

Los contribuyentes activos registrados en el RUC (Registro Único de Contribuyentes), se dividen en los siguientes grupos:

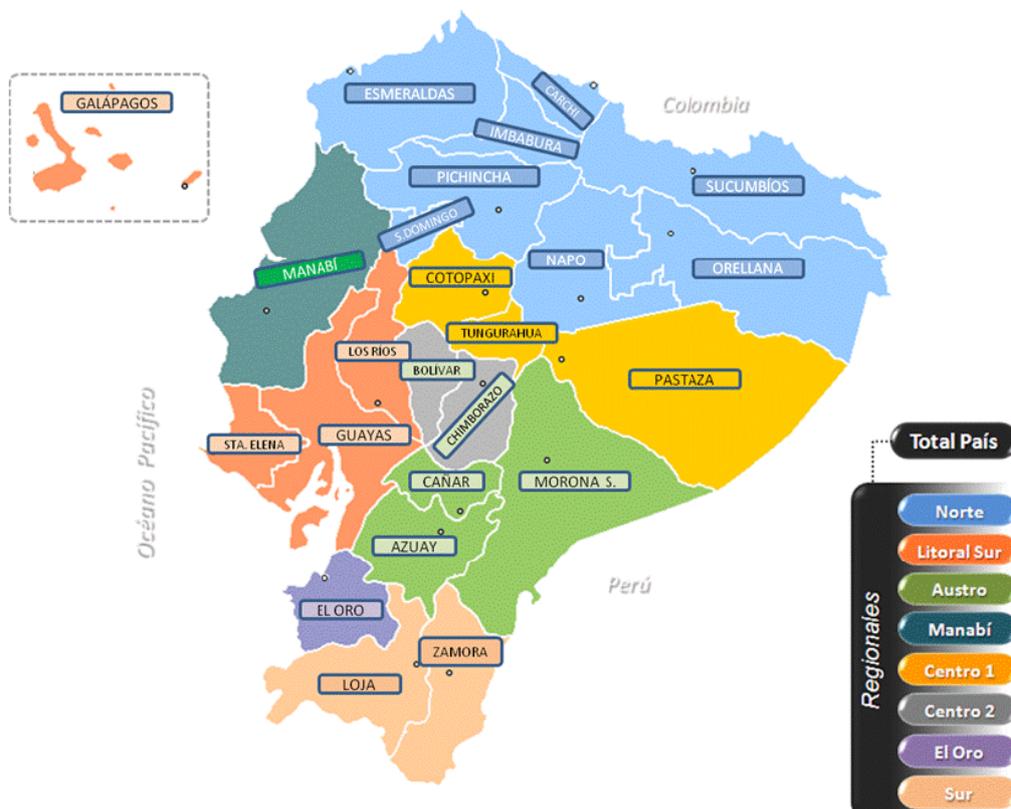
RUC ACTIVOS	
Personas Naturales	1.185.258,00
Personas Jurídicas	221.421,00
Contribuyentes Especiales	6.421,00
Total	1.413.100,00

Tabla. II.09. Contribuyentes por tipo

Figura. II.12. Distribución de contribuyentes por tipo

2.4.12 Cobertura del SRI

Como parte de sus funciones y con el objetivo de facilitar el cumplimiento de las obligaciones tributarias, el SRI ha instalado oficinas en todas las provincias y para descentralizar su gestión ha dividido el territorio ecuatoriano en 8 regionales, así:

Figura. II.13.

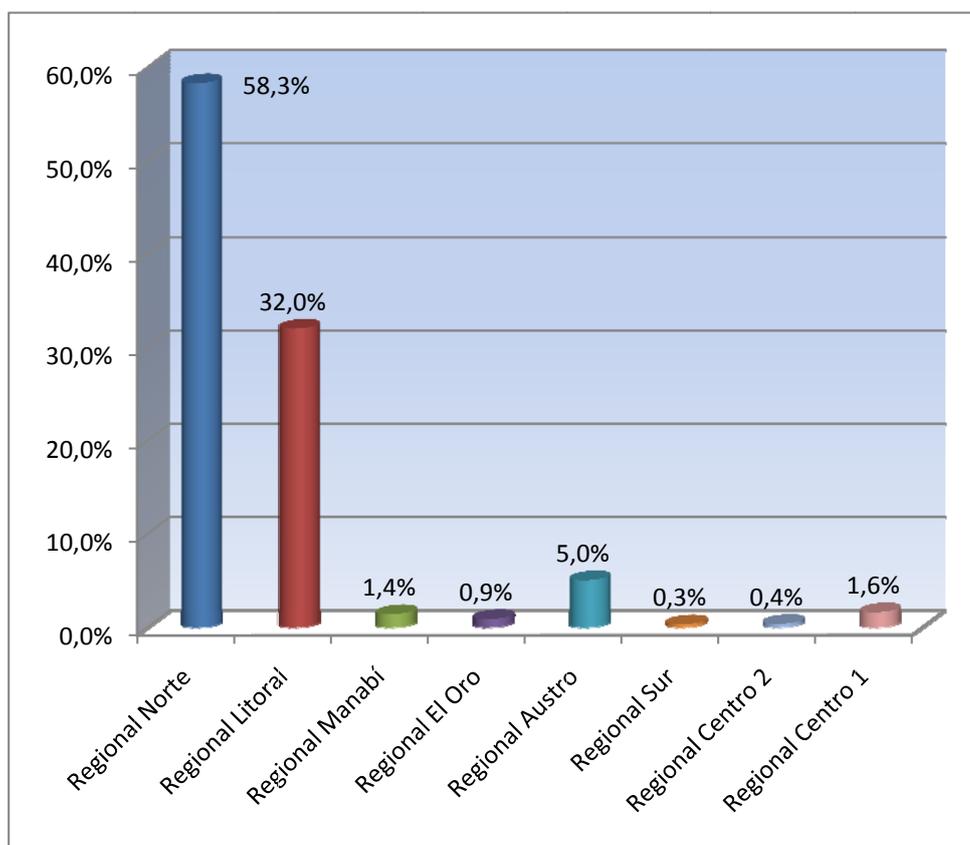
REGIONAL	PROVINCIAS
Regional Norte	Esmeraldas
	Carchi
	Imbabura
	Pichincha
	Santo Domingo
	Sucumbíos
	Francisco de Orellana
	Napo
Regional Manabí	Manabí
Regional Litoral	Guayas
	Los Ríos
	Santa Elena
Centro I	Tungurahua
	Pastaza
	Cotopaxi
Centro II	Chimborazo
	Bolívar
Austro	Azuay
	Morona Santiago
	Cañar
Sur	Loja
	Zamora
El Oro	El Oro

Tabla. II.10. Distribución Regional

Las recaudaciones por regional se dividen de la siguiente forma:

REGIONAL	Miles de USD	PORCENTAJE
Regional Norte	2.802.699	58,3%
Regional Litoral	1.538.776	32,0%
Regional Manabí	67.981	1,4%
Regional El Oro	42.904	0,9%
Regional Austro	242.684	5,0%
Regional Sur	15.528	0,3%
Regional Centro 2	17.624	0,4%
Regional Centro 1	77.585	1,6%

Tabla. II.11. Participación por Dirección Regional

Figura. II.14. Participación por Dirección Regional

2.5 ESTADÍSTICAS SOBRE LOS REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN

Se disponen de estadísticas, sobre los requerimientos de información de los contribuyentes, básicamente se disponen de dos fuentes:

- Mesas de información, en las áreas de atención al contribuyente de las oficinas del SRI.
- Llamadas telefónicas recibidas en las oficinas del SRI.

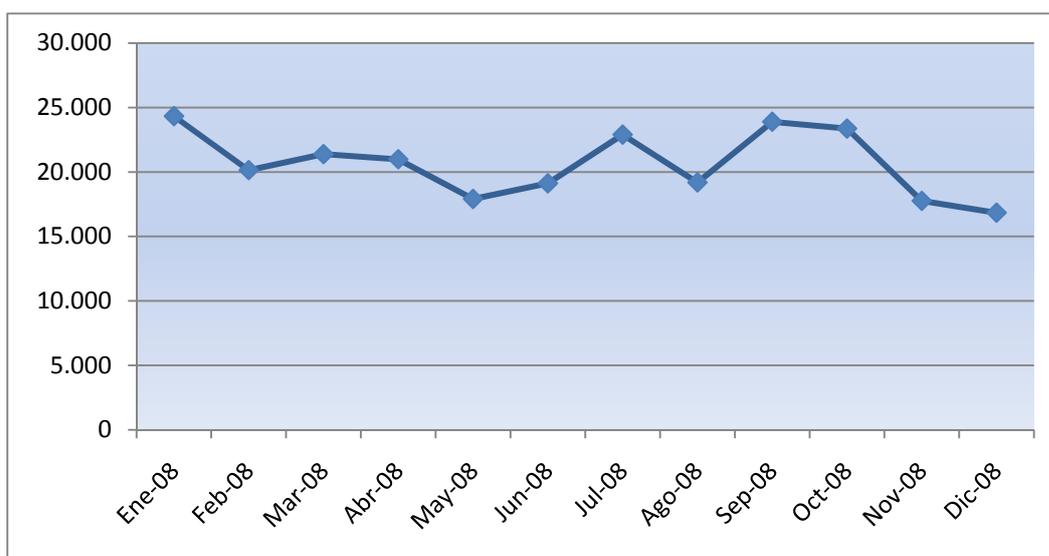
Debido a que como se pueden observar en las tablas estadísticas y gráficos indicados anteriormente, la mayor área de cobertura y el mayor aporte a la recaudación se lo realiza en la Regional Norte, se tomará las estadísticas de la sede de esta Regional en la ciudad de Quito, como una muestra representativa, para analizar estas estadísticas.

2.5.1 Mesas de Información y Atención al Contribuyente

Las salas de atención al Contribuyente tienen básicamente dos funciones: entregar información y efectuar trámites, en los siguientes cuadros se indica los únicamente los usuarios atendidos en las mesas de información.

USUARIOS ATENDIDOS POR MES	
MES	INFORMACION
Ene-08	24.336
Feb-08	20.143
Mar-08	21.383
Abr-08	20.984
May-08	17.910
Jun-08	19.118
Jul-08	22.901
Ago-08	19.190
Sep-08	23.895
Oct-08	23.371
Nov-08	17.761
Dic-08	16.838
PROMEDIO	20.653

Tabla. II.12. Mesas de Información – usuarios atendidos por mes

Figura. II.14. Usuarios atendidos por mes

Como se puede observar en el cuadro anterior, la cantidad máxima de usuarios atendidos se dan en los meses de:

- Enero, debido al inicio de vigencia de la Ley Reformativa para la Equidad Tributaria del Ecuador, publicada en el Registro Oficial No. 242 del 29 de diciembre del 2007.
- Marzo-Abril, incremento estacional, debido a fechas de vencimiento de pago de impuesto a la Renta de Personas Naturales y Sociedades, respectivamente.
- Julio, incremento estacional, debido a fin de plazo de matriculación vehicular, Septiembre – Octubre, debido al fin de plazo de la Amnistía Tributaria.

Los hechos de enero y septiembre – octubre, son puntuales del año 2008, los otros son recurrentes todos los años, sin embargo, el promedio de 20.653 llamadas por mes es un dato válido con el que se trabajará más adelante.

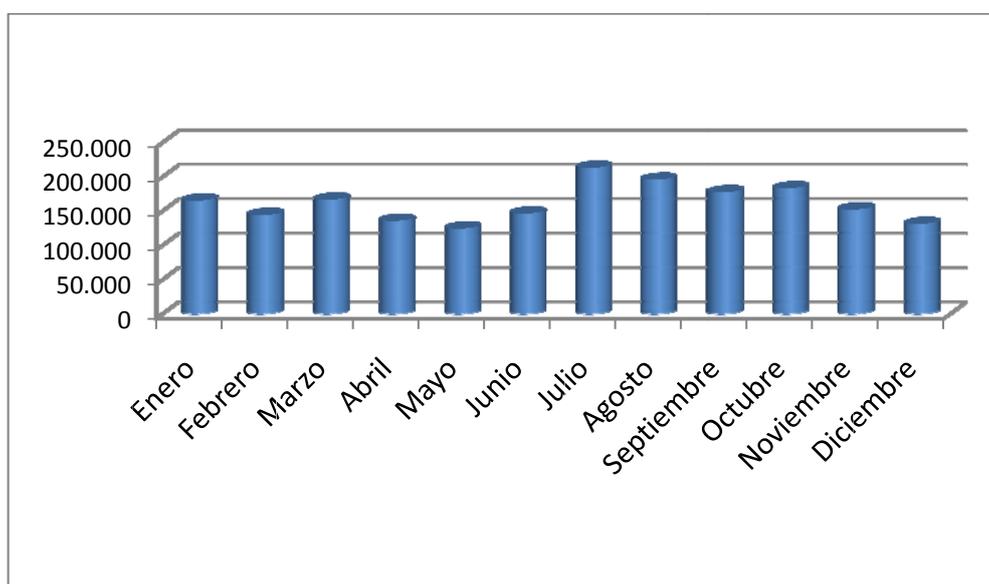
2.5.2 Tráfico de llamadas entrantes

Debido a que se considera una muestra significativa, a continuación se presenta las estadísticas sobre las llamadas recibidas en la central telefónica de la sede de la Regional Norte del SRI en la ciudad de Quito.

Mes	Número total de llamadas
Enero	164.933
Febrero	143.906
Marzo	166.361
Abril	135.412
Mayo	124.200
Junio	146.164
Julio	212.862
Agosto	195.411
Septiembre	177.096
Octubre	182.841
Noviembre	152.025
Diciembre	130.852
PROMEDIO	161.005

Tabla. II.13. Llamadas entrantes por mes

Figura. II.15. Llamadas entrantes por mes



Como se puede observar en el cuadro anterior y gráfico, la cantidad máxima de llamadas recibidas se dan en los meses de:

- Enero, debido al inicio de vigencia de la Ley Reformativa para la Equidad Tributaria del Ecuador, publicada en el Registro Oficial No. 242 del 29 de diciembre del 2007.
- Marzo, incremento estacional, debido a fechas de vencimiento de pago de impuesto a la Renta de Personas Naturales.
- Julio, incremento estacional, debido a fin de plazo de matriculación vehicular.
- Octubre, debido al fin de plazo de la Amnistía Tributaria.

En estas estadísticas se puede observar que el mayor incremento de llamadas es ocasionado por efecto de llamadas de personas naturales, especialmente en marzo por llegar al fin del plazo de pago de Impuesto a la Renta y por ser el fin de plazo de matriculación vehicular.

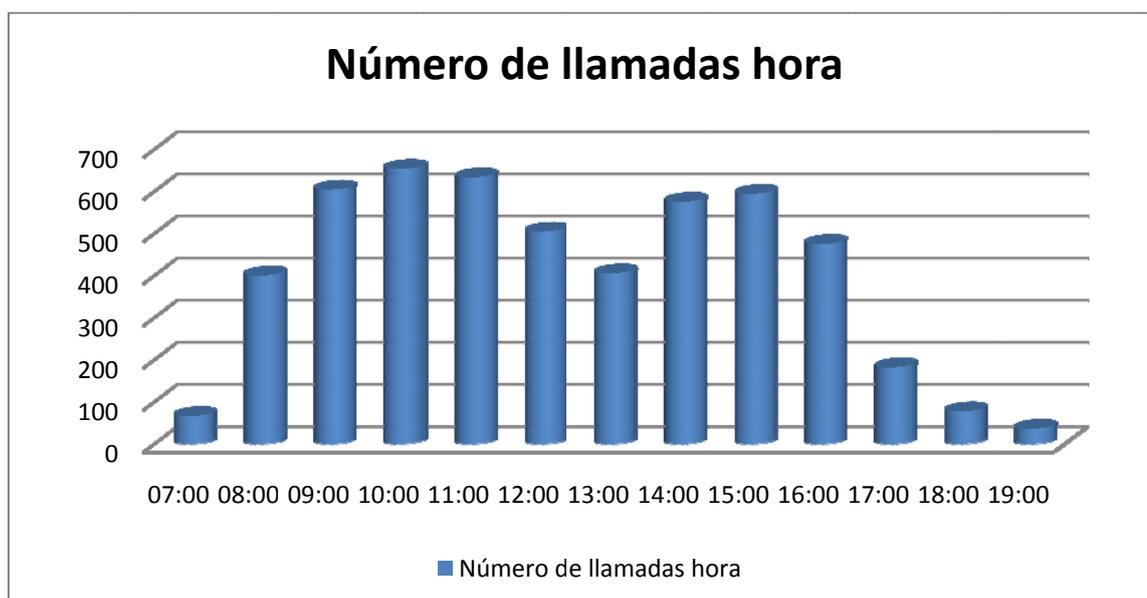
De las estadísticas, igualmente se determina que el tiempo promedio de cada llamada es de 2 minutos 44 segundos.

La distribución de llamadas durante las horas del día se puede observar en la siguiente tabla y gráfico, las horas pico están dadas de 10h00 a 11h00 en la mañana y de 15h00 a 16h00 en la tarde, con 653 y 594 llamadas hora, respectivamente.

Hora laborable del día	Número de llamadas hora
07:00	66
08:00	400
09:00	604
10:00	653
11:00	633
12:00	504
13:00	405
14:00	575
15:00	594
16:00	475
17:00	182
18:00	77
19:00	36

Tabla. II.14. Distribución de llamadas por hora

Figura. II.16. Llamadas entrantes por hora

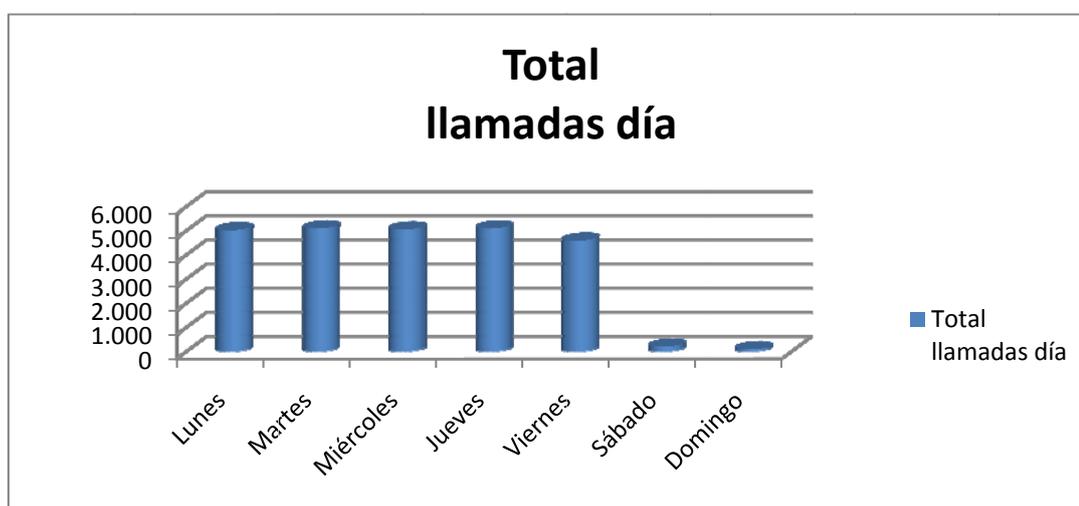


La distribución de llamadas durante los días de la semana se la puede observar en el siguiente cuadro, la distribución es bastante uniforme, con un leve decrecimiento el día viernes. La cantidad promedio de llamadas entrantes durante los días hábiles es 4.965.

Día de la semana	Total llamadas día
Lunes	5.018
Martes	5.092
Miércoles	5.044
Jueves	5.091
Viernes	4.581
Sábado	194
Domingo	89

Tabla. II.15. Llamadas entrantes por día de la semana

Figura. II.17. Llamadas entrantes por día



2.6 NECESIDADES DE LOS CONTRIBUYENTES

Existe una gran demanda de información por parte de los Contribuyentes y comunidad en general, a continuación se detalla los requerimientos más frecuentes:

- Horarios de atención.
- Direcciones y teléfonos

- Requisitos para efectuar varios trámites
- Inscripción a Capacitaciones
- Inscripción a boletines de información tributaria general
- Recepción de sugerencias
- Apoyo en consultas sobre instalación o uso de DIMM, carga de información en el mismo, carga de archivos en la página web.
- Apoyo en las demás transacciones que se realizan vía web
- Reporte de problemas con los sistemas disponibles en Internet.
- Consulta de imprentas autorizadas
- Consulta del valor de la matrícula de un vehículo
- Consulta del avalúo de categorías de vehículos y modelos de vehículos
- Consulta de los pagos de un vehículo
- Consultas RUC Autorizado para Operaciones de Comercio Exterior
- Consulta de validez de tiquetes de máquinas registradoras
- Consulta de validez de documentos autorizados
- Consulta de certificados de residencia fiscal

- Lista Blanca y sus motivos
- Reporte de cambios de información en el RUC
- Consulta de vehículos que no constan en la base
- Registro de declaraciones ya realizadas que no constan en Lista Blanca
- Estado de la carga de un anexo
- Estado de Rectificación de formularios
- Estado de devoluciones solicitadas
- Anexos de IVA
- Anexos de Renta
- Consultas sobre tarifas de ICE
- Consultas sobre multas e intereses
- Consultas sobre Impuesto a la Salida de Divisas
- Denuncias
- Estado de trámites de devoluciones
- Responder correos electrónicos recibidos desde la dirección electrónica “Contáctenos” de la página web del SRI.

2.7 NECESIDADES DEL SRI

El Servicio de Rentas internas requiere comunicarse con los contribuyentes, en varios casos puntuales, las necesidades principales son las siguientes:

- Efectuar llamadas para campañas de cobranzas de tipo masivo.
- Realizar llamadas de cobranza persuasiva
- Efectuar llamadas para recordatorios de fechas límite de pago de impuestos.
- Efectuar llamadas para confirmar datos registrados.
- Realizar llamadas para seguimiento de denuncias.

CAPITULO III

ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

3.1 ANALISIS DE NECESIDADES

3.1.1 Resumen de datos estadísticos

Como un resumen de los datos estadísticos recopilados y presentados en el capítulo anterior se puede indicar que:

- La densidad de telefonía fija en el Ecuador llega al 14.34, esto significa que existen 14.34 líneas telefónicas por cada 100 habitantes, existiendo varias provincias en que la densidad no llega a 10.
- La densidad de telefonía móvil llega a 91.11, o sea, en promedio, casi existe un teléfono por habitante
- La penetración de los servicios de internet llega al 12.68 por ciento, existiendo además gran difusión de los llamados “cibercafés”
- La recaudación de impuestos por parte del SRI, representa casi la mitad de los ingresos del Presupuesto general del Estado, por lo que su importancia es vital en el desarrollo de las actividades nacionales.
- El 98% del monto recaudado por el SRI, se concentra en cuatro impuestos:

- Impuesto al Valor Agregado IVA
 - Impuesto a la Renta
 - Impuesto a los Consumos Especiales ICE
 - Impuesto a los Vehículos
-
- El 93% de la recaudación se la realiza a sociedades, mientras el 7% a personas naturales.
 - El SRI tiene cobertura a nivel nacional, sin embargo, más del 90% de la recaudación se da por el aporte de la Regional Norte y la Regional Litoral.
 - En la agencia más representativa del SRI (sede de la Regional Norte en la ciudad de Quito), se recibe un promedio de 161.000 llamadas mensuales, de las que aproximadamente 20% son relacionadas a requerimientos de información.
 - En esta misma agencia se reciben a más de 20.000 personas al mes, solicitando información.

3.1.2 Análisis de datos estadísticos

Luego del análisis de los datos indicados anteriormente se puede deducir lo siguiente:

- A pesar de la aún baja penetración de la telefonía fija, es el medio de comunicación mas utilizado por los usuarios para comunicarse con el Servicio de Rentas, para solicitar información.

- Existe una tendencia creciente al uso del Internet para realizar consultas y transacciones.
- A pesar de que cuatro de los nueve impuestos que administra el SRI, representan el 98% de la recaudación, es obligación de la Institución brindar información sobre todos los impuestos que recauda y servicios que ofrece.
- El aporte de las personas jurídicas representa el 93% de la recaudación, sin embargo las personas naturales representan el 84% de los contribuyentes activos.
- Las personas naturales, son las que mas información demandan, debido a que generalmente no cuentan con personal técnico de apoyo en materia tributaria, como contadores, abogados tributarios, economistas, asesores tributarios, etc.

Como parte de sus funciones y con el objetivo de facilitar el cumplimiento de las obligaciones tributarias, el SRI requiere ofrecer información oportuna, siempre actualizada y veraz a la comunidad, para lo cual ha implementado en todas sus agencias a nivel nacional ventanillas de información y ha creado una página WEB.

El Servicio de Rentas Internas, con el objetivo de ampliar y mejorar estos canales de comunicación con los Contribuyentes y comunidad en general, ha decidido implementar un *Contact Center* o Centro de Atención Telefónica Centro de Atención Telefónica, a continuación se describe el tipo de información y como se la ofrecerá a los usuarios.

3.2 LLAMADAS ENTRANTES INBOUND

3.2.1 Información a ofrecer a través del Centro de Atención Telefónica CAT.

Como se indicó en el capítulo anterior, la información que demanda la comunidad y que el SRI debe entregar a los Contribuyentes, es de gran importancia en el desarrollo de las actividades de recaudación de impuestos, además que esta información es de gran complejidad.

A diferencia de otras instituciones o empresas comerciales, en las que la información se circunscribe a entregar información sobre saldos, realizar transacciones o entregar información de un producto o servicio a través de la lectura de un guión, en el caso del SRI una simple consulta puede llegar a ser motivo de un análisis mucho más complejo, que puede implicar la necesidad de realizar exámenes o estudios a profundidad, de las respuestas a estas consultas dependerá el fiel cumplimiento de la normativa tributaria vigente.

Por lo expuesto anteriormente, luego de analizar las consultas recurrentes y más comunes, la Institución ha determinado que la información que entregará el Centro de Atención Telefónica, se limitará a los siguientes campos:

- Información sobre Lista Blanca, es la información sobre si un contribuyente está al día en sus obligaciones tributarias y si está autorizado a emitir comprobantes de venta, y si esta autorización es por un año o tres meses.
- Interés y multas, que la administración cobra en caso de retraso en la presentación de sus declaraciones de impuestos.
- Requisitos que debe cumplir un interesado para inscribir o actualizar su Registro Único de Contribuyentes RUC.
- Valores a cancelar por matriculación vehicular
- Requisitos para matriculación vehicular, traspaso de dominio y exoneraciones.

- Requisitos sobre maquinas registradoras, autoimpresores, baja de comprobantes de venta.
- Fechas de vencimiento de declaraciones de obligaciones tributarias.
- Información sobre deudas pendientes de pago.
- Información histórica sobre declaraciones realizadas y anexos presentados por un contribuyente.
- Consulta del estado del trámite de devoluciones de impuestos.
- Consulta de RUC autorizado para operaciones de comercio exterior.
- Consulta de validez de tickets de máquinas registradoras.
- Consulta de validez de comprobantes de venta autorizados.
- Consulta de imprentas autorizadas
- Recepción de llamadas sobre denuncias sobre no entrega de comprobantes de venta.

3.2.2 Formas de entregar la información

Dependiendo del tipo de información a ofrecer ésta puede ser entregada a través de diferentes medios, como por ejemplo utilizando un sistema de respuesta interactiva de voz o *“IVR Interactive Voice Response”* o a través de la lectura o escritura de un guión o *“Script”* por parte de un agente.

Cada uno de estos métodos tiene sus características particulares, ventajas y desventajas, que se detallan a continuación:

IVR Interactive Voice Response.- el IVR es un sistema compuesto por hardware, software y estrategias, que mediante mensajes de voz ofrece al usuario, una bienvenida y un menú de opciones, las que pueden ser elegidas a través del envío de tonos DTMF mediante la marcación del teclado numérico del teléfono del usuario, en respuesta a esta instrucción el IVR entregará la información solicitada por el usuario, este podrá interactuar con el sistema y navegar por sus diferentes menús.

Este sistema es usualmente utilizado para eliminar la necesidad de tener a una persona para que ofrezca información que es repetitiva, corta y fácil de entender; otra aplicación en la que muy comúnmente se usa este sistema es en la validación de información que previamente debe entregar el usuario, antes de que su llamada sea transferida a un agente, de esta manera el agente recibe una llamada válida y mediante la aplicación de *pop up screen*, el agente tiene disponible al iniciar la conversación, toda la información relevante sobre la llamada y el usuario.

Este sistema tiene la posibilidad de manejar mensajes pregrabados de forma vocal o utilizar las funciones de *text to speech* para emitir, mediante mensajes vocales, datos leídos directamente de una base de datos.

Las ventajas de este sistema es que disminuye considerablemente la cantidad de agentes que se requieren en el Centro de Atención Telefónica, para entregar este tipo de información, adicionalmente disminuye el tiempo de la llamada, ya que la información se entrega de forma simple y concisa; la principal desventaja es la falta de contacto personal entre el usuario y un agente, por lo que muchas veces por la falta de costumbre muchos usuarios se intimidan y tienen recelo de usar este tipo de sistemas, también impide al usuario solicitar una aclaración sobre la información recibida o presentar una réplica a esta.

Lectura de un guión o “Script”.- Un *script*, es un guión escrito que tiene que ser leído o escrito (en el caso de una sesión de chat o respuesta a un correo electrónico) fielmente por un agente, ante el requerimiento de información de un

usuario, este guión está previamente definido por la organización y ha recibido varias revisiones hasta que esté completamente validado.

Usualmente la llamada pasará a un agente luego de que el usuario previamente haya ingresado información referente a su identificación y tipo de consulta a realizar, ingresando su RUC y opción de consulta en el IVR, mediante *screen pop up*, aparecerá en la pantalla del agente el guión correspondiente, si no existe información previa el agente puede ingresar manualmente la información y llamar al guión adecuado.

El guión está compuesto por un texto o datos pregrabados y/o otros recuperados en línea directamente de una base de datos.

Este método permite la entrega de información mucho más compleja y extensa que mediante IVR, permite una mayor interacción entre el usuario y el agente y un trato personalizado, sin embargo emplea mucho más recursos técnicos y humanos que el IVR.

3.2.3 Organización de la información

Conociendo la información a entregar, las formas de entregarla y la recurrencia en las consultas, ésta se ha organizando de la siguiente forma:

La información a entregar mediante IVR, se la ha organizado en un menú de 8 opciones, así:

Opción 1.- Obligaciones pendientes. En esta opción el contribuyente tiene la posibilidad de revisar sus obligaciones pendientes ingresando su RUC y; si tiene obligaciones pendientes, la llamada puede ser transferida a un agente que le solicitará la fecha de inscripción y de inicio de sus actividades, para comprobar su identidad.

Opción 2.- Consulta de intereses y multas. En esta opción el contribuyente tiene la posibilidad de revisar los intereses y multas; en el caso de intereses, la entrega de la información la realiza el IVR, luego de que el contribuyente ingresa el año, en el caso de multas, la llamada se transfiere aun agente informándole sobre la aplicación de multas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 100 de la LORTI. No se realiza cálculo alguno, solamente se le indica el procedimiento.

Opción 3.- Requisitos RUC. En esta opción el contribuyente tiene la posibilidad de informarse sobre los requisitos para la inscripción de su RUC, toda la información es entregada directamente por el IVR, de acuerdo a las solicitud del usuario, sin intervención de un agente.

Opción 4.- Requisitos Vehículos y Facturación. En esta opción el contribuyente tiene la posibilidad de conocer los requisitos para la matriculación, traspaso y exoneración de vehículos y adicionalmente los requisitos para dar de baja los comprobantes de venta, requisitos de los comprobantes de venta y de sistemas autoimpresores. Hay opción de contactar con un agente.

Opción 5.- Fecha de vencimiento de obligaciones. En esta opción el contribuyente ingresa su RUC y elige el tipo de obligación que desea saber la fecha de vencimiento y la llamada se la transfiere a un agente.

Opción 6.- Deudas pendientes en Cobranzas. En esta opción el contribuyente ingresa su RUC y la llamada se la transfiere a u agente, que le indicará las deudas pendientes registradas en el sistema de cobranzas.

Opción 7.- Denuncia por la no entrega de comprobantes de venta. En esta opción la llamada pasa directamente a un agente quien recepta los datos de la denuncia siempre y cuando sea por la no entrega de comprobantes de venta en las áreas de salud, vivienda, educación, vestimenta y alimentación.

Opción 0.- Es la opción que debe elegir el contribuyente para comunicarse directamente con un agente para realizar su consulta.

En el anexo 1, se detallan los diagramas de flujo de todas las opciones indicadas.

3.2.4 Servicios informativos y transaccionales que prestan los agentes

El usuario que acceda por cualquier vía al nivel de atención de los agentes, podrá acceder al siguiente menú de servicios informativos y transaccionales que éstos están en capacidad de ofrecer:

- Información general de carácter no vinculante sobre todos los impuestos administrados por el SRI y deberes formales que debe cumplir el contribuyente (tarifas de los impuestos, forma de cálculo, vencimiento, etc)
- Información general de llenado de formularios y anexos
- Información sobre requisitos para la realización de diferentes tipos de trámites y procedimiento de atención de:
 - RUC para Personas Naturales y Jurídicas tanto para la inscripción, actualización y cancelación.
 - Autorización para emisión de comprobantes de venta, baja de comprobantes de venta, autorización para la utilización de máquinas registradores, sistemas computarizados, entre otros.
 - Transferencia de dominio de vehículos y exoneraciones.
 - Reclamos administrativos, pagos indebidos y en exceso.

- Devoluciones de IVA

- Información sobre el estado de trámites ingresados por Secretaría.

- Información sobre los procedimientos de instalaciones de los programas DIMM.

- Consultas sobre valores de matrículas vehiculares.

- Consultas de lista blanca.

- Consultas de deudas firmes (Cobranzas).

- Consultas sobre el cálculo del impuesto a la renta causado.

- Consultas sobre validez de comprobantes de venta.

- Recepción de denuncias tributarias.

- Información sobre servicios informativos y transaccionales de la página web.

- Información sobre todos los servicios, direcciones y horarios de atención de las oficinas del SRI a nivel nacional

3.2.5 Consultas no cubiertas por el CAT

- **Información específica sobre errores producidos en los programas DIMM.**- En estos casos se comunica al contribuyente que para corregir eventuales errores de instalación, debe revisar y descargar el manual de instalación disponible en la web e iniciar el proceso nuevamente; y para superar los errores de ejecución o envío se acerque portando el archivo en

medio magnético, a las áreas de atención de Declaraciones y Anexos en las oficinas del SRI a nivel nacional, para ayudarle a solucionar su problema. Es muy complejo brindar por este canal una solución efectiva a inquietudes de esta naturaleza que presentan los contribuyentes.

- **Información especializada contable.-** Una vez analizada la inquietud en los niveles de supervisión, se le explica al contribuyente que no se está en capacidad de brindarle una respuesta a su consulta.
- **Información detallada sobre herencias, legados y donaciones.-** Si luego de la información entregada por el agente de conformidad con las bases legales vigentes las dudas continúan por parte del contribuyente, se lo direcciona a las áreas de atención al contribuyente de las oficinas del Servicio de Rentas Internas a nivel nacional.
- **Información de convenios internacionales y fiscalidad internacional.-** Se orienta a los contribuyentes a presentar sus inquietudes en las áreas de Fiscalidad Internacional de las oficinas del Servicio de Rentas Internas a nivel nacional.
- **Información acerca de los informes de cumplimiento tributario.-** Se orienta a los contribuyentes a presentar sus inquietudes en los Departamentos de Auditoría de las oficinas del Servicio de Rentas Internas a nivel nacional.

3.3 LLAMADAS SALIENTES OUTBOUND

3.3.1 Información a ofrecer a través del Centro de Atención Telefónica CAT.

Como se indicó anteriormente la implementación del Centro de Atención Telefónica en el Servicio de Rentas Internas servirá para atender otra necesidad de la institución, que es la de generar llamadas salientes para interactuar o hacer conocer información a los Contribuyentes, en las siguientes aplicaciones:

- Campaña para llamar a contribuyentes que se encuentran omisos, o sea que no han presentado sus declaraciones de impuestos en el plazo determinado por la administración tributaria.
- Efectuar llamadas para campañas de cobranzas de tipo masivo.
- Realizar llamadas de cobranza persuasiva
- Efectuar llamadas para confirmar datos registrados en la inscripción en el RUC.
- Realizar llamadas para seguimiento de denuncias.

Igualmente que para llamadas *inbound*, para las llamadas salientes se puede emplear el IVR o agentes que leen un *script*.

IVR Interactive Voice Response.- En este caso, el IVR será usado para generar llamadas de campañas de cobranza masiva, cuando un contribuyente se encuentra en deuda de una cantidad de dinero no significativa, de forma que no amerite la gestión de cobranza de un agente; también será usado en campañas de omisos, para recordar a los contribuyentes que no han realizado sus declaraciones en los plazos determinados por la administración tributaria.

De acuerdo a las estrategias dictaminadas por las áreas requirentes, el administrador de estas campañas generará diariamente una tabla que contendrá la información de los contribuyentes a los que se llamará, el IVR cargará esta tabla en su sistema y generará las llamadas automáticamente, entregando la información a los contribuyentes, que contesten las llamadas, actualizando la tabla con la información de si la llamada fue o no contestada, el mensaje fue o no entregado, cuantas llamadas y a que hora se realizaron.

Lectura de un guión o “Script”.- Se utilizará agentes en las campañas *outbond* en los casos de campañas para cobranza persuasiva en las que se requiere una gestión de cobranza por parte de un agente, confirmar datos registrados en la inscripción en el RUC y seguimiento de denuncias por no entrega de comprobantes de venta.

Para estas campañas, igualmente que en los casos anteriores, de acuerdo a las estrategias dictaminadas por los requirentes, el administrador de las campañas generará una tabla que será cargada en el IVR que generará automáticamente las llamadas, estas serán transferidas a un agente para que mediante la lectura de un *script* realice apropiadamente su gestión.

Para la generación automática de llamadas se puede utilizar los siguientes métodos:

Preview, es el método más sencillo de implementar, la llamada se genera mediante una orden del agente en la pantalla de su computador, éste envía un requerimiento de generar la llamada al sistema telefónico, es usado cuando existen pocas llamadas a realizar, el tiempo de trabajo de los agentes es subutilizado.

Progressive.- Es un sistema automático de marcación que genera llamadas salientes, únicamente cuando un agente está disponible. No se anticipa a que un agente esté disponible, espera que éste se desocupe para iniciar la marcación, es utilizado cuando existe una gran cantidad de llamadas a realizar.

Predictive.- Es un sistema automático de generación de llamadas, busca maximizar el tiempo que los agentes se encuentren efectivamente hablando a los números telefónicos de un listado previamente determinado; a partir de algoritmos basados en estadísticas de duración de las llamadas y número de agentes disponibles en el sistema, generando las llamadas antes de que un agente termine la anterior. El número de llamadas realizadas es mayor que el número de agentes disponibles, este sistema utiliza fórmulas de previsión para determinar

cuándo los agentes van a quedar disponibles, de este modo, se reduce el riesgo de llamadas no atendidas. Es utilizado cuando existe una gran cantidad de llamadas a realizar, una base de datos depurada en la que existan pocos errores en los números telefónicos a llamar y al menos 10 agentes, lo que permite al sistema obtener información suficiente para determinar con exactitud el instante que tiene que generar una llamada y transferirla a un agente.

En el caso de llamadas para seguimientos de denuncias, debido a que se reciben alrededor de 5 denuncias diarias, se utilizará el método *preview*.

Para las campañas de cobranza persuasiva y confirmación de datos, se utilizará el método *progressive*, debido a que el número de agentes previsto para este sistema no supera los diez agentes y que la base de datos no está totalmente depurada ya que se arrastran registros de números telefónicos de seis dígitos, los que paulatinamente están siendo corregidos.

3.4 COBERTURA ESPERADA

Debido a motivos de optimización del uso del espacio disponible, las autoridades del Servicio de Rentas Internas, han decidido que la instalación del Centro de Atención Telefónica, se la realice en el sexto piso del edificio del World Trade Center, ubicado en la zona norte de Guayaquil, edificio propiedad del SRI y sede de la Regional Litoral.

El edificio mencionado dispone de todas las facilidades de infraestructura necesarias para la instalación de este servicio, adicionalmente tiene las acometidas y facilidades necesarias para que la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT, pueda instalar líneas digitales tipo E1.

Este hecho, sin embargo, demanda un cuidado adicional en el diseño de la arquitectura del CAT, ya que la base de datos a la que tiene que acceder para obtener o actualizar datos se encuentra físicamente ubicada en la ciudad de Quito, en el edificio del SRI ubicado en la calle Páez 657 y Carrión.

El Servicio de Rentas Internas, al tener jurisdicción sobre todo el territorio ecuatoriano, tiene la obligación de ofrecer sus servicios en todo el país, para facilitar este acceso, se ha definido un número telefónico de fácil recordación: el 1700 SRI SRI o 1700 774 774, para requerimientos de información; para incentivar la comunicación sobre denuncias de casos de no entrega de comprobantes de venta, se ha definido el número 1800 SRI SRI o 1800 774 774, igualmente con alcance nacional, por medio de la red inteligente de la CNT, estos números virtuales se enlazarán a líneas telefónicas a ser instaladas en el CAT.

Debido a la imposibilidad de conseguir que la empresa ETAPA, proveedora de telefonía pública en la ciudad de Cuenca, utilice estos números, para enlace con los servicios del SRI, los usuarios ubicados en el área de cobertura de esa operadora, deberán llamar a un número telefónico normal, igualmente los usuarios que llamen desde teléfonos celulares y desde el exterior.

Por otro lado, el servicio también estará disponible con alcance mundial a través de correo electrónico y posteriormente chat.

3.5 TECNOLOGIA DISPONIBLE

3.5.1 Red nacional de teleproceso del SRI.

El Servicio de Rentas Internas dispone de una red de teleproceso que comunica a todas sus 51 oficinas o agencias a nivel nacional, esta red está basada en el mecanismo estándar de transporte de datos MPLS *“Multi-Protocol Label Switching”*, creado por la IETF *“The Internet Engineering Task Force”* y definido en RFC (*Requests For Comments*) 3031.

MPLS opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI, está diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las redes basadas en paquetes. Es utilizado para transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo tráfico de voz y paquetes IP.

La conmutación IP es realizada en la capa 3 y está basada en la dirección IP de destino (en algunos casos también en la IP de origen); en una tabla de enrutamiento sólo se ve la asociación "red destino" - "próximo salto", el enrutamiento en sí, impone restricciones y ciertos cuidados en las redes, como por ejemplo que en la asignación de direcciones IP no haya colisiones (dos segmentos de red no pueden tener las mismas direcciones). En MPLS la conmutación de paquetes está basada en etiquetas y se realiza entre la capa 2 y la capa 3 (no depende del encabezado IP), estas etiquetas son agregadas antes del ingreso a la red MPLS y son removidas cuando los paquetes salen de ella.

MPLS funciona adicionando a los paquetes un encabezado o *header* MPLS, que contiene una o más etiquetas, esto es llamado "*label stack*".



Cada etiqueta contiene 4 campos:

- 20 bits - Valor de la etiqueta.
- 3 bits - Campo experimental reservado para usos futuros.
- 1 bit - Final de pila. Si tiene el valor 1 es la última etiqueta de la pila.
- 8 bits - Campo TTL (time to live)

El uso fundamental de esta red, es la comunicación de datos de tipo tributario entre el centro de cómputo ubicado en el edificio de la calle Páez y Carrión en la ciudad de Quito y las diferentes agencias y aplicaciones computacionales relacionadas con el principal objetivo del Servicio de Rentas

Internas, que es la recaudación de impuestos, igualmente se realiza la réplica de la información en el centro de cómputo alterno ubicado en la ciudad de Guayaquil; como servicios complementarios, se dispone de correo electrónico para los funcionarios, acceso a internet corporativo, una intranet, aplicaciones administrativas, comunicación de sistemas de SCADA para control y monitoreo de los diferentes edificios y equipamiento en general y la comunicación telefónica entre agencias.

Mediante la red de teleproceso se ha formado una red telefónica privada que enlaza la mayoría de agencias a nivel nacional, entre los edificios que tienen mas cantidad de funcionarios, esto es, los edificios sede de la Regional Norte, sede de la Dirección Nacional en Quito y sede de la Regional Litoral en Guayaquil, las comunicaciones se la realiza mediante enlaces E1 de voz y troncales IP; otras agencias están comunicadas únicamente mediante el uso de troncales IP, la topología de la red se la puede observar en el siguiente gráfico:

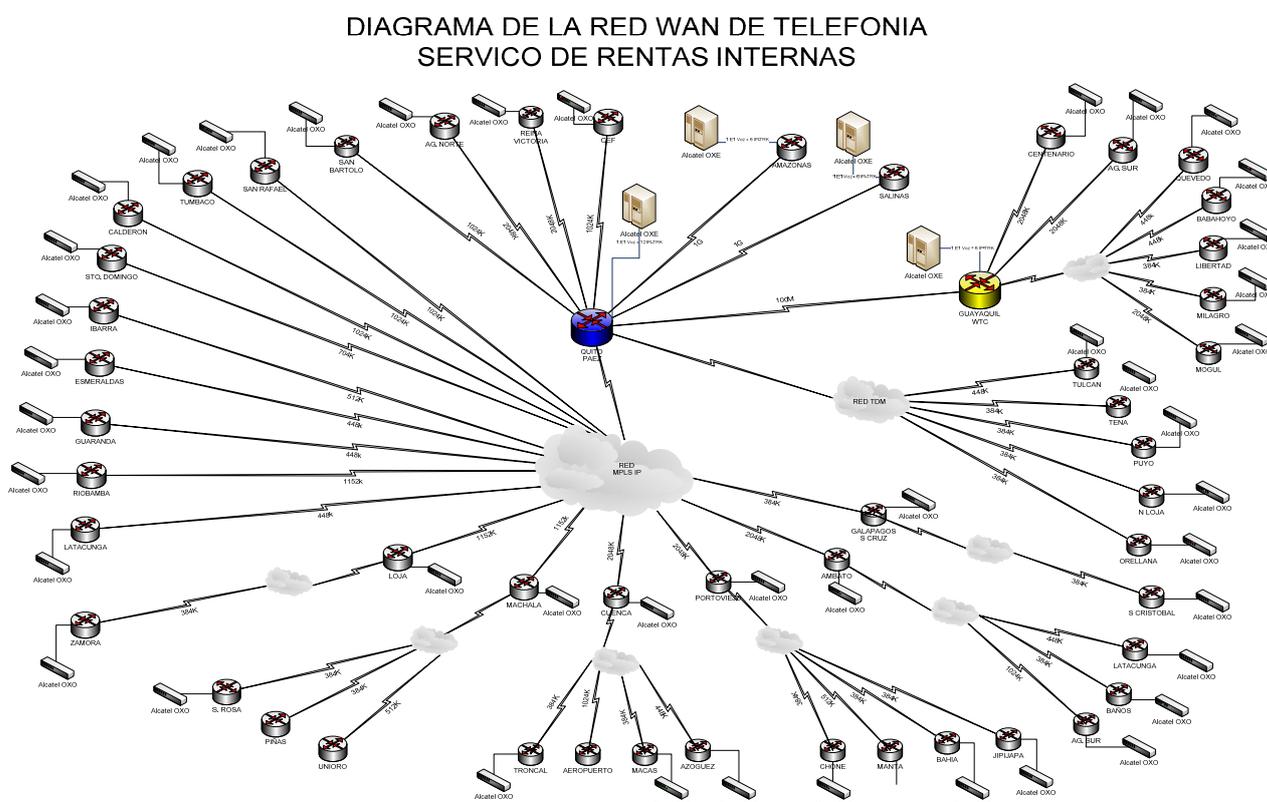


Figura. III.01. Diagrama de la red WAN del SRI

En el edificio del World Trade Center en la ciudad de Guayaquil, se dispone de una central telefónica marca ALCATEL modelo OXE, que tiene un procesador central y fuente de poder duplicado, lo que le da gran confiabilidad, adicionalmente dispone suficiente capacidad de crecimiento, como para instalar líneas telefónicas análogas o E1 y extensiones para agentes.

El Servicio de Rentas Internas ha decidido utilizar el equipo indicado anteriormente como base para las comunicaciones telefónicas del Centro de Atención Telefónica, debido a que por este medio se puede comunicar con todas las extensiones internas del edificio del WTC y con otras agencias en todo el país.

3.6 TRAFICO ESPERADO

3.6.1 Llamadas entrantes.

De los datos registrados en el capítulo anterior se estima que si existe un promedio de 20.653 visitas de contribuyentes mensuales que solicitan información en la ciudad de Quito, a nivel nacional existirá aproximadamente un 70% adicional, esto es 14.457, de estas se espera que el 30% de sus consultas puedan ser absueltas telefónicamente mediante la implementación del CAT.

Visitas mensuales promedio (Quito)	= 20.653	
Visitas mensuales promedio (nacional)	= 20.653 x 1,7	= 35.110
Consultas telefónicas (nacional)	= 35.110 x 30%	= 10.533

De los datos estadísticos analizados en el capítulo anterior se deduce que si bien en la distribución mensual de llamadas existen meses de tráfico pico y otros en los que disminuye la afluencia de llamadas al 60%, el promedio anual de llamadas es un dato válido a considerar en el dimensionamiento del CAT.

De las 161.000 llamadas mensuales promedio registradas en la ciudad de Quito, se estima que en todo el país se reciban un 70% adicional, o sea 273.700, 25% son relacionadas a solicitudes de información, de las cuales un 40% de sus solicitudes de información podrán ser atendidas por el CAT.

Llamadas mensuales promedio (Quito)	= 161.000	
Llamadas mensuales promedio (nacional)	= 273.700	
Llamadas mensuales información	= 273.700 x 25%	= 68.425
Llamadas mensuales información que pueden ser atendidas por el CAT	= 68.525 x 40%	= 27.370
Llamadas telefónicas total mensual	= 10.533 + 27.370	= 37.903

Debido a que el SRI amplía su cobertura e inscripción de Contribuyentes a una tasa de crecimiento del 8% anual, el dimensionamiento se realizará considerando un crecimiento para un año:

Llamadas telefónicas total mensual	= 37.903 x 1.08	= 40.935
------------------------------------	-----------------	-----------------

Sin embargo, la infraestructura física y tecnológica deberá poder soportar una ampliación de hasta el doble de su capacidad inicial, o sea a 82.000 llamadas mensuales.

La distribución de llamadas durante los días de la semana es bastante regular, por lo que las 40.935 llamadas esperadas durante el mes, se espera un promedio de llamadas por los 21 días laborables promedio de cada mes:

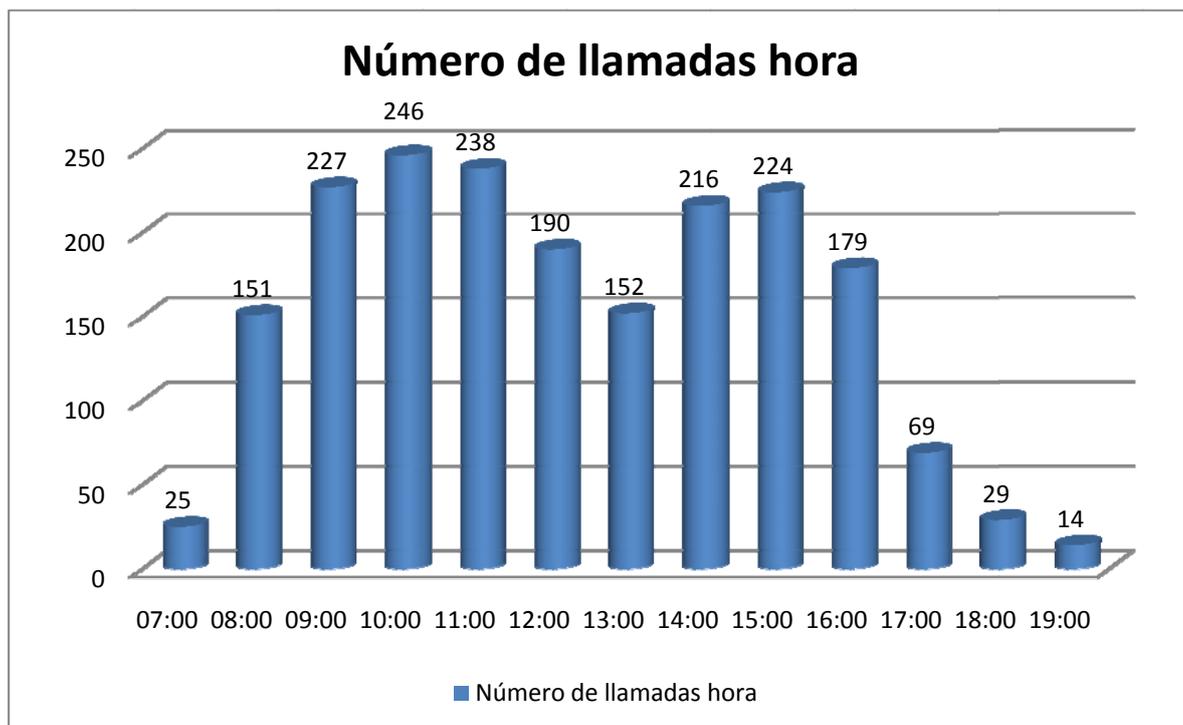
Llamadas por día laborable	= 41.000 / 21	= 1.959
----------------------------	---------------	---------

Aplicando la curva de distribución de llamadas indicada en la Tabla. II.14., la distribución de las 1.959 llamadas día será la siguiente:

Hora laborable del día	Número de llamadas hora
07:00	25
08:00	151
09:00	227
10:00	246
11:00	238
12:00	190
13:00	152
14:00	216
15:00	224
16:00	179
17:00	69
18:00	29
19:00	14

Tabla. III.01. Distribución de llamadas por hora

Figura. III.02. Distribución de llamadas entrantes por hora



En la figura anterior se puede observar que en la hora pico de 10h00 a 11h00, el tráfico de llamadas entrantes es de 246 llamadas.

De las estadísticas, igualmente se determina que el tiempo promedio de cada llamada es de 2 minutos 44 segundos, si a este dato se le adiciona 30 segundos de *wrap up time* y se incrementa un 15% debido al factor de adherencia al turno, se obtiene un valor de 220 segundos.

3.6.2 Llamadas salientes.

Debido a que no se disponen de datos históricos sobre el tráfico de llamadas salientes, se realizará una estimación basada en la cantidad de contribuyentes que se estima se tendrá que contactar diariamente para las aplicaciones indicadas anteriormente, así:

En la campaña de denuncias se estima realizar 5 llamadas diarias a través de agentes. En la campaña de cobranza persuasiva se requiere realizar aproximadamente 400 llamadas diarias con una duración de 5 minutos cada una, que incluye el *wrap up time*.

En la campaña de cobranzas masiva a efectuarse a través del IVR, se requiere realizar 2.400 llamadas diarias con una duración aproximada de 40 segundos cada una, más 20 segundos que es el tiempo estimado necesario para establecer la llamada, da un resultado de 60 segundos.

3.6.3 Resumen de necesidades

A continuación se puede observar un resumen de los servicios que debe prestar el Centro de Atención Telefónica y los detalles de cantidad promedio de llamadas, la duración promedio de la llamada, en segundos, que incluye el *wrap up time* y el período de observación, en segundos, estos datos serán de utilidad en el próximo capítulo realizar el dimensionamiento de recursos del CAT.

Descripción	Número de llamadas	Duración (s)	Período (s)
Llamadas entrantes	1.959	220	43.200
Llamadas entrantes en BHT	246	220	3.600
Llamadas salientes agente	400	300	32.400
Llamadas salientes IVR	2.400	60	32.400

Tabla. III.02. Resumen de tráfico

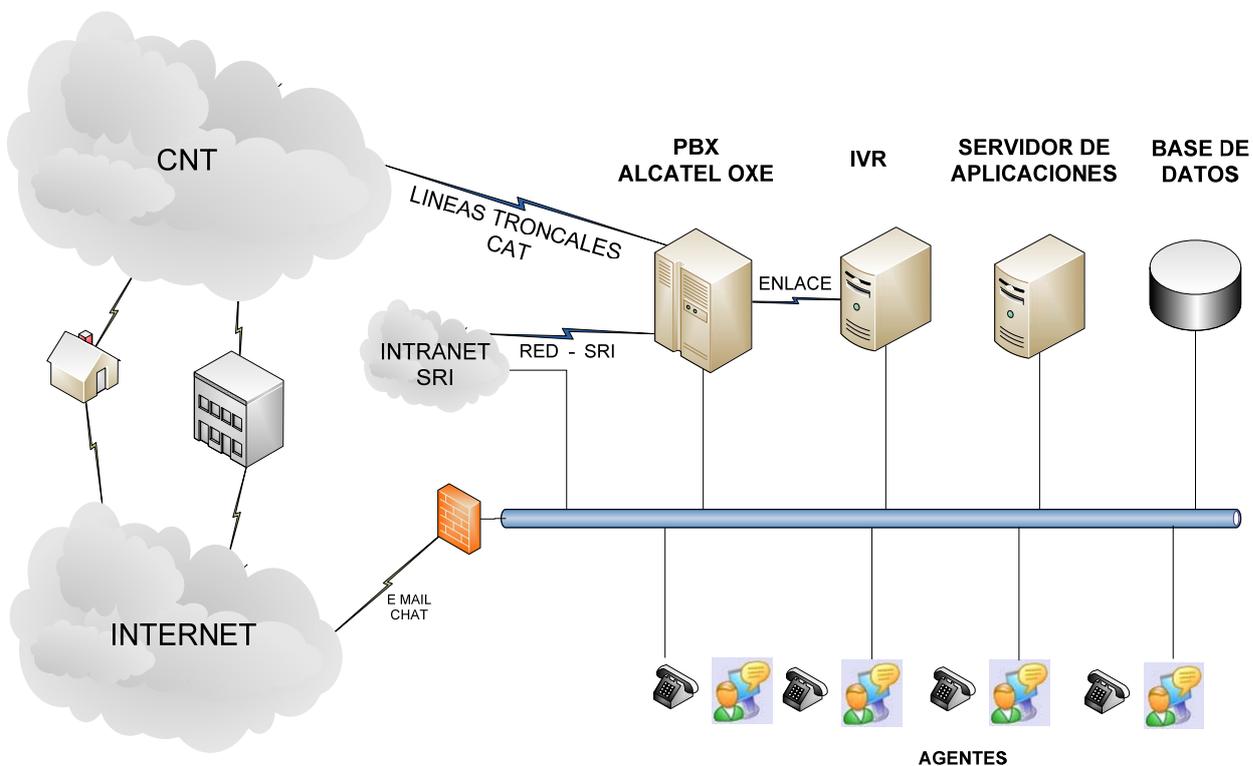
CAPITULO IV

DISEÑO

4.1 ARQUITECTURA

Como se indicó en el capítulo anterior la base del Centro de Atención Telefónica del Servicio de Rentas Internas, será el equipo telefónico existente en el edificio del WTC en la ciudad de Guayaquil, bajo esta premisa se plantea la arquitectura que se indica en el siguiente gráfico:

Figura. IV.01. Diagrama de la Arquitectura del CAT



El dimensionamiento de los servicios indicados, como cantidad de líneas telefónicas, puertos de enlace entre la PBX y el IVR, cantidad de agentes, etc., son materia de un análisis profundo que se realizará más adelante.

La arquitectura indicada plantea que los usuarios del Centro de Atención Telefónica marcando el número 1700 SRI SRI (774 774), accedan a través de la red del operador público, directamente al IVR (a través de la PBX), en donde podrá interactuar con todas sus opciones, en el caso de requerir por un agente el IVR ordenará a la PBX transfiera la llamada a éste y libera los costosos puertos del IVR, este enlace también servirá para que desde cualquier extensión de la intranet del Servicio de Rentas Internas, se pueda acceder a los servicios del Centro de Atención Telefónica.

Cabe anotar que las aplicaciones informáticas que disponen los agentes, también estarán disponibles para cualquier funcionario autorizado del Servicio de Rentas Internas, desde cualquier parte de la intranet.

Los usuarios por medio de internet, también podrán acceder al Centro de Atención Telefónica, mediante correo electrónico o chat, el acceso está protegido por un firewall.

4.2 MODELO MATEMATICO

El tráfico, sea de vehículos, de clientes en la fila de un banco o llamadas telefónicas, comparten características similares, el tráfico puede ser muy denso, se mueve lentamente, puede detenerse y esperar, o puede ser ligero y sin retrasos. Carreteras, casetas de peaje, líneas de teléfono y cajeros de los bancos puede ser subutilizados, causando costosos tiempos de inactividad, o con sobrecarga, lo que genera retrasos y la prestación de un servicio deficiente. Se debe determinar el número correcto de los recursos (cabinas de peaje, cajeros de bancos, agentes y líneas telefónicas) para proporcionar servicios adecuados a costos razonables [25] [26].

Modelos matemáticos analizan los patrones de tráfico y determinan los recursos necesarios para manejar ese tráfico. Estos modelos se originan en la industria telefónica, y muchas de las teorías en uso hoy en día fueron desarrolladas por el matemático danés Agner Krarup Erlang, a inicios del siglo XX.

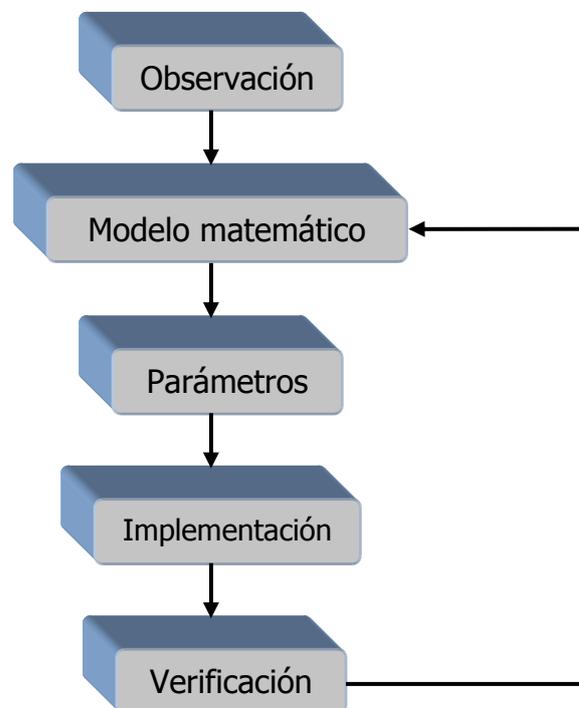
El correcto dimensionamiento de recursos de un centro de llamadas es un paso crítico, ya que de los resultados de este estudio depende el éxito o no de su operación; si se subestiman los recursos se obtendrá un sistema que no podrá atender a todos los usuarios y en lugar de ser un apoyo a la organización será un lastre y una fuente de reclamos y descontento, tanto de los usuarios como de las autoridades de la institución; por otro lado, una sobre estimación de capacidades significará un derroche de recursos y en el peor de los casos puede hacer económicamente inviable el proyecto desde su etapa de planificación.

Las técnicas de ingeniería de tráfico, usan modelos matemáticos para dimensionar los recursos de un sistema telefónico en general y de un centro de llamadas en particular, como por ejemplo:

- Cantidad de líneas troncales requeridas para una PBX o un conmutador.
- Número necesario de circuitos receptores o generadores de DTMF.
- Circuitos necesarios para multiconferencias.
- La capacidad de tráfico de un PBX.
- Capacidad de distribuidor automático de llamadas (ACD).
- Capacidad de equipos como IVR
- Dotación de personal y niveles de servicio.

El dimensionamiento de estos recursos es un proceso continuo, que requiere regularmente una evaluación y re-cálculo, para adaptarse a circunstancias que normalmente varían en el tiempo, este dimensionamiento se basa en datos estimados o reales que sirven como insumo de modelos matemáticos teóricos, de los cuales se obtienen parámetros que deben aplicarse en la implementación del sistema, posteriormente con el sistema en funcionamiento se deben realizar mediciones y sus resultados comparados con los del modelo matemático, de esta manera comprobar su exactitud y si es necesario realizar un ajuste.

Figura. IV.02. Diagrama de flujo del proceso de dimensionamiento



4.2.1 Colas de espera

Los sistemas de colas de espera son procesos en los cuales los usuarios van llegando, esperan su turno para ser atendidos, reciben el servicio y luego se retiran. Ejemplos de sistemas de colas de espera se observan en las cajas de los supermercados, en las boleterías de un estadio, en las salas de espera de un consultorio médico, en los centros de atención de llamadas, etc.

Existen factores determinantes que influyen en un mayor o menor grado a la tolerancia a la espera en una cola, entre otras se puede citar a los siguientes:

- Motivo de la llamada
- Disponibilidad de alternativas
- Nivel de servicio de la competencia
- Tiempo disponible
- Quién paga la llamada?

En el caso del Centro de Atención Telefónica del Servicio de Rentas Internas, ninguno de los factores lo favorece, ya que en un gran porcentaje las llamadas serán por motivos de suma importancia para el usuario, no existen otras fuentes fidedignas de información, en muchas ocasiones se estará en los límites de plazo para el cumplimiento de obligaciones, en otros ya con los plazos vencidos; y al utilizar una línea 1 700 el costo de la llamada será compartido por el SRI y por el llamante. Por esta razón es de suma importancia que el tiempo de espera del usuario sea el mínimo posible.

El permanecer en una cola de espera trae como consecuencia diferentes reacciones del usuario, conforme pasa el tiempo desde que llega, espera y es atendido, dependiendo si es una cola visible o invisible, las reacciones son totalmente diferentes, lo que se grafica a continuación:

- Fila visible, en un banco, supermercado, estadio: 😊😞😞😞😊

- Fila invisible, en un centro de llamadas: 😊😞😞😞😞

En el caso de las filas invisibles, conforme pasa el tiempo de espera, el malestar en el usuario aumenta, por lo que al llegar la llamada al agente, generalmente el usuario estará disgustado.

Los sistemas de colas de espera pueden definirse en función de las siguientes variables [27] [28]:

- La densidad de probabilidad del tiempo entre llegadas
- La densidad de probabilidad del tiempo de servicio.
- El número de servidores.
- La disciplina de ordenamiento en las colas.
- El tamaño máximo de las colas.

La densidad de probabilidad del tiempo entre llegadas describe el intervalo de tiempo entre llegadas consecutivas. Podemos pensar en una persona observando la llegada de los clientes, a cada llegada, registra el tiempo transcurrido desde que ocurrió la llegada previa. Después de que hubiese transcurrido un tiempo suficientemente largo de estar registrando las muestras, la listas de números podría clasificarse y agruparse: es decir, tantos tiempos entre llegadas de 0.1 segundos, tantos de 0.2 segundos, etc. Esta densidad de probabilidad caracteriza el proceso de llegadas.

Cada usuario requiere de cierta cantidad de tiempo para ser atendido por el agente. El tiempo de servicio requerido varía entre un usuario y otro (por ejemplo, un cliente puede llegar con un carro lleno de artículos que colme la caja, y el siguiente puede traer únicamente un artículo).

Sobre el número de servidores para atender una cola existen dos posibilidades: muchos bancos, por ejemplo, tienen una sola cola para todos sus clientes y, cada vez que un cajero se libera, el cliente que se encuentra al inicio de la cola se dirige a dicha caja; a este sistema se le denomina sistema de cola multiservidor. En los supermercados, cada caja, tiene su propia cola particular. En este caso tendremos un conjunto de colas independientes de un solo servidor, y no un sistema multiservidor.

La disciplina de ordenamiento de una cola describe el orden según el cual los usuarios van siendo tomados de la cola de espera. Los supermercados utilizan el método del primero en llegar es el primero en ser servido. En las salas de urgencia de los hospitales se utiliza, más a menudo, el criterio de que es atendido primero el que esté más grave, no el primero en llegar es el primero en ser atendido. En un entorno de cordialidad, ante una fotocopiadora, se despacha primero al que tenga menor trabajo.

No todos los sistemas de colas de espera poseen una capacidad infinita de recepción de usuarios. Cuando demasiados usuarios quieren hacer cola y sólo existe un número limitado de lugares en cola de espera, algunos de estos usuarios se pierden o son rechazados.

Se debe tomar en cuenta que se pueden considerar sistemas con un número infinito de usuarios, la cantidad de usuarios es mucho mayor a la cantidad de servidores, es decir, la existencia de una larga cola no reduce la población de usuarios de forma que se reduzca la velocidad de llegadas; o, un modelo de un sistema donde existe un número finito de usuarios, si la mitad de ellos ya están en la cola, la velocidad de entrada de nuevos usuarios se reducirá significativamente.

Como en cualquier lugar en el que confluye una cierta cantidad de usuarios que demandan por un servicio, en un centro de contactos, se formará una cola en la que deben esperar los usuarios antes de ser atendidos.

Cuando llega una llamada a un grupo de servidores, y uno está disponible, la llamada es procesada. Cuando todos los servidores están ocupados, el usuario que llama tiene varias alternativas:

- Recibir una señal de ocupado solicitando a la persona que cuelgue la llamada e intente mas tarde;
- La llamada se transfiera automáticamente a otro grupo de servidores;
- La llamada se quede en cola en una instalación de espera hasta que un servidor éste disponible ;
- Se encole por un intervalo de tiempo aceptable y luego se desconecte si no es atendido;

4.3 FORMULAS

A continuación se detallan los diferentes modelos matemáticos que se usan comúnmente en el cálculo del tráfico telefónico, estos modelos generalmente asumen:

- Los usuarios que llaman a un grupo de líneas lo hacen al azar, eso significa que cada llamada es independiente y no tiene ninguna relación con las demás.
- El número medio de solicitudes de servicio por unidad de tiempo de todas las fuentes es constante.
- Las solicitudes de servicio llegan a intervalos que siguen una distribución de Poisson.

- El tiempo requerido para atender una solicitud se distribuye de forma exponencial y es independiente de la tasa de llegada.
- El servicio es proporcionado en un ordenamiento FIFO, el primero en entrar a la cola es el primero en ser atendido.

4.3.1 ¿Cuántas y cómo llegan las llamadas a un centro de contactos?

Un enfoque errado para calcular el número de agentes necesarios en un centro de llamadas, es dividir el número de llamadas que se tiene previsto llegarán en una hora por la duración media de las llamadas. Por ejemplo, si llegan 100 llamadas en una hora, y cada llamada tiene, en promedio 15 minutos, cada agente podría atender 4 llamadas por hora. Por lo tanto, 25 agentes y 25 líneas de teléfono deberían ser capaces de atender la carga de llamadas previsto.

El error de esta lógica es que los usuarios no llegan de una manera ordenada uno tras otro. Al igual que los clientes a un banco, las llamadas telefónicas llegan en momentos aleatorios e independientes uno del otro. La tasa promedio de llegadas en el ejemplo anterior es de 15 minutos, pero la hora de llegada efectiva se distribuye al azar: algunas llamadas llegan al mismo tiempo, algunas llegan mientras otras llamadas están siendo atendidas, y durante ciertos períodos del día no llegará ninguna llamada. La probabilidad de llegada de llamadas se aproxima a un proceso de Poisson.

Este tipo de distribución conocida como distribución estadística de Poisson, fue desarrollado por el matemático francés Siméon Denis Poisson (1781-1840), se emplea para describir varios procesos, entre otros la distribución de las llamadas telefónicas que llagan a un centro de llamadas, la demanda de servicios en un hospital por parte de los pacientes o los arribos de automóviles a un peaje. Los ejemplos citados tienen un elemento en común, pueden ser descritos por una variable aleatoria discreta que asume valores enteros (0,1,2,3,4,5 y así sucesivamente) [6] [28].

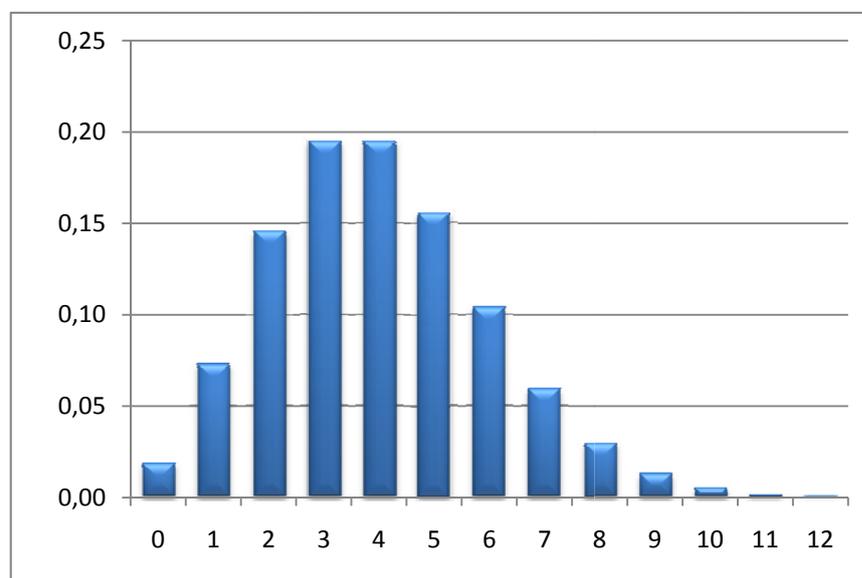
La distribución de Poisson enuncia que para eventos que no se superponen, que llegan a una tasa promedio λ , la probabilidad de que k llegue en un tiempo t está determinada por la siguiente ecuación.

Donde:

$P(k)$	=	Probabilidad de arribos
$E(n)$	=	Tasa promedio de arribo
t	=	Tiempo promedio de espera
e	=	2.71828
λ	=	$E(n) * t$: tasa de llegada por unidad de tiempo

Esta fórmula permite calcular la probabilidad de tener n llegadas, durante un intervalo de tiempo, a continuación se muestra la forma típica de la distribución de Poisson.

Figura. IV.01. Distribución de Poisson

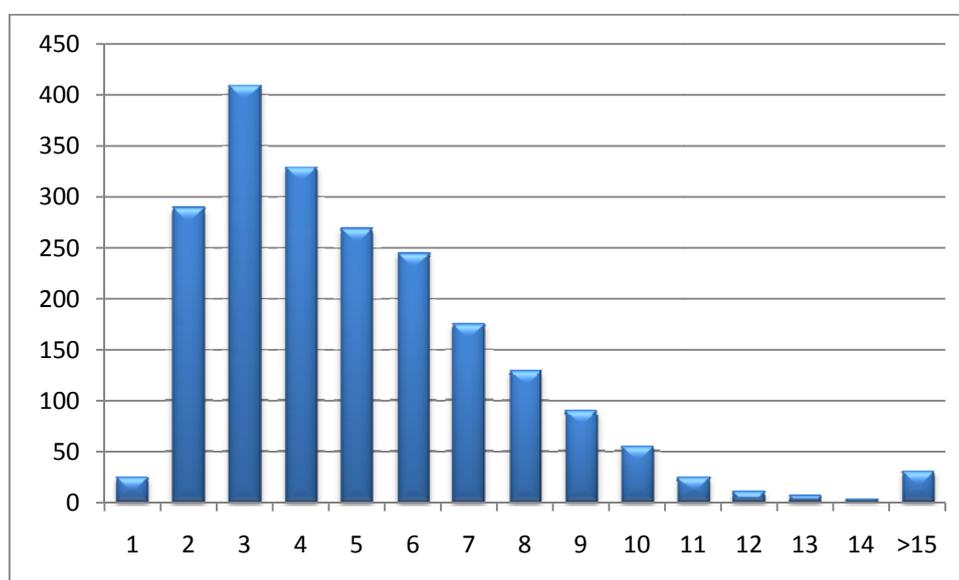


Una distribución de probabilidad de Poisson es una campana sesgada a la derecha, con el pico de la curva antes del tiempo promedio de llegada. Esto significa que más llamadas llegan durante un período que es más corto que la

longitud media de las llamadas, y pocos se toman mucho más tiempo que el promedio de tiempo en llegar.

La duración de las llamadas de voz, tienen típicamente un patrón de distribución exponencial. Por lo general las llamadas son más cortas que la media, en lugar que más que la media. La siguiente figura muestra un ejemplo de esta distribución, en el eje de las “x”, se muestra la duración de las llamadas y en el eje de las “y” la cantidad de llamadas.

Figura. IV.02. Distribución de duración de las llamadas



El tipo de estrategia para manejar una llamada cuando todos los servidores están ocupados es determinante para escoger uno u otro modelo matemático para realizar el dimensionamiento del sistema.

Las fórmulas que se explican mas adelante, cubren todas las situaciones de las llamadas, cuando el servidor está ocupado, y son puestas en espera o bloqueadas. Cabe anotar que el desarrollo de cada una de las fórmulas no se contempla en el alcance de este trabajo.

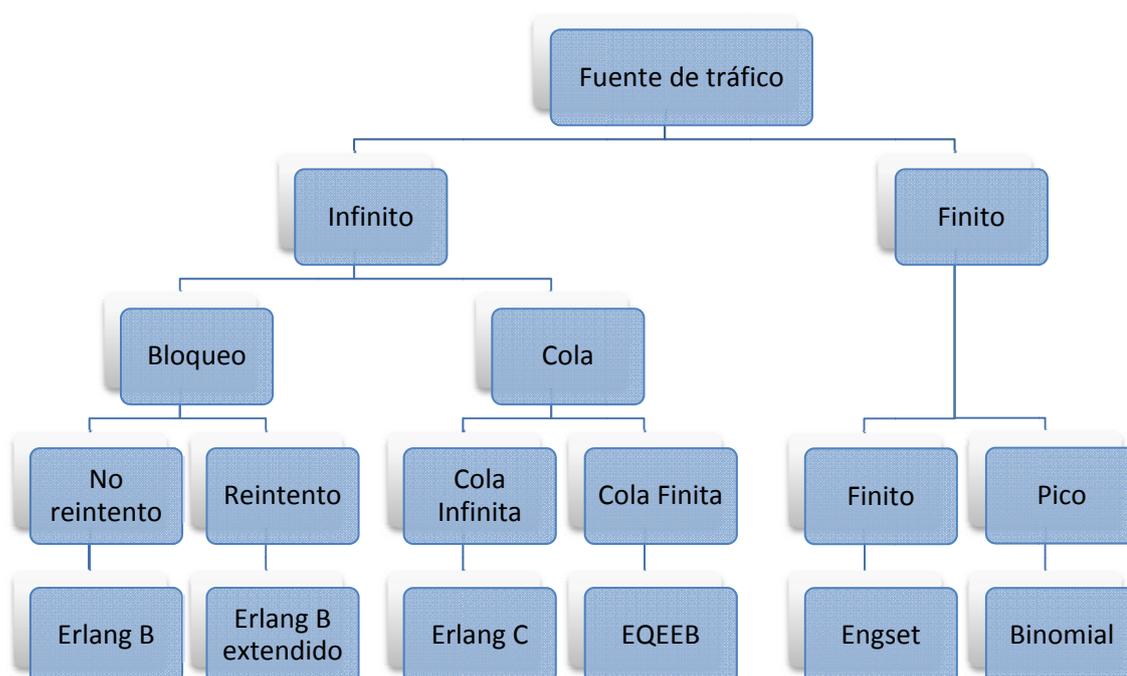
Las fórmulas calculan la probabilidad de que todos los servidores estén ocupados. La validez de la fórmula, tiene relación directa con la exactitud de los datos de entrada, y la precisión de los datos asumidos.

Los factores que influyen en la selección de la fórmula que mejor se aplica a una situación dada, son: la cantidad de fuentes de tráfico (finito o infinito), la distribución de la duración total de la llamada (constante o exponencial) y la estrategia cuando todos los servidores están ocupados (bloqueado o en espera). La siguiente figura muestra un árbol de decisión básico, tomado de [6], para escoger el tipo de fórmula a utilizar.

Los tres tipos de fórmula más utilizados son:

- Fórmulas de bloqueo que asumen fuentes infinitas,
- Fórmulas de bloqueo que asumen fuentes finitas, y
- Fórmulas de retardo.

Figura. IV.03. Diagrama para elección de modelo matemático



4.3.2 Fórmulas de Bloqueo - Fuentes Infinitas

Hay dos fórmulas en este grupo; Erlang B y Erlang B extendido (EEB), que se utilizan principalmente para calcular las cantidades de líneas en equipos de telecomunicaciones tales como PBX.

Las suposiciones compartidas son:

- Fuentes infinitas, el número de fuentes es mucho mayor que el número de servidores disponibles para atenderlas. En general, la fórmula da resultados aceptables si el número de fuentes es de al menos 10 veces el número total de los servidores.
- Distribución de la duración de la llamada constante o exponencial.
- Los usuarios que llaman a un grupo de líneas lo hacen al azar, eso significa que cada llamada es independiente y no tiene ninguna relación con las demás. Esta fórmula no funciona si las llamadas han sido originadas como respuesta a un acontecimiento fuera de lo común, como llamar a un servicio de reparaciones en caso de un corte de energía eléctrica, las calamidades naturales, etc.
- Peticiones del cliente se bloquean sólo cuando no hay recursos disponibles para atenderlas.
- Las llamadas perdidas son bloqueadas (las llamadas reciben una señal de ocupado) cuando un usuario no puede ser atendido, la solicitud de recursos es simplemente rechazada. No se la ingresa a una cola de espera.
- Los recursos se destinan exclusivamente a un usuario durante el período de atención. El recurso no puede ser compartido con otros usuarios.

Las fórmulas difieren respecto a lo que pasa con las llamadas bloqueadas, aunque para buenos niveles de servicio (es decir, una probabilidad inferior al 5% de estar bloqueado), la diferencia en los resultados es pequeña.

A continuación se detalla cada fórmula y su aplicación mas frecuente [29] [30] [31]:

4.3.2.1 Erlang B. Esta fórmula es recomendada para su uso por la UIT-T en la Recomendación E.520, se utiliza principalmente para determinar número de troncales en PBX, si todas las troncales están ocupadas, la llamada desborda a otro grupo, o es rechazada y no existe un reintento.

Erlang B calcula la probabilidad de bloqueo, (probabilidad de llamadas pérdidas debido a que todos los servidores están ocupados) para una carga de tráfico **A** y un número de servidores **N**.

$P_b(A,N)$ es la probabilidad de que una fuente que llama recibirá una señal de ocupado con una carga de tráfico de **A** Erlangs y **N** troncales.

La fórmula de Erlang B es:

$$P_b(N, A) = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{X=0}^N \frac{A^X}{X!}}$$

Donde: A = Tráfico ofrecido
 N = Número de servidores (líneas)
 Pb = Probabilidad de bloqueo

Supuestos:

- Llegadas de Poisson (tráfico aleatorio).
- La duración de la llamada son de longitud fija o son distribuidos de manera exponencial.
- Las llamadas bloqueadas se eliminan.

La aplicación de esta formula se la puede realizar utilizando una hoja electrónica, como Excel, para lo cual se usa la función de Distribución de Poisson, la cual forma parte del repertorio de funciones de cualquier hoja de cálculo [32].

Los detalles de la función de Poisson y como se la usa son explicadas mas adelante, conjuntamente con detalladas instrucciones para elaborar la hoja de cálculo en Excel.

- a) **La función de Poisson**, está función es parte del repertorio de funciones Excel y está definida así:

Poisson(x;media;acumulado)

Si:

$$Poisson(N; A; 0) = \frac{A^N e^{-A}}{N!}$$

o,

$$Poisson(N; A; 1) = \sum_{k=0}^N \frac{A^k e^{-A}}{k!}$$

b) La función de Erlang B utilizando la función de Poisson, la definición de Erlang B es:

$$Pb(N, A) = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{X=0}^N \frac{A^X}{X!}}$$

Multiplicando el numerador y denominador por:

$$e^{-A}$$

El resultado es:

$$Pb(N, A) = \frac{e^{-A} \frac{A^N}{N!}}{e^{-A} \sum_{X=0}^{N-1} \frac{A^X}{X!}}$$

Esta fórmula puede ser reescrita usando la función de Poisson de Excel, así:

$$Pb(N, A) = \frac{Poisson(N, A, 0)}{Poisson(N, A, 1)}$$

c) Hoja de cálculo, a continuación se detalla la plantilla de hoja de cálculo, para calcular Erlang B y los otros datos:

- Celda F5: el número de llamadas en el intervalo

- Celda F6: el intervalo en segundos, se podrá usar horas, media hora, o cualquier intervalo de tiempo.
- Celda F7: la duración promedio de la llamada en segundos
- Celda F8: el tiempo de respuesta deseado, para el nivel de servicio dado.
- Columna B: el número de agentes, representado por N en la fórmula.

d) Valores intermedios:

- Celda F12: La intensidad de tráfico, representado por A en la fórmula, en la hoja de cálculo es igual a $+(F5/F6)*F7$
- Columna C: es el grado de ocupación de los agentes es A/N , en la hoja de cálculo es $+F\$12/Bn$.
- Columna D: la función de Erlang B, en la hoja de cálculo es: $Poisson(Bn;F\$12;0)/Poisson(Bn;F\$12;1)$
- Columna E: el nivel de servicio, representado como probabilidad, $+1-Dn*Exp(-(B-F\$12)*F\$8/F\$7)$

e) Resultados:

- Columna F: el grado de ocupación de los agentes, expresado como porcentaje. $+Cn*100$
- Columna G: El porcentaje de llamadas que son contestadas inmediatamente. La función Erlang C, calculada en la columna D, es

la probabilidad de que una llamada tenga que esperar, por lo que el porcentaje de llamadas que serían contestadas inmediatamente es:
 $+ (1-Dn)*100$

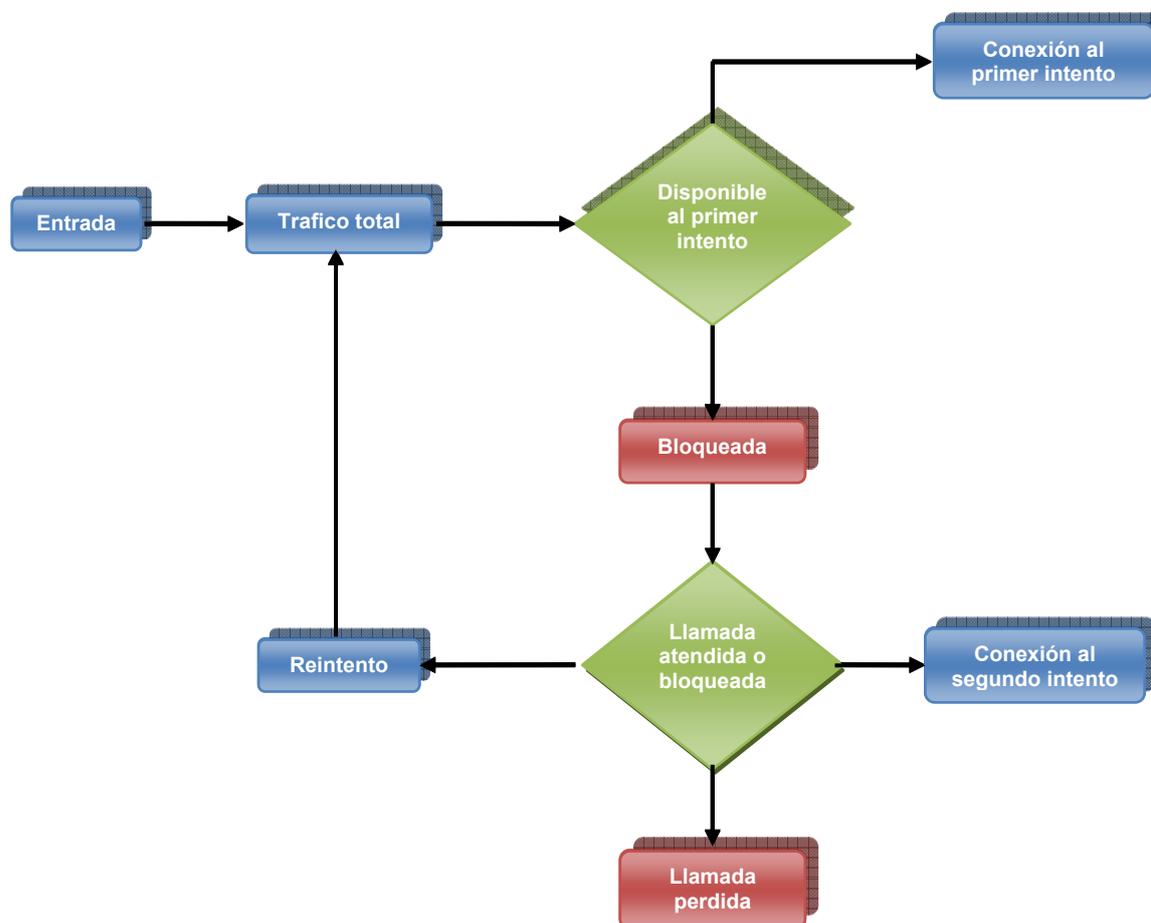
- Columna H: el nivel de servicio, o el porcentaje de llamadas contestadas dentro de tiempo de respuesta deseado, $+En*100$
- Columna I: el tiempo promedio de espera ASA, $+Dn*F\$7/Bn*(1-Cn)$, el resultado es en segundos.

Mediante el empleo de esta hoja de cálculo es muy fácil determinar la cantidad de líneas necesarias para cumplir los niveles de servicio deseados.

4.3.2.2 Erlang B Extendido EEB. La fórmula de EEB presenta una mejora a la exactitud de Erlang B, asume que un porcentaje de usuarios que llaman, al recibir una señal de ocupado intentan nuevamente. Fue desarrollado a mediados de la década de 1970 por James Jewitt y Jacqueline Shrago (directores de Telco Research Corporation) después de una considerable investigación compararon diversas técnicas disponibles con datos reales de los usuarios y de los modelos de simulación.

De las fórmulas utilizadas para calcular la cantidad de líneas cuando las llamadas se bloquean, EEB es generalmente el más preciso para una amplia gama de configuraciones. Se basa en la premisa de que en la mayoría de situaciones, al oír una señal de ocupado, los usuarios que llaman inmediatamente van a intentarlo de nuevo. Este comportamiento incrementa el tráfico. Así, a medida que aumenta el porcentaje de bloqueo, también lo hace el tráfico ofrecido, así como el tráfico procesado. Para calcular la probabilidad de bloqueo usando EEB, se necesita el total de *Erlangs* ofrecidos, el número de líneas, y el porcentaje de llamadas bloqueadas que podrían intentar de nuevo (0 a 100 por ciento). A continuación se presenta un diagrama de flujo de la lógica de EEB [6].

Figura. IV.04. Diagrama de flujo de la lógica de EEB.



EEB, mas que una fórmula, es un cálculo iterativo que añade un parámetro extra, el factor de rellamada, que define el porcentaje de reintentos, sobre la cantidad de llamadas bloqueadas, este factor dependerá del tipo de servicio ofrecido, un valor razonable puede ser 50%, sin embargo existen casos en los que por cada llamada bloqueada casi todos volverán a intentar, por ejemplo, llamar para consultar el estado de un trámite de reembolso de impuestos, o devolución de un equipo por un reclamo por garantía, en estos casos se debe asumir valores cercanos al 100% de re-llamada.

De acuerdo al diagrama anterior, para utilizar la fórmula EEB hay que realizar los siguientes pasos:

- a) Calcular la probabilidad de bloqueo **Pb**, utilizando Erlang B.

$$Pb(A, N) = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{X=0}^N \frac{A^X}{X!}}$$

- b) Calcular la cantidad probable de llamadas bloqueadas:

$$Be = Pb * A$$

- c) Calcular el número de rellamadas, **Rf** es el factor de rellamadas de 1 a 100%:

$$R = Be * Rf$$

- d) Calcular el nuevo tráfico, donde A_0 es el nivel de tráfico inicial:

$$A_{i+1} = A_0 + R$$

- e) Regresar al paso a) y realizar iteraciones hasta que se obtenga un valor estable de **A**.

4.3.3 Fórmulas de Retardo - Fuentes Infinitas

Erlang C y Erlang B Extendido Equivalente de Cola (EQEEB) son dos fórmulas de retardo para fuentes infinitas. Las fórmulas de retardo se aplican cuando todos los servidores están ocupados y el usuario que llama espera en una cola hasta que un servidor esté disponible. En estos casos, el tiempo de espera es un factor más importante que la probabilidad de ser bloqueado porque todos los recursos están ocupados.

Erlang C y EQEEB son normalmente usados para:

- Determinar los niveles de dotación de personal de un centro de contactos

- Determinar los niveles de dotación de personal para puestos de operador de PBX
- Determinar las cantidades de líneas en un PBX en un contact center.

Los supuestos comunes para estas fórmulas son los siguientes:

- Es un proceso de llegada de Poisson
- Distribución de la duración de la llamada exponencial
- Fuentes infinitas
- Una cola FIFO
- Una cola de servidor único, en el que las llamadas se dirigen al primer servidor disponible.

4.3.3.1 Erlang C. Asume que las llamadas bloqueadas son enviadas a una cola indefinidamente, hasta que un servidor esté disponible, comunmente es usada para dimensionar recursos para atender llamadas entrantes en un centro de contactos, este modelo no funciona en situaciones de sobrecarga, como por ejemplo llamadas motivadas por una campaña publicitaria o desastres naturales.

A diferencia del modelo Erlang B, en la que el bloqueó de peticiones de servicio se consideran perdidas, en el modelo Erlang C, peticiones que no pueden ser satisfechas de inmediato se retardan hasta que un servidor está disponible.

La fórmula de Erlang C se presenta en dos formas: la primera, una fórmula tradicional; y otra como una serie de ecuaciones que proporcionan una gran variedad de información útil.

La visión tradicional de Erlang C es la siguiente fórmula:

$$P_c(A, N) = \frac{\frac{A^N * N}{N! (N - A)}}{\sum_{X=0}^{N-1} \frac{A^X}{X!} + \frac{A^N * N}{N! (N - A)}}$$

$$D1 = P_c * \frac{H}{N - A}$$

$$D2 = \frac{H}{N - A}$$

$$P(> T) = P_c * e^{-(N-A)*T/H}$$

Donde:

- A = Tráfico ofrecido
- N = Número de servidores (líneas)
- Pc = Probabilidad de retardo
- D1 = Retardo promedio de todas las llamadas
- D2 = Retardo promedio de todas las llamadas
- H = Duración promedio de las llamadas
- P(>T) = Probabilidad de retardo mayor a T
- T = Tiempo

$P_c(N, A)$ es la probabilidad de que una solicitud de servicio tendrá que esperar si los **N** agentes se asignan para manejar un tráfico de **A** Erlangs.

Lo indicado anteriormente no ofrece tanta información como la serie de ecuaciones que se describen a continuación:

a) **La utilización del sistema.** El valor de **ρ** es el número mínimo de servidores necesarios.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

Donde: ρ = Utilización total del sistema
 λ = Tasa de llegada por unidad de tiempo
 μ = Tasa de servicio por unidad de tiempo es decir, el número de eventos que pueden ser manipulados en una unidad de tiempo

b) La probabilidad de que todos los servidores están inactivos.

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n! (1 - \rho/n)} \right]$$

Donde: ρ = Utilización total del sistema
 n = Número de servidores

c) La probabilidad de que todos los servidores están ocupados:

$$P_b = \left[\frac{\rho^n P_0}{n! (1 - \rho/n)} \right]$$

d) El número promedio de llamadas en la cola:

$$L_q = \frac{\rho P_b}{n - \rho}$$

- e) El número promedio de personas que llaman al sistema (esperando o atendidos)

$$L = Lq + \rho$$

- f) El tiempo promedio de espera en la cola:

$$Tq = \frac{Lq}{\lambda}$$

- g) El tiempo de flujo medio a través del sistema:

$$T = \frac{L}{\lambda}$$

Es la suma de los servicios y tiempos de espera.

- h) La probabilidad de una espera más larga que "t":

$$P(t) = Pb * e^{-(n\mu - \lambda)t}$$

- i) La probabilidad de K llamadas en cola:

$$Pk = Po * \frac{n\rho}{k!} \quad \text{si: } k \leq n$$

$$Pk = Po * \frac{\rho^k n^n}{n!} \quad \text{si: } k \leq n$$

Donde: Po = Probabilidad de que todos los servidores están ocupados

μ = Tasa de servicio por unidad de tiempo

n = Número de llamadas

λ = Tasa de llegada por unidad de tiempo

Generalmente la utilización de estas fórmulas representan una tarea larga y tediosa, sin embargo, en la actualidad existen un sinnúmero de calculadoras de tráfico en línea en Internet, adicionalmente a continuación se detalla una forma de realizar el cálculo utilizando una hoja electrónica.

La clave para realizar el cálculo de Erlang C en una hoja de cálculo, es usar la función de Distribución de Poisson. Los detalles de la función de Poisson y como se la usa son explicadas mas adelante, conjuntamente detalladas con instrucciones para elaborar la hoja de cálculo en Excel [32].

- a) **La función de Poisson**, está función es parte del repertorio de funciones Excel y está definida así:

Poisson(x;media;acumulado)

Si:

$$Poisson(N; A; 0) = \frac{A^N e^{-A}}{N!}$$

o,

$$Poisson(N; A; 1) = \sum_{k=0}^N \frac{A^k e^{-A}}{k!}$$

- b) **La función de Erlang C utilizando la función de Poisson**, la definición de Erlang C es:

$$Pc(N, A) = \frac{\frac{A^N * N}{N! (N - A)}}{\sum_{X=0}^{N-1} \frac{A^X}{X!} + \frac{A^N * N}{N! (N - A)}}$$

Multiplicando el numerador y denominador por:

$$\frac{N}{(N - A)} e^{-A}$$

El resultado es:

$$Pc(N, A) = \frac{e^{-A} \frac{A^N}{N!}}{(1 - A/N) e^{-A} \sum_{X=0}^{N-1} \frac{A^X}{X!} + e^{-A} \frac{A^N}{N!}}$$

Esta fórmula puede ser reescrita usando la función de Poisson de Excel, así:

$$Pc(N, A) = \frac{Poisson(N, A, 0)}{\left(1 - \frac{A}{N}\right) Poisson(N - 1, A, 1) + Poisson(N, A, 0)}$$

- c) **Cálculo del tiempo de espera ASA**, luego de calcular la función de Erlang C, la fórmula para el tiempo promedio de espera ASA, es:

$$ASA = \frac{Pc(N, A) T_s}{(N - A)}$$

- d) **Nivel de servicio**, se lo calcula utilizando la función EXP, la fórmula para calcular el nivel de servicio es la siguiente:

$$Prob (\text{tiempo de espera} \leq t) = 1 - Pc(N, A)e^{-\frac{(N-A)t}{T_s}}$$

- e) **Hoja de cálculo**, a continuación se detalla la plantilla de hoja de cálculo, para calcular Erlang C y los otros datos:

- f) **Datos de entrada:**

- Celda F5: el número de llamadas en el intervalo
- Celda F6: el intervalo en segundos, se podrá usar horas, media hora, o cualquier intervalo de tiempo.
- Celda F7: la duración promedio de la llamada en segundos
- Celda F8: el tiempo de respuesta deseado, para el nivel de servicio dado.
- Columna B: el número de agentes, representado por N en la fórmula.

g) Valores intermedios:

- Celda F12: La intensidad de tráfico, representado por A en la fórmula, en la hoja de cálculo es igual a $+(F5/F6)*F7$
- Columna C: es el grado de ocupación de los agentes es A/N , en la hoja de cálculo es $+F\$12/Bn$.
- Columna D: la función de Erlang C, en la hoja de cálculo es: $+Poisson(Bn;F\$12;0)/Poisson(Bn;F\$12;0)+(1-Cn)*Poisson(Bn-1;F\$12;1)$
- Columna E: el nivel de servicio, representado como probabilidad, $+1-Dn*Exp(-(B-F\$12)*F\$8/F\$7)$

h) Resultados:

- Columna F: el grado de ocupación de los agentes, expresado como porcentaje. $+Cn*100$
- Columna G: El porcentaje de llamadas que son contestadas inmediatamente. La función Erlang C, calculada en la columna D, es la probabilidad de que una llamada tenga que esperar, por lo que el porcentaje de llamadas que serían contestadas inmediatamente es: $+ (1-Dn)*100$
- Columna H: el nivel de servicio, o el porcentaje de llamadas contestadas dentro de tiempo de respuesta deseado, $+En*100$
- Columna I: el tiempo promedio de espera ASA, $+Dn*F\$7/Bn*(1-Cn)$, el resultado es en segundos.

Mediante el empleo de esta hoja de cálculo es muy fácil determinar la cantidad de recursos necesarios para cumplir los niveles de servicio deseados.

Método alternativo para cálculo de Erlang C. Existe un método muy rápido, de fácil aplicación y con un buen nivel de aproximación, para calcular la cantidad de agentes necesarios y está dada por la siguiente fórmula [33]:

$$N = A + \sqrt{A}$$

Donde: N = Número de agentes
 A = Tráfico en erlangs

Este enfoque funciona bien para todos los tamaños de centro de llamadas, sin embargo, como no tiene en cuenta la naturaleza aleatoria de las llegadas de las llamadas, ésta es sólo una aproximación y funciona mejor cuando la llegada es bastante uniforme y los requisitos de nivel de servicio no son muy rigurosos. Es posible la adición de una variable **K** que puede ayudar a ajustar los resultados a las características específicas y necesidades de cada centro de llamadas. Se la puede usar para aumentar el número de agentes en un centro de llamadas con elevados requisitos de nivel de servicio, o para disminuir si los niveles de servicio son relativamente bajos.

Esta fórmula útil para obtener una estimación rápida de las necesidades de personal, pero no proporciona ninguna información adicional sobre los niveles de servicio, tasa de abandono, la utilización y otros indicadores, para lo cual sigue siendo imprescindible el uso de las fórmulas del modelo de Erlang.

4.3.3.2 Erlang B Extendido Equivalente de Cola (EQEEB), es más un proceso que una fórmula, fue desarrollada por James Jewitt, de la Corporación Telco Research, asume que si todos los recursos están ocupados, las llamadas son puestas en una cola, pero únicamente por un período de tiempo predeterminado, luego de este la llamada es ruteada a otro recurso.

Debido a que Erlang C asume de una manera poco realista que las llamadas no salen de la cola, EQEEB es más exacta en situaciones de bajos niveles de servicio, para buenos niveles servicio, el error de esta suposición es pequeño, por lo que no se profundizará en este modelo.

4.3.4 Fórmulas de Bloqueo - Fuentes Finitas

Las fórmulas de fuentes finitas tienen menos aplicaciones que las fórmulas infinitas. Las fórmulas de Engset y las fórmulas binomiales y sus aplicaciones se presentan a continuación:

4.3.4.1 Engset: La fórmula Engset, llamado así por su desarrollador, Tore Olaus Engset (1865 – 1943), se utiliza para las fuentes finitas y cuando las llamadas bloqueadas son rechazadas [34].

La fórmula de Engset es similar a la Erlang B, sin embargo, tiene una diferencia importante: la ecuación Erlang supone una fuente infinita de llamadas, que cumplen la distribución de llegada de Poisson, mientras que Engset especifica un número finito de llamadas.

Cuando el número de fuentes es pequeño, es decir, la relación entre número de usuarios y servidores es menor que 8 a 1, por ejemplo, si la mitad de usuarios ya están ocupando un recurso, la velocidad de entrada de nuevos usuarios se reducirá significativamente, ya que cada usuario solo utilizará un recurso a la vez.

Este modelo se usa comúnmente para calcular los recursos necesarios en líneas troncales para campañas de llamadas salientes, ya que el número de usuarios, en este caso agentes, es conocido y limitado.

Aplicar la fórmula de Engset para obtener la probabilidad de congestión o boqueo, implica una recursividad y realizar varias iteraciones, así: se estima una probabilidad inicial P_{bo} que se aplica a la ecuación, se obtiene una probabilidad

Pb1, esta respuesta se aplica nuevamente a la ecuación, obteniendo una nueva respuesta, que es nuevamente aplicada a la ecuación, este proceso iterativo continúa hasta que los resultados se asemejan y la ecuación converge en un resultado estable. A continuación se presenta la fórmula:

$$Pb = \frac{\left[\frac{(S-1)!}{N! * (S-1-N)!} \right] * M^N}{\sum_{X=0}^N \left[\frac{(S-1)!}{X! * (S-1-X)!} \right] * M^X}$$

$$M = \frac{A}{S - A * (1 - PBo)}$$

- Donde:
- A = Intensidad de tráfico de todas las fuentes
 - S = Número de fuentes de tráfico
 - N = Número de servidores o recursos
 - Pbo = Probabilidad de bloqueo o congestión estimada inicial
 - Pb= Probabilidad de bloqueo

4.3.4.2 Binomial: La fórmula binomial difiere de Engset en el uso de tráfico por fuente, en lugar de tráfico total de todas las fuentes. Esta fórmula también supone que algunas llamadas son colgadas, (equivalente a reintentos) y son eventualmente atendidas. La fórmula es:

$$Pb = \sum_{X=N}^{S-1} \frac{(S-1)!}{X! (S-1-X)!} A^X (1-A)^{(S-1-X)}$$

Donde:	A =	Intensidad de tráfico por fuente
	S =	Número de fuentes de tráfico
	N =	Número de servidores o recursos
	Pb=	Probabilidad de bloqueo

La elección de cual usar, se basa en si los usuarios que llaman, cuando se bloquean, dejan el sistema (Engset) o reintentan (binomial). Estas fórmulas son utilizadas en aplicaciones tales como pequeños sistemas telefónicos.

4.4 DIMENSIONAMIENTO

En base a la información teórica indicada anteriormente, a continuación se realizará el dimensionamiento de los recursos necesarios para el Centro de Atención Telefónica del Servicio de Rentas Internas, los cálculos a realizar son los siguientes:

Tráfico *Inbound*:

- Cantidad de agentes necesarios para atender llamadas entrantes.
- Cantidad de líneas telefónicas necesarias para atender las llamadas entrantes, que serán contestadas por los agentes.
- Cantidad de líneas telefónicas necesarias para atender las llamadas entrantes, que serán contestadas por el IVR.

Tráfico *Outbond*:

- Cantidad de agentes necesarios para efectuar llamadas salientes.

- Cantidad de líneas telefónicas necesarias para realizar llamadas salientes por parte de los agentes
- Cantidad de líneas telefónicas necesarias para realizar llamadas salientes por el IVR.

4.4.1 Supuestos

Tráfico *Inbound*:

- Fuentes infinitas, el número de fuentes es mucho mayor que el número de servidores disponibles para atenderlas. Ya que el universo de usuarios que llaman al Servicio de Rentas Internas es extremadamente superior al número de agentes y líneas disponibles.
- La distribución de la duración de las llamadas es exponencial.
- Los usuarios que llaman lo hacen al azar, cada llamada es independiente y no tiene ninguna relación con las demás, es un proceso de llegada de Poisson
- Una cola de servidor único, en el que las llamadas se dirigen al primer servidor disponible. El recurso no puede ser compartido con otros usuarios.
- Una cola FIFO
- Las llamadas bloqueadas son enviadas a una cola indefinidamente, hasta que un servidor esté disponible.
- Por lo indicado anteriormente, para el cálculo de estos recursos se utilizará el modelo de Erlang C.

Tráfico *Outbond*:

- Fuentes finitas, el número de agentes y de recursos del IVR, para realizar llamadas salientes es limitado.
- La distribución de la duración de las llamadas es exponencial.
- Una cola de servidor único, en el que las llamadas se dirigen al primer servidor disponible. El recurso no puede ser compartido con otros usuarios.
- Una cola FIFO
- De acuerdo a los supuestos mencionados se debería utilizar el modelo de Engset, sin embargo, debido a la complejidad de los cálculos que implica este modelo y a la pequeña diferencia en los resultados se utilizará el modelo de Erlang B.

4.4.2 Cantidad de agentes INBOUND

Los datos de entrada requeridos son:

- El número total de llamadas en el intervalo:
 - o 1959 llamadas
- El intervalo en segundos
 - o 7H00 a 19h00 = 12 horas = 43.200 segundos
- La duración promedio de la llamada en segundos
 - o 220 segundos
- El número probable de agentes
 - o Del 1 al 20
- El tiempo de respuesta deseado
 - o 20 segundos

Aplicando estos datos en la hoja de cálculo, se obtiene los siguientes resultados:

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	1.959
Intervalo en segundos:	43.200
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	9,97639
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	9,9764	9,9764	-21,5618	997,6	-897,6	-2156,2	-244,5
2	4,9882	8,3104	-16,1609	498,8	-731,0	-1616,1	-229,2
3	3,3255	6,8274	-11,8734	332,5	-582,7	-1187,3	-215,3
4	2,4941	5,5227	-8,5083	249,4	-452,3	-850,8	-203,3
5	1,9953	4,3903	-5,9018	199,5	-339,0	-590,2	-194,1
6	1,6627	3,4227	-3,9132	166,3	-242,3	-391,3	-189,4
7	1,4252	2,6109	-2,4222	142,5	-161,1	-242,2	-193,0
8	1,2470	1,9439	-1,3265	124,7	-94,4	-132,7	-216,4
9	1,1085	1,4089	-0,5397	110,8	-40,9	-54,0	-317,5
10	0,9976	0,9914	0,0107	99,8	0,9	1,1	9237,7
11	0,9069	0,6754	0,3846	90,7	32,5	38,5	145,2
12	0,8314	0,4444	0,6303	83,1	55,6	63,0	48,3
13	0,7674	0,2817	0,7860	76,7	71,8	78,6	20,5
14	0,7126	0,1717	0,8809	71,3	82,8	88,1	9,4
15	0,6651	0,1004	0,9364	66,5	90,0	93,6	4,4
16	0,6235	0,0563	0,9674	62,4	94,4	96,7	2,1
17	0,5868	0,0303	0,9840	58,7	97,0	98,4	0,9
18	0,5542	0,0156	0,9925	55,4	98,4	99,2	0,4
19	0,5251	0,0077	0,9966	52,5	99,2	99,7	0,2
20	0,4988	0,0036	0,9985	49,9	99,6	99,9	0,1

Tabla. IV.01. Resultados del cálculo Erlang C de agentes Inbound

En el cuadro se puede observar que para cumplir con el objetivo de un nivel de servicio del 85%, se requieren 14 agentes, con los que se obtiene un tiempo promedio de respuesta de 9.4 segundos.

Si los mismos datos se los aplica a la fórmula:

$$N = E + \sqrt{E}$$

$$E = \frac{1.959 \text{ llamadas} * 220 \frac{\text{segundos}}{\text{llamada}}}{43.200 \text{ segundos}} = 9.97639$$

$$N = 9.97639 + \sqrt{9.97639} = 13.18$$

Lo que significa que requieren 14 agentes, valor que concuerda con el calculado anteriormente.

4.4.3 Cantidad de agentes INBOUND, en Busy Hour Traffic BHT u hora pico.

Los valores calculados anteriormente están dados para el tráfico promedio durante todo el período de atención, esto es de 7h00 a 19h00, sin embargo hay que tomar en cuenta que durante este período existen picos de tráfico, como se lo puede observar en la figura III.1 del capítulo III, en la hora pico que es de las 10h00 a las 11h00 se tiene 246 llamadas, utilizando estos como datos de entrada, se obtiene:

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	246
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	15,03333
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
10	1,5033	3,5734	-4,6468	150,3	-257,3	-464,7	-156,2
11	1,3667	2,8749	-3,1482	136,7	-187,5	-314,8	-156,8
12	1,2528	2,2761	-1,9988	125,3	-127,6	-199,9	-165,1
13	1,1564	1,7707	-1,1302	115,6	-77,1	-113,0	-191,6
14	1,0738	1,3514	-0,4845	107,4	-35,1	-48,4	-287,7
15	1,0022	1,0101	-0,0132	100,2	-1,0	-1,3	-6667,5
16	0,9396	0,7383	0,3238	94,0	26,2	32,4	168,0
17	0,8843	0,5268	0,5595	88,4	47,3	55,9	58,9
18	0,8352	0,3663	0,7203	83,5	63,4	72,0	27,2
19	0,7912	0,2479	0,8271	79,1	75,2	82,7	13,8
20	0,7517	0,1631	0,8961	75,2	83,7	89,6	7,2
21	0,7159	0,1042	0,9394	71,6	89,6	93,9	3,8
22	0,6833	0,0646	0,9657	68,3	93,5	96,6	2,0
23	0,6536	0,0388	0,9812	65,4	96,1	98,1	1,1
24	0,6264	0,0226	0,9900	62,6	97,7	99,0	0,6
25	0,6013	0,0128	0,9948	60,1	98,7	99,5	0,3

Tabla. IV.02. Resultados del cálculo Erlang C de agentes Inbound en BHT

En el cuadro se puede observar que para cumplir con el objetivo de un nivel de servicio del 85%, en hora pico, se requieren 20 agentes, con los que se obtiene un tiempo promedio de respuesta de 7.2 segundos.

Si los mismos datos se los aplica a la fórmula:

$$N = E + \sqrt{E}$$

$$E = \frac{246 \text{ llamadas} * 220 \frac{\text{segundos}}{\text{llamada}}}{3.600 \text{ segundos}} = 15.03333$$

$$N = 15.03333 + \sqrt{15.03333} = 18.91$$

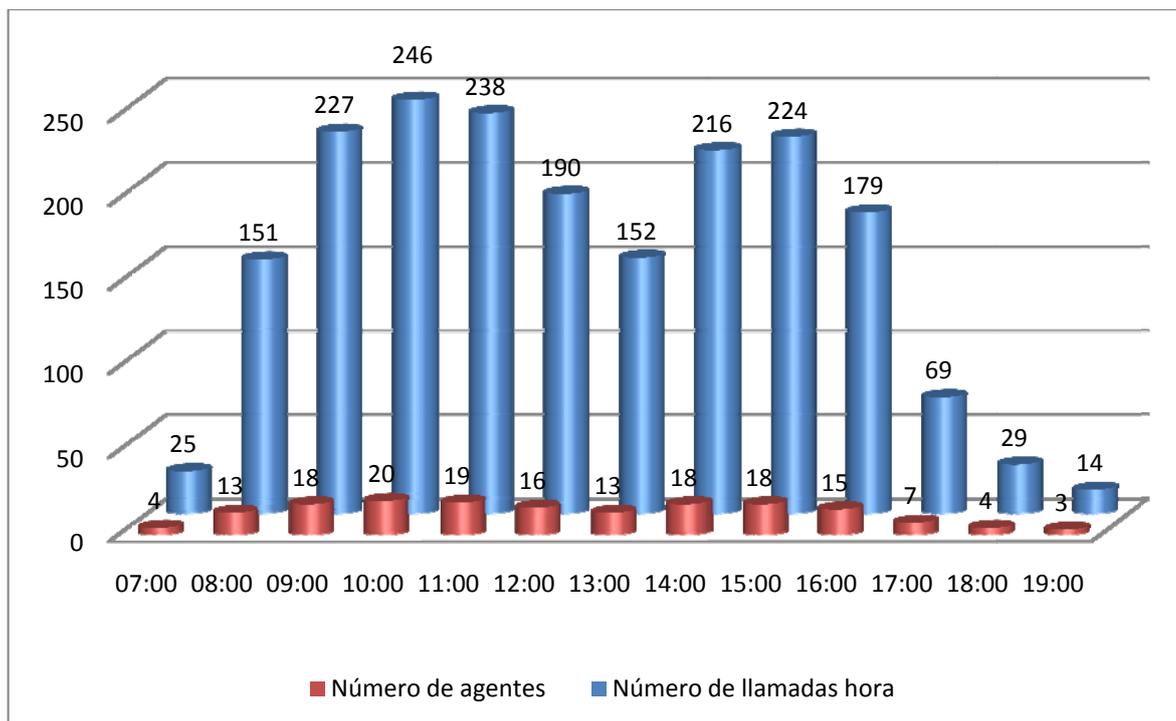
Lo que significa que requieren 19 agentes, valor cercano al calculado anteriormente.

Siguiendo el mismo procedimiento, se obtiene la cantidad de agentes que se requieren dependiendo de la cantidad de llamadas en cada hora del día, así:

Hora laborable del día	Número de llamadas hora	Número de agentes requeridos
07:00	25	4
08:00	151	13
09:00	227	18
10:00	246	20
11:00	238	19
12:00	190	16
13:00	152	13
14:00	216	18
15:00	224	18
16:00	179	15
17:00	69	7
18:00	29	4
19:00	14	3

Tabla. IV.03. Resultados del cálculo Erlang C de agentes requeridos por hora

En el anexo 2 se puede observar las hojas de cálculo de cada uno de los períodos, divididos en horas, durante toda la jornada laboral, de 7h00 a 19h00.

Figura. IV.05. Número de agentes requeridos por hora

4.4.4 Cantidad de líneas INBOUND a agente

Los datos de entrada requeridos son:

- El número total de llamadas en el intervalo:
 - o 1959 llamadas
- El intervalo en segundos
 - o 7H00 a 19h00 = 12 horas = 43.200 segundos
- La duración promedio de la llamada en segundos
 - o 260 segundos, se suman 40 segundos debido al menú del IVR
- El número probable de líneas
 - o Del 1 al 20
- El tiempo de respuesta deseado
 - o 3 segundos, se requiere una contestación casi inmediata

Aplicando estos datos en la hoja de cálculo, se obtiene los siguientes resultados:

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	1.959
Intervalo en segundos:	43.200
Duración de la llamada en segundos Ts:	260
Tiempo de respuesta deseado:	3

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	11,79028
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de líneas (N)	Ocupación líneas (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Línea %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	11,7903	11,7903	-12,3535	1179,0	-1079,0	-1235,4	-284,1
2	5,8951	10,0803	-10,2859	589,5	-908,0	-1028,6	-267,7
3	3,9301	8,5287	-8,4391	393,0	-752,9	-843,9	-252,3
4	2,9476	7,1326	-6,8034	294,8	-613,3	-680,3	-238,0
5	2,3581	5,8884	-5,3683	235,8	-488,8	-536,8	-225,5
6	1,9650	4,7920	-4,1231	196,5	-379,2	-412,3	-215,2
7	1,6843	3,8379	-3,0560	168,4	-283,8	-305,6	-208,3
8	1,4738	3,0197	-2,1547	147,4	-202,0	-215,5	-207,1
9	1,3100	2,3296	-1,4059	131,0	-133,0	-140,6	-217,1
10	1,1790	1,7586	-0,7953	117,9	-75,9	-79,5	-255,4
11	1,0718	1,2962	-0,3081	107,2	-29,6	-30,8	-426,5
12	0,9825	0,9308	0,0715	98,3	6,9	7,1	1153,9
13	0,9069	0,6497	0,3593	90,7	35,0	35,9	139,6
14	0,8422	0,4399	0,5712	84,2	56,0	57,1	51,8
15	0,7860	0,2883	0,7222	78,6	71,2	72,2	23,4
16	0,7369	0,1826	0,8261	73,7	81,7	82,6	11,3
17	0,6935	0,1116	0,8949	69,4	88,8	89,5	5,6
18	0,6550	0,0658	0,9388	65,5	93,4	93,9	2,8
19	0,6205	0,0373	0,9657	62,1	96,3	96,6	1,3
20	0,5895	0,0204	0,9814	59,0	98,0	98,1	0,6

Tabla. IV.04. Resultados del cálculo Erlang C de líneas Inbound

En el cuadro se puede observar que para cumplir con el objetivo de un nivel de servicio del 90%, se requieren 18 líneas, con las que se obtiene un tiempo promedio de respuesta de 2.8 segundos.

Si los mismos datos se los aplica a la fórmula:

$$N = E + \sqrt{E}$$

$$E = \frac{1.959 \text{ llamadas} * 260 \frac{\text{segundos}}{\text{llamada}}}{43.200 \text{ segundos}} = 11.79028$$

$$N = 11.79028 + \sqrt{11.79028} = 15.22$$

Lo que significa que se requieren 16 líneas, valor que difiere con el calculado anteriormente en aproximadamente un 10%, de lo analizado se puede deducir que para altos niveles de servicio, este cálculo abreviado subestima la cantidad de agentes, por lo que se debería usar un factor de corrección.

4.4.5 Cantidad de líneas INBOUND agente, hora pico.

De igual forma al caso del cálculo de agentes, los valores calculados anteriormente están dados para el tráfico promedio durante todo el período de atención, esto es de 7h00 a 19h00, para la *Busy Hour Traffic BHT* u hora pico de 10h00 a 11h00 se obtiene:

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	246
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	260
Tiempo de respuesta deseado:	3

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	17,76667
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
15	1,1844	2,0236	-1,0893	118,4	-102,4	-108,9	-190,2
16	1,1104	1,5927	-0,6255	111,0	-59,3	-62,6	-234,4
17	1,0451	1,2324	-0,2434	104,5	-23,2	-24,3	-417,9
18	0,9870	0,9363	0,0662	98,7	6,4	6,6	1043,3
19	0,9351	0,6974	0,3124	93,5	30,3	31,2	147,0
20	0,8883	0,5087	0,5043	88,8	49,1	50,4	59,2
21	0,8460	0,3628	0,6505	84,6	63,7	65,0	29,2
22	0,8076	0,2528	0,7593	80,8	74,7	75,9	15,5
23	0,7725	0,1718	0,8382	77,2	82,8	83,8	8,5
24	0,7403	0,1139	0,8940	74,0	88,6	89,4	4,7
25	0,7107	0,0735	0,9324	71,1	92,7	93,2	2,6
26	0,6833	0,0462	0,9580	68,3	95,4	95,8	1,5
27	0,6580	0,0282	0,9746	65,8	97,2	97,5	0,8
28	0,6345	0,0168	0,9851	63,5	98,3	98,5	0,4
29	0,6126	0,0097	0,9915	61,3	99,0	99,1	0,2
30	0,5922	0,0055	0,9953	59,2	99,5	99,5	0,1

Tabla. IV.05. Resultados del cálculo Erlang C de líneas Inbound en BHT

En el cuadro se puede observar que para cumplir con el objetivo de un nivel de servicio del 90%, se requieren 25 líneas, con las que se obtiene un tiempo promedio de respuesta de 2.6 segundos.

Si los mismos datos se los aplica a la fórmula:

$$N = E + \sqrt{E}$$

$$E = \frac{246 \text{ llamadas} * 260 \frac{\text{segundos}}{\text{llamada}}}{3.600 \text{ segundos}} = 17.7667$$

$$N = 17.7667 + \sqrt{17.7667} = 21.98$$

Lo que significa que se requieren 22 líneas, valor que difiere con el calculado anteriormente en aproximadamente un 10%, de lo analizado se puede deducir que para altos niveles de servicio, este cálculo abreviado subestima la cantidad de recursos, por lo que se debería usar un factor de corrección.

4.4.6 Cantidad de líneas INBOUND IVR

Para este caso se calculará la cantidad de líneas que se requiere en el enlace entre el PBX y el IVR, para lo cual se tomará los datos de la hora de máximo tráfico y un tiempo promedio de permanencia del usuario en el menú del IVR de 2 minutos, los datos de entrada requeridos son:

- El número total de llamadas en el intervalo:
 - o 246 llamadas
- El intervalo en segundos
 - o 10H00 a 11h00 = 1 horas = 3.600 segundos
- La duración promedio de la llamada en segundos
 - o 120 segundos
- El número probable de líneas
 - o Del 1 al 15
- El tiempo de respuesta deseado
 - o 5 segundos

Aplicando estos datos en la hoja de cálculo, se obtiene los siguientes resultados:

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	246
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	120
Tiempo de respuesta deseado:	5

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	8,20000
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de líneas (N)	Ocupación líneas (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Línea %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	8,2000	8,2000	-10,0688	820,0	-720,0	-1006,9	-136,7
2	4,1000	6,5922	-7,5353	410,0	-559,2	-753,5	-127,6
3	2,7333	5,1996	-5,4576	273,3	-420,0	-545,8	-120,0
4	2,0500	4,0138	-3,7815	205,0	-301,4	-378,1	-114,7
5	1,6400	3,0240	-2,4553	164,0	-202,4	-245,5	-113,4
6	1,3667	2,2167	-1,4295	136,7	-121,7	-142,9	-120,9
7	1,1714	1,5758	-0,6566	117,1	-57,6	-65,7	-157,6
8	1,0250	1,0827	-0,0918	102,5	-8,3	-9,2	-649,6
9	0,9111	0,7165	0,3070	91,1	28,3	30,7	107,5
10	0,8200	0,4553	0,5776	82,0	54,5	57,8	30,4
11	0,7455	0,2769	0,7536	74,5	72,3	75,4	11,9
12	0,6833	0,1608	0,8627	68,3	83,9	86,3	5,1
13	0,6308	0,0890	0,9271	63,1	91,1	92,7	2,2
14	0,5857	0,0469	0,9631	58,6	95,3	96,3	1,0
15	0,5467	0,0235	0,9823	54,7	97,6	98,2	0,4

Tabla. IV.06. Resultados del cálculo Erlang C de líneas Inbound IVR

En el cuadro se puede observar que para cumplir con el objetivo de un nivel de servicio del 85%, se requieren 12 líneas, con las que se obtiene un tiempo promedio de respuesta de 5.1 segundos.

Si los mismos datos se los aplica a la fórmula:

$$N = E + \sqrt{E}$$

$$E = \frac{246 \text{ llamadas} * 120 \frac{\text{segundos}}{\text{llamada}}}{3.600 \text{ segundos}} = 8.2$$

$$N = 8.2 + \sqrt{8.2} = 11.07$$

Lo que significa que se requieren 12 líneas, valor que concuerda con el calculado anteriormente.

4.4.7 Cantidad de agentes OUTBOUND

Los datos de entrada requeridos son:

- El número total de llamadas en el intervalo:
 - o 400 llamadas
- El intervalo en segundos
 - o 9H00 a 18h00 = 9 horas = 32.400 segundos
- La duración promedio de la llamada en segundos
 - o 300 segundos
- El número probable de agentes
 - o Del 1 al 10

Aplicando estos datos en la hoja de cálculo, se obtiene los siguientes resultados:

MODELO MATEMÁTICO ERLANG B

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	400
Intervalo en segundos:	32.400
Duración de la llamada en segundos Ts:	300
Tiempo de respuesta deseado:	10

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	3,70370
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de Agentes (N)	Ocupación Agentes (RHO)	Erlang-B	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	3,7037	0,7874	0,1383	370,4	21,3	13,8	-87,4
2	1,8519	0,5932	0,3721	185,2	40,7	37,2	-104,5
3	1,2346	0,4227	0,5672	123,5	57,7	56,7	-180,2
4	0,9259	0,2813	0,7215	92,6	71,9	72,1	284,8
5	0,7407	0,1724	0,8348	74,1	82,8	83,5	39,9
6	0,6173	0,0962	0,9109	61,7	90,4	91,1	12,6
7	0,5291	0,0484	0,9566	52,9	95,2	95,7	4,4
8	0,4630	0,0219	0,9810	46,3	97,8	98,1	1,5
9	0,4115	0,0089	0,9925	41,2	99,1	99,3	0,5
10	0,3704	0,0033	0,9973	37,0	99,7	99,7	0,2

Tabla. IV.07. Resultados del cálculo Erlang B de agentes Outbound

En el cuadro se puede observar que para cumplir con el objetivo de un nivel de servicio del 85%, se requieren 6 agentes.

4.4.8 Cantidad de líneas OUTBOUND agente

Los datos de entrada requeridos son:

- El número total de llamadas en el intervalo:
 - o 400 llamadas
- El intervalo en segundos
 - o 9H00 a 18h00 = 9 horas = 32.400 segundos
- La duración promedio de la llamada en segundos
 - o 330 segundos (30 segundos es el tiempo necesario para establecer la llamada)
- El número probable de líneas
 - o Del 1 al 10

Aplicando estos datos en la hoja de cálculo, se obtiene los siguientes resultados:

MODELO MATEMÁTICO ERLANG B

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	400
Intervalo en segundos:	32.400
Duración de la llamada en segundos Ts:	330
Tiempo de respuesta deseado:	5

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	4,07407
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de Líneas (N)	Ocupación Líneas (RHO)	Erlang-B	Nivel de servicio	Línea %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	4,0741	0,8029	0,1588	407,4	19,7	15,9	-86,2
2	2,0370	0,6206	0,3596	203,7	37,9	36,0	-98,7
3	1,3580	0,4573	0,5352	135,8	54,3	53,5	-140,5
4	1,0185	0,3178	0,6819	101,9	68,2	68,2	-1415,8
5	0,8148	0,2057	0,7972	81,5	79,4	79,7	73,3
6	0,6790	0,1225	0,8810	67,9	87,7	88,1	21,0
7	0,5820	0,0666	0,9363	58,2	93,3	93,6	7,5
8	0,5093	0,0328	0,9691	50,9	96,7	96,9	2,8
9	0,4527	0,0146	0,9864	45,3	98,5	98,6	1,0
10	0,4074	0,0059	0,9946	40,7	99,4	99,5	0,3

Tabla. IV.08. Resultados del cálculo Erlang B de líneas Outbound

En el cuadro se puede observar que para cumplir con el objetivo de un nivel de servicio del 85%, se requieren 6 líneas; sin embargo el tiempo de respuesta es muy amplio, por lo que se recomienda 8 líneas.

4.4.9 Cantidad de líneas OUTBOUND IVR

Los datos de entrada requeridos son:

- El número total de llamadas en el intervalo:
 - o 2.400 llamadas
- El intervalo en segundos
 - o 9H00 a 18h00 = 9 horas = 32.400 segundos
- La duración promedio de la llamada en segundos
 - o 60 segundos (40 segundos de mensaje, mas 20 segundos para establecer la llamada)
- El número probable de líneas
 - o Del 1 al 10

Aplicando estos datos en la hoja de cálculo, se obtiene los siguientes resultados:

MODELO MATEMÁTICO ERLANG B

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	2.400
Intervalo en segundos:	32.400
Duración de la llamada en segundos Ts:	60
Tiempo de respuesta deseado:	5

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	4,44444
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de Líneas (N)	Ocupación Líneas (RHO)	Erlang-B	Nivel de servicio	Línea %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	4,4444	0,8163	-0,0877	444,4	18,4	-8,8	-14,2
2	2,2222	0,6446	0,2097	222,2	35,5	21,0	-15,8
3	1,4815	0,4885	0,4490	148,1	51,2	44,9	-20,3
4	1,1111	0,3518	0,6349	111,1	64,8	63,5	-47,5
5	0,8889	0,2382	0,7726	88,9	76,2	77,3	25,7
6	0,7407	0,1500	0,8682	74,1	85,0	86,8	5,8
7	0,6349	0,0870	0,9297	63,5	91,3	93,0	2,0
8	0,5556	0,0461	0,9657	55,6	95,4	96,6	0,8
9	0,4938	0,0222	0,9848	49,4	97,8	98,5	0,3
10	0,4444	0,0098	0,9938	44,4	99,0	99,4	0,1

Tabla. IV.09. Resultados del cálculo Erlang B de líneas Outbound IVR

En el cuadro se puede observar que para cumplir con el objetivo de un nivel de servicio del 85%, se requieren 6 líneas.

Cabe anotar que los resultados de los últimos tres cálculos se los ha comprobado, ingresando los datos de entrada en una calculadora virtual de la fórmula Engset, en la siguiente página <http://www.erlang.com/calculator/engset/> obteniéndose resultados muy similares, sino idénticos.

4.5 RESUMEN DE RESULTADOS

A continuación se puede observar un detalle de los resultados de los cálculos anteriormente realizados, por lo que se requiere:

- De 4 a 20 agentes para atender llamadas entrantes, dependiendo de la hora del día.
- 6 agentes para efectuar llamadas salientes.
- 25 líneas telefónicas para atender las llamadas entrantes, que serán contestadas por los agentes en hora pico.
- 12 líneas de enlace para atender las llamadas entrantes, que serán contestadas por el IVR.
- 8 líneas telefónicas para realizar llamadas salientes por parte de los agentes
- 6 líneas telefónicas y de enlace para realizar llamadas salientes por el IVR.

En resumen se requiere:

- De 10 a 26 agentes en configuración *blending*
- 31 líneas telefónicas para llamadas entrantes
- 14 líneas telefónicas para llamadas salientes
- 18 líneas de enlace entre el IVR y la PBX
- El IVR debe disponer una capacidad de 12 líneas de *inbound* y 6 para *outbond*.

Debido a que la cantidad de requerimientos de mensajes de correo electrónico o chat, es mínimo con respecto a las llamadas telefónicas, se considera que no influye en el dimensionamiento de recursos realizado.

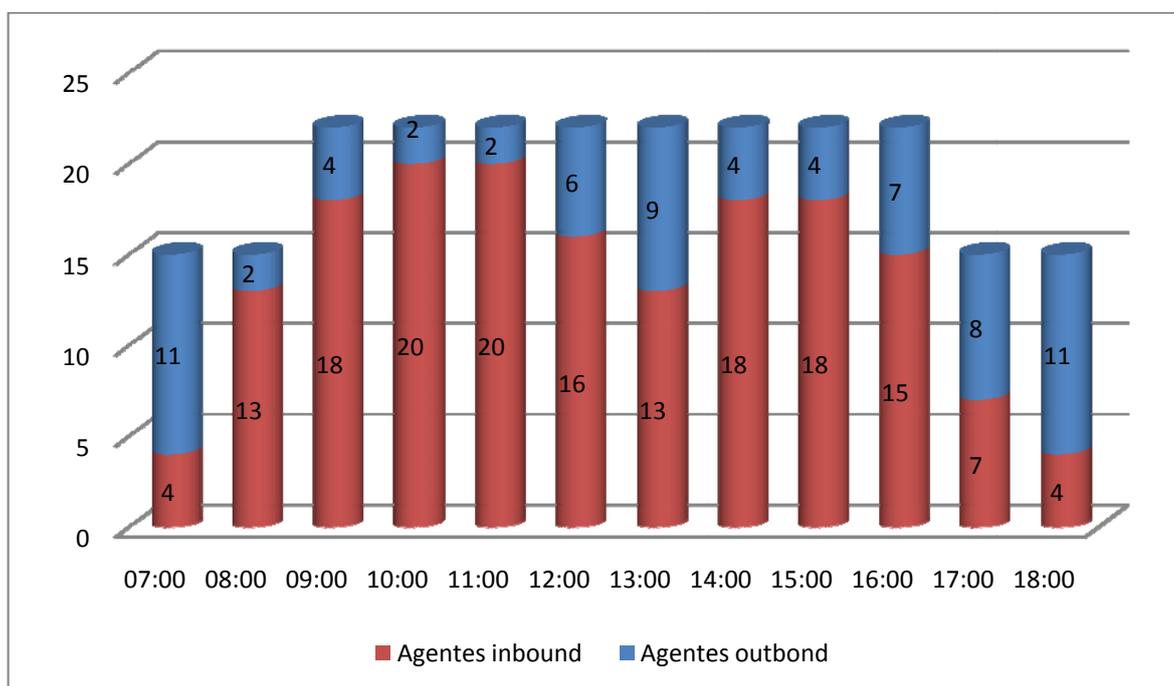
4.6 IMPLEMENTACION

Ya que se requieren de 4 a 20 agentes simultáneos para llamadas *inbound*, dependiendo la hora del día, y se requieren permanentemente 6 agentes *outbond*, se los puede organizar en configuración *blending*, de tal manera que en horas pico, cuando existe un alto tráfico entrante, los agentes *outbond* completan la cantidad de agentes requeridos para manejar ese tráfico; cuando exista poco tráfico entrante, los agentes *inbound*, pasan a efectuar llamadas salientes, a continuación se presenta una distribución base, sobre la cual el administrador del Centro de Atención Telefónica debe realizar la distribución de forma dinámica, dependiendo de las necesidades puntuales del momento.

Hora laborable del día	Agentes outbound	Agentes inbound	Total agentes
7:00 a 8:00	11	4	15
8:00 a 9:00	2	13	15
9:00 a 10:00	4	18	22
10:00 a 11:00	2	20	22
11:00 a 12:00	2	20	22
12:00 a 13:00	6	16	22
13:00 a 14:00	9	13	22
14:00 a 15:00	4	18	22
15:00 a 16:00	4	18	22
16:00 a 17:00	7	15	22
17:00 a 18:00	8	7	15
18:00 a 19:00	11	4	15

Tabla. IV.10. Distribución de agentes por hora

Figura. IV.06. Distribución de agentes por hora

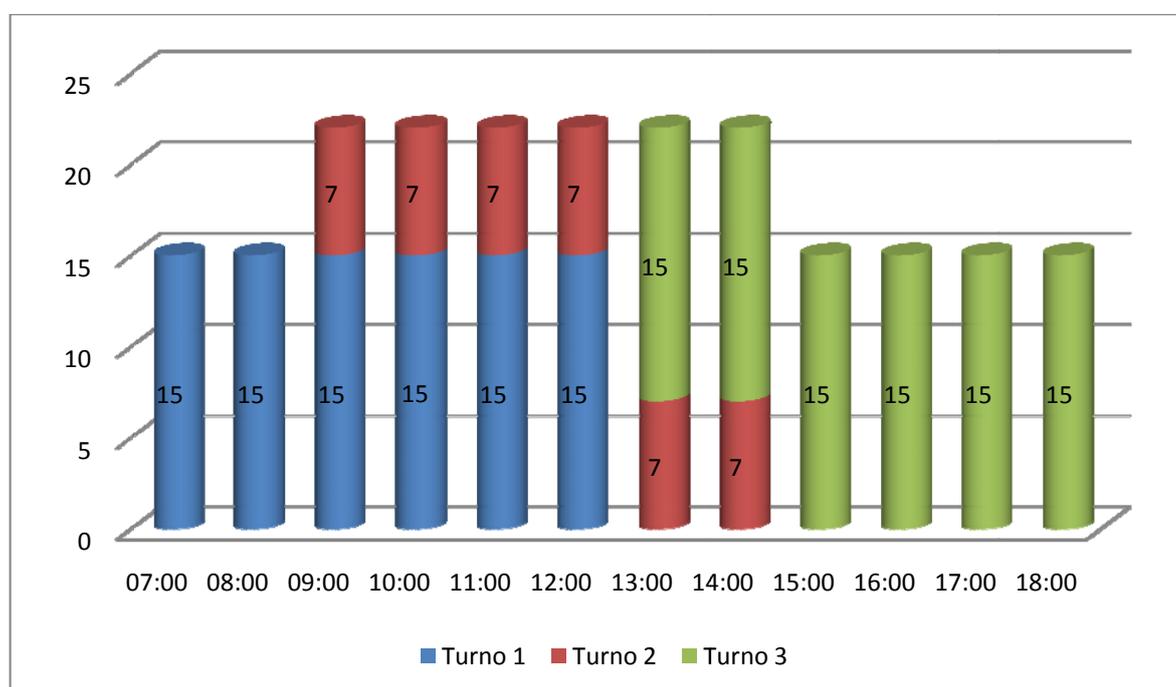


Como se puede observar el Centro de Atención Telefónica del Servicio de Rentas Internas, requiere 22 posiciones para agentes, la ocupación será entre 15 a 22 agentes, los que trabajarían en tres turnos, distribuidos así:

Hora laborable del día	Total agentes	Turno 1	Turno 2	Turno 3
7:00 a 8:00	15	15		
8:00 a 9:00	15	15		
9:00 a 10:00	22	15	7	
10:00 a 11:00	22	15	7	
11:00 a 12:00	22	15	7	
12:00 a 13:00	22	15	7	
13:00 a 14:00	22		7	15
14:00 a 15:00	22		7	15
15:00 a 16:00	22			15
16:00 a 17:00	22			15
17:00 a 18:00	15			15
18:00 a 19:00	15			15

Tabla. IV.11. Distribución de turnos de los agentes durante el día

Figura. IV.07. Turnos de los agentes durante el día

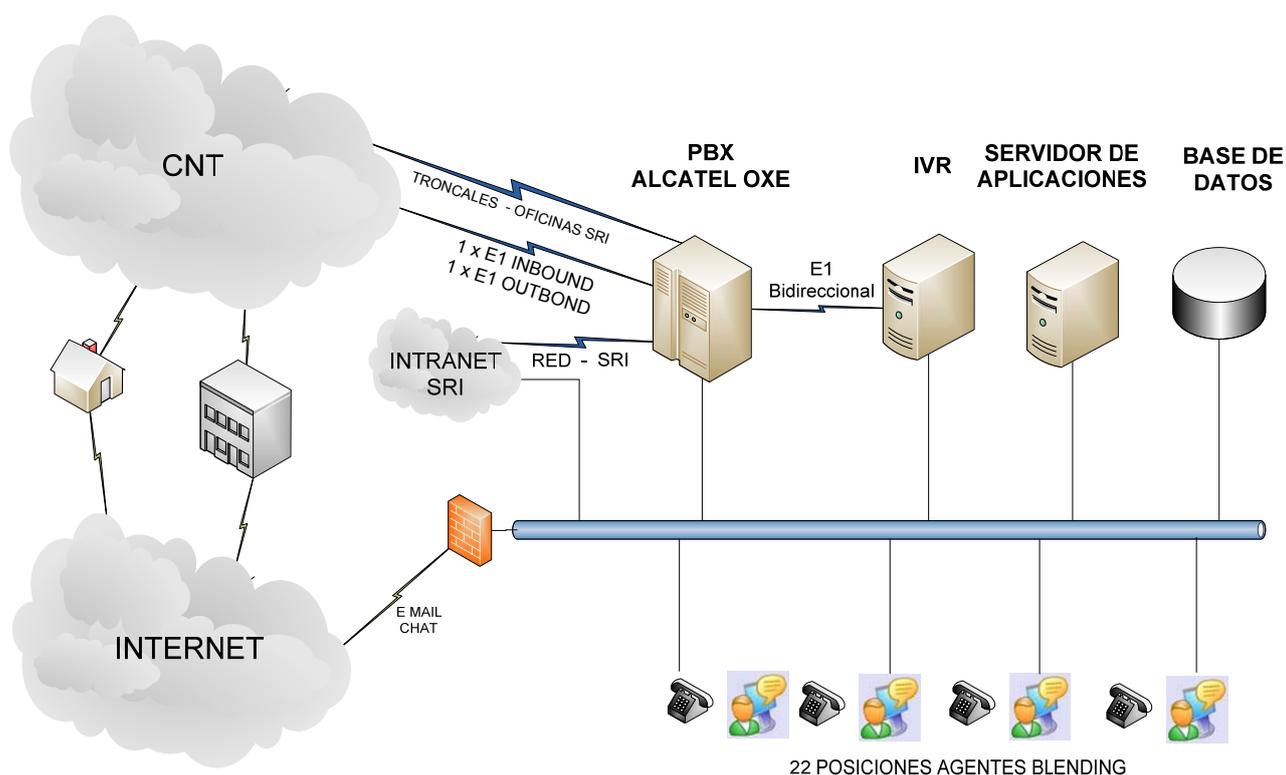


Adicionalmente se requieren dos supervisores, para que trabajen en turnos y así cubrir toda la jornada laboral de 7h00 a 19h00, y un administrador general del sistema.

Por otro lado, se asignará un canal E1 exclusivo para llamadas entrantes y otro E1 para llamadas salientes, este también servirá como desborde del primero, por lo que deberá ser bidireccional. Para enlace entre el IVR y la PBX, se utilizará un canal E1 bidireccional.

Con los resultados indicados anteriormente se obtiene el siguiente diagrama de la configuración del Centro de Atención Telefónica del Servicio de Rentas Internas:

Figura. IV.08. Diagrama de configuración del CAT



4.7 METRICAS DE CALIDAD DE SERVICIO

Como se explicó anteriormente debido a los supuestos asumidos en el diseño de un centro de contactos, posteriormente a su implementación, se requiere, una realimentación sobre el cumplimiento o no del desempeño esperado en la etapa de diseño; por otro lado, este desempeño está íntimamente ligado a la dedicación y cumplimiento del trabajo asignado a los agentes, para esto los sistemas de centros de contacto poseen herramientas de almacenamiento y procesamiento de la información que permiten obtener datos estadísticos y en tiempo real del desempeño global del centro de contactos e individual de cada recurso.

Adicionalmente existen otros factores para determinar el correcto funcionamiento de un centro de contactos, como los de tipo subjetivo y los de desempeño individual de cada agente.

Las principales métricas para controlar el desempeño de un centro de contactos son [25]:

4.7.1 ASA, Answer Speed Average, tiempo promedio de respuesta, define el tiempo medio que se demora en atender las llamadas, es el tiempo total de espera dividido para el número total de llamadas, para el Centro de Atención Telefónica del Servicio de Rentas Internas, se determinó que éste debe ser menor a 20 segundos.

4.7.2 Grado de servicio GoS, es el porcentaje de llamadas que serán respondidas dentro de un límite de tiempo objetivo, en este caso se requiere que el 85% de las llamadas sean respondidas en menos de 20 segundos.

4.7.3 Porcentaje de abandono. Igual importancia tiene conocer cuantas llamadas se perderán durante el tiempo de espera, debido a que el usuario decidió

no esperar más y cerró la llamada, se espera un porcentaje de abandono menor al 10%.

4.7.4 Control de calidad, este es un parámetro que podría considerarse subjetivo, dentro de este se puede mencionar:

- Etiqueta telefónica (actitud de servicio, amabilidad, cortesía, empatía)
- Conocimiento técnico para atender y resolver el requerimiento
- Conocimiento y apego a guiones
- Habilidades para interactuar con el cliente (oral y escrita)
- Correcta dicción
- Nivel de satisfacción en el cliente

Estos parámetros pueden evaluarse usando herramientas de grabación o monitoreo en línea de las llamadas telefónicas.

4.7.5 Estándares de desempeño por agente, dentro de estos parámetros de control, se considera entre otros:

- Tiempo de conexión, es el tiempo que el agente está disponible.
- Tiempos inactivos o *Not Ready*, tiempo en que el agente no está disponible, debido a varias circunstancias como descanso, reuniones, capacitación, almuerzo, etc.
- Adherencia al turno, implica el nivel de cumplimiento de su horario y un tiempo mínimo de disponibilidad del 85%.

- Tiempo promedio de atención, es de suma importancia que el agente satisfaga los requerimientos del usuario dentro del tiempo previsto, tiempos excesivos impactan negativamente en la disponibilidad del agente para atender otras llamadas y de forma negativa en el desempeño del centro de contactos.

La evaluación continua del desempeño de todos los componentes del sistema, permitirá garantizar un servicio al contribuyente de acuerdo a lo planificado y en caso de ser necesario realizar ajustes a la cantidad de recursos disponibles.

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO

Desde el punto de vista de la inversión que se debe realizar, la implementación de un centro de contactos tiene varios componentes, entre los principales se pueden detallar los siguientes:

- Infraestructura física
- Infraestructura tecnológica
- Recursos humanos
- Servicios

5.1 INFRAESTRUCTURA FISICA

En el capítulo anterior se determinó que para cumplir con los objetivos y niveles de servicio propuestos se requiere instalar un total de 22 puestos de trabajo para agentes. Considerando un posible crecimiento del 20% en el corto plazo, se deberán habilitar un total de 27 puestos para agentes, dos para los supervisores y uno para el administrador.

Tomando en cuenta que se dispone del espacio suficiente en el sexto piso del edificio del WTC en la ciudad de Guayaquil, el que debe ser adecuado con correcta iluminación, aire acondicionado, instalaciones eléctricas, redes de

cableado estructurado, sistemas de detección de incendio, control de accesos, etc.

A continuación se detalla el resumen del presupuesto para la ejecución de las adecuaciones físicas.

Item	Descripción	Presupuesto
1	Sistema eléctrico, cableado estructurado y seguridad electrónica.	29.355,10
2	Sistema de aire acondicionado	18.952,00
3	Adecuaciones arquitectónicas	7.007,00
4	Mobiliario	33.521,00
TOTAL GENERAL		88.835,10

Tabla. V.01. Presupuesto infraestructura física

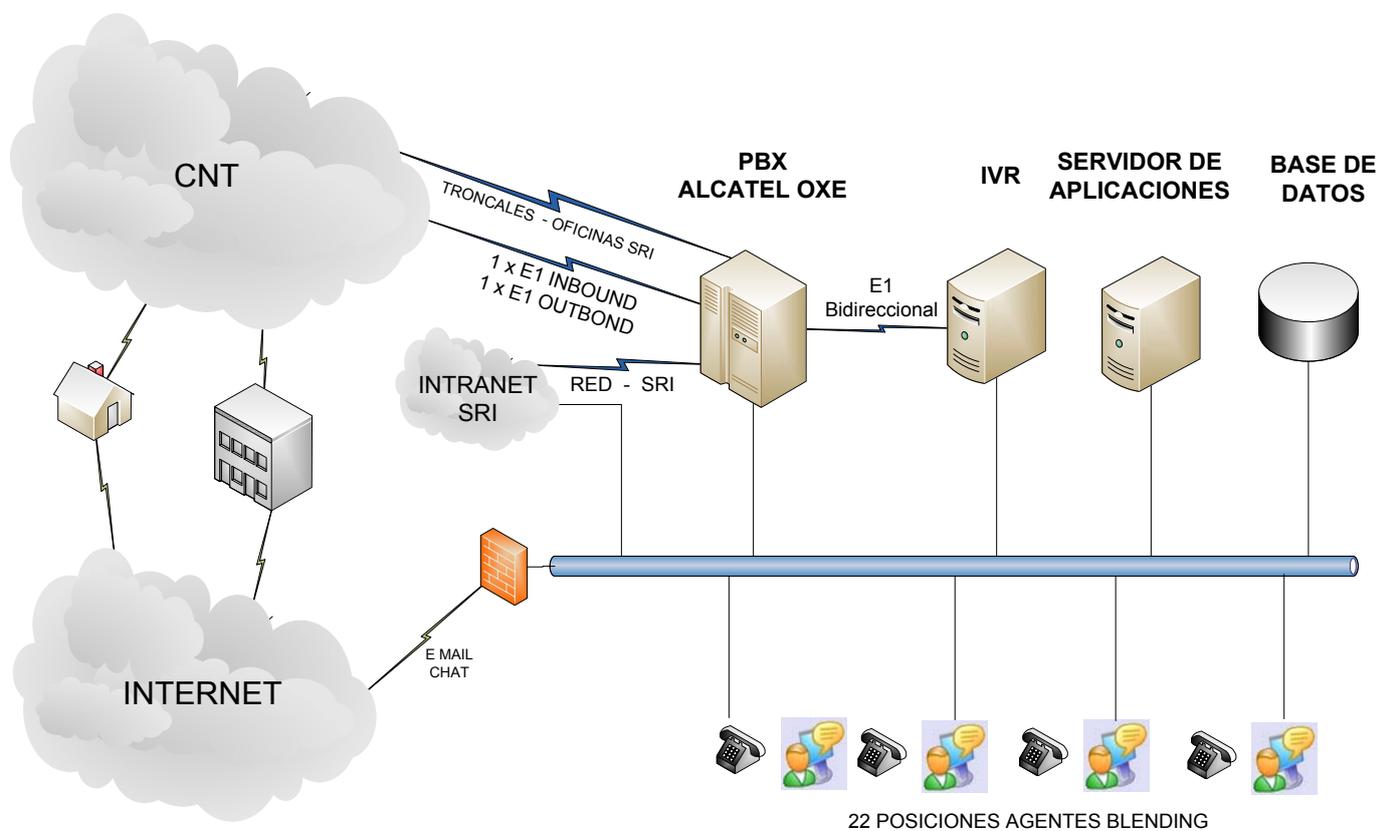
5.2 INFRAESTRUCTURA TECNOLOGICA

De acuerdo a lo indicado en los puntos 4.5 y 4.6 del capítulo anterior se requiere la siguiente infraestructura tecnológica:

- Un servidor de aplicaciones, con una capacidad de hasta 27 agentes en configuración *blending*, 2 supervisores y un administrador.
- Un IVR con una capacidad de 1 E1 bidireccional
- 3 Tarjetas E1 para la PBX
- 30 aparatos telefónicos (existe la posibilidad de utilizar softphones)
- 30 diademas

- 30 computadores personales
- Licencias de software de sistemas operativos y aplicaciones
- Servicio de mantenimiento por 1 año

Figura. V.01. Diagrama de configuración del CAT



El detalle de las especificaciones, necesidades y el presupuesto estimado de la infraestructura tecnológica, es el siguiente:

PRESUPUESTO INFRAESTRUCTURA TECNOLOGICA
Servidor de voz
Hardware:
3 tarjetas E1, 1 tarjeta para 32 extensiones digitales.
Software:
Licencias para extensiones de 27 agentes, 2 supervisores y 1 administrador
Enlace CTI con IVR y servidor de aplicaciones
Servidor de IVR
Hardware:
1 tarjeta E1
Capacidad para procesar mínimo 2.000 llamadas por hora
Licencias de sistema operativo, base de datos, etc.
Licencias de software especializado
12 licencias para llamadas inbound
6 licencias para llamadas outbound
Software para generación de estadísticas
Servidor de aplicaciones
Hardware
Licencias de sistema operativo, base de datos, etc.
Licencias de software especializado
(1) Licencias para administrador
(2) Licencia para supervisores
(27) Licencias para agentes en configuración blending
(2) Licencias para agentes WEB chat
(2) Licencias para agentes correo electrónico
Software para generación de estadísticas
Terminales
(30) Computadores personales
(30) Teléfonos para agentes (puede ser softphone)
(2) Teléfono para supervisor (puede ser softphone)
(1) Teléfono para administrador (puede ser softphone)
(23) Diademas para agentes, supervisor y administrador
Servicios
Soporte técnico y mantenimiento 24x7 durante 12 meses
Instalación, configuración, puesta en marcha y pruebas.
Mantenimiento de licencias por 12 meses
Presupuesto estimado:
USD 165,000

Tabla. V.02. Presupuesto infraestructura tecnológica

5.3 RECURSOS HUMANOS

Uno de los componentes mas complejos, difíciles de conseguir y administrar; adicionalmente sumamente costoso en la operación de un centro de llamadas es el recurso humano.

En el capítulo anterior se determinó que se requiere la contratación de 37 agentes que laborarán en turnos de 6 horas. La RMU, remuneración mensual unificada para este tipo de trabajo en el sector público está determinada por las escala de la SENRES, de la misma forma se requieren 2 supervisores y un administrador.

A continuación se detalla el costo anual de este componente, tomando en cuenta los demás beneficios de ley, vacaciones, seguridad social, etc.

Descripción	Cantidad	RMU (USD)	Costo real (USD)	Masa Salarial Mes
Agentes	37	420	869	32.153
Supervisor	2	850	1.729	3.458
Administrador	1	1.200	2.429	2.429
TOTAL MES USD				38.040
TOTAL AÑO USD				456.480

Tabla. V.03. Costo recurso humano

5.4 SERVICIOS

El gasto fundamental que se realizará por servicios es el pago de las planillas por consumo telefónico que incluyen: la pensión básica de todas las líneas, el costo de las llamadas recibidas a través del número 1 700 SRI SRI y el costo de las llamadas salientes realizadas por el E1.

Este gasto se calculará tomado en cuenta lo indicado en el punto 3.6, allí se indica que a través del número 1 700 se prevé recibir un total de 1.959 llamadas diarias, con un promedio de 2 minutos 44 segundos; realizar 400 llamadas diarias por medio de agentes a un promedio de 4 minutos 30 segundos, y realizar 2400 llamadas por IVR con un promedio de 40 segundos, los valores promedio son efectivos de conversación y no incluyen el *wrap up time*, de acuerdo a los costos por minuto vigentes en la CNT se obtiene lo indicado en la tabla que se muestra mas adelante.

A esto se debe agregar el costo de otros servicios básicos, como energía eléctrica, agua potable, alimentación; y de operación como papelería, insumos, mantenimiento de licencias de software, etc.

Descripción	Llamadas día	Duración (s)	Total Día (s)	Total Mes (min)	Costo Minuto	Total USD
Llamadas entrantes	1.959	164	321.276	107.092	0,10	10.709
Llamadas salientes agente	400	270	108.000	36.000	0,07	2.520
Llamadas salientes IVR	2.400	40	96.000	32.000	0,07	2.240
Subtotal mensual USD						15.469
Pensión Básica						280
Otros servicios básicos						2.250
Mantenimiento de licencias de software y suministros						1.400
Total Mensual USD						19.399
TOTAL ANUAL USD						232.790

Tabla. V.04. Gastos en servicios

5.5 RESUMEN

A continuación se detalla un resumen de los costos de implementación del Centro de Atención Telefónica del Servicio de Rentas Internas:

Ítem	Costos de implementación	Presupuesto
1	Infraestructura tecnológica	165.000,00
2	Infraestructura física	88.835,10
TOTAL GENERAL		253.835,10

Tabla. V.05. Costos de implementación

Y de los costos de operación anual:

Ítem	Costos de operación 1 año	Presupuesto
1	Costos Recursos Humanos	456.480,00
2	Gastos en servicios	232.790,40
TOTAL ANUAL		689.270,40

Tabla. V.05. Costos de operación anual

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Partiendo del análisis de necesidades se ha realizado el diseño de la arquitectura, definición de las formas de entregar la información y diseño de los diagramas de flujo del IVR.
- En base a la arquitectura planteada, las necesidades de tráfico y mediante el uso de los modelos matemáticos se ha logrado el adecuado dimensionamiento del contact center institucional de Servicio de Rentas Internas.
- Las recaudaciones de impuestos que efectúa el Servicio de Rentas Internas, son un aporte fundamental al presupuesto general del estado, y por ende los servicios que esta institución presta a la colectividad deben ser de óptima calidad, para de esta forma incentivar el cumplimiento de la normativa tributaria vigente.
- El medio de comunicaciones mas usado para comunicarse entre los Contribuyentes y el Servicio de Rentas Internas y para realizar consultas, es el teléfono.
- Los equipos telefónicos, por concepto de diseño son "Faul Tolerance", o a prueba de fallas y son de los mas confiables en la industria de las comunicaciones.

- Los resultados de la aplicación de los modelos matemáticos presentados, dependen de la exactitud de la data de entrada y de la validez de los supuestos asumidos.
- Los modelos matemáticos presentados no son válidos en casos de abruptos incrementos no esperados de tráfico, producto de situaciones no comunes, como desastres naturales, respuesta a campañas masivas de publicidad, etc.
- El uso de las funciones existentes en una hoja electrónica, permiten el cálculo de las formulas Erlang B y Erlang C, de una forma simple y rápida.
- Los gastos de operación de un año del Centro de Atención Telefónica del Servicio de Rentas Internas, casi triplican el monto de la inversión inicial, por lo que se debe dar prioridad a la correcta y eficiente administración de los recursos humanos.
- Por lo indicado anteriormente, sobredimensionar los recursos, especialmente la cantidad de agentes, puede encarecer extremadamente la operación del Contact Center.

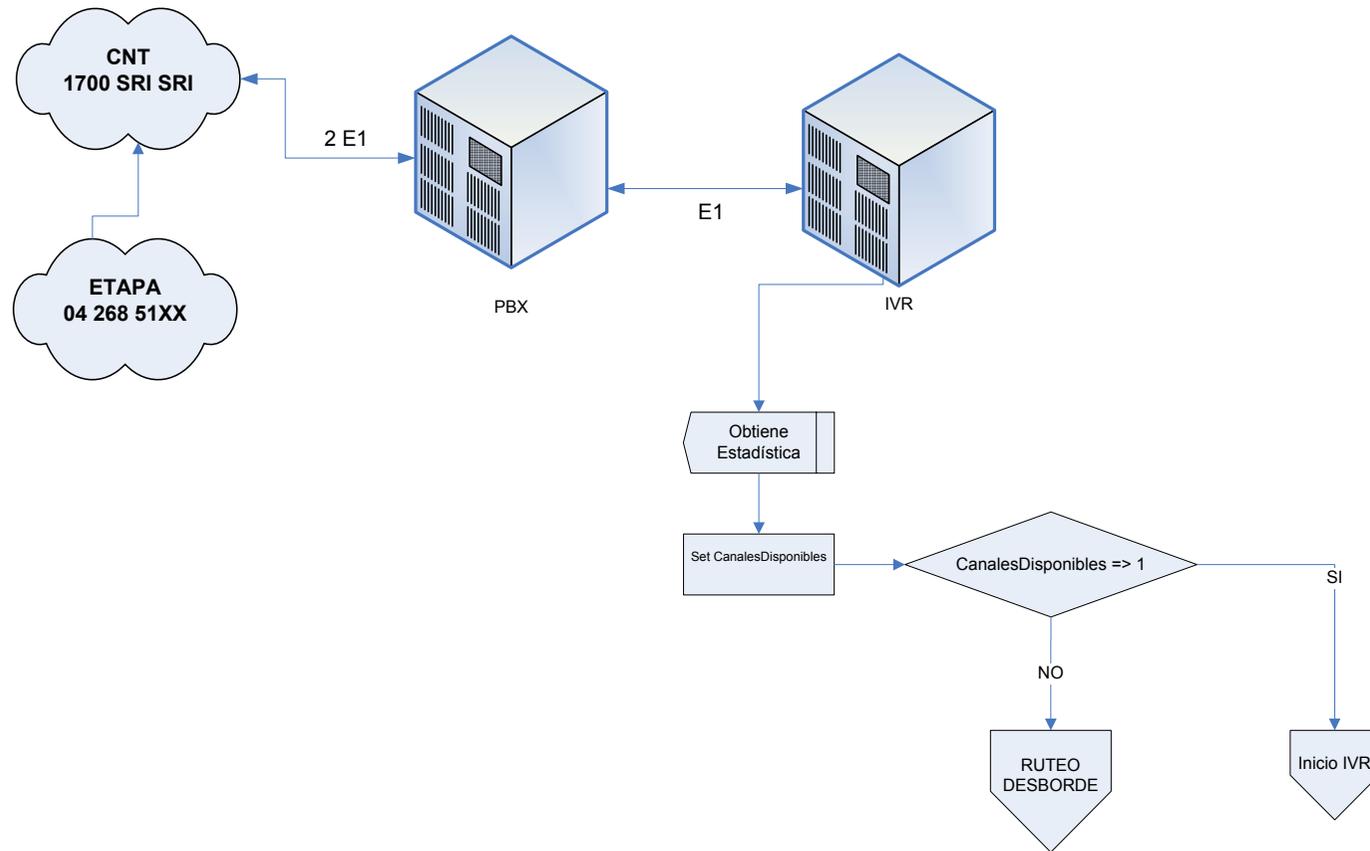
6.2 RECOMENDACIONES

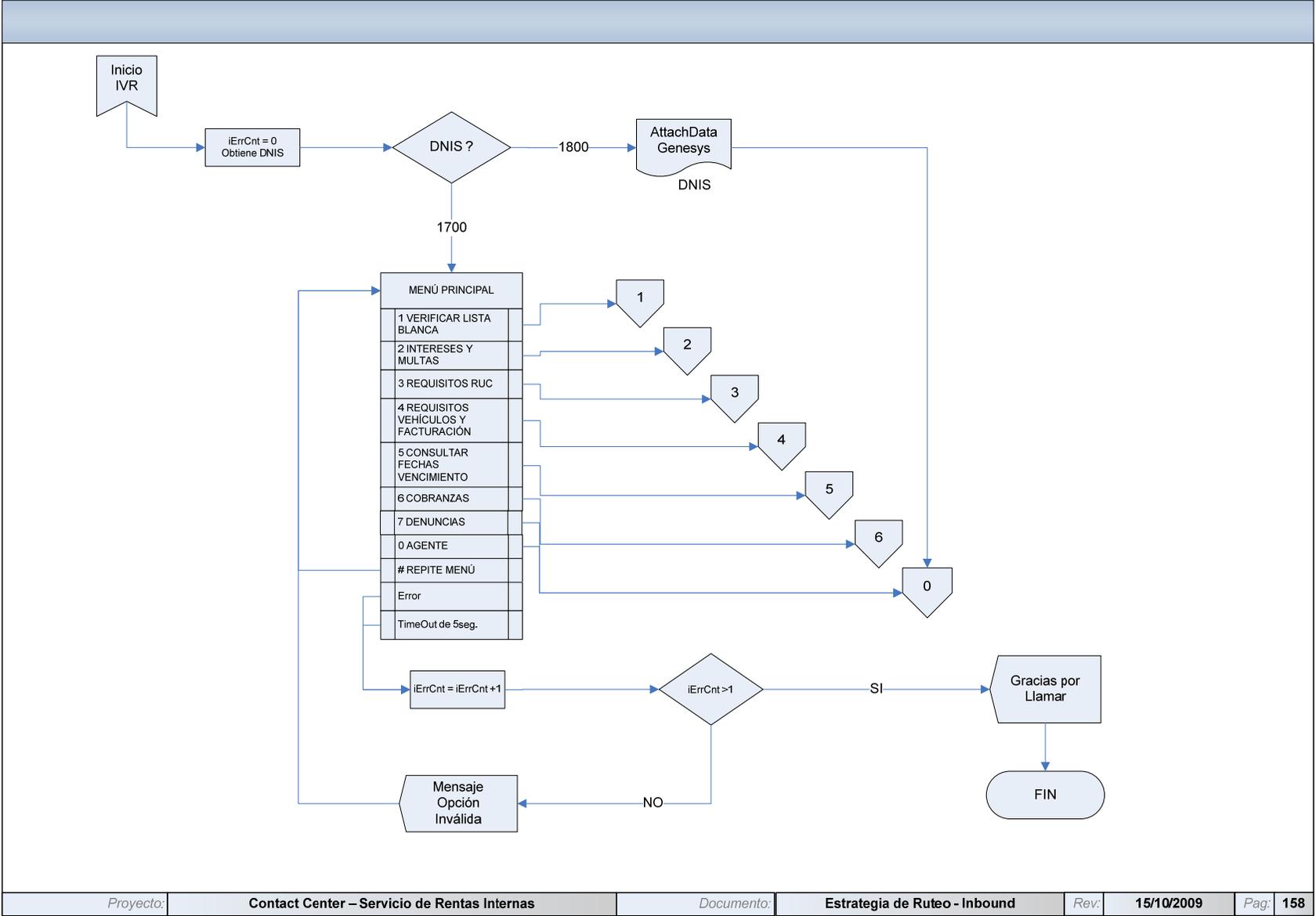
- Conocer en detalle las particularidades del giro del negocio del cliente donde se va a implementar el sistema.
- El IVR, debe ser usado para entregar información clara y concisa, que en lo posible no genere otra llamada de retorno para ampliar la información.

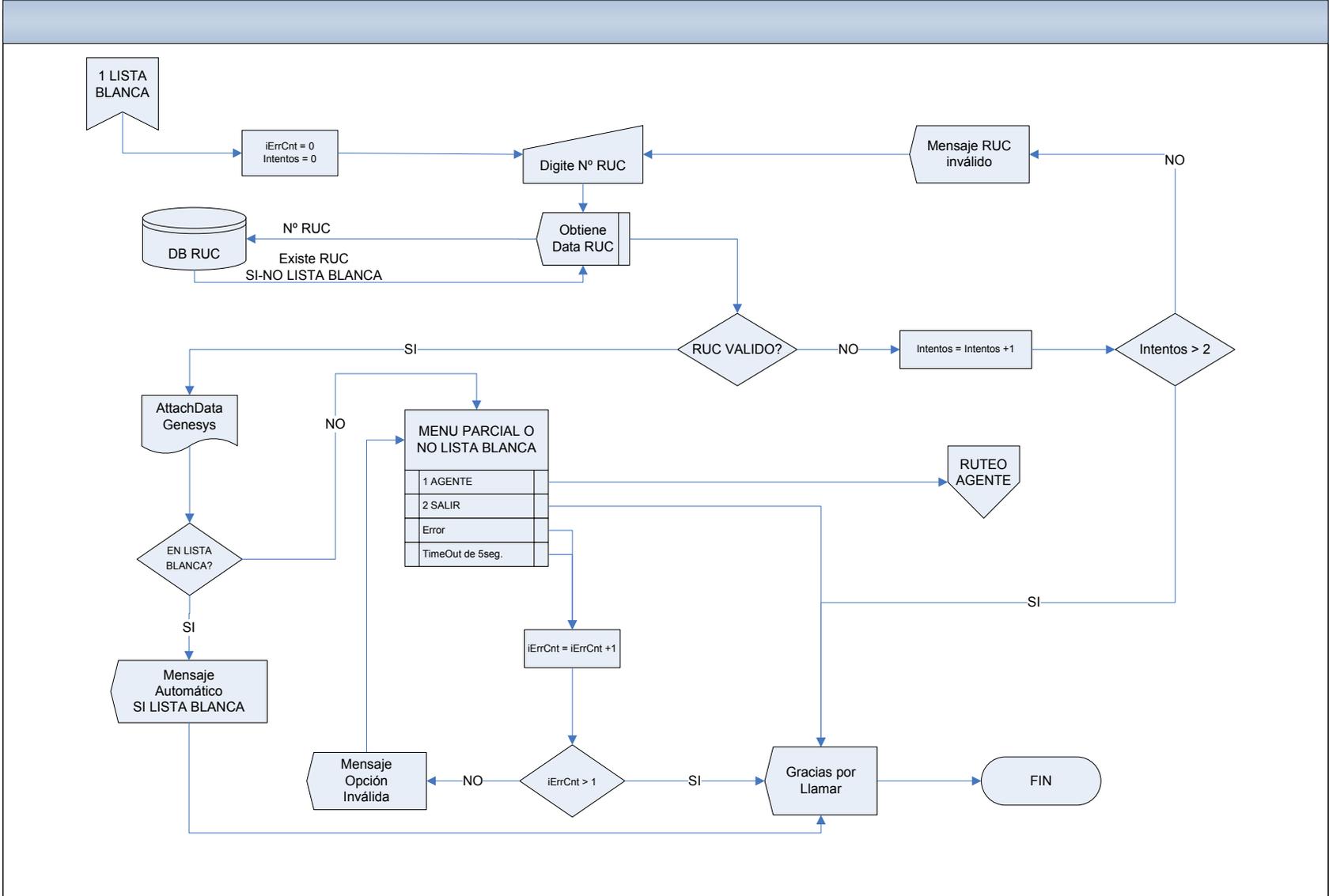
- Aplicar la fórmula abreviada de cálculo del modelo de Erlang C, indicada al final del punto 4.3.3.1, para conocer de forma aproximada los recursos necesarios para atender un tráfico determinado.
- Para aplicaciones que requieren altos índices de calidad de servicio y cuando se requiere conocer otros parámetros, aplicar el modelo matemático Erlang C.
- Para contact center, que manejan tráfico entrante como saliente, es recomendable que los agentes tengan configuración blending.
- No escatimar recursos en la adquisición de la plataforma tecnológica, esta debe incluir la mayor cantidad de herramientas de monitoreo y supervisión del funcionamiento del equipo y trabajo de los agentes y suministrar herramientas que apoyen la administración en tiempo real de los recursos.
- Por su alto costo de operación, utilizar líneas 1-700, únicamente cuando por imagen institucional o empresarial sea imprescindible, caso contrario utilizar números telefónicos normales.
- Realizar permanentemente una evaluación de si la cantidad y calidad de recursos disponibles es la suficiente para cumplir los índices de calidad de servicio determinados.

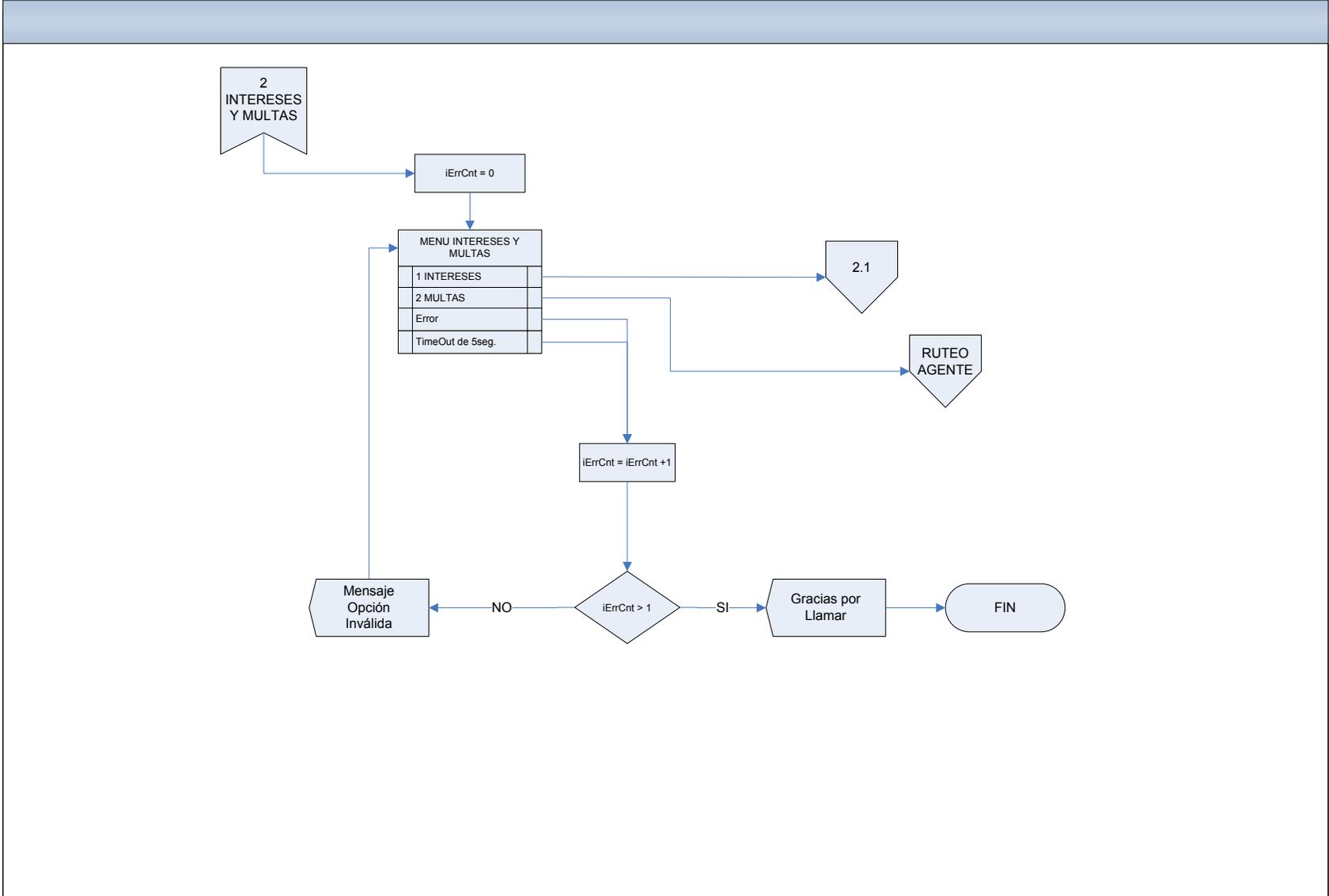
ANEXO 1

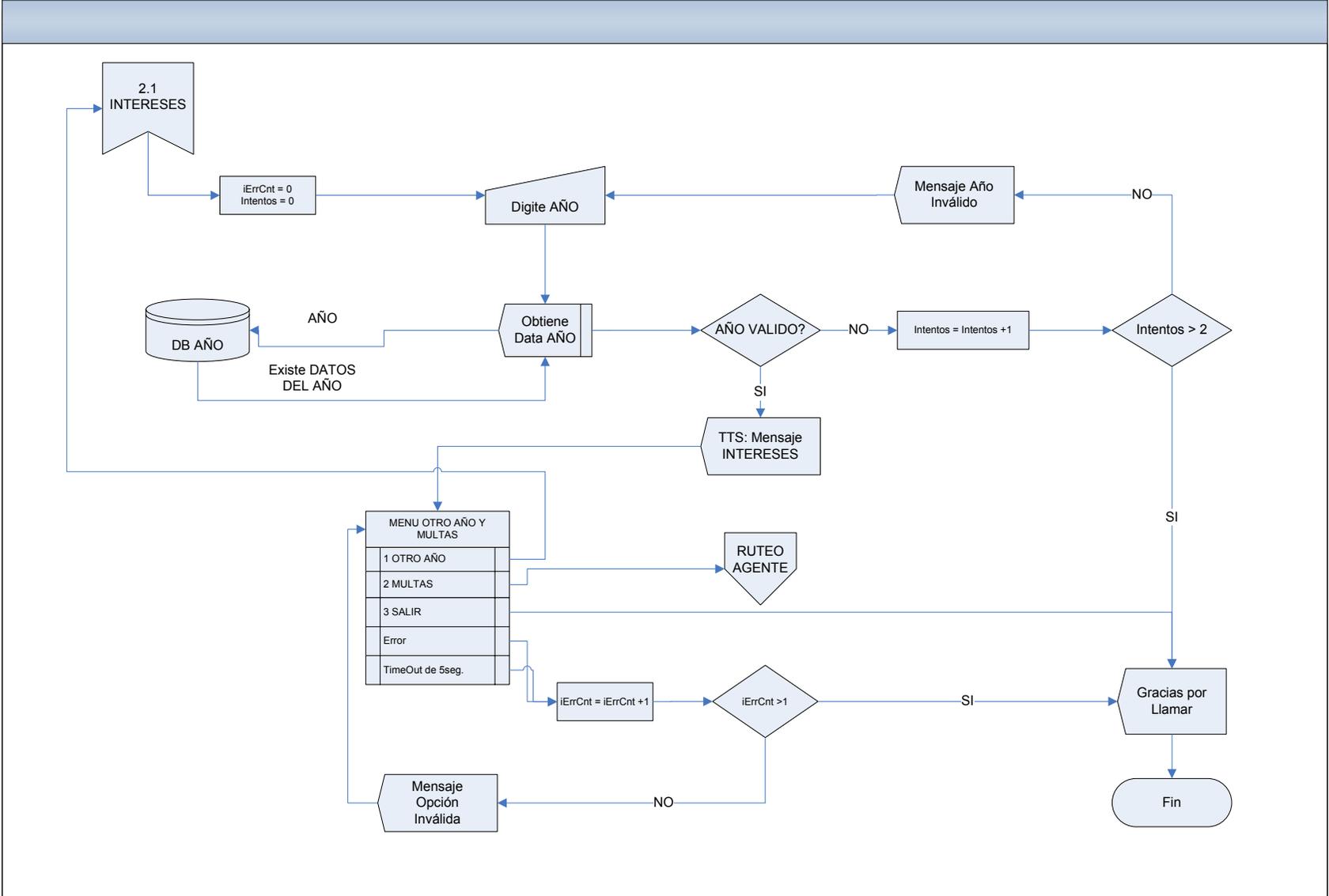
DIAGRAMAS DE FLUJO

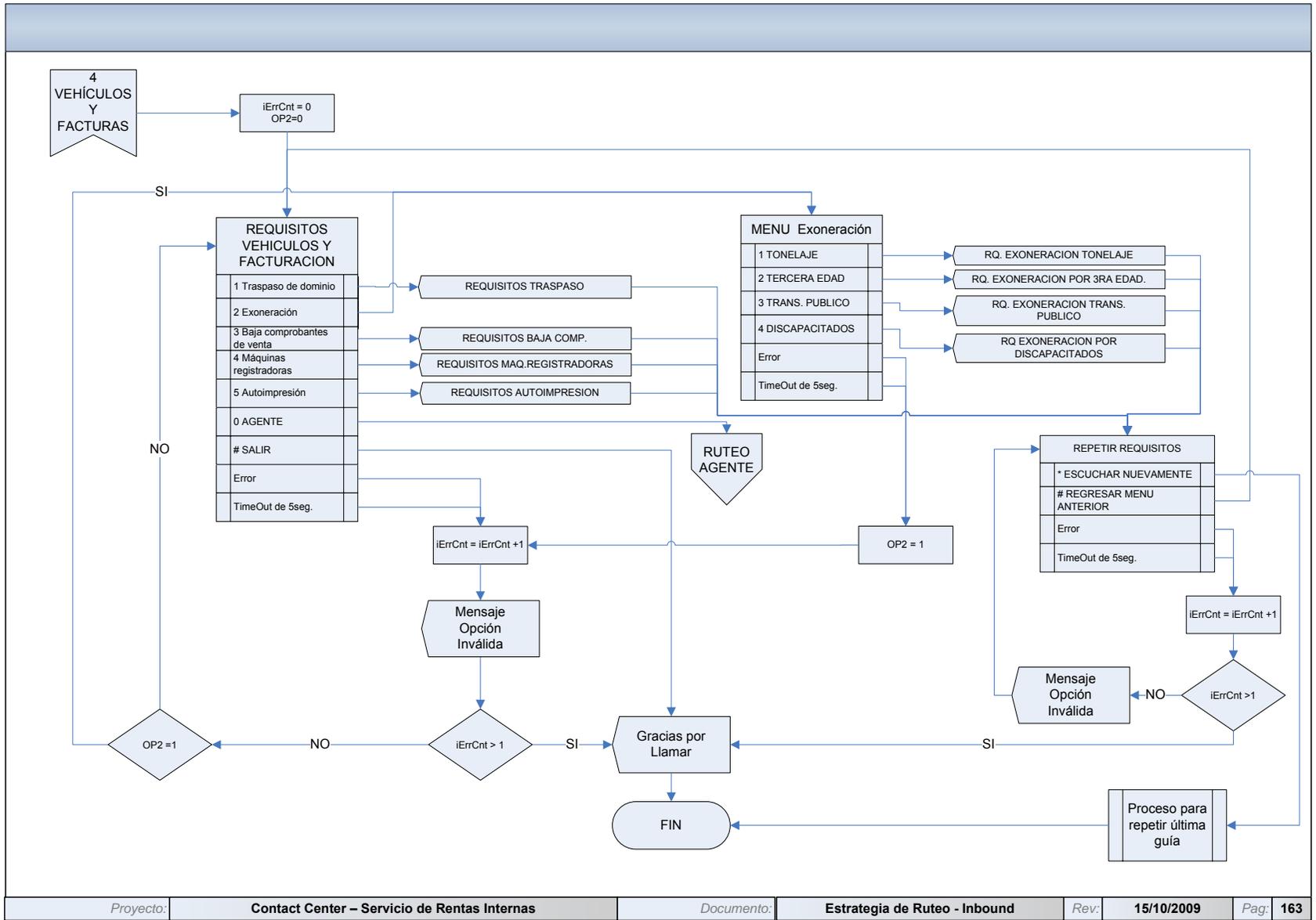


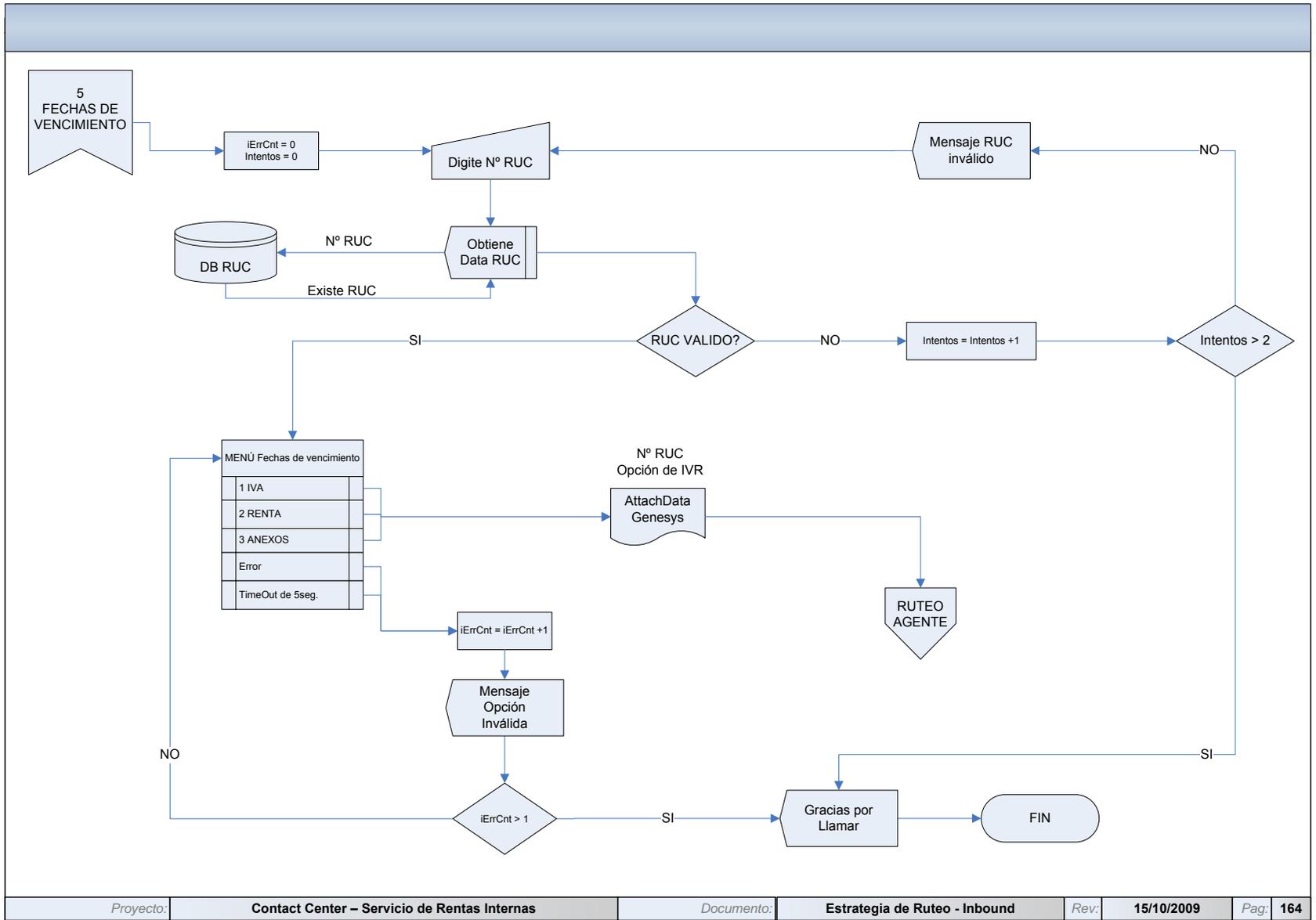


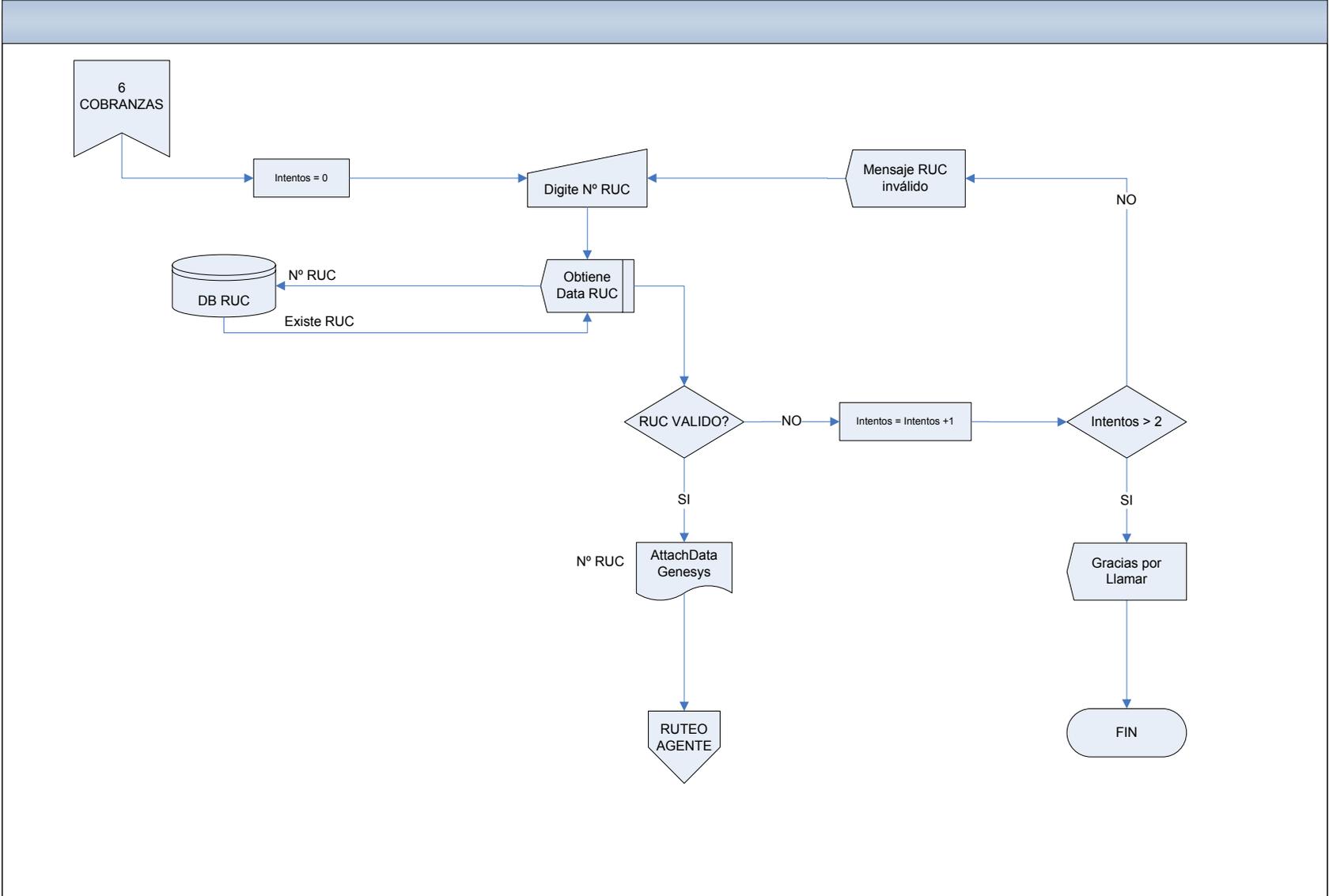


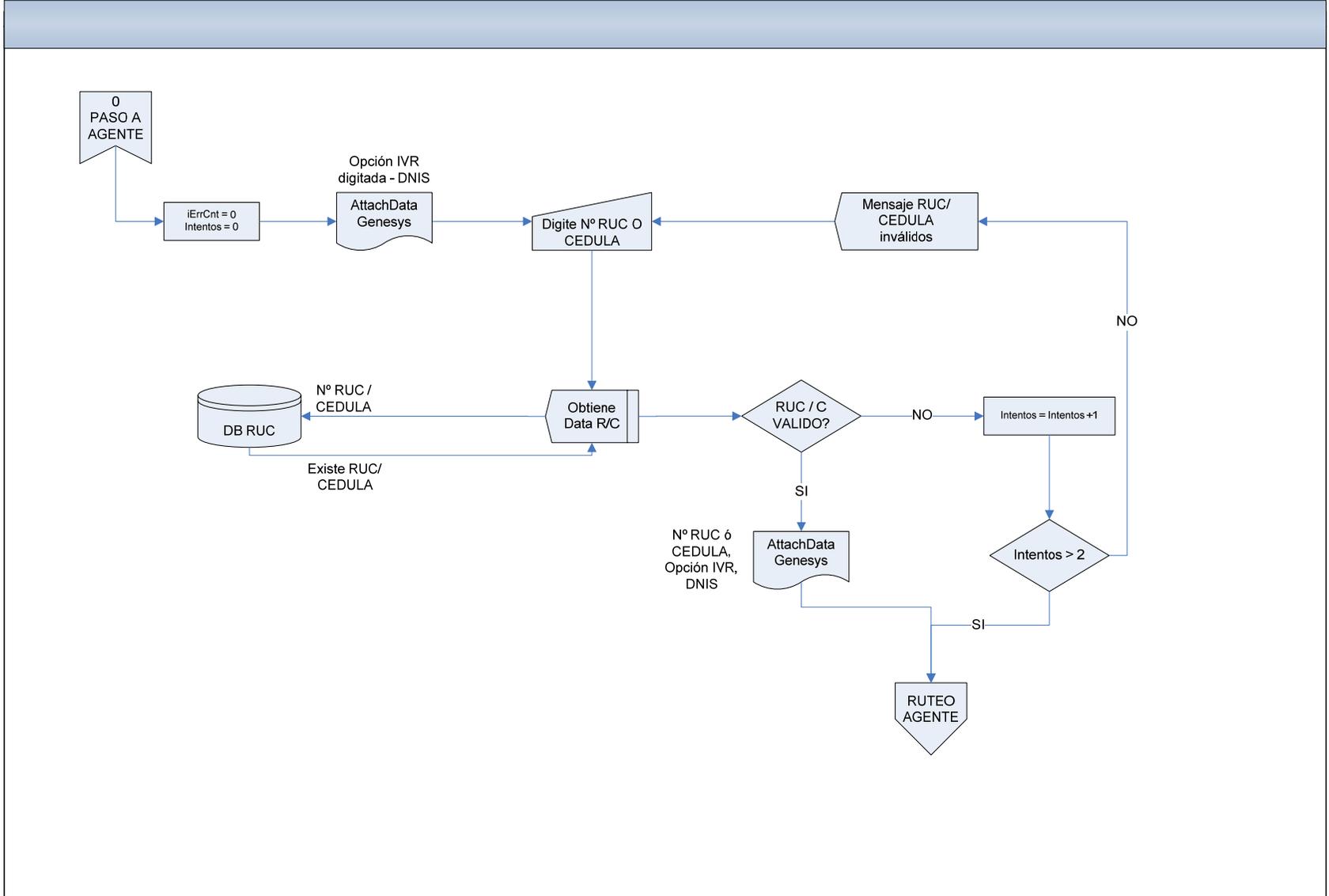


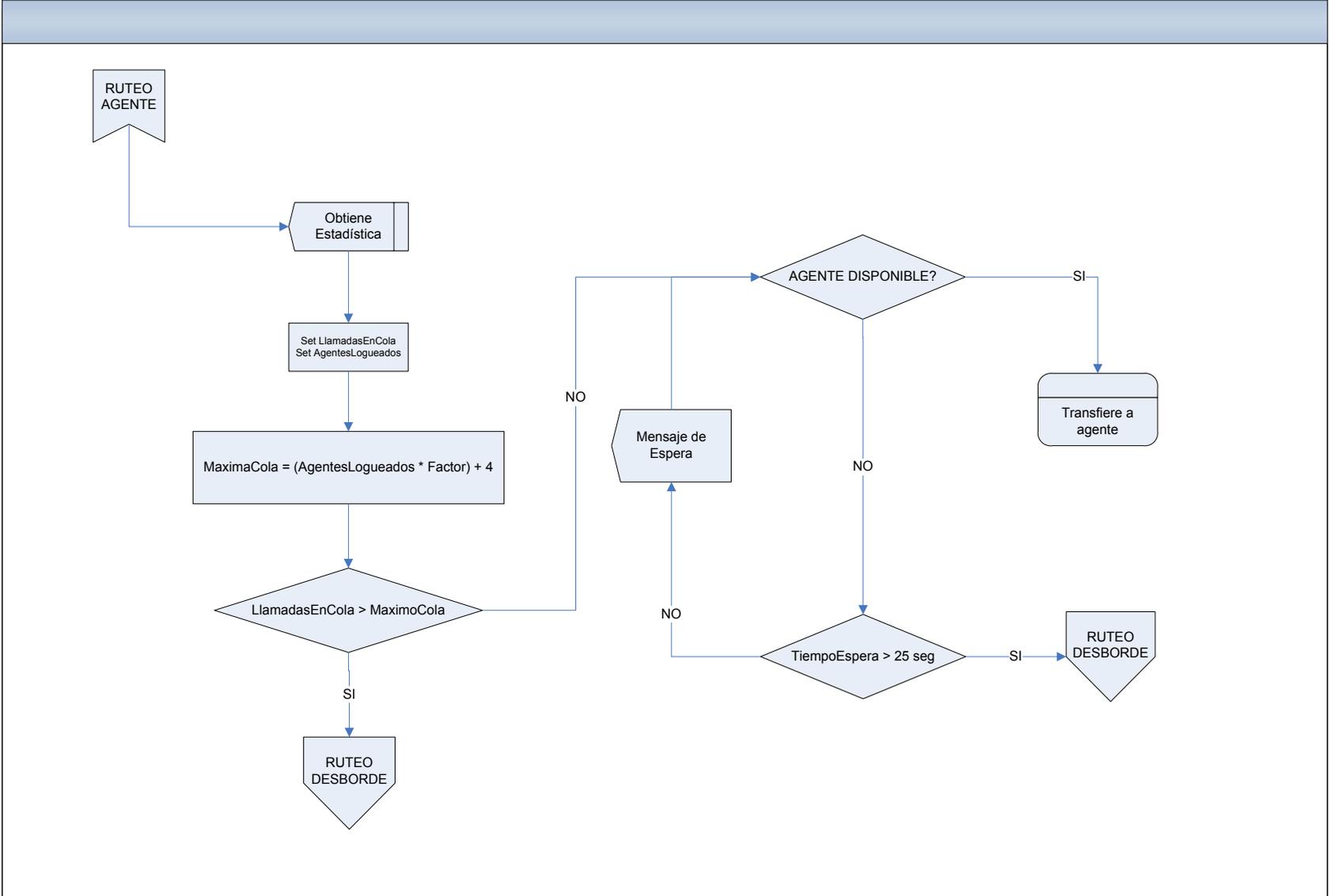


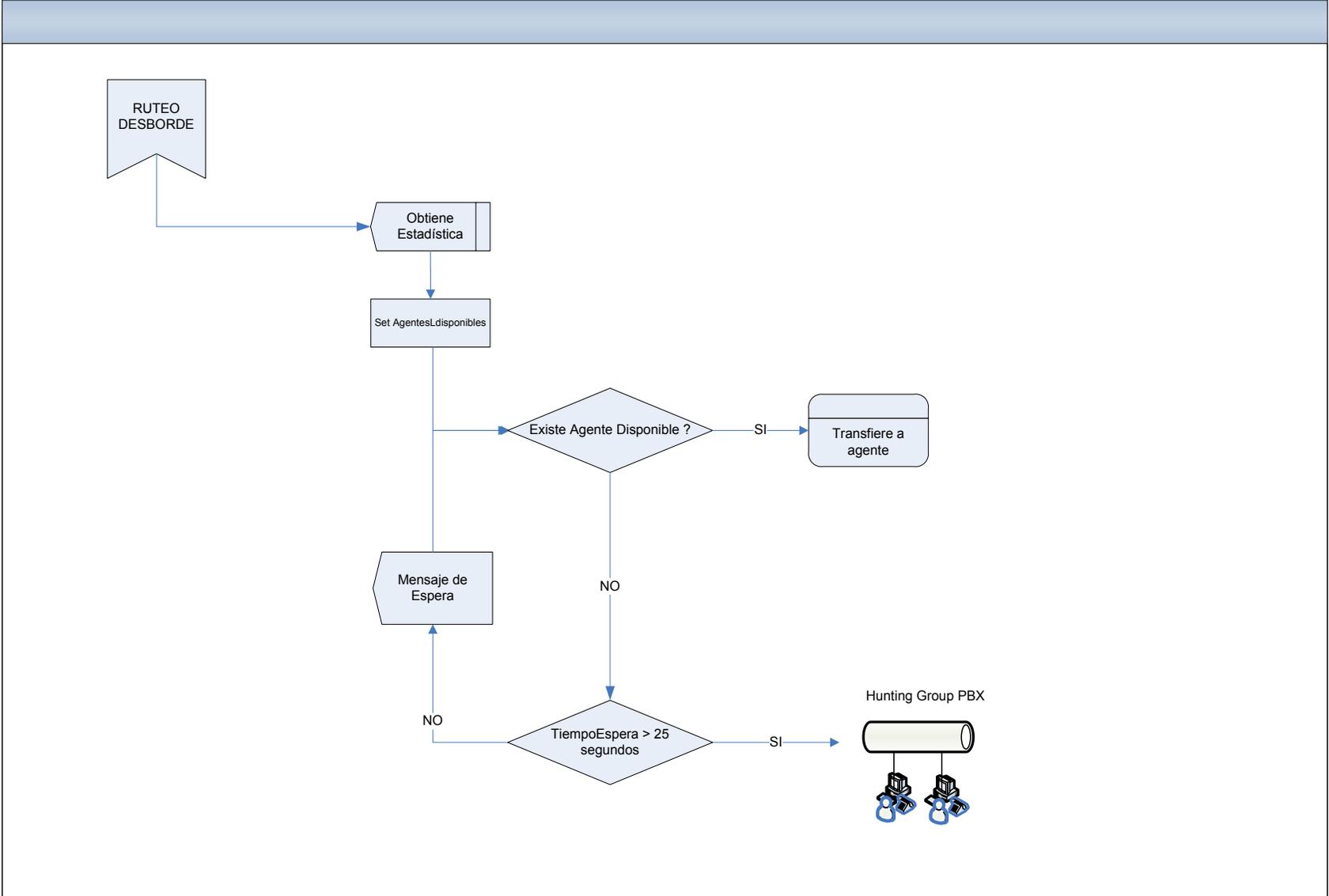


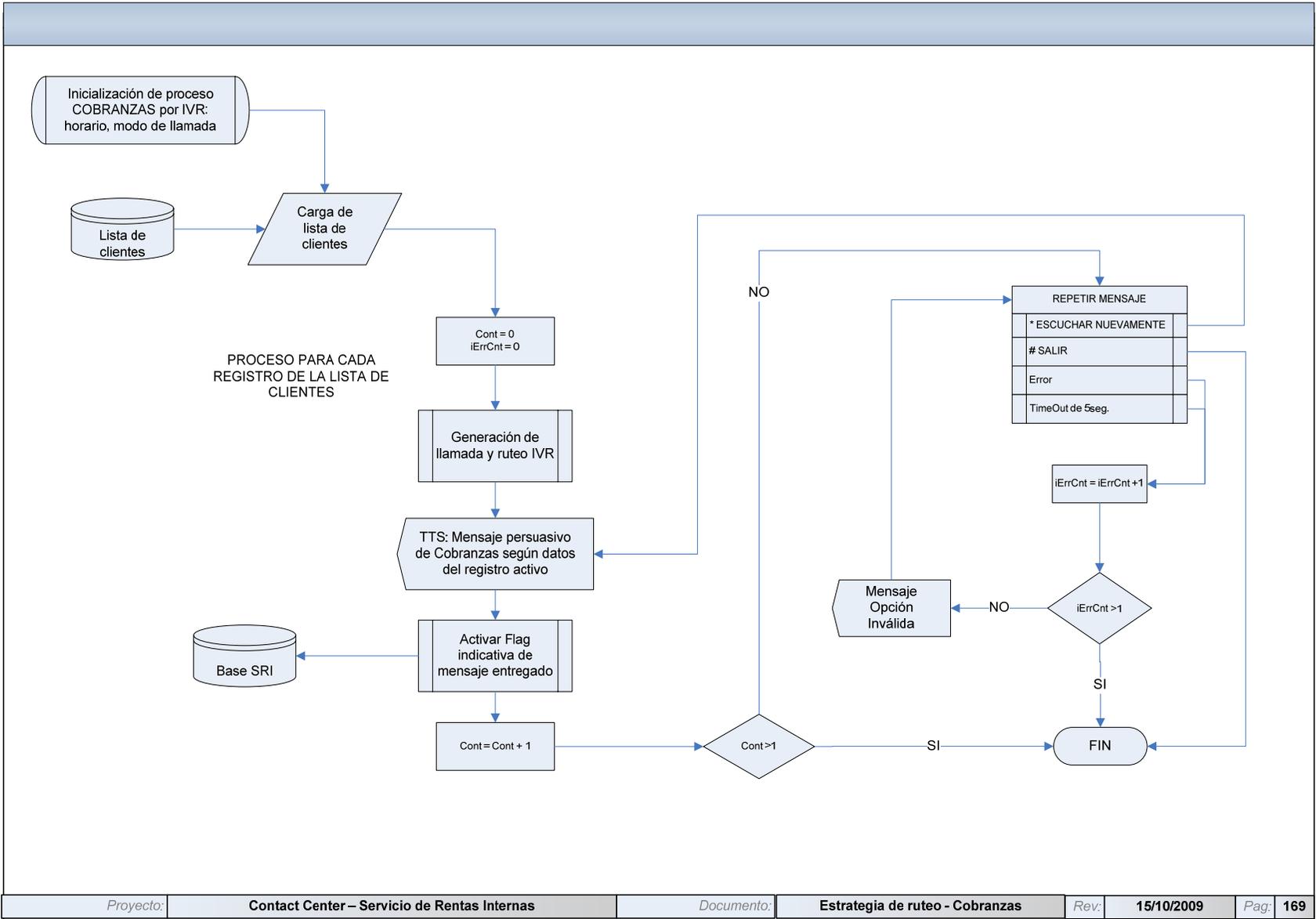












ANEXO 2

HOJAS DE CÁLCULO DE NUMERO DE AGENTES

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes INBOUND

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	1.959
Intervalo en segundos:	43.200
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	9,97639
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	9,9764	9,9764	-21,5618	997,6	-897,6	-2156,2	-244,5
2	4,9882	8,3104	-16,1609	498,8	-731,0	-1616,1	-229,2
3	3,3255	6,8274	-11,8734	332,5	-582,7	-1187,3	-215,3
4	2,4941	5,5227	-8,5083	249,4	-452,3	-850,8	-203,3
5	1,9953	4,3903	-5,9018	199,5	-339,0	-590,2	-194,1
6	1,6627	3,4227	-3,9132	166,3	-242,3	-391,3	-189,4
7	1,4252	2,6109	-2,4222	142,5	-161,1	-242,2	-193,0
8	1,2470	1,9439	-1,3265	124,7	-94,4	-132,7	-216,4
9	1,1085	1,4089	-0,5397	110,8	-40,9	-54,0	-317,5
10	0,9976	0,9914	0,0107	99,8	0,9	1,1	9237,7
11	0,9069	0,6754	0,3846	90,7	32,5	38,5	145,2
12	0,8314	0,4444	0,6303	83,1	55,6	63,0	48,3
13	0,7674	0,2817	0,7860	76,7	71,8	78,6	20,5
14	0,7126	0,1717	0,8809	71,3	82,8	88,1	9,4
15	0,6651	0,1004	0,9364	66,5	90,0	93,6	4,4
16	0,6235	0,0563	0,9674	62,4	94,4	96,7	2,1
17	0,5868	0,0303	0,9840	58,7	97,0	98,4	0,9
18	0,5542	0,0156	0,9925	55,4	98,4	99,2	0,4
19	0,5251	0,0077	0,9966	52,5	99,2	99,7	0,2
20	0,4988	0,0036	0,9985	49,9	99,6	99,9	0,1

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes INBOUND en Hora Pico

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	246
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	15,03333
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	15,0333	15,0333	-52,8406	1503,3	-1403,3	-5284,1	-235,7
2	7,5167	13,2682	-42,3894	751,7	-1226,8	-4238,9	-224,0
3	5,0111	11,6301	-33,7276	501,1	-1063,0	-3372,8	-212,6
4	3,7583	10,1178	-26,5866	375,8	-911,8	-2658,7	-201,7
5	3,0067	8,7299	-20,7340	300,7	-773,0	-2073,4	-191,4
6	2,5056	7,4644	-15,9685	250,6	-646,4	-1596,9	-181,8
7	2,1476	6,3191	-12,1166	214,8	-531,9	-1211,7	-173,1
8	1,8792	5,2911	-9,0285	187,9	-429,1	-902,8	-165,5
9	1,6704	4,3772	-6,5754	167,0	-337,7	-657,5	-159,6
10	1,5033	3,5734	-4,6468	150,3	-257,3	-464,7	-156,2
11	1,3667	2,8749	-3,1482	136,7	-187,5	-314,8	-156,8
12	1,2528	2,2761	-1,9988	125,3	-127,6	-199,9	-165,1
13	1,1564	1,7707	-1,1302	115,6	-77,1	-113,0	-191,6
14	1,0738	1,3514	-0,4845	107,4	-35,1	-48,4	-287,7
15	1,0022	1,0101	-0,0132	100,2	-1,0	-1,3	-6667,5
16	0,9396	0,7383	0,3238	94,0	26,2	32,4	168,0
17	0,8843	0,5268	0,5595	88,4	47,3	55,9	58,9
18	0,8352	0,3663	0,7203	83,5	63,4	72,0	27,2
19	0,7912	0,2479	0,8271	79,1	75,2	82,7	13,8
20	0,7517	0,1631	0,8961	75,2	83,7	89,6	7,2
21	0,7159	0,1042	0,9394	71,6	89,6	93,9	3,8
22	0,6833	0,0646	0,9657	68,3	93,5	96,6	2,0
23	0,6536	0,0388	0,9812	65,4	96,1	98,1	1,1
24	0,6264	0,0226	0,9900	62,6	97,7	99,0	0,6
25	0,6013	0,0128	0,9948	60,1	98,7	99,5	0,3

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 7h00 a 8h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	25
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	1,52778
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	1,5278	1,5278	-0,6029	152,8	-52,8	-60,3	-636,8
2	0,7639	0,6616	0,3662	76,4	33,8	36,6	308,2
3	0,5093	0,2469	0,7841	50,9	75,3	78,4	36,9
4	0,3819	0,0789	0,9370	38,2	92,1	93,7	7,0
5	0,3056	0,0216	0,9842	30,6	97,8	98,4	1,4
6	0,2546	0,0051	0,9966	25,5	99,5	99,7	0,3
7	0,2183	0,0011	0,9993	21,8	99,9	99,9	0,0
8	0,1910	0,0002	0,9999	19,1	100,0	100,0	0,0
9	0,1698	0,0000	1,0000	17,0	100,0	100,0	0,0
10	0,1528	0,0000	1,0000	15,3	100,0	100,0	0,0
11	0,1389	0,0000	1,0000	13,9	100,0	100,0	0,0
12	0,1273	0,0000	1,0000	12,7	100,0	100,0	0,0
13	0,1175	0,0000	1,0000	11,8	100,0	100,0	0,0
14	0,1091	0,0000	1,0000	10,9	100,0	100,0	0,0
15	0,1019	0,0000	1,0000	10,2	100,0	100,0	0,0
16	0,0955	0,0000	1,0000	9,5	100,0	100,0	0,0
17	0,0899	0,0000	1,0000	9,0	100,0	100,0	0,0
18	0,0849	0,0000	1,0000	8,5	100,0	100,0	0,0
19	0,0804	0,0000	1,0000	8,0	100,0	100,0	0,0
20	0,0764	0,0000	1,0000	7,6	100,0	100,0	0,0

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 8h00 a 9h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	151
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	9,22778
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	9,2278	9,2278	-18,4958	922,8	-822,8	-1849,6	-246,7
2	4,6139	7,5840	-13,6306	461,4	-658,4	-1363,1	-230,8
3	3,0759	6,1358	-9,8081	307,6	-513,6	-980,8	-216,7
4	2,3069	4,8769	-6,8441	230,7	-387,7	-684,4	-205,2
5	1,8456	3,7999	-4,5807	184,6	-280,0	-458,1	-197,7
6	1,5380	2,8952	-2,8826	153,8	-189,5	-288,3	-197,3
7	1,3183	2,1514	-1,6344	131,8	-115,1	-163,4	-212,5
8	1,1535	1,5547	-0,7383	115,3	-55,5	-73,8	-278,6
9	1,0253	1,0894	-0,1122	102,5	-8,9	-11,2	-1052,2
10	0,9228	0,7380	0,3121	92,3	26,2	31,2	210,2
11	0,8389	0,4819	0,5898	83,9	51,8	59,0	59,8
12	0,7690	0,3026	0,7648	76,9	69,7	76,5	24,0
13	0,7098	0,1822	0,8707	71,0	81,8	87,1	10,6
14	0,6591	0,1051	0,9319	65,9	89,5	93,2	4,8
15	0,6152	0,0580	0,9657	61,5	94,2	96,6	2,2
16	0,5767	0,0306	0,9835	57,7	96,9	98,3	1,0
17	0,5428	0,0154	0,9924	54,3	98,5	99,2	0,4
18	0,5127	0,0074	0,9967	51,3	99,3	99,7	0,2
19	0,4857	0,0034	0,9986	48,6	99,7	99,9	0,1
20	0,4614	0,0015	0,9994	46,1	99,8	99,9	0,0

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 9h00 a 10h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	227
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	13,87222
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	13,8722	13,8722	-43,7052	1387,2	-1287,2	-4370,5	-237,1
2	6,9361	12,1242	-34,6767	693,6	-1112,4	-3467,7	-224,7
3	4,6241	10,5130	-27,2474	462,4	-951,3	-2724,7	-212,7
4	3,4681	9,0370	-21,1714	346,8	-803,7	-2117,1	-201,4
5	2,7744	7,6941	-16,2363	277,4	-669,4	-1623,6	-190,8
6	2,3120	6,4819	-12,2588	231,2	-548,2	-1225,9	-181,1
7	1,9817	5,3972	-9,0808	198,2	-439,7	-908,1	-172,8
8	1,7340	4,4365	-6,5663	173,4	-343,7	-656,6	-166,2
9	1,5414	3,5952	-4,5987	154,1	-259,5	-459,9	-162,3
10	1,3872	2,8681	-3,0783	138,7	-186,8	-307,8	-163,0
11	1,2611	2,2488	-1,9198	126,1	-124,9	-192,0	-172,2
12	1,1560	1,7301	-1,0511	115,6	-73,0	-105,1	-203,3
13	1,0671	1,3037	-0,4113	106,7	-30,4	-41,1	-328,8
14	0,9909	0,9604	0,0507	99,1	4,0	5,1	1653,6
15	0,9248	0,6905	0,3768	92,5	30,9	37,7	134,7
16	0,8670	0,4836	0,6014	86,7	51,6	60,1	50,0
17	0,8160	0,3294	0,7521	81,6	67,1	75,2	23,2
18	0,7707	0,2179	0,8503	77,1	78,2	85,0	11,6
19	0,7301	0,1397	0,9123	73,0	86,0	91,2	6,0
20	0,6936	0,0868	0,9503	69,4	91,3	95,0	3,1

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 10h00 a 11h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	246
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	15,03333
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	15,0333	15,0333	-52,8406	1503,3	-1403,3	-5284,1	-235,7
2	7,5167	13,2682	-42,3894	751,7	-1226,8	-4238,9	-224,0
3	5,0111	11,6301	-33,7276	501,1	-1063,0	-3372,8	-212,6
4	3,7583	10,1178	-26,5866	375,8	-911,8	-2658,7	-201,7
5	3,0067	8,7299	-20,7340	300,7	-773,0	-2073,4	-191,4
6	2,5056	7,4644	-15,9685	250,6	-646,4	-1596,9	-181,8
7	2,1476	6,3191	-12,1166	214,8	-531,9	-1211,7	-173,1
8	1,8792	5,2911	-9,0285	187,9	-429,1	-902,8	-165,5
9	1,6704	4,3772	-6,5754	167,0	-337,7	-657,5	-159,6
10	1,5033	3,5734	-4,6468	150,3	-257,3	-464,7	-156,2
11	1,3667	2,8749	-3,1482	136,7	-187,5	-314,8	-156,8
12	1,2528	2,2761	-1,9988	125,3	-127,6	-199,9	-165,1
13	1,1564	1,7707	-1,1302	115,6	-77,1	-113,0	-191,6
14	1,0738	1,3514	-0,4845	107,4	-35,1	-48,4	-287,7
15	1,0022	1,0101	-0,0132	100,2	-1,0	-1,3	-6667,5
16	0,9396	0,7383	0,3238	94,0	26,2	32,4	168,0
17	0,8843	0,5268	0,5595	88,4	47,3	55,9	58,9
18	0,8352	0,3663	0,7203	83,5	63,4	72,0	27,2
19	0,7912	0,2479	0,8271	79,1	75,2	82,7	13,8
20	0,7517	0,1631	0,8961	75,2	83,7	89,6	7,2

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 11h00 a 12h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	238
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	14,54444
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	14,5444	14,5444	-48,8252	1454,4	-1354,4	-4882,5	-236,2
2	7,2722	12,7862	-38,9957	727,2	-1178,6	-3899,6	-224,2
3	4,8481	11,1590	-30,8724	484,8	-1015,9	-3087,2	-212,7
4	3,6361	9,6614	-24,1969	363,6	-866,1	-2419,7	-201,6
5	2,9089	8,2917	-18,7456	290,9	-729,2	-1874,6	-191,1
6	2,4241	7,0477	-14,3248	242,4	-604,8	-1432,5	-181,5
7	2,0778	5,9270	-10,7680	207,8	-492,7	-1076,8	-172,8
8	1,8181	4,9264	-7,9313	181,8	-392,6	-793,1	-165,6
9	1,6160	4,0422	-5,6914	161,6	-304,2	-569,1	-160,4
10	1,4544	3,2697	-3,9424	145,4	-227,0	-394,2	-158,3
11	1,3222	2,6038	-2,5937	132,2	-160,4	-259,4	-161,6
12	1,2120	2,0381	-1,5686	121,2	-103,8	-156,9	-176,2
13	1,1188	1,5656	-0,8016	111,9	-56,6	-80,2	-223,0
14	1,0389	1,1782	-0,2380	103,9	-17,8	-23,8	-476,1
15	0,9696	0,8672	0,1680	97,0	13,3	16,8	418,8
16	0,9090	0,6232	0,4541	90,9	37,7	45,4	94,2
17	0,8556	0,4365	0,6509	85,6	56,4	65,1	39,1
18	0,8080	0,2975	0,7827	80,8	70,2	78,3	18,9
19	0,7655	0,1971	0,8686	76,5	80,3	86,9	9,7
20	0,7272	0,1267	0,9228	72,7	87,3	92,3	5,1

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 12h00 a 13h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	190
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	11,61111
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	11,6111	11,6111	-29,4659	1161,1	-1061,1	-2946,6	-240,7
2	5,8056	9,9050	-22,7308	580,6	-890,5	-2273,1	-226,7
3	3,8704	8,3593	-17,2873	387,0	-735,9	-1728,7	-213,6
4	2,9028	6,9712	-12,9252	290,3	-597,1	-1292,5	-201,5
5	2,3222	5,7369	-9,4638	232,2	-473,7	-946,4	-190,9
6	1,9352	4,6518	-6,7474	193,5	-365,2	-674,7	-182,4
7	1,6587	3,7105	-4,6427	165,9	-271,1	-464,3	-177,0
8	1,4514	2,9061	-3,0353	145,1	-190,6	-303,5	-177,0
9	1,2901	2,2304	-1,8279	129,0	-123,0	-182,8	-187,9
10	1,1611	1,6739	-0,9379	116,1	-67,4	-93,8	-228,6
11	1,0556	1,2257	-0,2957	105,6	-22,6	-29,6	-441,3
12	0,9676	0,8737	0,1566	96,8	12,6	15,7	494,3
13	0,8932	0,6050	0,4668	89,3	39,5	46,7	95,8
14	0,8294	0,4060	0,6733	82,9	59,4	67,3	37,4
15	0,7741	0,2635	0,8063	77,4	73,6	80,6	17,1
16	0,7257	0,1652	0,8892	72,6	83,5	88,9	8,3
17	0,6830	0,0999	0,9388	68,3	90,0	93,9	4,1
18	0,6451	0,0581	0,9675	64,5	94,2	96,7	2,0
19	0,6111	0,0326	0,9833	61,1	96,7	98,3	1,0
20	0,5806	0,0176	0,9918	58,1	98,2	99,2	0,5

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 13h00 a 14h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	152
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	9,28889
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	9,2889	9,2889	-18,7342	928,9	-828,9	-1873,4	-246,5
2	4,6444	7,6432	-13,8269	464,4	-664,3	-1382,7	-230,7
3	3,0963	6,1919	-9,9678	309,6	-519,2	-996,8	-216,6
4	2,3222	4,9291	-6,9723	232,2	-392,9	-697,2	-205,0
5	1,8578	3,8473	-4,6819	185,8	-284,7	-468,2	-197,4
6	1,5481	2,9373	-2,9609	154,8	-193,7	-296,1	-196,5
7	1,3270	2,1877	-1,6938	132,7	-118,8	-169,4	-210,3
8	1,1611	1,5851	-0,7822	116,1	-58,5	-78,2	-270,6
9	1,0321	1,1140	-0,1437	103,2	-11,4	-14,4	-848,4
10	0,9289	0,7572	0,2902	92,9	24,3	29,0	234,3
11	0,8444	0,4963	0,5752	84,4	50,4	57,5	63,8
12	0,7741	0,3129	0,7555	77,4	68,7	75,5	25,4
13	0,7145	0,1893	0,8649	71,5	81,1	86,5	11,2
14	0,6635	0,1097	0,9285	66,3	89,0	92,9	5,1
15	0,6193	0,0608	0,9638	61,9	93,9	96,4	2,3
16	0,5806	0,0322	0,9825	58,1	96,8	98,2	1,1
17	0,5464	0,0163	0,9919	54,6	98,4	99,2	0,5
18	0,5160	0,0079	0,9964	51,6	99,2	99,6	0,2
19	0,4889	0,0037	0,9985	48,9	99,6	99,8	0,1
20	0,4644	0,0016	0,9994	46,4	99,8	99,9	0,0

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 14h00 a 15h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	216
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	13,20000
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	13,2000	13,2000	-39,0171	1320,0	-1220,0	-3901,7	-238,0
2	6,6000	11,4632	-30,7318	660,0	-1046,3	-3073,2	-225,2
3	4,4000	9,8694	-23,9460	440,0	-886,9	-2394,6	-212,9
4	3,3000	8,4168	-18,4257	330,0	-741,7	-1842,6	-201,3
5	2,6400	7,1030	-13,9689	264,0	-610,3	-1396,9	-190,6
6	2,2000	5,9250	-10,4013	220,0	-492,5	-1040,1	-181,0
7	1,8857	4,8792	-7,5731	188,6	-387,9	-757,3	-173,1
8	1,6500	3,9612	-5,3553	165,0	-296,1	-535,5	-167,6
9	1,4667	3,1657	-3,6376	146,7	-216,6	-363,8	-165,8
10	1,3200	2,4864	-2,3259	132,0	-148,6	-232,6	-170,9
11	1,2000	1,9158	-1,3400	120,0	-91,6	-134,0	-191,6
12	1,1000	1,4455	-0,6121	110,0	-44,5	-61,2	-265,0
13	1,0154	1,0659	-0,0855	101,5	-6,6	-8,5	-1172,5
14	0,9429	0,7667	0,2871	94,3	23,3	28,7	210,8
15	0,8800	0,5369	0,5441	88,0	46,3	54,4	65,6
16	0,8250	0,3654	0,7167	82,5	63,5	71,7	28,7
17	0,7765	0,2413	0,8292	77,6	75,9	82,9	14,0
18	0,7333	0,1543	0,9002	73,3	84,6	90,0	7,1
19	0,6947	0,0955	0,9436	69,5	90,4	94,4	3,6
20	0,6600	0,0572	0,9692	66,0	94,3	96,9	1,8

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 15h00 a 16h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	224
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	13,68889
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	13,6889	13,6889	-42,3853	1368,9	-1268,9	-4238,5	-237,3
2	6,8444	11,9438	-33,5650	684,4	-1094,4	-3356,5	-224,8
3	4,5630	10,3373	-26,3160	456,3	-933,7	-2631,6	-212,8
4	3,4222	8,8674	-20,3958	342,2	-786,7	-2039,6	-201,3
5	2,7378	7,5322	-15,5948	273,8	-653,2	-1559,5	-190,7
6	2,2815	6,3291	-11,7323	228,1	-532,9	-1173,2	-181,1
7	1,9556	5,2547	-8,6524	195,6	-425,5	-865,2	-172,8
8	1,7111	4,3054	-6,2213	171,1	-330,5	-622,1	-166,5
9	1,5210	3,4763	-4,3240	152,1	-247,6	-432,4	-163,1
10	1,3689	2,7620	-2,8624	136,9	-176,2	-286,2	-164,7
11	1,2444	2,1557	-1,7527	124,4	-115,6	-175,3	-176,4
12	1,1407	1,6501	-0,9239	114,1	-65,0	-92,4	-214,9
13	1,0530	1,2364	-0,3163	105,3	-23,6	-31,6	-394,8
14	0,9778	0,9052	0,1200	97,8	9,5	12,0	640,1
15	0,9126	0,6463	0,4263	91,3	35,4	42,6	108,5
16	0,8556	0,4493	0,6358	85,6	55,1	63,6	42,8
17	0,8052	0,3035	0,7754	80,5	69,6	77,5	20,2
18	0,7605	0,1990	0,8655	76,0	80,1	86,6	10,2
19	0,7205	0,1265	0,9220	72,0	87,4	92,2	5,2
20	0,6844	0,0778	0,9562	68,4	92,2	95,6	2,7

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 16h00 a 17h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	179
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	10,93889
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	10,9389	10,9389	-26,0006	1093,9	-993,9	-2600,1	-242,1
2	5,4694	9,2480	-19,8434	546,9	-824,8	-1984,3	-227,6
3	3,6463	7,7262	-14,9003	364,6	-672,6	-1490,0	-214,1
4	2,7347	6,3700	-10,9700	273,5	-537,0	-1097,0	-202,0
5	2,1878	5,1747	-7,8789	218,8	-417,5	-787,9	-191,7
6	1,8231	4,1350	-5,4784	182,3	-313,5	-547,8	-184,2
7	1,5627	3,2440	-3,6407	156,3	-224,4	-364,1	-181,2
8	1,3674	2,4934	-2,2570	136,7	-149,3	-225,7	-186,6
9	1,2154	1,8735	-1,2346	121,5	-87,3	-123,5	-212,6
10	1,0939	1,3728	-0,4952	109,4	-37,3	-49,5	-321,7
11	0,9944	0,9787	0,0267	99,4	2,1	2,7	3523,4
12	0,9116	0,6772	0,3851	91,2	32,3	38,5	140,4
13	0,8415	0,4537	0,6238	84,1	54,6	62,4	48,4
14	0,7813	0,2937	0,7777	78,1	70,6	77,8	21,1
15	0,7293	0,1833	0,8733	72,9	81,7	87,3	9,9
16	0,6837	0,1102	0,9305	68,4	89,0	93,0	4,8
17	0,6435	0,0637	0,9633	64,3	93,6	96,3	2,3
18	0,6077	0,0354	0,9814	60,8	96,5	98,1	1,1
19	0,5757	0,0189	0,9909	57,6	98,1	99,1	0,5
20	0,5469	0,0097	0,9958	54,7	99,0	99,6	0,2

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 17h00 a 18h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	68
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	4,15556
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	4,1556	4,1556	-4,5362	415,6	-315,6	-453,6	-289,7
2	2,0778	2,8054	-2,4127	207,8	-180,5	-241,3	-286,3
3	1,3852	1,7989	-0,9982	138,5	-79,9	-99,8	-342,5
4	1,0389	1,0877	-0,1032	103,9	-8,8	-10,3	-1538,2
5	0,8311	0,6156	0,4299	83,1	38,4	43,0	160,4
6	0,6926	0,3242	0,7259	69,3	67,6	72,6	38,7
7	0,5937	0,1581	0,8779	59,4	84,2	87,8	12,2
8	0,5194	0,0712	0,9498	51,9	92,9	95,0	4,1
9	0,4617	0,0296	0,9810	46,2	97,0	98,1	1,3
10	0,4156	0,0113	0,9933	41,6	98,9	99,3	0,4
11	0,3778	0,0040	0,9978	37,8	99,6	99,8	0,1
12	0,3463	0,0013	0,9993	34,6	99,9	99,9	0,0
13	0,3197	0,0004	0,9998	32,0	100,0	100,0	0,0
14	0,2968	0,0001	1,0000	29,7	100,0	100,0	0,0
15	0,2770	0,0000	1,0000	27,7	100,0	100,0	0,0
16	0,2597	0,0000	1,0000	26,0	100,0	100,0	0,0
17	0,2444	0,0000	1,0000	24,4	100,0	100,0	0,0
18	0,2309	0,0000	1,0000	23,1	100,0	100,0	0,0
19	0,2187	0,0000	1,0000	21,9	100,0	100,0	0,0
20	0,2078	0,0000	1,0000	20,8	100,0	100,0	0,0

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 18h00 a 19h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	29
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	1,77222
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	1,7722	1,7722	-0,9011	177,2	-77,2	-90,1	-504,9
2	0,8861	0,8326	0,1845	88,6	16,7	18,4	804,2
3	0,5907	0,3430	0,6933	59,1	65,7	69,3	61,5
4	0,4431	0,1228	0,8997	44,3	87,7	90,0	12,1
5	0,3544	0,0382	0,9715	35,4	96,2	97,2	2,6
6	0,2954	0,0104	0,9929	29,5	99,0	99,3	0,5
7	0,2532	0,0025	0,9985	25,3	99,8	99,8	0,1
8	0,2215	0,0005	0,9997	22,2	99,9	100,0	0,0
9	0,1969	0,0001	0,9999	19,7	100,0	100,0	0,0
10	0,1772	0,0000	1,0000	17,7	100,0	100,0	0,0
11	0,1611	0,0000	1,0000	16,1	100,0	100,0	0,0
12	0,1477	0,0000	1,0000	14,8	100,0	100,0	0,0
13	0,1363	0,0000	1,0000	13,6	100,0	100,0	0,0
14	0,1266	0,0000	1,0000	12,7	100,0	100,0	0,0
15	0,1181	0,0000	1,0000	11,8	100,0	100,0	0,0
16	0,1108	0,0000	1,0000	11,1	100,0	100,0	0,0
17	0,1042	0,0000	1,0000	10,4	100,0	100,0	0,0
18	0,0985	0,0000	1,0000	9,8	100,0	100,0	0,0
19	0,0933	0,0000	1,0000	9,3	100,0	100,0	0,0
20	0,0886	0,0000	1,0000	8,9	100,0	100,0	0,0

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de agentes necesarios de 19h00 a 20h00

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	14
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	220
Tiempo de respuesta deseado:	20

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	0,85556
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	0,8556	0,8556	0,1556	85,6	14,4	15,6	1303,1
2	0,4278	0,2563	0,7690	42,8	74,4	76,9	49,3
3	0,2852	0,0617	0,9492	28,5	93,8	94,9	6,3
4	0,2139	0,0121	0,9909	21,4	98,8	99,1	0,8
5	0,1711	0,0020	0,9987	17,1	99,8	99,9	0,1
6	0,1426	0,0003	0,9998	14,3	100,0	100,0	0,0
7	0,1222	0,0000	1,0000	12,2	100,0	100,0	0,0
8	0,1069	0,0000	1,0000	10,7	100,0	100,0	0,0
9	0,0951	0,0000	1,0000	9,5	100,0	100,0	0,0
10	0,0856	0,0000	1,0000	8,6	100,0	100,0	0,0
11	0,0778	0,0000	1,0000	7,8	100,0	100,0	0,0
12	0,0713	0,0000	1,0000	7,1	100,0	100,0	0,0
13	0,0658	0,0000	1,0000	6,6	100,0	100,0	0,0
14	0,0611	0,0000	1,0000	6,1	100,0	100,0	0,0
15	0,0570	0,0000	1,0000	5,7	100,0	100,0	0,0
16	0,0535	0,0000	1,0000	5,3	100,0	100,0	0,0
17	0,0503	0,0000	1,0000	5,0	100,0	100,0	0,0
18	0,0475	0,0000	1,0000	4,8	100,0	100,0	0,0
19	0,0450	0,0000	1,0000	4,5	100,0	100,0	0,0
20	0,0428	0,0000	1,0000	4,3	100,0	100,0	0,0

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de líneas INBOUND - agente

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	1.959
Intervalo en segundos:	43.200
Duración de la llamada en segundos Ts:	260
Tiempo de respuesta deseado:	3

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	11,79028
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de líneas (N)	Ocupación líneas (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Línea %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	11,7903	11,7903	-12,3535	1179,0	-1079,0	-1235,4	-284,1
2	5,8951	10,0803	-10,2859	589,5	-908,0	-1028,6	-267,7
3	3,9301	8,5287	-8,4391	393,0	-752,9	-843,9	-252,3
4	2,9476	7,1326	-6,8034	294,8	-613,3	-680,3	-238,0
5	2,3581	5,8884	-5,3683	235,8	-488,8	-536,8	-225,5
6	1,9650	4,7920	-4,1231	196,5	-379,2	-412,3	-215,2
7	1,6843	3,8379	-3,0560	168,4	-283,8	-305,6	-208,3
8	1,4738	3,0197	-2,1547	147,4	-202,0	-215,5	-207,1
9	1,3100	2,3296	-1,4059	131,0	-133,0	-140,6	-217,1
10	1,1790	1,7586	-0,7953	117,9	-75,9	-79,5	-255,4
11	1,0718	1,2962	-0,3081	107,2	-29,6	-30,8	-426,5
12	0,9825	0,9308	0,0715	98,3	6,9	7,1	1153,9
13	0,9069	0,6497	0,3593	90,7	35,0	35,9	139,6
14	0,8422	0,4399	0,5712	84,2	56,0	57,1	51,8
15	0,7860	0,2883	0,7222	78,6	71,2	72,2	23,4
16	0,7369	0,1826	0,8261	73,7	81,7	82,6	11,3
17	0,6935	0,1116	0,8949	69,4	88,8	89,5	5,6
18	0,6550	0,0658	0,9388	65,5	93,4	93,9	2,8
19	0,6205	0,0373	0,9657	62,1	96,3	96,6	1,3
20	0,5895	0,0204	0,9814	59,0	98,0	98,1	0,6

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de líneas INBOUND - agente Hora Pico

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	246
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	260
Tiempo de respuesta deseado:	3

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	17,76667
----------	----------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de agentes (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
15	1,1844	2,0236	-1,0893	118,4	-102,4	-108,9	-190,2
16	1,1104	1,5927	-0,6255	111,0	-59,3	-62,6	-234,4
17	1,0451	1,2324	-0,2434	104,5	-23,2	-24,3	-417,9
18	0,9870	0,9363	0,0662	98,7	6,4	6,6	1043,3
19	0,9351	0,6974	0,3124	93,5	30,3	31,2	147,0
20	0,8883	0,5087	0,5043	88,8	49,1	50,4	59,2
21	0,8460	0,3628	0,6505	84,6	63,7	65,0	29,2
22	0,8076	0,2528	0,7593	80,8	74,7	75,9	15,5
23	0,7725	0,1718	0,8382	77,2	82,8	83,8	8,5
24	0,7403	0,1139	0,8940	74,0	88,6	89,4	4,7
25	0,7107	0,0735	0,9324	71,1	92,7	93,2	2,6
26	0,6833	0,0462	0,9580	68,3	95,4	95,8	1,5
27	0,6580	0,0282	0,9746	65,8	97,2	97,5	0,8
28	0,6345	0,0168	0,9851	63,5	98,3	98,5	0,4
29	0,6126	0,0097	0,9915	61,3	99,0	99,1	0,2
30	0,5922	0,0055	0,9953	59,2	99,5	99,5	0,1

MODELO MATEMÁTICO ERLANG C

Cálculo de líneas INBOUND - IVR

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	246
Intervalo en segundos:	3.600
Duración de la llamada en segundos Ts:	120
Tiempo de respuesta deseado:	10

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	8,20000
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de (N)	Ocupación agentes (RHO)	Erlang-C	Nivel de servicio	Agente %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	8,2000	8,2000	-13,9414	820,0	-720,0	-1394,1	-136,7
2	4,1000	6,5922	-10,0513	410,0	-559,2	-1005,1	-127,6
3	2,7333	5,1996	-7,0198	273,3	-420,0	-702,0	-120,0
4	2,0500	4,0138	-4,6959	205,0	-301,4	-469,6	-114,7
5	1,6400	3,0240	-2,9481	164,0	-202,4	-294,8	-113,4
6	1,3667	2,2167	-1,6627	136,7	-121,7	-166,3	-120,9
7	1,1714	1,5758	-0,7415	117,1	-57,6	-74,2	-157,6
8	1,0250	1,0827	-0,1009	102,5	-8,3	-10,1	-649,6
9	0,9111	0,7165	0,3297	91,1	28,3	33,0	107,5
10	0,8200	0,4553	0,6081	82,0	54,5	60,8	30,4
11	0,7455	0,2769	0,7807	74,5	72,3	78,1	11,9
12	0,6833	0,1608	0,8828	68,3	83,9	88,3	5,1
13	0,6308	0,0890	0,9403	63,1	91,1	94,0	2,2
14	0,5857	0,0469	0,9711	58,6	95,3	97,1	1,0
15	0,5467	0,0235	0,9866	54,7	97,6	98,7	0,4
16	0,5125	0,0112	0,9941	51,3	98,9	99,4	0,2
17	0,4824	0,0051	0,9975	48,2	99,5	99,8	0,1
18	0,4556	0,0022	0,9990	45,6	99,8	99,9	0,0
19	0,4316	0,0009	0,9996	43,2	99,9	100,0	0,0
20	0,4100	0,0004	0,9999	41,0	100,0	100,0	0,0

MODELO MATEMÁTICO ERLANG B

Cálculo de agentes OUTBOUND

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	400
Intervalo en segundos:	32.400
Duración de la llamada en segundos Ts:	300
Tiempo de respuesta deseado:	10

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	3,70370
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de Líneas (N)	Ocupación Líneas (RHO)	Erlang-B	Nivel de servicio	Línea %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	3,7037	0,7874	0,1383	370,4	21,3	13,8	-87,4
2	1,8519	0,5932	0,3721	185,2	40,7	37,2	-104,5
3	1,2346	0,4227	0,5672	123,5	57,7	56,7	-180,2
4	0,9259	0,2813	0,7215	92,6	71,9	72,1	284,8
5	0,7407	0,1724	0,8348	74,1	82,8	83,5	39,9
6	0,6173	0,0962	0,9109	61,7	90,4	91,1	12,6
7	0,5291	0,0484	0,9566	52,9	95,2	95,7	4,4
8	0,4630	0,0219	0,9810	46,3	97,8	98,1	1,5
9	0,4115	0,0089	0,9925	41,2	99,1	99,3	0,5
10	0,3704	0,0033	0,9973	37,0	99,7	99,7	0,2
11	0,3367	0,0011	0,9991	33,7	99,9	99,9	0,0
12	0,3086	0,0003	0,9997	30,9	100,0	100,0	0,0
13	0,2849	0,0001	0,9999	28,5	100,0	100,0	0,0
14	0,2646	0,0000	1,0000	26,5	100,0	100,0	0,0
15	0,2469	0,0000	1,0000	24,7	100,0	100,0	0,0
16	0,2315	0,0000	1,0000	23,1	100,0	100,0	0,0
17	0,2179	0,0000	1,0000	21,8	100,0	100,0	0,0
18	0,2058	0,0000	1,0000	20,6	100,0	100,0	0,0
19	0,1949	0,0000	1,0000	19,5	100,0	100,0	0,0
20	0,1852	0,0000	1,0000	18,5	100,0	100,0	0,0

MODELO MATEMÁTICO ERLANG B

Cálculo de líneas OUTBOUND - Agente

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	400
Intervalo en segundos:	32.400
Duración de la llamada en segundos Ts:	330
Tiempo de respuesta deseado:	5

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	4,07407
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de Líneas (N)	Ocupación Líneas (RHO)	Erlang-B	Nivel de servicio	Línea %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	4,0741	0,8029	0,1588	407,4	19,7	15,9	-86,2
2	2,0370	0,6206	0,3596	203,7	37,9	36,0	-98,7
3	1,3580	0,4573	0,5352	135,8	54,3	53,5	-140,5
4	1,0185	0,3178	0,6819	101,9	68,2	68,2	-1415,8
5	0,8148	0,2057	0,7972	81,5	79,4	79,7	73,3
6	0,6790	0,1225	0,8810	67,9	87,7	88,1	21,0
7	0,5820	0,0666	0,9363	58,2	93,3	93,6	7,5
8	0,5093	0,0328	0,9691	50,9	96,7	96,9	2,8
9	0,4527	0,0146	0,9864	45,3	98,5	98,6	1,0
10	0,4074	0,0059	0,9946	40,7	99,4	99,5	0,3
11	0,3704	0,0022	0,9980	37,0	99,8	99,8	0,1
12	0,3395	0,0007	0,9993	34,0	99,9	99,9	0,0
13	0,3134	0,0002	0,9998	31,3	100,0	100,0	0,0
14	0,2910	0,0001	0,9999	29,1	100,0	100,0	0,0
15	0,2716	0,0000	1,0000	27,2	100,0	100,0	0,0
16	0,2546	0,0000	1,0000	25,5	100,0	100,0	0,0
17	0,2397	0,0000	1,0000	24,0	100,0	100,0	0,0
18	0,2263	0,0000	1,0000	22,6	100,0	100,0	0,0
19	0,2144	0,0000	1,0000	21,4	100,0	100,0	0,0
20	0,2037	0,0000	1,0000	20,4	100,0	100,0	0,0

MODELO MATEMÁTICO ERLANG B

Cálculo de líneas OUTBOUND - IVR

DATOS DE ENTRADA

Número total de llamadas en el intervalo:	2.400
Intervalo en segundos:	32.400
Duración de la llamada en segundos Ts:	60
Tiempo de respuesta deseado:	5

DATOS INTERMEDIOS

Tráfico:	4,44444
----------	---------

ENTRADA	DATOS INTERMEDIOS			RESULTADOS			
Número de Líneas (N)	Ocupación Líneas (RHO)	Erlang-B	Nivel de servicio	Línea %	Inmediato %	Servicio %	Promedio de respuesta Segundos
1	4,4444	0,8163	-0,0877	444,4	18,4	-8,8	-14,2
2	2,2222	0,6446	0,2097	222,2	35,5	21,0	-15,8
3	1,4815	0,4885	0,4490	148,1	51,2	44,9	-20,3
4	1,1111	0,3518	0,6349	111,1	64,8	63,5	-47,5
5	0,8889	0,2382	0,7726	88,9	76,2	77,3	25,7
6	0,7407	0,1500	0,8682	74,1	85,0	86,8	5,8
7	0,6349	0,0870	0,9297	63,5	91,3	93,0	2,0
8	0,5556	0,0461	0,9657	55,6	95,4	96,6	0,8
9	0,4938	0,0222	0,9848	49,4	97,8	98,5	0,3
10	0,4444	0,0098	0,9938	44,4	99,0	99,4	0,1
11	0,4040	0,0039	0,9977	40,4	99,6	99,8	0,0
12	0,3704	0,0015	0,9992	37,0	99,9	99,9	0,0
13	0,3419	0,0005	0,9998	34,2	100,0	100,0	0,0
14	0,3175	0,0002	0,9999	31,7	100,0	100,0	0,0
15	0,2963	0,0000	1,0000	29,6	100,0	100,0	0,0
16	0,2778	0,0000	1,0000	27,8	100,0	100,0	0,0
17	0,2614	0,0000	1,0000	26,1	100,0	100,0	0,0
18	0,2469	0,0000	1,0000	24,7	100,0	100,0	0,0
19	0,2339	0,0000	1,0000	23,4	100,0	100,0	0,0
20	0,2222	0,0000	1,0000	22,2	100,0	100,0	0,0

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Servicio de Rentas Internas, Ley de Creación del SRI,
<http://www.sri.gov.ec/sri/portal/content/documents.do?action=listLegal>, 02-12-1997, 07-02-2009.
- [2] Superintendencia de Telecomunicaciones, Estadísticas,
http://www.supertel.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=132&Itemid=122, 07-02-2009
- [3] The Institute for Telecommunication Sciences, Telecommunications:
Federal Standard 1037C Glossary of Telecommunication Terms,
<http://www.its.bldrdoc.gov/fs-1037/>, 07-08-1996, 2009.
- [4] Alliance for Telecommunication Industry Solutions (ATIS), ATIS Telecom
Glossary 2007, <http://www.atis.org/glossary/default.aspx>, 2007, 2009.
- [5] Centro de contacto.com, Glosario,
http://www.centrodecontacto.com/ccontacto_esp/index.php?headline=26&visual=9, 2008, 2009.
- [6] Parkinson, Richard, INFOTEL SYSTEMS CORP., Traffic Engineering
Techniques in Telecommunications,
<http://www.tarrani.net/mike/docs/TrafficEngineering.pdf>, 2005, 2009.
- [7] Wikipedia, Antonio Meucci, http://en.wikipedia.org/wiki/Antonio_Meucci, 03-2009
- [8] About.com, The History of the Telephone - Antonio Meucci
http://inventors.about.com/library/inventors/bl_Antonio_Meucci.htm,
03/2009.

- [9] Wikipedia, Invention of the telephone,
http://en.wikipedia.org/wiki/Invention_of_the_telephone, 03-2009
- [10] Hungarian History, Tivadar Puskas, <http://www.hungarian-history.hu/mszh/epuskas.htm>, 1999, 04-2009.
- [11] BME OMIKK, Puskas Tivadar,
http://www.omikk.bme.hu/archivum/angol/htm/puskas_t.htm, 04-2009
- [12] Strowger, Invention of Telephone Switch, <http://www.strowger.com/About-us/Strowger-Invention-of-Telephone-Switch.html>, 20-05-2008, 04-2009.
- [13] Wikipedia, Telephone switchboard,
http://en.wikipedia.org/wiki/Telephone_switchboard, 06-2007, 04-2009
- [14] J. L. Fike and G. E. Friend, *Understanding Telephone Electronics* (Fort Worth, TX: Texas Instruments, 1983).
- [15] C.L. Wu and T. Feng, "On a Class of Multistage Interconnection Networks," *IEEE Trans. Computers*, vol. 29, no. 8, pp. 694-702, Aug. 1980.
- [16] C. Clos, "A Study of Non-Blocking Switching Networks," *Bell System Technical J.*, vol. 32, no. 2, pp. 406-424, Mar. 1953.
- [17] Wikipedia, Nonblocking Minimal Spanning Switch,
http://en.wikipedia.org/wiki/Nonblocking_minimal_spanning_switch, 05-2009.
- [18] Telephone Exchange,
http://www.absoluteastronomy.com/topics/Telephone_exchange, 05-2009.

- [19] Bravo, Santiago, Historia del Contact Center, http://www.contactcenter.es/numero39/historia39_1.html, 03-2008, 05-2009.
- [20] Muñiz, Rafael, Marketing en el Siglo XXI, <http://www.marketing-xxi.com/medios-proprios-del-marketing-directo-130.htm>, 2006, 05-2009.
- [21] Servicio de Rentas Internas, Memoria Institucional, 12-2002.
- [22] Banco Central del Ecuador, Anuario No. 29, <http://www.bce.fin.ec/docs.php?path=./documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Anuario/Anuario29/IndiceAnuario29.htm>, 2007, 29-11-2008.
- [23] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, Ecuador en Cifras, <http://www.ecuadorencifras.com/cifras-inec/main.html>, 2008, 29-11-2008
- [24] Servicio de Rentas Internas, Boletín Anual, Estadísticas de Recaudación y Gestión 2008. 01-2009.
- [25] Easy Erlang, Traffic Modeling and Resource Allocation in Call Centers http://www.easyerlang.com/papers/Traffic_Modeling.htm, 17-05-2009, 2009
- [26] Wikipedia, Erlang Unit, http://en.wikipedia.org/wiki/Erlang_unit, 2009.
- [27] Zuquerman, Moshe, Queueing Theory and Stochastic Teletraffic Models, <http://ww2.ee.unimelb.edu.au/staff/mzu/classnotes.pdf>, 2008, 2009.
- [28] ITU, Teletraffic Engineering Handbook, <http://oldwww.com.dtu.dk/teletraffic/handbook/telenook.pdf>, 06/2009, 2009
- [29] StateMater.com, Erlang Unit, <http://www.statemaster.com/encyclopedia/Erlang-unit>, 2009.

- [30] Event Helix, Resource Dimensioning Using Erlang-B and Erlang-C, http://www.eventhelix.com/RealtimeMantra/CongestionControl/resource_dimensioning_erlang_b_c.htm, 2009.
- [31] Westbay Engineers Limited, Erlang Traffic Models, <http://www.erlang.com/whatis.html>, 01-10-2007, 2009.
- [32] Tanner, Mike, Mitan Ltd., Erlang C en Excel, http://www.mitan.co.uk/mainerlg_spsht.htm, 2004, 2009.
- [33] Easierlang.com, Alternative To Erlang Modeling, <http://www.easierlang.com/papers/erlang2.htm>, 17-05-2009, 2009
- [34] Wikipedia, Engset Formula, http://en.wikipedia.org/wiki/Engset_calculation 2009.
- [35] Tanner, Mike, Mitan Ltd., Better Service Levels At No Extra Cost?, http://www.mitan.co.uk/mainerlg_bslv.htm, 2004, 2009.

ENTREGA

DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DEL CONTACT CENTER INSTITUCIONAL
DEL SERVICIO DE RENTAS INTERNAS,

José Eduardo Paredes Sandoval
Autor

Ing. Gonzalo Olmedo.
Coordinador de Carrera

Sangolquí,