



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**OPTIMIZACIÓN TELEFÓNICA EN EL HOSPITAL GENERAL DE ENFERMEDADES DEL
INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL –IGSS–**

Jorge Eduardo Jordán Türk
Asesorado por el Ing. Julio César Solares

Guatemala, abril de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN TELEFÓNICA EN EL HOSPITAL GENERAL DE
ENFERMEDADES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD
SOCIAL –IGSS–**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JORGE EDUARDO JORDÁN TÜRK

ASESORADO POR EL ING. JULIO CÉSAR SOLARES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier González López
EXAMINADOR	Ing. José Aníbal Silva de los Angeles
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

OPTIMIZACIÓN TELEFÓNICA EN EL HOSPITAL GENERAL DE ENFERMEDADES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL –IGSS–

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 16 de septiembre 2009.

Jorge Eduardo Jordán Türk



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-gradua de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Cajoneros, Centroamérica

Guatemala, 24 de noviembre de 2017

Señor Ingeniero
Coordinador del Área de Electrónica
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Estimado Ingeniero:

Por este medio me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACION TELEFONICA EN EL HOSPITAL GENERAL DE ENFERMEDADES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL – IGSS** -, desarrollado por el estudiante **Jorge Eduardo Jordán Türk**, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Por lo tanto, el autor de este trabajo y yo como asesor, nos hacemos responsables del contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro en particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Julio César Solares Peñate
Asesor



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 28 de noviembre de 2017

Señor Director
Ing. Otto Fernando Andrino González
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Por este medio me permito dar aprobación al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACION TELEFONICA EN EL HOSPITAL GENERAL DE ENFERMEDADES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL – IGSS -**, desarrollado por el estudiante **Jorge Eduardo Jordán Türk**, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Julio César Solares Peñate
Coordinador de Electrónica

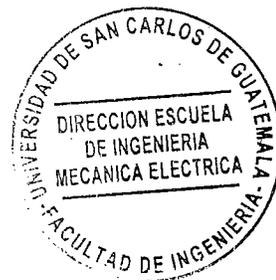




REF. EIME 04. 2018.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; **JORGE EDUARDO JORDÁN TÜRK** titulado: **OPTIMIZACIÓN TELEFÓNICA EN EL HOSPITAL GENERAL DE ENFERMEDADES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL – IGSS** procede a la autorización del mismo.


Ing. Otto Fernando Andriño González



GUATEMALA, 08 DE FEBRERO 2018.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.202-2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica del trabajo de graduación titulado: **"OPTIMIZACIÓN TELEFÓNICA EN EL HOSPITAL GENERAL DE ENFERMEDADES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL -IGSS-**", presentado por el estudiante: **Jorge Eduardo Jordán Türk** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

5/1/19
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Abril de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Mi Madre

Por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi Madre

Por su apoyo.

Mis Hermanos

Por su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. SITUACIÓN ACTUAL	
1.1. Antecedentes de la empresa	1
1.1.1. Constitución legal	2
1.1.2. Giro del negocio.....	2
1.1.3. Tipo de sociedad	2
1.2. Planificación	2
1.2.1. Visión.....	3
1.2.2. Misión	3
1.2.3. Estrategias.....	3
1.2.4. Objetivos.....	4
1.2.5. Metas.....	4
1.3. Tecnología.....	4
1.3.1. Software	8
1.3.2. Red	9
1.3.2.1. Tipología	9
1.3.2.2. Topología.....	9
1.3.2.3. Tipo de cableado	9
1.3.2.4. Categoría del cable.....	10
1.3.3. Costos	10

1.4.	Diagnóstico de la tecnología	11
1.4.1.	Hardware	11
1.4.2.	Software	11
1.4.3.	Red.....	12
1.5.	Diagnóstico de costos	12
2.	SOLUCIONES PROPUESTAS	
2.1.	Análisis.....	15
2.2.	Definición de requerimientos.....	19
2.3.	Diseño de soluciones	19
2.3.1.	Solución 1: compra de módulos de tarificación y operadora automática.....	20
2.3.1.1.	Descripción.....	20
2.3.1.2.	Características.....	20
2.3.1.3.	Procedimiento.....	23
2.3.1.4.	Costo de la solución	24
2.3.1.5.	Ventajas	27
2.3.1.6.	Desventajas.....	28
2.3.2.	Solución 2: planta telefónica con tarificador de llamadas, operadora automática y módulos de transmisión E1	28
2.3.2.1.	Descripción.....	28
2.3.2.2.	Características.....	30
2.3.2.3.	Procedimiento.....	31
2.3.2.4.	Costo de la solución	31
2.3.2.5.	Ventajas	35
2.3.2.6.	Desventajas.....	35
2.3.3.	Solución 3: Instalación de VoIP.....	37
2.3.3.1.	Descripción.....	37

2.3.3.2.	Características	37
2.3.3.3.	Procedimiento	43
2.3.3.4.	Costo de la solución.....	43
2.3.3.5.	Ventajas.....	47
2.3.3.6.	Desventajas	47
3.	DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES	
3.1.	Desarrollo de las soluciones.....	49
3.2.	Prueba e implementación del sistema	49
3.2.1.	Compra de módulos de tarificación y operadora automática	49
3.2.2.	Planta telefónica con tarificador de llamadas, operadora automática y módulos de transmisión E1	50
3.2.3.	Telefonía de VoIP	51
	CONCLUSIONES	53
	RECOMENDACIONES	55
	BIBLIOGRAFÍA.....	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de red del IGSS	13
2.	Diagrama de red telefónica	18
3.	Diagrama de conexiones del sistema tarifador	21
4.	Retorno de inversión de la solución 1	27
5.	Esquema de planta Siemens con tarifador de llamadas	29
6.	Conexión con troncales digitales	30
7.	Retorno de inversión de la solución 2	34
8.	Planta con operadora automática y conexión a E1	36
9.	Diagrama de configuración con equipo VoIP	38
10.	Opción 1 de diagrama de conexión VoIP	39
11.	Opción 2 de diagrama de conexión VoIP	40
12.	Opción 3 de diagrama de conexión VoIP	42
13.	Retorno de inversión de la solución 3	46
14.	Diagrama de red del IGSS con instalación de equipo VoIP	48

TABLAS

I.	Características del equipo de cómputo del hospital	5
II.	Características del software	6
III.	Equipo en el área de comunicaciones	7
IV.	Características del enlace del hospital hacia oficinas centrales	7
V.	Mobiliario y equipo	8
VI.	Costos anuales en el hospital	10

VII.	Consumo telefónico del 2008	14
VIII.	Inversión de la solución 1	24
IX.	Costo de solución 1	25
X.	Análisis del costo-beneficio de la solución 1.....	26
XI.	Cuadro del retorno de inversión de la solución 1	26
XII.	Costo de solución 2	32
XIII.	Inversión de la solución 2	33
XIV.	Análisis del costo-beneficio de la solución 2.....	33
XV.	Cuadro del retorno de inversión de la solución 2.....	34
XVI.	Costo de solución 3	44
XVII.	Inversión de la solución 3	45
XVIII.	Análisis del costo-beneficio de la solución 3.....	45
XIX.	Cuadro del retorno de inversión de la solución 3.....	46

GLOSARIO

E1	Es un enlace que consta de 32 canales de 64 kbps cada uno, 31 son usados para la trasmisión de datos y uno para la señalización, esto es la Norma Europea. Este enlace puede ir conectado a una nube de MPLS de algún proveedor de servicios, así se pueden enlazar sucursales remotas y transmitir voz y datos por este enlace, el cual es totalmente privado.
Enlace de datos	Es la conexión física y los protocolos de conexión entre unidades que intercambian datos a través de una línea de telecomunicaciones.
Hardware	Es un término que hace referencia a cualquier componente físico tecnológico que trabaja o interactúa de algún modo con la computadora. No solo incluye elementos internos como el disco duro, CD-ROM, disquetera, sino que también hace referencia al cableado, circuitos, gabinete, etcétera. E incluso hace referencia a elementos externos como la impresora, el ratón, el teclado, el monitor y demás periféricos.
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

Linux

Es uno de los términos empleados para referirse a la combinación del núcleo o Kernel libre similar a Unix denominado Linux, que es usado con herramientas de sistema GNU.

Planta telefónica

En el campo de las telecomunicaciones, en un sentido amplio, una planta telefónica es el equipo de conmutación y los demás equipos necesarios para la operación de las llamadas telefónicas. Es decir, es el lugar donde se establecen conexiones entre los bucles de los abonados, bien directamente o bien mediante retransmisiones entre centrales de la señal de voz. Las centrales se conectan entre sí mediante enlaces de comunicaciones entre centrales o enlaces intercentrales.

Red LAN

Es un grupo de equipos que pertenecen a la misma organización y están conectados dentro de un área geográfica pequeña a través de una red, generalmente con la misma tecnología (la más utilizada es Ethernet).

La red de área local es una red en su versión más simple. La velocidad de transferencia de datos en una red de área local puede alcanzar hasta 10 Mbps (por ejemplo, en una red Ethernet) y 1 *gigabytes* por segundo (por ejemplo FDDI). Una red de área local puede contener 100 o incluso 1 000 usuarios.

Software	Es el conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de computación.
Tipología	Son parámetros que conforman la arquitectura de una red de datos, como la técnica de transmisión, métodos de acceso al medio y topología o disposición en el espacio.
Topología	Es la cadena de comunicación usada por los nodos que conforman una red para comunicarse. Determina únicamente la configuración de las conexiones entre nodos.
VoIP	Es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes, en lugar de enviarla en forma digital o analógica, a través de circuitos utilizables solo para telefonía como una compañía telefónica convencional o PSTN (Public Switched Telephone Network, red telefónica pública conmutada).

RESUMEN

El crecimiento y desarrollo de nuevas tecnologías ha tenido un gran auge en los últimos años, VoIP es una de ellas. Este trabajo de graduación estudia la integración de la VoIP. Se utilizó la documentación como herramienta para llegar a los resultados que han sido satisfactorios, debido a la posibilidad de establecer una metodología de implantación constituida por consideraciones de diseño, aspectos técnicos, seguridad, pruebas y puesta en marcha que podrán servir de guía para otras tecnologías similares.

El propósito de este trabajo de graduación es desarrollar una metodología para la correcta implementación de un sistema de tarificación de llamadas mediante la tecnología VoIP. La investigación se justifica porque no solo se trata de desarrollar la implementación de nuevos estándares, sino estimular, dentro del campo de la investigación, a dar soluciones que satisfagan los problemas que puntualmente se presentan en la actualidad, utilizando para ello las herramientas de las cuales se dispone.

Este trabajo de graduación contiene la problemática planteada, el objetivo, los instrumentos de recolección de datos utilizados, el procedimiento de investigación, la presentación y discusión de los resultados y las recomendaciones técnicas pertinentes.

OBJETIVOS

General

Implementar un sistema que resuelva el problema de control del gasto telefónico en el Hospital General de Enfermedades del IGSS, haciéndolo económico y eficiente, aplicando el conocimiento adquirido en el transcurso de la carrera de Ingeniería Electrónica.

Específicos

1. Determinar la situación actual de la telefonía en el Hospital General de Enfermedades del IGSS.
2. Utilizar los recursos actuales de telecomunicaciones como herramienta que proporcione una solución económica para el problema del gasto telefónico en el hospital.
3. Proporcionar una guía técnica para la implementación del sistema de comunicación que se describe para el uso eficiente del mismo.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) se dedica específicamente a brindar servicios de salud en beneficio de la sociedad, cuenta con varios hospitales y clínicas de referencia. El Hospital General de Enfermedades está ubicado en la 7ma. Avenida, 9-55 de la zona 9, está compuesto por las áreas de Consulta Externa, Emergencias y Hospitalización de Enfermedad Común de Adultos y Niños, adicionalmente se tiene el Hospital de Infectología, que atiende pacientes con enfermedades infectocontagiosas.

Los servicios que presta el hospital son de primera línea en el campo de salud y consisten en atención a trabajadores activos que, en conjunto con los patronos, pagan por la atención médica. Los servicios prestados para enfermedades comunes son: medicina y cirugías de todo tipo. El Hospital General de Enfermedades no realiza cobros por atención médica, la cobertura es para afiliados activos, jubilados, hijos de afiliados hasta los cinco años y cónyuges de trabajadores del interior de la república.

Las comunicaciones son importantes para el Hospital General de Enfermedades, son necesarias para consulta de médicos con especialistas, compras de medicamentos a proveedores e información telefónica de pacientes hospitalizados.

En el Hospital General de Enfermedades y Consulta Externa se hace necesaria la implementación de un dispositivo de tarificación de llamadas internas, entrantes y salientes, que además administre el tránsito telefónico entrante por medio de una operadora automática.

1. SITUACIÓN ACTUAL

1.1. Antecedentes de la empresa

El 30 de octubre de 1946, el Congreso de la República de Guatemala emite el Decreto número 295, la Ley Orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Se crea así una institución autónoma, de derecho público, de personería jurídica propia y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones, cuya finalidad es aplicar en beneficio del pueblo de Guatemala un Régimen Nacional, Unitario y Obligatorio de Seguridad Social, de conformidad con el sistema de protección mínima. Esto significa que debe cubrir todo el territorio de la república, debe ser único para evitar la duplicación de esfuerzos y de cargas tributarias; los patronos y trabajadores, de acuerdo con la ley, deben estar inscritos como contribuyentes, no pueden evadir esta obligación, pues ello significaría incurrir en la falta de previsión social.

La Constitución Política de la República de Guatemala, promulgada el 31 de mayo de 1985, dice en el artículo 100: “Seguridad Social. El Estado reconoce y garantiza el derecho de la seguridad social para beneficio de los habitantes de la nación”¹. El Hospital General de Enfermedades fue creado el 30 de octubre de 1946, con la finalidad de ser un hospital de nivel 3 que atendiera hospitalización, servicios especializados de atención médica y consulta externa.

¹ Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*. Artículo 100. 1985.

1.1.1. Constitución legal

El Hospital General de Enfermedades fue fundado el 30 de octubre de 1946, por el Doctor Juan José Arévalo Bermejo, con un edificio médico para la atención de pacientes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

1.1.2. Giro del negocio

Proporcionar servicios de atención médica de enfermedad común a los afiliados activos asegurados, entendiendo por enfermedad común todas aquellas dolencias producto de deficiencias físicas o mentales.

1.1.3. Tipo de sociedad

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social fue fundado y constituido como una sociedad civil y por los objetivos y metas de su labor cuenta con estatutos establecidos y presta sus servicios a la población en general.

1.2. Planificación

Los proyectos ejecutados por la institución se planifican considerando la visión y misión con la que fue instituida, sin perder de vista el bien común y las mejores prácticas. A continuación se hace mención de estas:

1.2.1. Visión

“Ser la institución de seguro social caracterizada por cubrir a la población que por mandato legal le corresponde, así como por su solidez financiera, la excelente calidad de sus prestaciones, la eficiencia y transparencia de gestión”².

1.2.2. Misión

“Proteger a nuestra población asegurada contra la pérdida o deterioro de la salud y del sustento económico, debido a las contingencias establecidas en la ley”³.

1.2.3. Estrategias

- Desconcentrar la Consulta Externa de pacientes por espacio físico.
- Capacitar en el área de recursos humanos al personal médico y administrativo.
- Actualizar el carné de los afiliados con su huella dactilar para identificación única.
- Mantener el abastecimiento de medicamentos.
- Establecer controles y bajar costos de consumo telefónico.

² Manual de Organización del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Marzo 2009, p 12.

³ *Ibíd.*

1.2.4. Objetivos

- Que los afiliados dispongan de mejor atención médica con instalaciones agradables en un nuevo edificio de consulta externa.
- Gestionar capacitación con el centro de estudios profesionales del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, para capacitar el personal médico administrativo en un 10 % mensual. Asesorar a los clientes eficazmente.
- Eliminar el fraude de afiliados que cobran prestaciones con múltiples números de afiliación en diferentes hospitales mediante la huella digital.
- Garantizar mediante control de mínimos y máximos el abastecimiento de las farmacias del hospital.
- Comprar equipo de control telefónico que permita distribuir las llamadas entrantes, salientes e internas, adicionalmente hacer buen uso de los recursos de comunicaciones.

1.2.5. Metas

- Mantener el gasto del servicio telefónico, con ampliación de cobertura sin incrementar costos de operación.
- Trasladar la Consulta Externa de adultos a un edificio nuevo.
- Reducir el trabajo manual de planta telefónica en un 60 %.

- Cambiar la imagen de la institución mediante la atención oportuna de los afiliados.

1.3. Tecnología

Las siguientes tablas muestran a detalle la tecnología actual instalada y funcional en las instalaciones del IGSS.

Tabla I. **Características del equipo de cómputo del hospital**

Hardware	RAM	HHDD	Red	Características
DELL procesador Intel Xeon 2.8 GHz	1 GB	73 GB	Integrada NC7781 Ethernet integrada	Monitor 17"
20 computadoras DELL	1 GB	160 GB	10/100/1 000 LAN (10/100)	Monitor 17"
1 computadora Portátil IBM ThinkPad	1 GB	80 GB	Wireless 10/100	Pantalla 14", DVD- ROM, tarjeta de red y <i>módem</i> integrados.

Fuente: elaboración propia.

El equipo de cómputo está integrado por un servidor Dell, 20 computadoras de marca Dell y una computadora portátil marca IBM, todos con un 1GB de memoria RAM y las características particulares que muestra la siguiente tabla:

Tabla II. **Características del software**

Software	Descripción	Fabricante	Versión
Sistemas	Compras	PISA TECHNOLOGY	2006
Aplicaciones	CARE 2X	Software libre	2003
Paquetes	Office XP Professional	Microsoft Corporation	2003
Sistemas operativos	Windows XP Professional	Microsoft Corporation	2003
Sistema Operativo	LINUX	Software libre	SUSE 10
Antivirus	McAfee	Microsoft Corporation	2008

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Equipo en el área de comunicaciones**

Tipo	Marca	Características
2 Plantas telefónicas	Siemens D300	Capacidad para 265 extensiones
2 switch	D-Link 16 MB	100/240 Vatios, 60 Hz memoria
2 switch	D-Link 24 MB	100/240 Vatios, 60 Hz memoria
23 UPS	TRIPP LITE, CDP DE 450 VA	Con cuatro entradas de 110 V

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Características del enlace hacia oficinas centrales**

Internet Service Provider (ISP)	Tecnología	Protocolos	Ancho de banda
OPTEL	Enlace	TCP/IP	1 Gb

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Mobiliario y equipo**

Cantidad	Mobiliario y equipo
1	Fax
11	Teléfonos móviles
245	Teléfonos fijos
4	Plantas telefónicas
1	Fotocopiadora

Fuente: elaboración propia.

1.3.1. Software

El Sistema Operativo de red (NOS) instalado en el servidor es Linux SuSe 10. Uno de los servidores tiene un sistema desarrollado por la empresa PISA TECHNOLOGY, que tiene como objetivo controlar todas las operaciones de la empresa (requisiciones, órdenes de compra, cotizaciones, actas de incumplimiento, recepción de insumos, etcétera). Todas las estaciones de trabajo funcionan con:

- Windows XP Professional (Sistema Operativo)
- Office 2003 (Suite de Oficina)
- Sistema Zeus, con la característica principal de que todos comparten la misma base de datos, pero no así todas las vistas e informes del sistema. Existe un menú específico para cada jerarquía de usuario

1.3.2. Red

Los componentes de la red del Hospital General de Enfermedades son todos aquellos dispositivos que están conectados entre sí y que por medios físicos transmiten y reciben información. A continuación se detallan las características de estos dispositivos:

1.3.2.1. Tipología

Con base en la configuración de las conexiones de red entre equipos de comunicaciones y *host* en la red, se puede concluir que corresponde a una red de área local LAN (Local Area Network).

1.3.2.2. Topología

Estrella extendida. Cada computadora está conectada a un concentrador (*switch* 10/100). Se utilizan dos *switch* de 24 puertos cada uno, de marca D-Link. Los nodos conectados en la red son 23. La planta telefónica tiene una topología de tipo estrella y las extensiones se conectan por medio de cables multipares a un distribuidor principal y luego a la planta telefónica.

1.3.2.3. Tipo de cableado

Cableado UTP, categoría 5. Un sistema de cableado estructurado consiste en una infraestructura flexible de cables que puede aceptar y soportar sistemas de computación y de teléfono múltiples. En un sistema de este tipo, cada estación de trabajo se conecta a un punto central utilizando una topología tipo estrella, facilitando la interconexión y la administración del sistema. Esta disposición permite la comunicación virtualmente con cualquier dispositivo, en cualquier lugar y en cualquier momento. La red telefónica está compuesta de

cuatro cables multipares interiores de cien pares de 0,51 cada uno y cajas de distribución aéreas interiores; los aparatos telefónicos son analógicos.

1.3.2.4. Categoría del cable

El cable UTP categoría 5 puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 *megabytes* por segundo. Se utiliza cable UTP y conectores RJ45. Los cables multipares 0,51 tienen un conductor de cobre desnudo recocido, aislamiento de PVC de espesor 0,15 ó 0,25 milímetros, la formación de pares, tríos y cubierta de PVC.

1.3.3. Costos

Se presenta en esta sección un resumen de los costos de telefonía, tomando en cuenta la situación actual y los egresos económicos de la institución anualmente. En total se debe cancelar más de 19 millones de quetzales anuales, de los cuales el 2,6 % corresponde al rubro de telefonía, el cual interesa analizar en este estudio y reducir de manera considerable los 500 mil quetzales que se cancelan anualmente como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla VI. **Costos anuales en el hospital**

RECURSO	COSTO Q
Empleados	Q 18 480 000,00
Hardware	Q 6 000,00
Software	Q 16 000,00
Red	Q 25 000,00
Útiles de oficina	Q 24 000,00

Material para limpieza	Q	6 000,00
Combustible	Q	86 400,00
Accesorios y repuestos	Q	100 000,00
Telefonía	Q	504 000,00
TOTAL	Q	19 220 400,00

Fuente: Informe anual de la Subgerencia Financiera del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2008.

1.4. Diagnóstico de la tecnología

En el Hospital General de Enfermedades y la Consulta Externa se cuenta con equipo de cómputo interconectado, como muestra la figura 1 en la siguiente página, este a su vez necesita de programas instalados en cada uno y el medio físico de conexión que puede ser cable de cobre o fibra óptica.

1.4.1. Hardware

El hardware que existe en el Hospital General de Enfermedades y Consulta Externa corresponde a plantas Hicom 300 adquiridas en 1997, los equipos de cómputo son de última generación, la planta de la Consulta Externa es del mismo modelo.

1.4.2. Software

Para la planta telefónica no se cuenta con software de administración, las computadoras cuentan con licencias de uso. Los antivirus se actualizan constantemente a través de Internet.

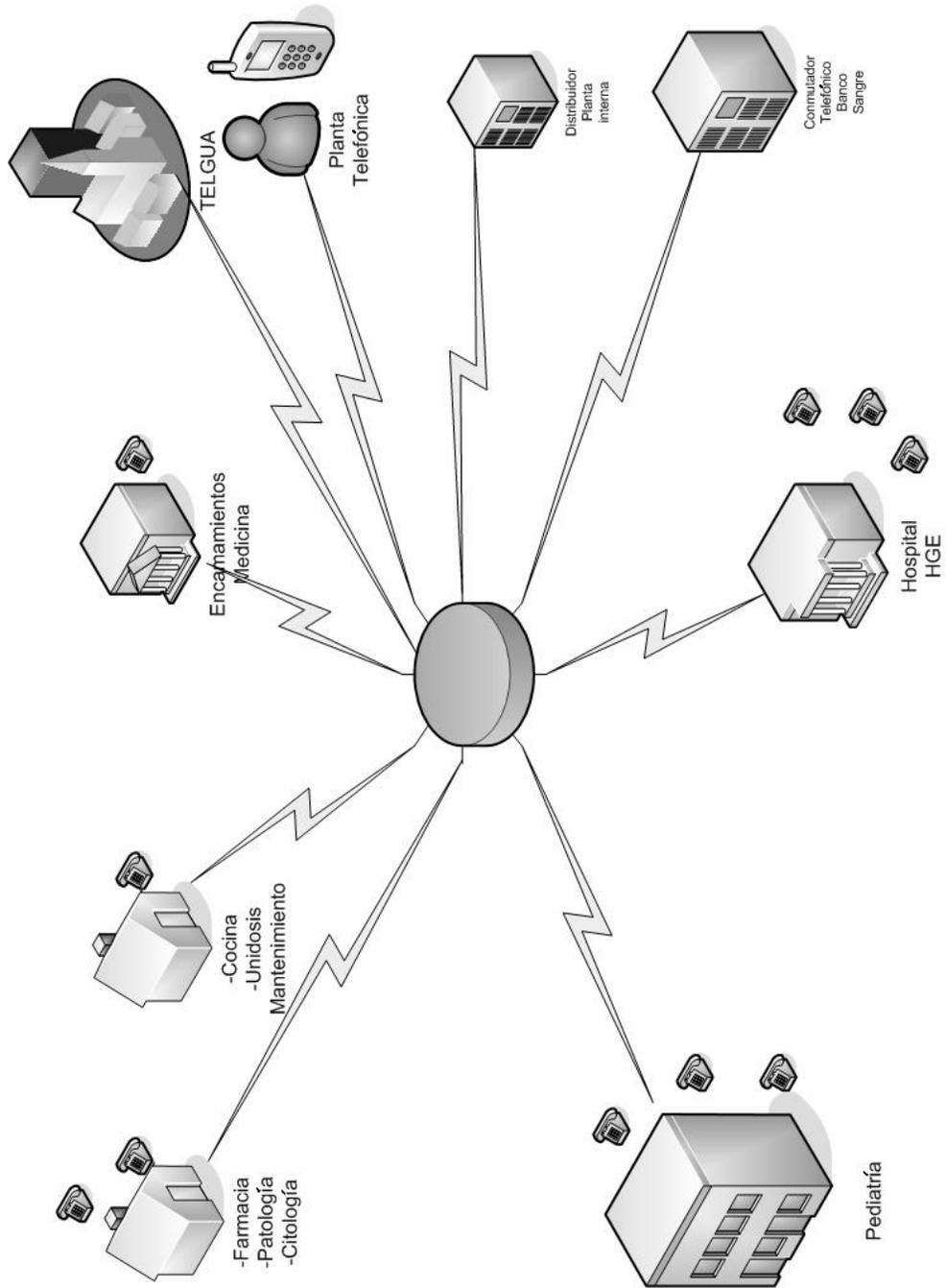
1.4.3. Red

Hay una red local, con servicio de Internet, el Hospital General de Enfermedades y la Consulta Externa se comunican por medio de un enlace de datos. La red telefónica es analógica, está conectada por cables multipares, la voz y los datos están totalmente separados.

1.5. Diagnóstico de costos

Los costos de facturación, en lugar de disminuir, se incrementan mensualmente, y el gasto no se puede controlar, el costo de imagen es alto en relación a la atención médica y orientación de pacientes. En la siguiente figura se muestra un resumen del consumo telefónico durante el 2008 que será tomado como referencia para los cálculos subsiguientes:

Figura 1. Diagrama de red del IGSS



Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

En el 2008 se pagó por servicios de telefonía poco más de medio millón de quetzales y, aunque el consumo de la Consulta Externa es ajustadamente la mitad del Hospital General, es el mes de diciembre cuando más consumo por telefonía se ha reportado.

Tabla VII. **Consumo telefónico del 2008**

	UNIDAD HOSPITALARIA		
	Hospital General	Consulta Externa	
Enero	Q 25 567,00	Q 11 372,00	
Febrero	Q 23 834,00	Q 10 475,00	
Marzo	Q 25 415,00	Q 14 653,00	
Abril	Q 26 965,00	Q 12 890,00	
Mayo	Q 25 541,00	Q 17 695,00	
Junio	Q 25 387,00	Q 16 780,00	
Julio	Q 28 431,00	Q 11 978,00	
Agosto	Q 27 983,00	Q 18 450,00	
Septiembre	Q 28 723,00	Q 13 367,00	
Octubre	Q 27 476,00	Q 17 345,00	
Noviembre	Q 22 554,00	Q 18 132,00	
Diciembre	Q 30 423,00	Q 22 564,00	
TOTAL	Q318 299,00	Q185 701,00	Q504 000,00

Fuente: elaboración propia, con información del departamento financiero.

2. SOLUCIONES PROPUESTAS

2.1. Análisis

La planta telefónica del Hospital General de Enfermedades y Consulta Externa se utiliza para distribuir el tráfico de llamadas locales, entrantes y salientes. El control de la gestión de llamadas es manual y los procedimientos para efectuar llamadas son los siguientes:

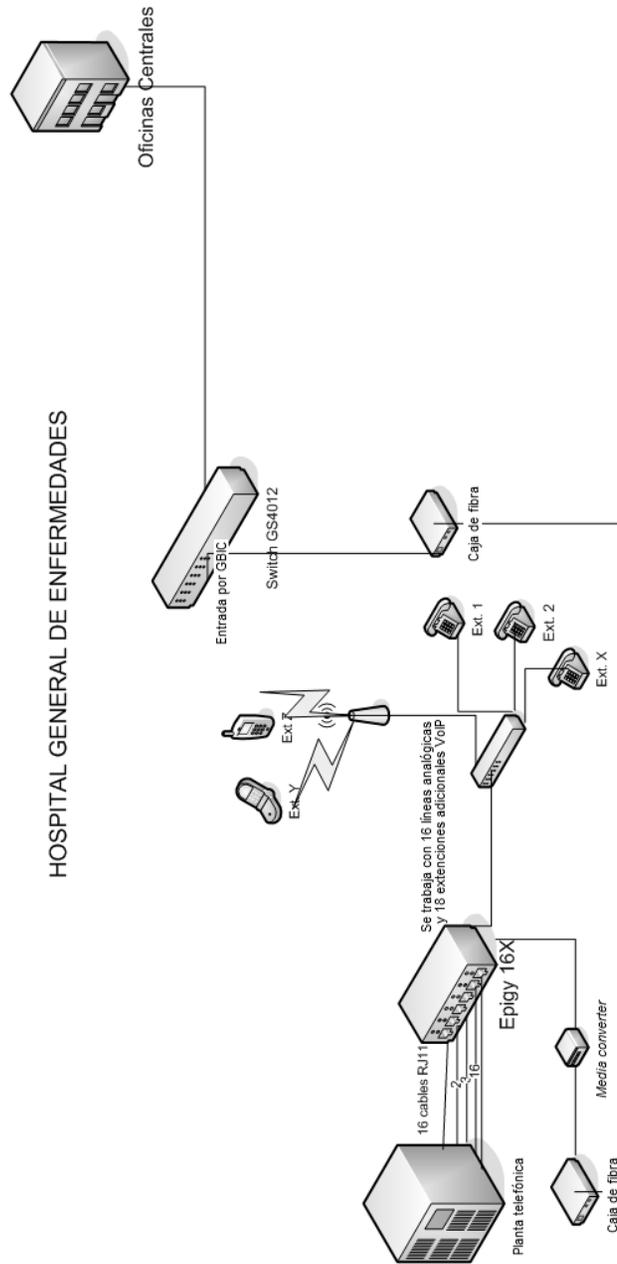
- Procedimiento convencional de una llamada saliente:
 - El usuario marca el código 0 o 66, espera el tono de llamada y marca el número al cual debe comunicarse, esta llamada saliente puede ser urbana, departamental, celular o internacional.
 - La central telefónica busca una línea disponible para establecer la llamada, el proceso de conexión es automático.
 - La duración de la llamada establecida no es contabilizada por la planta telefónica.
- Procedimiento por operadora de una llamada saliente:
 - El usuario marca directamente el código 9 y se comunica con el operador de la planta telefónica.
 - Proporciona el número de teléfono deseado y luego cuelga.

- El operador de la planta telefónica busca una línea disponible y efectúa la llamada.
- El operador procede a conectar manualmente la llamada con el usuario que solicita.
- La llamada queda establecida y es monitoreada por el operador, el cual debe estar pendiente para anotar el tiempo de duración de la misma en un libro.
- Procedimiento de llamadas entrantes:
 - El operador telefónico responde el teléfono y procede a identificar el usuario.
 - Establece una conexión manual al servicio que necesita terminar la llamada o se transfiere a otro operador para información de pacientes.
 - El operador no es capaz de atender más de una llamada simultáneamente.
- Los problemas que se presentan son los siguientes:
 - Las llamadas salientes no pueden ser controladas y restringidas.
 - El usuario se mantiene en el anonimato cuando efectúa una llamada saliente, la planta telefónica no almacena el número de extensión y la duración de la llamada.

- Las llamadas entrantes deben ser recibidas por los operadores telefónicos y estos manualmente transfieren las llamadas a los destinos solicitados.
- El tráfico de llamadas entrantes es afectado debido a que no es posible atender más de una llamada simultáneamente.
- Las llamadas entrantes constantemente suenan ocupado, debido a que no se cuenta con PBX, únicamente con líneas individuales.

Para entender de mejor manera se presenta el siguiente diagrama de la red telefónica que muestra la conexión entre la planta telefónica, los *switch*, las terminales telefónicas en cada una de las extensiones de la red, los teléfonos celulares y los enlaces hacia las oficinas centrales:

Figura 2. Diagrama de red telefónica



Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

2.2. Definición de requerimientos

El Hospital General de Enfermedades y Consulta Externa necesita adquirir módulos que le permitan distribuir el tráfico de llamadas entrantes, salientes y locales por medio de una operadora automática, adicionalmente se requiere un módulo de tarificación que establezca mecanismos de control y bajo costo de llamadas entre los dos edificios.

- Seguridad del sistema, las llamadas no deben ser intervenidas por el personal de planta telefónica.
- Acceso a la información solo por personal autorizado.
- Comunicación inmediata por medio de un menú de gestión automático.
- Conectividad a costo cero con las oficinas del seguro social.
- Proporcionar un servicio de calidad y eficiente a los usuarios.
- Establecer rutinas mensuales de impresión de consumo telefónico, individualmente por usuarios y origen (extensiones).

2.3. Diseño de soluciones

Para dar solución al problema de interconexión de edificios, registro de llamadas entrantes, salientes, locales y distribución automática de tráfico telefónico se plantean tres posibles soluciones. Cada solución propuesta será analizada para determinar cuál es la que más conviene, de acuerdo con los requerimientos de la administración, para que el director médico y director

financiero puedan deducir responsabilidades con el objeto de bajar los costos de consumo telefónico y mejorar la atención de los afiliados.

2.3.1. Solución 1: compra de módulos de tarificación y operadora automática

Se pretende implementar una planta telefónica con tarificador de llamadas, se recomienda la adquisición de una planta telefónica de marca Siemens debido a la fácil implementación y adaptación de esta planta con la infraestructura ya instalada.

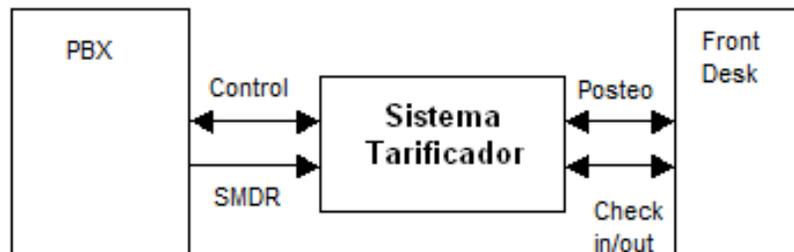
2.3.1.1. Descripción

La primera opción consiste en comprar los módulos necesarios para controlar el consumo telefónico y distribuir eficientemente el tráfico telefónico.

2.3.1.2. Características principales del sistema

El sistema de tarificación se ha diseñado en forma modular para adaptarse a los requerimientos de los clientes. Si se desea completa funcionalidad, es necesario que cuente con todos los módulos que activan las interfaces, como se muestra en el diagrama siguiente:

Figura 3. **Diagrama de conexiones del sistema tarifador**



Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

- Tarificación:
 - El módulo más importante del sistema es el tarifador telefónico y su operación depende de la señal que envía el conmutador (SMDR).
 - El tarifador asigna en línea, entre otros datos, el costo a huéspedes o pacientes, duración, destino, extensión del responsable de la llamada y el centro de costos.
 - El tarifador puede emitir en línea papeletas que describen el número de cuarto, el nombre del administrativo y los datos de la llamada, incluyendo el costo y precio de ella.
 - Es posible configurar al sistema para que opere con la compañía telefónica con la que opera el hospital.
 - El sistema puede configurarse para determinar, por tipo de llamada, el precio con el que el hospital va a operar.

- Entre otros reportes, el sistema permite obtener un estado diario de ganancias y costos telefónicos.
- Interfaces:
 - Interfaz de control del conmutador (bidir)
 - Interfaces al y del DISYCTEL-H con el sistema Front Desk
 - Interfaz de posteo

Mediante esta interfaz se envían en línea los cargos telefónicos al sistema Front Desk, eliminando con esto los costos de recapturar manualmente dichos cargos en el sistema central.

- Requerimientos de equipo:
 - Computadora personal con procesador Pentium III en adelante.
 - Memoria RAM de 128 *megabytes* para tarificador y 256 *megabytes* con interfaces.
 - Velocidad de procesador 800 *megahertz* en adelante.
 - Sistema Operativo Windows XP.
 - *Driver* para CD.
 - *Driver* para discos blandos de 3 ½ ”.

- Un puerto serial.
- Un módem interno para servicio remoto.
- Un puerto paralelo.
- Monitor de color 14" en adelante.
- Una impresora de matriz con al menos 300 copias por segundo.
- Equipo adicional para interfaces.
- Tarjeta multipuertos.

2.3.1.3. Procedimiento

- Las llamadas telefónicas entrantes son recibidas por la operadora automática y se orienta a los usuarios mediante un menú.
- Las llamadas salientes son efectuadas por los usuarios desde cualquier extensión, mediante un código saliente, y son controladas por el tarificador de llamadas.
- La Consulta Externa programa la transmisión de tarificación al Hospital General de Enfermedades por medio de un enlace de datos.
- La tarificación y la orientación de pacientes mediante la operadora automática son efectuadas desde la planta principal en la zona 9.

- Los operadores de la planta telefónica intervienen únicamente para localizar médicos especialistas y los reportes de llamadas son efectuados automáticamente.
- Las llamadas que requieren atención de operadoras deberán marcar el número 0 para ser transferidas.

2.3.1.4. Costo de la solución

La inversión en hardware consiste en Q. 250 000,00 y el costo de mantenimiento permanece constante, los pagos de asesorías serán utilizados para la programación de equipos nuevos, no se requiere compra de equipo de cómputo y se tiene un ahorro permanente de Q. 350 000,00 anuales de pagos de planilla en tal área de trabajo. Es conveniente mencionar que el personal no será despedido, únicamente será reubicado.

Tabla VIII. **Inversión de la solución 1**

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
MÁQUINAS			
Tarificadores de llamadas	2	Q 35 000,00	Q 70 000,00
Módulo de operadoras	2	Q 90 000,00	Q 180 000,00
Total de la inversión			Q 250 000,00

Fuente: Informe anual de la Subgerencia Financiera del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2008.

Tabla IX. Costo de la solución 1

	COSTOS SITUACION ACTUAL			COSTOS NUEVO PROYECTO		
Personal Renglón 011	6 Telefonistas	Q58,333.33	Q350,000.00	0 Telefonistas	Q0.00	Q0.00
Telefonia Renglón 113	24 Consumo líneas telefónicas	Q21,000.00	Q504,000.00	24 Consumo líneas telefónicas	Q21,000.00	Q504,000.00
Mantenimiento Renglón 168	24 Mantenimiento enlaces 24 Mantenimiento plantas	Q1,000.00 Q1,000.00	Q24,000.00 Q24,000.00	24 Mantenimiento enlaces 24 Mantenimiento plantas	Q1,000.00 Q1,000.00	Q24,000.00 Q24,000.00
Asesorías Renglón 199	0 Asesorías	Q0.00	Q0.00	10 Asesorías	Q2,000.00	Q20,000.00
Equipo telefónico Renglón 326	0 Equipo telefónico	Q0.00	Q0.00	2 Tarifcador de llamadas 2 Módulos de operadora	Q35,000.00 Q90,000.00	Q70,000.00 Q180,000.00
Equipo de cómputo Renglón 328	0 Equipo de cómputo	Q0.00	Q0.00	0 Equipo de cómputo	Q0.00	Q0.00
TOTAL GASTOS ANUALES			Q902,000.00			Q822,000.00

Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

Tabla X. **Análisis del costo-beneficio de la solución 1**

Descripción	Costo actual	Costo propuesto	Beneficio
Gastos personal	Q 350 000,00	Q 0,00	Q 350 000,00
Telefonía	Q 504 000,00	Q 504 000,00	Q 0,00
Asesorías	Q 0,00	Q 20 000,00	Q -20 000,00
Equipo telefónico	Q 0,00	Q 250 000,00	Q - 250 000,00
Equipo de cómputo	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00
Mantenimiento	Q 48 000,00	Q 48 000,00	Q 0,00
TOTAL GASTOS ANUALES	Q 902 000,00	Q 82 200,00	Q 80 000,00

Fuente: elaboración propia, con información de la subgerencia financiera del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

Los pagos actuales ascienden a Q. 902 000,00 anuales y el gasto permanente con el proyecto propuesto es de Q. 822 000,00, aportando un beneficio de Q. 80 000,00.

Tabla XI. **Cuadro del retorno de inversión de la solución 1**

Tiempo años	Inversión	Beneficio	Beneficio acumulado
0	Q 250 000,00		
1		Q 80 000,00	Q 80 000,00
2		Q 80 000,00	Q 160 000,00
3		Q 80 000,00	Q 240 000,00
4		Q 80 000,00	Q 320 000,00
5		Q 80 000,00	Q 400 000,00

Fuente: elaboración propia, con información de la subgerencia financiera del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

La gráfica muestra que la recuperación de la inversión será los primeros meses del cuarto año, si el consumo telefónico continúa constante.

Figura 4. Retorno de inversión de la solución 1



Fuente: elaboración propia, con información de la subgerencia financiera.

2.3.1.5. Ventajas

- La atención de afiliados será totalmente automatizada.
- El consumo telefónico será menor debido al control de llamadas salientes mediante códigos.
- Se liberan tres operadores telefónicos para ser trasladados a otro lugar para aprovechar el recurso humano.
- La operadora automática podrá distribuir correctamente las llamadas telefónicas entrantes.

2.3.1.6. Desventajas

- Es necesario crear un evento de licitación.
- Las líneas telefónicas son insuficientes.
- El gerente deberá aprobar la gestión de compra, ya que por el monto no se puede hacer localmente.

Para tener una idea más general de la primera solución presentada en este estudio se elabora el esquema presentado en la figura 5. Los teléfonos estarían conectados por medio de un conmutador de marca Siemens, que distribuye las señales y las dirige al lugar correspondiente.

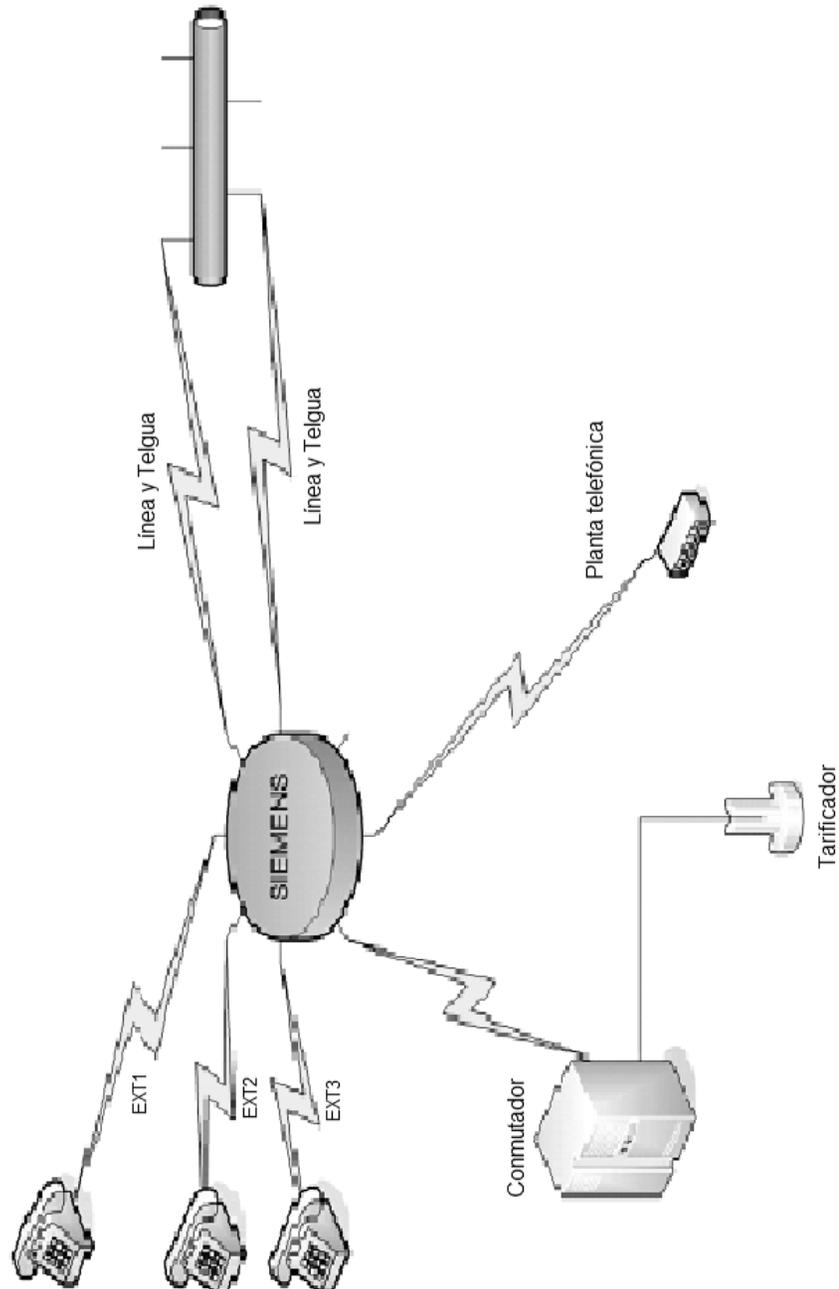
2.3.2. Solución 2: planta telefónica con tarificador de llamadas, operadora automática y módulos de transmisión E1

Actualmente los dispositivos conectados a la planta telefónica no son suficientes para implementar un tarificador y operadora automática y las llamadas entre la red del hospital.

2.3.2.1. Descripción

Se requiere ampliar dos módulos a las plantas telefónicas para que se pueda conectar dos E1 bidireccionales con un número de teléfono empresarial que sea fácil de comprender, con un costo Q. 0,00 entre el Hospital General de Enfermedades y la Consulta Externa.

Figura 5. Esquema de planta Siemens con tarificador de llamadas



Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

2.3.2.2. Características

E1 es una conexión por medio de la línea telefónica que puede transportar datos con una velocidad de hasta 1 920 *megabytes* por segundo. Según el estándar europeo (ITU), un E1 está formado por 30 canales de datos de 64 *kilobytes* por segundo, más 2 canales de señalización. E1 es la versión europea de T1 (DS-1). Velocidades disponibles:

E1: 30 canales, 2 048 *megabytes* por segundo

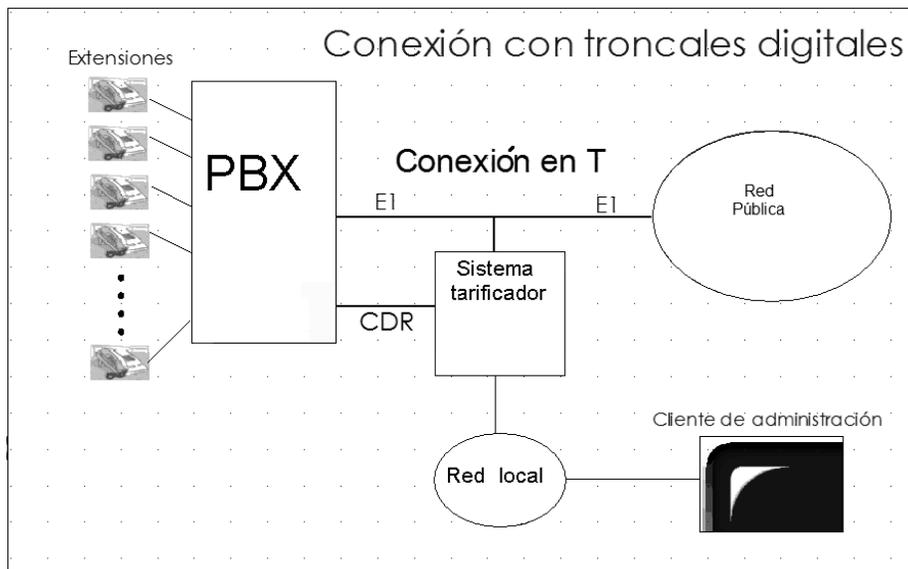
E2: 120 canales, 8 448 *megabytes* por segundo

E3: 480 canales, 34 368 *megabytes* por segundo

E4: 1 920 canales, 139 264 *megabytes* por segundo

E5: 7 680 canales, 565 148 Mbps

Figura 6. **Conexión con troncales digitales**



Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

2.3.2.3. Procedimiento

- Las llamadas entrantes son atendidas inmediatamente por la operadora automática, que mediante un menú transfiere automáticamente.
- Las llamadas salientes son controladas por la planta telefónica, que distribuye las llamadas salientes de la Consulta Externa al E1 correspondiente y también al del Hospital General de Enfermedades, de acuerdo con los requerimientos del usuario.
- El hospital de la zona 9 analiza el número llamado y, en caso de una comunicación local, la llamada es terminada, en caso contrario se utiliza el E1 correspondiente para terminar la llamada en una red externa.
- Las llamadas salientes del hospital de la zona 9 y Consulta Externa deben registrar el tiempo de duración de la llamada, número de teléfono llamado, llamante y usuario que efectúa la llamada, siempre y cuando el llamado responda o envíe un anuncio grabado.

2.3.2.4. Costos de la solución

La presente tabla muestra a detalle los costos necesarios para llevar a cabo esta solución al problema de las telecomunicaciones, haciendo una comparación entre la situación actual y los beneficios que se obtendrían con la implementación de la planta Siemens y el tarificador de llamadas. La tabla puede apreciarse en la siguiente página:

Tabla XII. Costo de solución 2

	COSTOS SITUACION ACTUAL			COSTOS NUEVO PROYECTO		
Personal Rengión 011	6 Telefonistas	Q58,333.33	Q350,000.00	0 Telefonistas	Q0.00	Q0.00
Telefonía Rengión 113	24 Consumo líneas telefónicas	Q21,000.00	Q504,000.00	2 Enlaces E1	Q101,040.00	Q202,080.00
Mantenimiento Rengión 168	24 Mantenimiento enlaces 24 Mantenimiento plantas	Q1,000.00 Q1,000.00	Q24,000.00 Q24,000.00	24 Mantenimiento enlaces 24 Mantenimiento plantas	Q1,000.00 Q1,000.00	Q24,000.00 Q24,000.00
Asesorías Rengión 199	0 Asesorías	Q0.00	Q0.00	24 Asesorías	Q2,916.67	Q70,000.00
Equipo telefónico Rengión 326	0 Equipo telefónico	Q0.00	Q0.00	1 Tarifador de llamadas 2 Módulos de operadora 2 Interface E1 1 Integrador tarificación	Q35,000.00 Q45,000.00 Q16,000.00 Q10,000.00	Q35,000.00 Q90,000.00 Q32,000.00 Q10,000.00
Equipo de cómputo Rengión 328	0 Equipo de cómputo	Q0.00	Q0.00	0 Equipo de cómputo	Q0.00	Q0.00
TOTAL GASTOS ANUALES			Q902,000.00			Q487,080.00

Fuente: elaboración propia, con información de la subgerencia financiera.

Tabla XIII. **Inversión de la solución 2**

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
MAQUINAS			
Tarificador	1	Q 35 000,00	Q 35 000,00
Modulo de operadora	2	Q 45 000,00	Q 90 000,00
Interfase E1	2	Q 16 000,00	Q 32 000,00
Software TX	1	Q 10 000,00	Q 10 000,00
Total de la inversión			Q167 000,00

Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

La inversión en hardware consiste en Q. 167 000,00 y el costo de mantenimiento permanece constante, los pagos de asesorías serán utilizados para la programación de equipos nuevos, no se requiere compra de equipo de cómputo y se tiene un ahorro permanente de Q. 350 000,00 anuales en pagos de planilla y Q. 301 920,00 en pagos de servicio telefónico anual, el personal será reubicado en otros centros de producción.

Tabla XIV. **Análisis del costo-beneficio de la solución 2**

Telefonía	Q 504 000,00	Q 202 080,00	Q 301 920,00
Asesorías	Q 0,00	Q 70 000,00	Q -70 000,00
Equipo telefónico	Q 0,00	Q 167 000,00	Q -167 000,00
Equipo de cómputo	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00
Mantenimiento	Q 48 000,00	Q 48 000,00	Q 0,00
TOTAL GASTOS ANUALES	Q 902 000,00	Q 487 080,00	Q 414 920,00

Fuente: elaboración propia, con información de la subgerencia financiera.

Los pagos totales actuales ascienden a Q. 902 000,00 anuales, el proyecto nuevo propone un gasto de Q. 487 000,00, obteniendo un beneficio de Q. 414 920,00.

Tabla XV. **Cuadro del retorno de inversión de la solución 2**

Tiempo años	Inversión	Beneficio	Beneficio acumulado
0	Q 167 000,00		
1		Q 414 920,00	Q 414 920,00
2		Q 414 920,00	Q 829 840,00
3		Q 414 920,00	Q1 244 760,00
4		Q 414 920,00	Q1 659 680,00
5		Q 414 920,00	Q2 074 600,00

Fuente: elaboración propia, con información de la subgerencia financiera.

La gráfica muestra que la recuperación de la inversión será los primeros meses del segundo año, si el consumo telefónico continúa constante, sin embargo, deberá bajar porque se contrata control sobre las líneas telefónicas.

Figura 7. **Retorno de inversión de la solución 2**



Fuente: elaboración propia, con información de la subgerencia financiera.

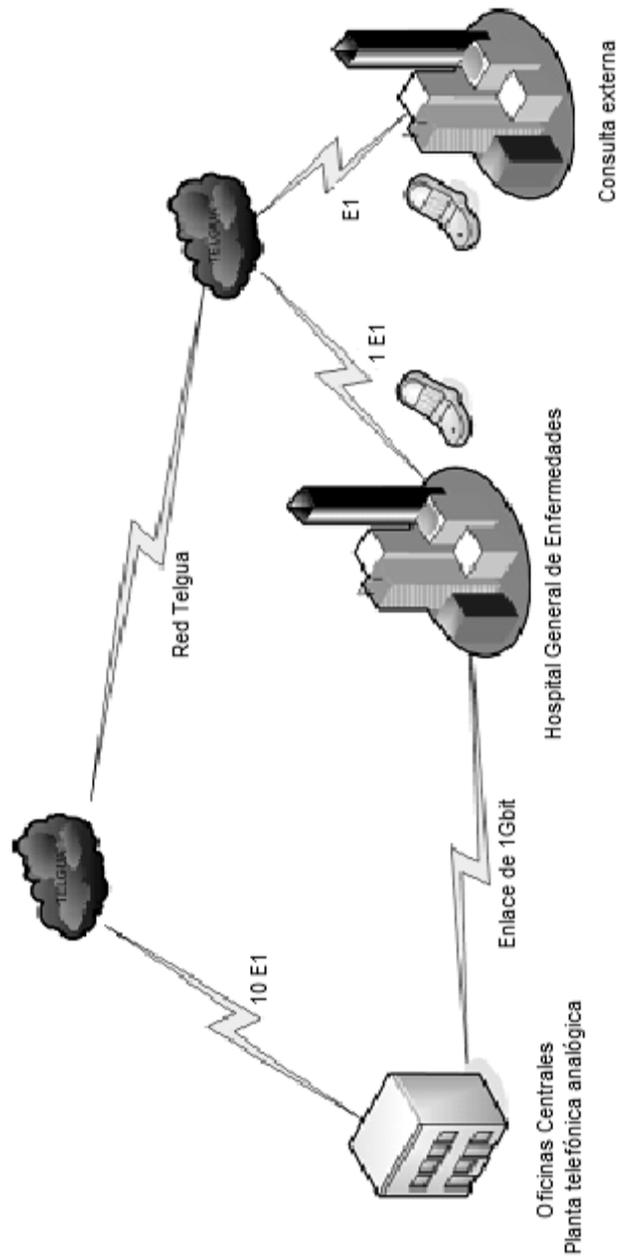
2.3.2.5. Ventajas

- Se utiliza la misma planta externa en el Hospital General de Enfermedades.
- Se cuenta con 30 canales de voz bidireccionales para llamadas entrantes o salientes en el Hospital General de Enfermedades y la Consulta Externa.
- El control de los servicios telefónicos es en el lugar, los datos de tarificación son almacenados en una computadora localmente y para su análisis e interpretación son transmitidos al Hospital General de Enfermedades.
- La recepción de llamadas y orientación de servicios por medio de operadora automática contribuye a liberar trabajadores y mejora el ambiente de trabajo de los operadores telefónicos.
- Los afiliados son atendidos de inmediato y son orientados de acuerdo con sus necesidades por medio de la operadora automática.

2.3.2.6. Desventajas

- El proveedor telefónico en el Hospital General de Enfermedades y Consulta Externa debe ser el mismo para tener un costo Q. 0.00 entre las dos unidades.
- Se debe pagar una cuota mensual por utilizar el servicio telefónico con una cuota fija de prestación del servicio, aunque no se utilice.

Figura 8. **Planta con operadora automática y conexión a E1**



Fuente: elaboración propia con información del área de telecomunicaciones.

2.3.3. Solución 3: instalación de VoIP

Adquirir equipos de VoIP que permiten la transferencia de telefonía entre el Hospital General de Enfermedades y Consulta Externa de Enfermedades, con tarificador de llamadas, operadora automática y tarjetas para 150 extensiones, y que también permita la comunicación sin costo para las unidades hospitalarias a oficinas centrales del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

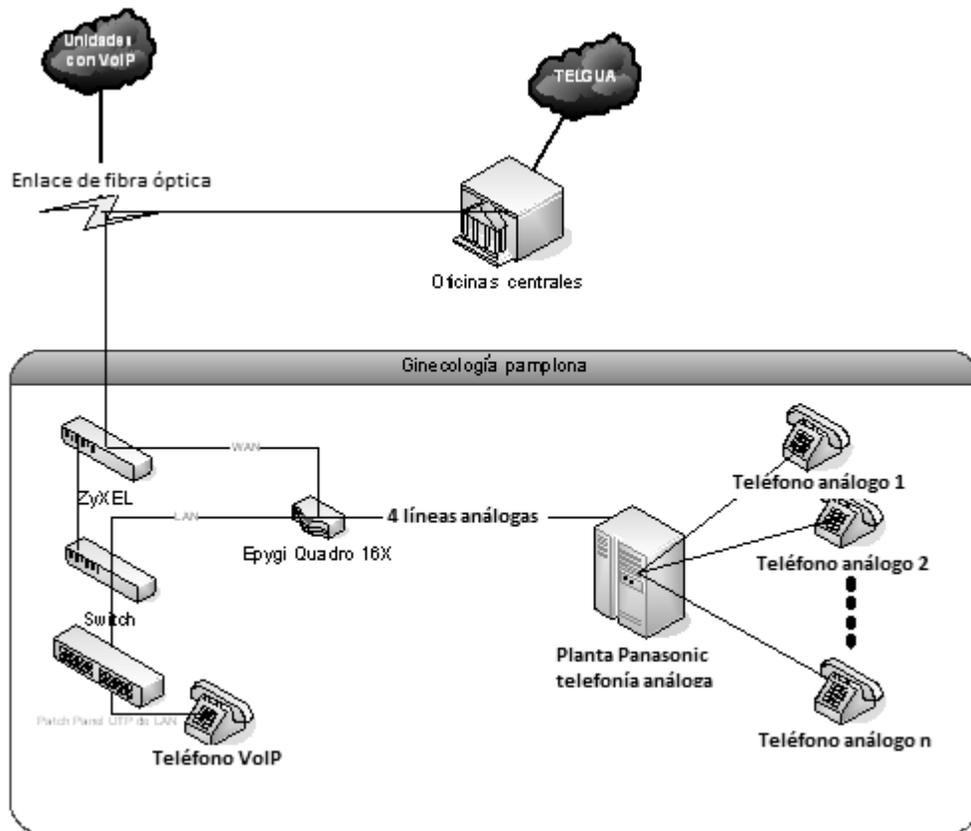
2.3.3.1. Descripción

La Consulta Externa de la zona 9 y el Hospital General de Enfermedades están conectadas por medio de un enlace de fibra óptica de 1 *gigabit* con el edificio de oficinas centrales. Se considera necesario establecer un rango de numeración, administrado por la planta telefónica marca ALCATEL S1240, que permita establecer llamadas entre las dependencias del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y en conexión saliente lo pueda hacer por los diez E1`s contratados con el operador TELGUA, S.A. en oficinas centrales.

2.3.3.2. Características

La figura 9 es la configuración en la cual las llamadas desde y hacia oficinas centrales, u otras unidades conectadas a la red de fibra óptica, son totalmente gratuitas, debido a que se utiliza el enlace propio de la institución y las llamadas hacia el resto del país pasarán por oficinas centrales.

Figura 9. Diagrama de configuración con equipo VoIP

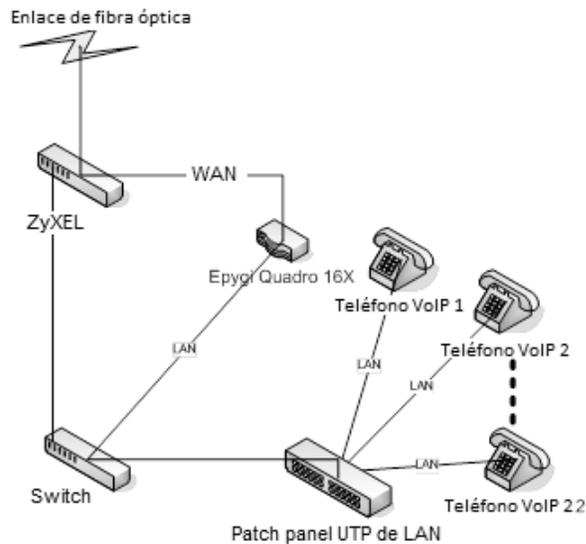


Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

- Opción de crecimiento 1

En esta opción se colocarán los teléfonos VoIP en las dependencias utilizando la red de datos existente, el diagrama resultará como muestra la siguiente figura:

Figura 10. **Opción 1 de diagrama de conexión VoIP**



Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

- **Ventajas**

- Se puede colocar un nuevo teléfono VoIP en cualquier ubicación con punto de red disponible y funcional.
- Utilización del cableado de red existente.
- Se puede comprar licencias para más extensiones.

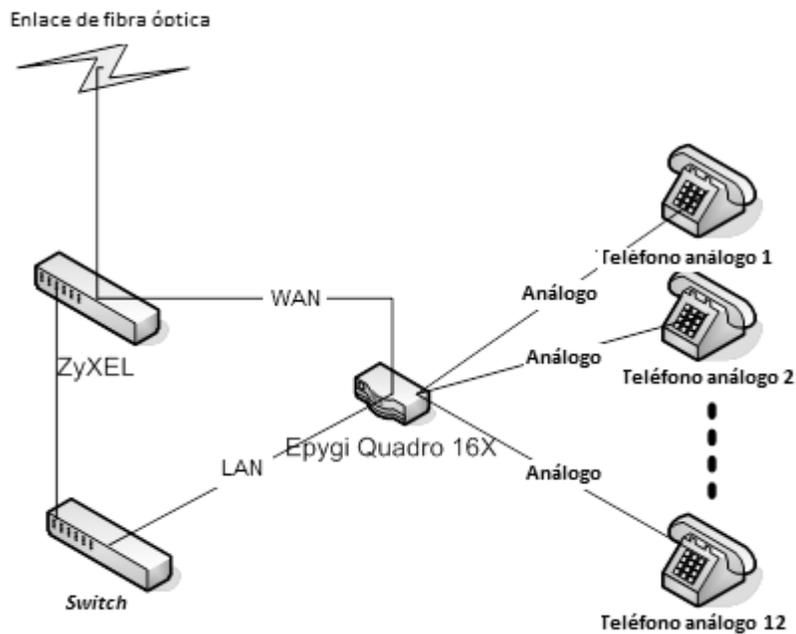
- **Desventajas**

- La compra de teléfonos VoIP o audífonos para utilizarlos con software.

- Opción de crecimiento 2

En esta opción se utilizarán los puertos para extensiones analógicas que posee el equipo Epygi con teléfonos convencionales, líneas bifilares también convencionales y conectores RJ-11, como muestra el siguiente diagrama:

Figura 11. **Opción 2 de diagrama de conexión VoIP**



Fuente elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

- Ventajas
 - No hay que comprar ningún equipo especial
 - Instalación sencilla sin ningún tipo de conocimiento especial

- Alcance máximo de aproximadamente 400 metros

- Desventajas

- Solo se cuenta con 12 extensiones no expansibles
- Compra del cableado bifilar
- Opción de crecimiento 3

En la última opción se utilizaría el cableado de red existente para enviar señal analógica quitando conexiones del *patch panel* hacia el *switch* y colocándolo en los puertos analógicos del Epygi con conector RJ-11.

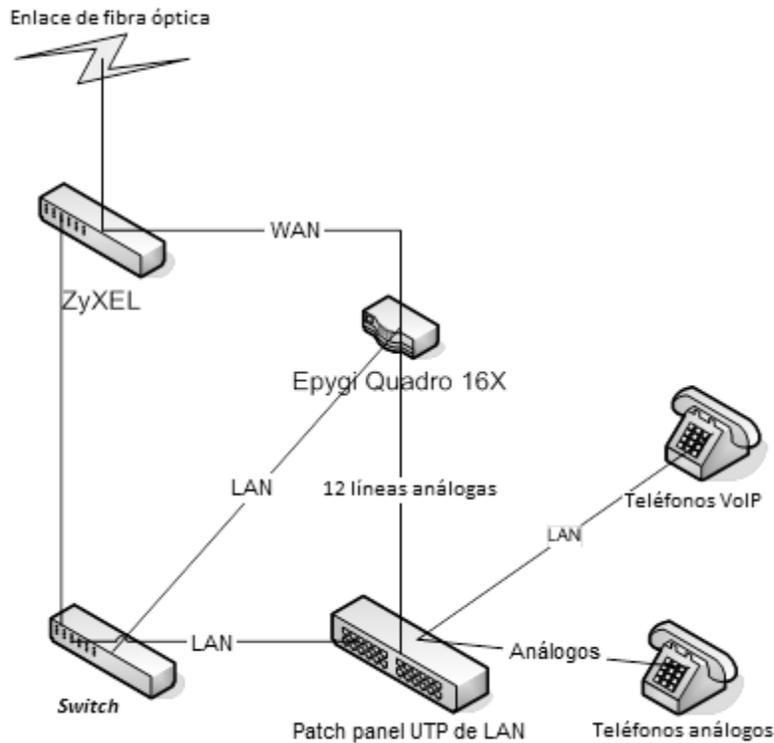
- Ventajas

- Utilización del cable existente de red

- Desventajas

- Daño al *switch* o Epygi por conexión equivocada
- El largo de este cableado es menor a 100 metros
- Solo se cuenta con 12 extensiones no expansibles

Figura 12. **Opción 3 de diagrama de conexión VoIP**



Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

- **Combinación de opciones**

Las opciones presentadas anteriormente se pueden combinar a discreción del personal que administra la planta telefónica y el personal que administra la red. Las combinaciones que se realicen deberán ser estudiadas para cumplir las necesidades y reducir los costos, también para no provocar posibles daños a los equipos y escoger la opción que genere la mejor relación costo-beneficio.

2.3.3.3. Procedimiento

- El usuario necesita efectuar una llamada saliente, marca su código de usuario e inmediatamente el número al cual desea comunicarse, la llamada es registrada por el prefijo saliente e inmediatamente sale por el enlace de datos a donde corresponda, de acuerdo al análisis de dígitos.
- Si la llamada es local, se marca el código de usuario, la llamada es registrada y posteriormente se completa.
- En una llamada entrante por las líneas analógicas de TELGUA, la planta Siemens analiza y transfiere la llamada; en caso de llamadas entrantes por la planta ALCATEL realiza el análisis de dígitos e inmediatamente la dirige por medio del enlace de datos de 1 *gigabit* al Hospital General de Enfermedades o Consulta Externa, donde es atendida inmediatamente.

2.3.3.4. Costos de la solución

El costo total de la implementación del proyecto, como puede verse en la siguiente tabla, asciende a Q. 127 628,00, los cuales se distribuyen en 25 % para la adquisición de equipo telefónico, 18 % para el equipo de cómputo y el resto entre mantenimientos y el consumo de las líneas.

Tabla XVI. Costo de solución 3

	COSTOS SITUACION ACTUAL		COSTOS NUEVO PROYECTO	
Personal Rengión 011	6 Telefonistas	Q58,333.33	Q350,000.00	Q0.00
Telefonía Rengión 113	24 Consumo líneas telefónicas	Q21,000.00	Q504,000.00	Q47.00
Mantenimiento Rengión 168	24 Mantenimiento enlaces 24 Mantenimiento plantas	Q1,000.00 Q1,000.00	Q24,000.00 Q24,000.00	Q1,000.00 Q1,000.00
Asesorías Rengión 199	0 Asesorías	Q0.00	Q0.00	Q1,000.00
Equipo telefónico Rengión 326	0 Equipo telefónico	Q0.00	Q0.00	Q8,000.00 Q8,000.00
Equipo de cómputo Rengión 328	0 Equipo de cómputo	Q0.00	Q0.00	Q1,500.00 Q1,500.00 Q3,000.00 Q3,500.00
TOTAL GASTOS ANUALES			Q902,000.00	Q127,628.00

Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

Tabla XVII. **Inversión de la solución 3**

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
MAQUINAS			
<i>Switch 2024</i>	1	Q 10 500,00	Q 10 500,00
<i>Switch 4012</i>	1	Q 6 000,00	Q 6 000,00
<i>Epigy E16</i>	1	Q 16 000,00	Q 16 000,00
<i>Media converter</i>	1	Q 3 000,00	Q 3 000,00
<i>Gbic</i>	1	Q 3 000,00	Q 3 000,00
<i>Epigy E1</i>	1	Q 16 000,00	Q 16 000,00
Total de la inversión			Q 54 500,00

Fuente elaboración propia, con información de la subgerencia financiera.

La inversión en hardware consiste en Q. 54 000,00 y el costo de mantenimiento permanece constante, los pagos de asesorías serán utilizados para la programación de equipos nuevos y se tiene un ahorro de Q. 350 000,00 anuales en pagos de planillas y Q. 502 872,00 en pagos de servicios de telefonía. El personal de planta telefónica será reubicado a otro centro de producción.

Tabla XVIII. **Análisis del costo-beneficio de la solución 3**

Descripción	Costo actual	Costo propuesto	Beneficio
Gastos personal	Q 350 000,00	Q 0,00	Q 350 000,00
Telefonía	Q 504 000,00	Q 1 128,00	Q 502 872,00
Asesorías	Q 0,00	Q 24 000,00	Q -24 000,00
Equipo telefónico	Q 0,00	Q 32 000,00	Q -32 000,00
Equipo de cómputo	Q 0,00	Q 22 500,00	Q -22 500,00
Mantenimiento	Q 48 000,00	Q 48 000,00	Q 0,00
TOTAL GASTOS ANUALES	Q 902 000,00	Q 127 628,00	Q 774 372,00

Fuente: elaboración propia, con información de la subgerencia financiera.

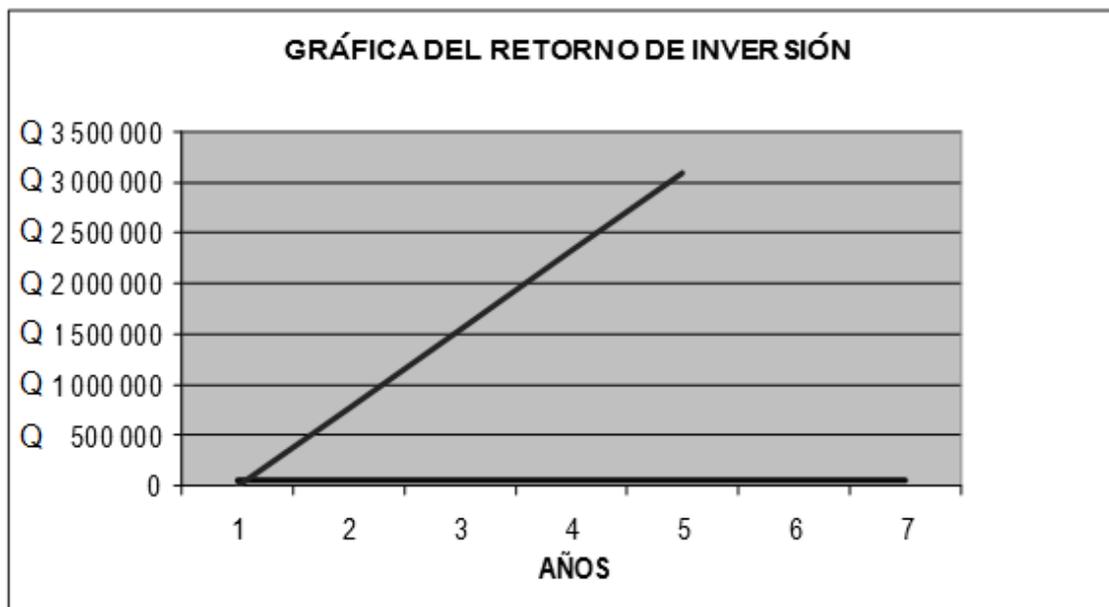
Los pagos totales anuales con la situación actual son de 902 000,00 quetzales, con el proyecto propuesto es de 127 628,00 quetzales, con beneficio de 774 372,00 quetzales.

Tabla XIX. **Cuadro del retorno de inversión de la solución 3**

Tiempo (Años)	Inversión	Beneficio	Beneficio (Acumulado)
0	Q 54 500,00		
1		Q 774 372,00	Q 774 372,00
2		Q 774 372,00	Q 1 548 744,00
3		Q 774 372,00	Q 2 323 116,00
4		Q 774 372,00	Q 3 097 488,00
5		Q 774 372,00	Q 3 871 860,00

Fuente: elaboración propia, con información de la subgerencia financiera.

Figura 13. **Retorno de inversión de la solución 3**



Fuente: elaboración propia, con información de la subgerencia financiera.

La gráfica anterior muestra que la recuperación de la inversión será en el primer año, debido a que el Hospital General de Enfermedades y la Consulta Externa solamente pagarán la cuota básica por contrato de líneas telefónicas.

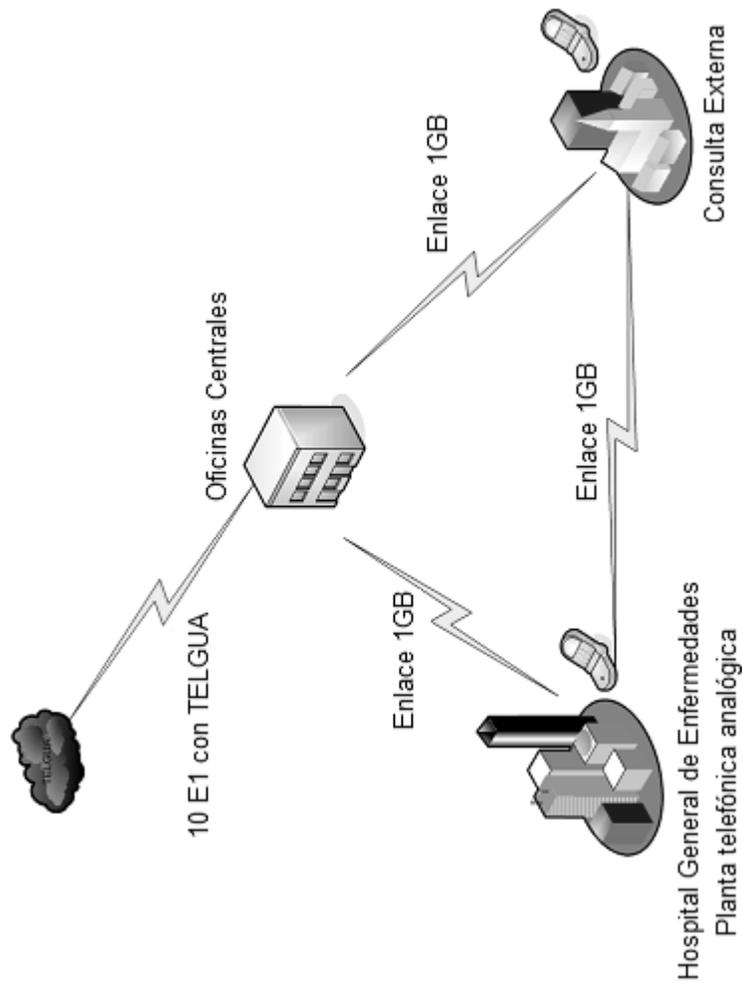
2.3.3.5. Ventajas

- Las llamadas dentro de la institución son gratuitas e independientes.
- El control de llamadas es descentralizado, con posibilidades de recaudar la información en el Hospital General de Enfermedades.
- Las llamadas entre el Hospital General de Enfermedades, Oficinas Centrales y Consulta Externa son libres de costo para la institución.
- La pérdida del enlace de datos no afecta las comunicaciones, debido a la compra de fibra óptica a una red de anillo que conmuta inmediatamente.
- El enlace de datos de 1 *gigabit* incrementará la eficiencia en la transmisión de datos entre las unidades médicas.
- Las unidades médicas, Hospital General de Enfermedades y Consulta Externa no deben firmar contratos con los operadores telefónicos.

2.3.3.6. Desventajas

- Se depende absolutamente de la planta telefónica de Oficinas Centrales del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

Figura 14. Diagrama de red del IGSS con instalación de equipo VoIP



Fuente: elaboración propia, con información del área de telecomunicaciones.

3. DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES

3.1. Desarrollo de las soluciones

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, en el Hospital General de Enfermedades y Consulta Externa, necesita administrar efectivamente el consumo del servicio telefónico y, al mismo tiempo, mejorar los medios de comunicación modernizando la infraestructura de telecomunicaciones.

Las comunicaciones institucionales deben ser libres de costo y el precio por minuto debe ser renegociado para alcanzar niveles de bajo costo, debido a la categoría del cliente del IGSS. Por eso es necesario buscar una solución al problema de falta de control en el consumo telefónico.

3.2. Prueba e implementación del sistema

A continuación se presentan los costos de las soluciones propuestas, detallando las ventajas de la adquisición de cada una y concluyendo por qué la solución escogida es la más recomendable para satisfacer las necesidades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

3.2.1. Compra de módulos de tarificación y operadora automática

Los módulos de tarificación y operadora automática resuelven los problemas de control de llamadas y distribución de tráfico telefónico, adicionalmente se debe hacer un contrato con el operador TELGUA, S.A., para

que se integre un PBX para la Consulta Externa y Hospital General de Enfermedades.

Las llamadas salientes y entrantes serían administradas por la operadora y los códigos de usuario, la responsabilidad del buen uso de los recursos recaería en el jefe de cada departamento. El costo anual ahorrado se estima en 129 100,00 quetzales, sin embargo, a largo plazo no se considera una solución funcional, además los costos de mantenimiento y repuestos de las plantas Siemens son caros.

La solución a corto plazo es funcional, sin embargo, a largo plazo sería necesario cambiar la infraestructura de redes para cumplir con cualquier servicio web o de datos que requiera un ancho de banda mayor al utilizado actualmente. Por esta razón se considera que no es funcional.

3.2.2. Planta telefónica con tarificador de llamadas, operadora automática y módulos de transmisión E1

Los módulos de tarificación de llamadas y operadora automática cumplen con el objetivo de control y distribución de tráfico telefónico, los módulos de transmisión bidireccional E1 proporcionan un valor agregado a los usuarios de las comunicaciones. El servicio empresarial proporciona un número telefónico para el PBX y proporciona disponibilidad de 30 líneas telefónicas que pueden funcionar como entrantes o salientes.

El servicio empresarial supera las bondades de un PBX convencional, ya que un PBX realiza búsquedas secuenciales de líneas en disponibilidad. Si por alguna razón se tuviera una falla externa de ruptura de cables, el usuario recibiría tono de llamadas y parecería como que el receptor no responde.

La solución a corto plazo y mediano plazo es funcional, sin embargo, a largo plazo sería necesario cambiar la infraestructura de redes para cumplir con cualquier servicio web o datos que requiera un ancho de banda mayor al utilizado actualmente. Por esta razón se considera que no es funcional, pues aunque el ahorro anual sería de 104 640,00 quetzales, el incremento mensual sería controlado.

3.2.3. Telefonía de VoIP

La planta telefónica Siemens instalada en el Hospital General de Enfermedades puede seguir funcionando temporalmente subministrada por el equipo Epygi, y los crecimientos serán extensiones de la planta ALCATEL por VoIP, que se considera cumple con los objetivos del presente trabajo. Los módulos Epygi permiten utilizar las líneas telefónicas como troncales para las extensiones de la planta Siemens y el crecimiento se dará por módulos Epygi E1, que tienen servicios de valor agregado como la llamada en espera, transferencia de llamadas y mensajería de voz.

Se tiene un ahorro sumamente considerable que será demostrado si el tránsito de voz se cursa por un enlace de datos por oficinas centrales del IGSS, ya que la planta ALCATEL S1240 es de alta capacidad y está dimensionada con diez E1 y un contrato mensual por 500 000 minutos, de los cuales únicamente se consume el 40 %, equivalente a 200 000 minutos, lo cual permite hacer un mejor uso de los recursos de telecomunicaciones y establece comunicaciones sin costo entre los tres edificios, Hospital General de Enfermedades, Oficinas Centrales y Consulta Externa.

Esta solución se considera apropiada debido a que es aplicable a corto, mediano y largo plazo, ya que en los planes institucionales está la transferencia de imágenes de resonancia magnética de pacientes desde Oficinas Centrales a las unidades médicas, y el enlace de 1 *gigabit* prepara la infraestructura para este proyecto y mejora la transferencia de datos en las aplicaciones web desarrolladas actualmente.

CONCLUSIONES

Las tres soluciones son importantes y reducen los costos del consumo telefónico en las dos unidades médicas, sin embargo, se observa lo siguiente:

1. Mantener las 16 líneas telefónicas en el Hospital General de Enfermedades y doce en la Consulta Externa, baja los costos de operación estableciendo los controles respectivos con el tarifador de llamadas y la orientación por medio de una operadora automática, pero las líneas telefónicas pertenecen a diferentes *switch*, es decir, que es imposible integrarlos en un PBX, esto reduce la calidad del servicio, las líneas individuales permanecerían ocupadas y una ruptura de cable envía tono de llamadas aunque el teléfono se encuentre libre; una ruptura de cable en la línea principal del PBX ocasionaría una pérdida considerable de llamadas, ya que la búsqueda es secuencial.
2. Adquirir un tarifador de llamadas, operadora automática y contrato de un E1 telefónico con un mismo operador telefónico, es importante y resuelve la problemática planteada totalmente, pues la operadora automática resuelve el tráfico entrante y el tarifador de llamadas controla el tráfico saliente. El E1 proporciona treinta líneas bidireccionales, las cuales resuelven la problemática planteada en la calidad del servicio, ya que no existe posibilidad de fallas de líneas individuales y la conexión individualizada garantiza disponibilidad de líneas telefónicas salientes y entrantes, a un costo libre para las dos unidades.

3. Liberar al proveedor Siemens, ya que los costos de mantenimiento y actualización son elevados por la exclusividad de los repuestos, permite colocar plantas telefónicas híbridas a un costo bajo con tecnología IP, utilizando el mismo cableado para líneas analógicas, los aparatos telefónicos permanecen, evita contratos con operadores telefónicos, incrementa la velocidad de transmisión de datos con Oficinas Centrales, la infraestructura se encuentra preparada para la transferencia de imágenes de resonancia magnética, que es la segunda fase de los proyectos institucionales, el costo de operación es menor y el costo es libre en llamadas entre unidades médicas.

4. La tercera opción es la mejor, debido a que proporciona servicios de valor agregado y además aprovecha la infraestructura creada en las oficinas centrales para el tráfico telefónico local y de tránsito a las unidades médicas.

RECOMENDACIONES

1. Se considera apropiado establecer manuales de operación de los accesos a los servicios de telecomunicaciones, mediante usuarios y contraseñas, con el objetivo de incrementar la seguridad, eficacia y optimización de los servicios mejorados.
2. Los registros en los tarificadores implementan controles para el buen uso de la telefonía y reducen el consumo telefónico, por lo tanto, se considera importante hacer revisiones periódicas sobre estos reportes.
3. El proyecto debe contemplar programas de educación y entrenamiento continuo que favorezcan el mejor uso de este tipo de tecnología. La implementación por etapas define una serie de pruebas con los enlaces de comunicaciones.
4. Se deben realizar compromisos de gestión con cada director de unidades médicas o administrativas, con el fin de contar con el apoyo para una adecuada administración de los recursos.

BIBLIOGRAFÍA

1. COLINS, Daniel. *Carrier grade voice over IP*. 2a ed. USA: McGraw-Hill Professional Publishing, 2000. 496 p.
2. KEAGY, Scott. *Integrating voice and data networks*. USA: Cisco Pr, 2000. 779 p.
3. LAMMLE, Todd; CCNA. *Cisco Certified Network Associate*. 5a ed. USA: SYBEX Inc, 2005. 661 p.
4. RAYA, José. *Redes locales*. 4a ed. México: Alfaomega, 2006. 334 p.
5. TANENBAUM, Andrew. *Redes de computadoras*. 3a ed. España: Pearson Educación, 1998. 1400 p.

