

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS



**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN  
BASADO EN TECNOLOGÍA DE VOZ IP PARA EL ESTADO  
MAYOR CONJUNTO DE LA FUERZA ARMADA DE EL  
SALVADOR.**

PRESENTADO POR:

**ADÁN ENRIQUE RODRÍGUEZ RIVAS**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 2012.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR :

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

SECRETARIA GENERAL :

**DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO :

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

SECRETARIO :

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

DIRECTOR :

**ING. JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ CORNEJO**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

Título :

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN  
BASADO EN TECNOLOGÍA DE VOZ IP PARA EL ESTADO  
MAYOR CONJUNTO DE LA FUERZA ARMADA DE EL  
SALVADOR.**

Presentado por :

**ADÁN ENRIQUE RODRÍGUEZ RIVAS**

Trabajo de Graduación Aprobado por :

Docente Director :

**ING. ARNOLDO INOCENCIO RIVAS MOLINA**

San Salvador, abril de 2012.

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

**ING. ARNOLDO INOCENCIO RIVAS MOLINA**

## **Agradecimientos**

A Dios Nuestro Señor.

Gracias Padre por permitirme culminar mi carrera, por cuidarme e iluminarme durante toda mi vida.

A mis padres.

Adán y Milagro, por darme la vida, por su amor y atención, por el sacrificio realizado para que yo pudiera tener la oportunidad de prepararme profesionalmente, a ustedes les debo todo lo que soy.

A mis princesas.

Mi esposa Jasseline Torres mujer a la que amo, quien en los últimos años se convirtió en asesora y compañera en el trabajo de graduación, con su amor y paciencia logró impulsarme siempre para salir adelante, a mi hija Camila, quien con su sonrisa fue un motor importante para lograr culminar mi carrera.

A mis hermanos.

Karen, mi "Malosita", mujer que ha sido pieza fundamental en toda mi vida, con su apoyo incondicional me impulso siempre a salir adelante, Koki, a quien considero un hermano quien siempre estuvo ahí cuando lo necesite, con sus comentarios ocurrentes siempre me apoyo durante el transcurso de mi carrera.

A mi familia.

A los que están en el cielo, mi abuela Sabina, mi tío Luciano, mi tío Victoriano y especialmente mi tío Irving, con quien hubiera deseado compartir este momento.

Para los que siguen conmigo, mi abuelo Ramón, mis Ti@s Chita, Carmen, Sergio, Noé, Ramón, Inés; mis prim@s Elena, Ana, Javier,

Wilhelm; mis suegros Zoila y Raúl Armando, mis cuñados Hassel, Luis Armando, Edwin Miguel; quienes de una u otra manera contribuyeron en el desarrollo de mi carrera.

A mis amigos.

Wilmer, Jorge, Sandra, Kary, Gricelda, Yuri, Orlando, Amed, Najarro, Edgardo, Ricardo quien con su amistad y paciencia fueron un soporte importante.

Ing. Ernesto Chang, Ing. Ricardo Colorado, Juan Santos y Don Guille; quienes con su conocimiento me apoyaron, aconsejaron y fueron excelentes asesores.

A mis compañeros de trabajo.

Quienes se unieron como asesores y compañeros de trabajo de graduación Jonathan, Oscar Grande, Víctor Pérez, Jaime Franco, Roberto Hernández, Pablo Rivera, Víctor Deras, Wilfredo Palacios, Bernardo, Mario, Marcos, Rubén, Nino, Rafa, Henry, Jorge, William, Omar, Julio.

A mi Asesor

Ing. Arnoldo Rivas quien con sus consejos y paciencia supo guiarme para poder culminar este proyecto.

Al EMCFA

Quienes me apoyaron y permitieron desarrollar mi trabajo de graduación en esta institución

Dios les bendiga a cada uno y gracias por ser parte de mi vida.

## Tabla de Contenido

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>ALCANCES .....</b>	<b>14</b>
<b>LIMITACIONES .....</b>	<b>14</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>IMPORTANCIA Y RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I. ANTEPROYECTO .....</b>	<b>17</b>
1.1    MARCO TEÓRICO .....	18
1.1.1    TECNOLOGÍAS LIBRES .....	18
1.1.2    GENERALIDADES DE VOZ SOBRE IP .....	19
1.1.3    GENERALIDADES DE RED DE DATOS .....	20
1.2    ANTECEDENTES .....	23
1.3    SITUACIÓN ACTUAL.....	25
1.3.1    DESCRIPCIÓN.....	25
1.3.2    ESTRUCTURA.....	28
1.4    METODOLOGÍA.....	31
1.4.1    DEFINICION Y MODELOS DE CICLO DE VIDA DE PROYECTOS .....	31
1.4.2    DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS .....	33
1.4.3    DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA.....	34
1.4.4    HERRAMIENTAS Y EQUIPO .....	40
1.5    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	41
1.5.1    DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA .....	41
1.5.2    DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	44
1.5.3    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	45
1.6    FACTIBILIDAD.....	46
1.6.1    TÉCNICA .....	46
1.6.2    ECONÓMICA .....	55
1.6.3    OPERATIVA .....	60
1.7    PLANIFICACION DE RECURSOS .....	61
1.7.1    RECURSO HUMANO .....	61

<b>CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL, DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO DE PROTOTIPO.....</b>	<b>66</b>
2.1 SITUACION ACTUAL.....	67
2.1.1 DESCRIPCIÓN.....	67
2.1.2 ENFOQUE DE SISTEMAS.....	68
2.1.3 DESCRIPCION DEL ENFOQUE DE SISTEMAS .....	69
2.1.4 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	71
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	72
2.2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	72
2.2.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....	72
2.2.3 DEFINICIÓN DETALLADA DEL PROBLEMA .....	76
2.3 SOLUCIÓN PROPUESTA AL PROBLEMA .....	77
2.3.1 DESCRIPCIÓN.....	77
2.3.2 ENFOQUE DE SISTEMAS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	78
2.3.3 INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACION.....	81
2.4 DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS .....	83
2.4.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACION DE REQUERIMIENTOS.....	83
2.4.2 IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS .....	83
2.4.3 REQUERIMIENTOS INFORMATICOS.....	84
2.4.4 REQUERIMIENTOS OPERATIVOS .....	88
2.4.5 REQUERIMIENTOS DE DESARROLLO .....	89
2.4.6 REQUERIMIENTOS DE IMPLEMENTACIÓN .....	93
2.5 DISEÑO.....	95
2.5.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO.....	95
2.5.2 DISEÑO DE SEGURIDAD FISICA.....	97
2.5.3 DISEÑO DE PRUEBAS .....	98
<b>CAPÍTULO III. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO Y DOCUMENTACIÓN .....</b>	<b>100</b>
3.1 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO. ....	101
3.1.1 PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN. ....	101
3.1.2 CONFIGURACIÓN DE COMPONENTES DEL PROTOTIPO .....	101
3.1.3 PRUEBAS DEL PROTOTIPO.....	104
3.2 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	106
3.2.1 INTRODUCCIÓN .....	106
3.2.2 OBJETIVOS.....	107

3.2.3	ALCANCE.....	107
3.2.4	PLANEACIÓN .....	108
3.2.5	DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	109
3.2.6	ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL.....	110
3.2.7	EJECUCION DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	111
3.2.8	CONTROL DE IMPLEMENTACIÓN.....	112
3.3	CAPACITACIÓN .....	114
3.3.1	PREPARAR CAPACITACIÓN .....	114
3.3.2	DISTRIBUCIÓN DE LA CAPACITACIÓN.....	114
3.3.3	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	114
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>118</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>119</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>120</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>121</b>

## Tabla de Figuras

FIGURA 1 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA FUERZA ARMADA DE EL SALVADOR. ....	23
FIGURA 2 ENFOQUE DE SISTEMAS .....	28
FIGURA 3 CICLO DE VIDA CASCADA PURA .....	31
FIGURA 4 CICLO DE VIDA ESPIRAL.....	32
FIGURA 5 CICLO DE VIDA PROTOTIPO EVOLUTIVO.....	33
FIGURA 6 DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO .....	42
FIGURA 7 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA - CAJA NEGRA .....	45
FIGURA 8 ENFOQUE DE SISTEMA.....	68
FIGURA 9: DEFINICIÓN GRAFICA DEL PROBLEMA .....	72
FIGURA 10: DIAGRAMA CAUSA – EFECTO.....	74
FIGURA 11: DEFINICIÓN DETALLADA DEL PROBLEMA .....	76
FIGURA 12: ENFOQUE DE SISTEMAS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA .....	78
FIGURA 13: ARCHIVOS IMPORTANTES DE CONFIGURACIÓN EN ASTERISK.....	82
FIGURA 14: RECURSO HUMANO .....	92
FIGURA 15: DISEÑO LÓGICO DEL PROTOTIPO PROPUESTO.....	95
FIGURA 16: DISEÑO DEL BACKBONE.....	96
FIGURA 17: PLANTILLA PARA REALIZACIÓN DE PRUEBAS .....	98
FIGURA 18: PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN .....	101
FIGURA 19: PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN.....	108
FIGURA 20: ORGANIZACIÓN DE EQUIPO .....	110
FIGURA 21: GRAFICO DE DATOS ENCUESTA – PREGUNTA 1.....	125
FIGURA 22: GRAFICO DE DATOS ENCUESTA – PREGUNTA 2.....	126
FIGURA 23: GRAFICO DE DATOS ENCUESTA – PREGUNTA 3.....	127
FIGURA 24: GRAFICO DE DATOS ENCUESTA – PREGUNTA 4.....	128
FIGURA 25: GRAFICO DE DATOS ENCUESTA – PREGUNTA 5.....	129
FIGURA 26: GRAFICO DE DATOS ENCUESTA – PREGUNTA 6.....	130

## Tabla de Gráficos

GRÁFICO 1. PROMEDIO DE GASTO ANUAL DE TELEFONÍA Y USUARIOS .....	26
GRÁFICO 2 COMO CALIFICARÍA EL SERVICIO ACTUAL DE VOIP.....	27
GRÁFICO 3 COMO CALIFICARÍA LA DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO ACTUAL DE VOIP .....	27
GRÁFICO.4 CREE NECESARIO QUE EL EMCFA PROPORCIONE EL SERVICIO VOIP CON INFRAESTRUCTURA PROPIA .....	60
GRÁFICO.5 ESTARÍA DISPUESTO A UTILIZAR LA TELEFONÍA A TRAVÉS DE UNA SOFTWARE MEDIANTE COMPUTADORA .....	60

## **INTRODUCCIÓN**

La industria de las comunicaciones ha sido testigo de importantes avances tecnológicos en la infraestructura de comunicaciones de voz en los últimos años. El primer cambio se produjo con el paso de sistemas de comunicación analógicos a sistemas digitales, y el Segundo; a finales de los 90 con la llegada de la telefonía IP.

Las instituciones buscan integrar servicios de red voz, red de datos y videos en una red conocida como red convergente, en el Estado Mayor conjunto de la Fuerza Armada, se espera obtener un sistema de comunicación basado en tecnología Voz IP que incremente la seguridad en la comunicación interna y externa con infraestructura propia.

Como preámbulo se detallan los alcances y limitaciones del trabajo de graduación, de igual forma su justificación e importancia.

En el Capítulo 1, se describe la teoría en la que se basa el proyecto, se detallan los antecedentes del EMCFA, se realizara un breve análisis para describir la situación actual lo cual ayudara a determinar el punto de mejora en el sistema de comunicación.

En el Capítulo 2, se desarrolla el análisis y diseños. Fase en la cual es de suma importancia ya que permite comprender de manera clara y precisa los requerimientos, mediante la utilización de encuestas, entrevistas, observación directa.

Se analiza la situación actual a través de un enfoque de sistemas, de igual forma se propone como debería ser el comportamiento ideal, incorporando tecnologías libres para el prototipo de comunicación.

Para el desarrollo de este trabajo de graduación se utilizaran aplicaciones bajo licencia de libre distribución, lo cual permitirá un ahorro económico sustancial, de igual forma se utilizaran los recursos tecnológicos existentes, lo cual contribuirá para que la solución propuesta sea una solución integral.

En el Capítulo 3, se detalla cómo se construirá la solución propuesta, la cual dotara al Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada de un sistema de comunicación seguro basado en tecnología Voz IP.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Desarrollar un prototipo con tecnologías libres para establecer una comunicación segura con los intereses militares dentro y fuera de El Salvador, utilizando como base la comunicación VoIP y a la vez, que sea capaz de integrarse al sistema de comunicaciones que utiliza actualmente.

### **Específicos**

- ✓ Analizar la situación actual de la Infraestructura Tecnológica de Comunicaciones de la Fuerza Armada de El Salvador (FAES).
- ✓ Definir los requerimientos de seguridad y de tecnología, herramientas y funcionalidades bajo las cuales se desarrollará el prototipo de comunicación.
- ✓ Diseñar la solución que cumpla con los requerimientos de seguridad y funcionalidad de comunicación de la FAES.
- ✓ Construir un prototipo con las especificaciones del diseño, que permita administrar eficientemente los requerimientos de comunicación de la FAES.
- ✓ Realizar las pruebas del prototipo de comunicación de VoIP.
- ✓ Documentar las fases del desarrollo del prototipo, de manera que pueda ser útil y productivo para los futuros encargados de su mantenimiento y que los usuarios finales reciban el máximo beneficio.
- ✓ Diseñar el Plan de Implementación que servirá para la puesta en marcha de la solución propuesta y así garantizar su correcto funcionamiento.

## **ALCANCES**

Al concluir el proyecto se tendrá:

- ✓ El Análisis, Diseño y Desarrollo de este proyecto llegara hasta la configuración de un equipo servidor, con la capacidad de administrar llamadas VoIP.
- ✓ El Análisis y Diseño se realizará para la red de datos del EMCFA.
- ✓ Diseño de los diagramas de Red para la interconexión con la Red Pública de Telefonía.
- ✓ El prototipo funcional de Comunicación Basado en Tecnologías Libres de VoIP, operando en 10 máquinas y permitiendo 5 llamadas concurrentes con una óptima calidad de audio.
- ✓ Manuales de Usuario, Manuales de Configuración, Manuales de Administración.
- ✓ Se capacitara a una persona para la configuración y administración del servicio VoIP.
- ✓ Plan de Implementación para la solución propuesta.

## **LIMITACIONES**

- ✓ El EMCFA no posee la tarjeta E1, que es indispensable para el correcto funcionamiento del prototipo. La función de la tarjeta E1 es permitir el servicio de llamadas desde y hacia la red pública de telefonía mediante un proveedor de servicios.
- ✓ No será posible contar con un adecuado ambiente desarrollo para realizar las pruebas del prototipo, ya que el EMCFA no cuenta con equipos de red suficientes para crear una Red paralela; al realizar las pruebas será directamente en ambiente producción.

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el personal de la Fuerza Armada que se encuentra en misiones oficiales en el Extranjero, para poderse comunicar al EMCFA y/o Unidades Militares del país, lo realizan a través de llamadas telefónicas Internacionales, lo cual genera un escenario de riesgo ya que las llamadas pueden ser intervenidas y así obtener información valiosa de la Institución.

Por tal razón surge la necesidad de implementar un prototipo de comunicación segura que integre la nueva tecnología con la infraestructura actual, permitiendo así, una alta disponibilidad de los canales de comunicación para la toma de decisiones oportuna.

Al estar basado en tecnologías libres, el modelo propuesto es una opción económica viable para la institución castrense, al contrario de implementar una tecnología propietaria<sup>1</sup>, ya que con ésta los costos aproximados se elevarían y variarían dependiendo de la tecnología, como sigue:

<b>TECNOLOGIA</b>	<b>COSTO APROX</b>
<b>CISCO</b>	\$ 52,453.81
<b>MITEL</b>	\$ 200,000

*Tabla 1 Costos de Tecnologías Propietarias*

Por lo que al implementar la solución propuesta el ahorro sería entre \$41,023.46 y \$187,188.11 respectivamente.

<sup>1</sup> Tecnologías comercializadas que tienen un alto costo de adquisición, en el área de telecomunicaciones las más conocidas son CISCO y AVAYA.

## **IMPORTANCIA Y RESULTADOS ESPERADOS**

El prototipo de Comunicación Basado en Tecnología de Voz IP dotara al Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada de un sistema de comunicación seguro que contribuirá a la centralización y protección de la comunicación, ya que será el propio EMCFA que administrara la plataforma, y así evitara riesgos de pérdida de información, todo esto con el fin de garantizar la seguridad de la institución y la ciudadanía.

Se presentan a continuación una lista mínima de resultados esperados al finalizar el Proyecto:

- ✓ Diseño e Implementación de una Red Convergente.
- ✓ Se tendrá una aplicación para la administración y control de las diferentes líneas y extensiones.
- ✓ Como producto final se implementara un prototipo de comunicación segura basado en tecnología VoIP funcional para el EMCFA, el cual permitirá:
  - Realizar llamadas desde un dispositivo IP a otro IP
  - Realizar llamadas desde un dispositivo IP a teléfonos internos del EMCFA y viceversa.
  - Realizar llamadas desde un dispositivo IP a la red pública de telefonía y viceversa.
  - Colaboración total entre todo el personal, sin importar su ubicación física (Conference call, Meet-Me, llamada en espera, VoiceMail).
- ✓ Disponibilidad de reportes y rendimiento del servidor Asterisk.
- ✓ Registros de llamadas entrantes y salientes.
- ✓ Disponibilidad del prototipo funcional será del 99%.
- ✓ Ahorro de costos en el mantenimiento y administración de distinta infraestructura de red.
- ✓ Flexibilidad de crecimiento del servicio VoIP.

# Capítulo I. Anteproyecto

---

## **1.1 MARCO TEÓRICO**

### **1.1.1 TECNOLOGÍAS LIBRES**

Son aquellas tecnologías que permiten su libre reutilización, incluyen software libre, el código abierto, el hardware libre, y los estándares abiertos. Los productos/servicios generados con ellas no necesariamente deben ser gratuitos.

Ejemplo de ellas: Sistema Operativo Linux, Software de Central Telefónica: Asterisk y Elastix.

#### **1.1.1.1 Asterisk**

Asterisk es un completo sistema de comunicación basado en software libre donde convergen aplicaciones de voz.

Realiza las funciones tradicionales de conmutación como lo hace una central PBX adicionando múltiples funciones de nuevas tecnologías, es una plataforma de interoperabilidad entre sistemas tradicionales de telefonía TDM y telefonía a través de internet usando el protocolo IP VoIP.

Asterisk traduce y conmuta distintos tipos de protocolo como SIP, MGCP, H.323, Skinny, este último propietario de CISCO.

#### **1.1.1.2 Elastix**

Elastix es un servidor de comunicaciones unificada que integra: VoIP PBX, Fax, Mensajería Instantánea, Correo electrónico y colaboración.

Trabaja con Motor Asterisk, Elastix es un paquete completo que instala Asterisk, Linux CentOS y Mysql.

#### **1.1.1.3 Linux**

Linux es un Sistema Operativo de distribución libre para estaciones de trabajo y servidores; es muy eficiente y tiene un excelente diseño. Es multitarea, multiusuario, multiplataforma y multiprocesador.

## **1.1.2 GENERALIDADES DE VOZ SOBRE IP**

Voz sobre IP (VoIP) es una tecnología que permite realizar llamadas telefónicas sobre una red IP de datos, ya sea que se trate de la Red pública de Internet o una Red Privada en una organización.

### **1.1.2.1 Telefonía IP**

La telefonía IP incluye el conjunto completo de servicios habilitados por VoIP, como la interconexión de teléfonos para comunicaciones, servicios relacionados como facturación y planes de marcación, y funciones básicas que pueden incluir: conferencias, transferencia de llamadas, reenvío de llamadas y llamada en espera.

### **1.1.2.2 Calidad de Servicio y seguridad de VoIP**

La mayoría de los servicios de VoIP utilizan la red pública de Internet para realizar llamadas, pero en la actualidad muchas empresas utilizan VoIP a través de redes privadas, ya que utilizando infraestructura propia y una administración centralizada, proporciona una seguridad más robusta y una mejor calidad de servicios que la red pública de Internet.

### **1.1.2.3 Central PBX**

Private Branch Exchange Por sus siglas en inglés, es cualquier central telefónica conectada directamente a la red pública de teléfono por medio de líneas troncales para gestionar, además de las llamadas internas, las entrantes y/o salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica.

Una PBX sirve de interface y maneja las comunicaciones dentro de una red telefónica privada.

### **1.1.2.4 PSTN**

La red telefónica pública conmutada (PSTN, Public Switched Telephone Network) es una red con conmutación de circuitos para comunicaciones de voz en tiempo real. Cuando llama a alguien, cierra un conmutador al marcar, y establece así un circuito con el receptor de la llamada. PSTN garantiza la

calidad del servicio (QoS) al dedicar el circuito a la llamada hasta que se cuelga el teléfono. Independientemente de si los participantes en la llamada están hablando o en silencio, seguirán utilizando el mismo circuito hasta que la persona que llama cuelgue. Una troncal de la red telefónica pública conmutada (PSTN) es, por lo general, la interconexión por voz entre una empresa y el mundo exterior.

### **1.1.3 GENERALIDADES DE RED DE DATOS**

Una red es un conjunto de dispositivos interconectados físicamente y que se comunican entre sí a través de protocolos de comunicación.

Una red de datos tiene como finalidad compartir recursos e información en la distancia, asegurando su confidencialidad y disponibilidad. Los componentes de una red de datos son:

#### **Dispositivos:**

- ✓ **Dispositivos Finales:** Estos son los más familiares y constituyen la interfaz entre la red humana y la red de comunicación subyacente. Algunos ejemplos de dispositivos finales son: Computadoras, Impresoras, Teléfonos VoIP, Cámaras, etc.

**Dispositivos Intermediarios:** De ellos, dependen las redes para proporcionar conectividad y garantizar que los datos fluyan a través de estas. Los dispositivos intermediarios, conectan los hosts individuales a la red y pueden conectar varias redes individuales. Los siguientes son ejemplos de dispositivos de red intermediarios: Hubs, Switches, Routers, Access Point, etc.

#### **Medios:**

El medio proporciona el canal por el cual viaja el mensaje desde el origen hasta el destino.

Los tres tipos de medios más utilizados para interconectar los dispositivos y proporcionar la ruta por la cual pueden transmitirse los datos, son:

- ✓ Hilos metálicos dentro de los cables,
- ✓ Fibras de vidrio o plásticas (cable de fibra óptica), y
- ✓ Transmisión inalámbrica.

### **Servicios:**

Los servicios y procesos son software que se ejecutan en los dispositivos conectados a la red, se conocen también como programas de comunicación. Los servicios incluyen una gran cantidad de aplicaciones de red comunes que se utilizan a diario, como los servicios de e-mail, Resolución de Nombres de Dominio (DNS), Protocolo de Transferencia de archivos (TFTP), etc.

#### **1.1.3.1 Redes Convergentes**

Las redes convergentes también conocidas como redes multiservicios son una integración de los servicios de voz, datos y video sobre una sola infraestructura de red.

#### **1.1.3.2 Definición de Ancho de Banda**

Es la cantidad de información o datos que se pueden enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado, generalmente se indica en kilobits por segundo (Kbps).

#### **1.1.3.3 Seguridad**

La seguridad de la red de datos tiene como objetivo mantener la Integridad, Disponibilidad, Control y Autenticidad de la información, existe diferentes tipos de seguridad:

- ✓ **Seguridad Física:** Consiste en la aplicación de barreras físicas y procedimientos de control como medidas de prevención.
- ✓ **Seguridad Lógica:** Consiste en la aplicación de barreras y procedimientos que protejan el acceso a los datos y permita acceder a ellos únicamente a personas autorizadas.

#### **1.1.3.4 GENERALIDADES DE ENLACE E1**

Un enlace E1 proporciona disponibilidad de 30 canales de comunicación a través de una sola conexión para la transmisión de telefonía básica, mediante dos pares de cobre los cuales ofrecen seguridad, velocidad, calidad de transmisión y permiten a las organizaciones una óptima administración del tráfico causado por conmutadores privados.

#### **1.1.3.5 PROTOTIPO**

Es un modelo a escala, representación, demostración o simulación fácilmente ampliable o modificable.

## 1.2 ANTECEDENTES

La Fuerza Armada de El Salvador nace el 7 de mayo de 1824 con los objetivos fundamentales de “En tiempo de guerra la Fuerza Armada cumplirá su misión Constitucional, asegurando mediante campañas y operaciones militares la defensa de la soberanía del Estado y la integridad del territorio”<sup>2</sup> y “En tiempo de paz la Fuerza Armada coadyuvará al desarrollo y la promoción de las políticas y objetivos de la defensa nacional, y excepcionalmente el mantenimiento de la paz interna. Organizará, equipará e instruirá Unidades en situación activa y de reserva, capacitándolas para cumplir la misión en tiempo de guerra”<sup>3</sup>.



Figura 1 Estructura Organizativa de la Fuerza Armada de El Salvador.

<sup>2</sup> Artículo 2, Capítulo único, Finalidad y Misión, Título 1, Ley Orgánica de La Fuerza Armada de El Salvador

<sup>3</sup> Artículo 3, Capítulo único, Finalidad y Misión, Título 1, Ley Orgánica de La Fuerza Armada de El Salvador

El Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada cuenta con el departamento Centro de Entrenamiento Táctico Computarizado, donde en el 2008 se desarrolló el proyecto "Implementación de servicio de Voz IP para el personal de la F.A en el extranjero a través de la plataforma Asterisk".

En el proyecto se presentaron las siguientes limitantes:

- ✓ El Servicio de Llamadas de Voz sobre IP, solamente funcionó en una vía (de usuario remoto a local).
- ✓ No se logró que la Central Matriz del Estado Mayor Conjunto devolviera el control al servidor Asterisk para brindar los servicios de correo de voz y llamada en espera.
- ✓ No se dispuso de una Tarjeta E1 para establecer comunicación con la telefonía análoga y/o digital del Estado Mayor Conjunto.

Posteriormente el Centro de Entrenamiento Táctico Computarizado contactó a empresas privadas para realizar el proyecto de Implementación de VoIP; pero debido a que las soluciones presentadas tenían costos elevados, tal como se detalla en la Tabla 2 no podían ser cubiertas con el presupuesto.

<b>Proveedor</b>	<b>Solución Tecnológica</b>	<b>Monto</b>
<b>JMTelcom</b>	MiTel	\$200,000
<b>ISERTEC</b>	AVAYA	\$85,000

*Tabla 2 Detalle de costos de Implementación VoIP.*

## 1.3 SITUACIÓN ACTUAL

### 1.3.1 DESCRIPCIÓN

El Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada actualmente contrata una empresa para que le brinde el servicio de VoIP, el cual se transporta por medio de la red pública de Internet, bajo el siguiente procedimiento:

- a) Los miembros de alguna misión, militares o agregados que tienen planeado realizar un viaje al exterior, solicitan al EMCFA la aprobación del servicio VoIP.
- b) El EMCFA aprueba o deniega la solicitud dependiendo de la disponibilidad de fondos.
- c) Dependiendo de la finalidad del viaje se asignan un límite de minutos por línea IP contratada y se solicita la cotización al proveedor bajo los parámetros especificados.
- d) El EMCFA asigna los dispositivos IP a los integrantes de la misión, militares o agregados que viajaran al extranjero.
- e) Se hace uso del servicio de VoIP durante un periodo estipulado.
- f) Posteriormente se recibe la factura por el servicio recibido de VoIP, con el detalle de las llamadas realizadas.
- g) Se verifican los datos de la factura para realizar el pago.

Ya que el proveedor del servicio de VoIP utiliza la red pública de Internet el EMCFA no tiene control sobre el flujo de las llamadas, por lo que se genera un ambiente vulnerable en cuanto al manejo de la información.

El servicio tiene un costo de \$0.03<sup>4</sup> el minuto independientemente del destino de la llamada. El proveedor de servicios maneja un lote de teléfonos IP por lo que a la fecha se ha tenido disponibilidad de equipos.

---

<sup>4</sup> Costo promedio del minuto para llamadas VoIP

Los usuarios que utilizan este servicio son 750, en promedio la duración de las llamadas al mes es de 60 minutos y el gasto anual se detalla en el Gráfico 1

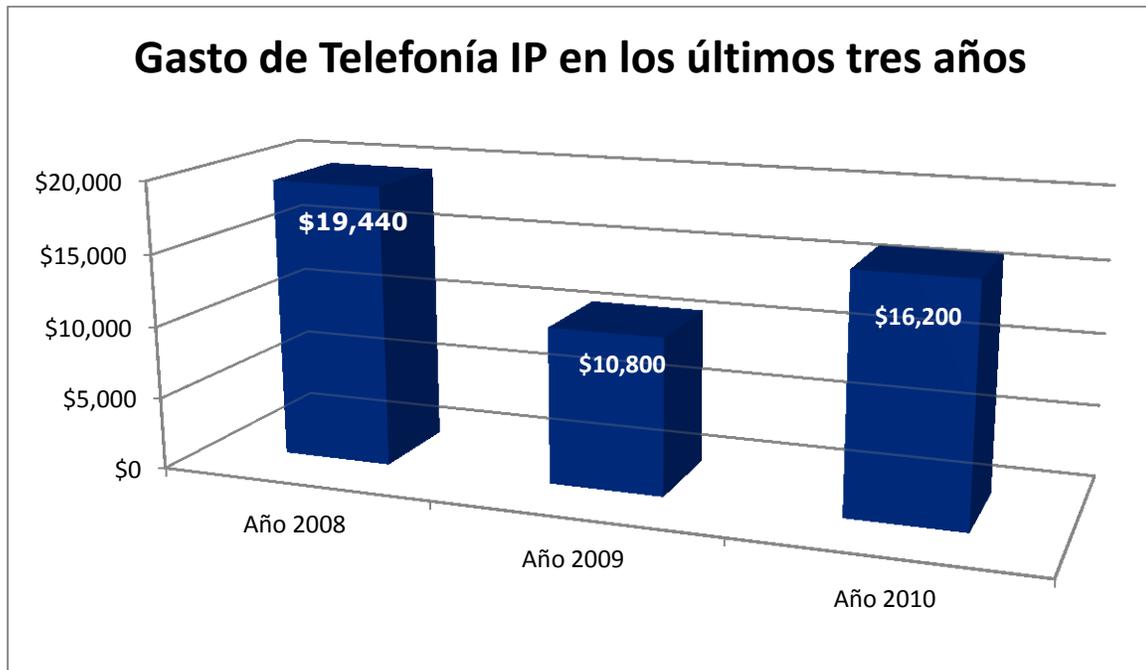
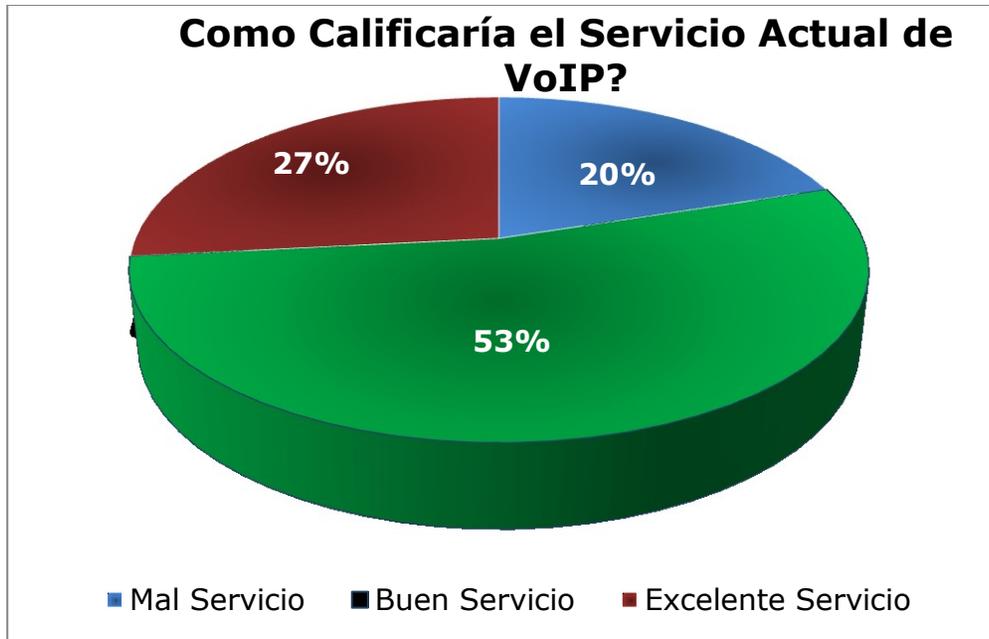


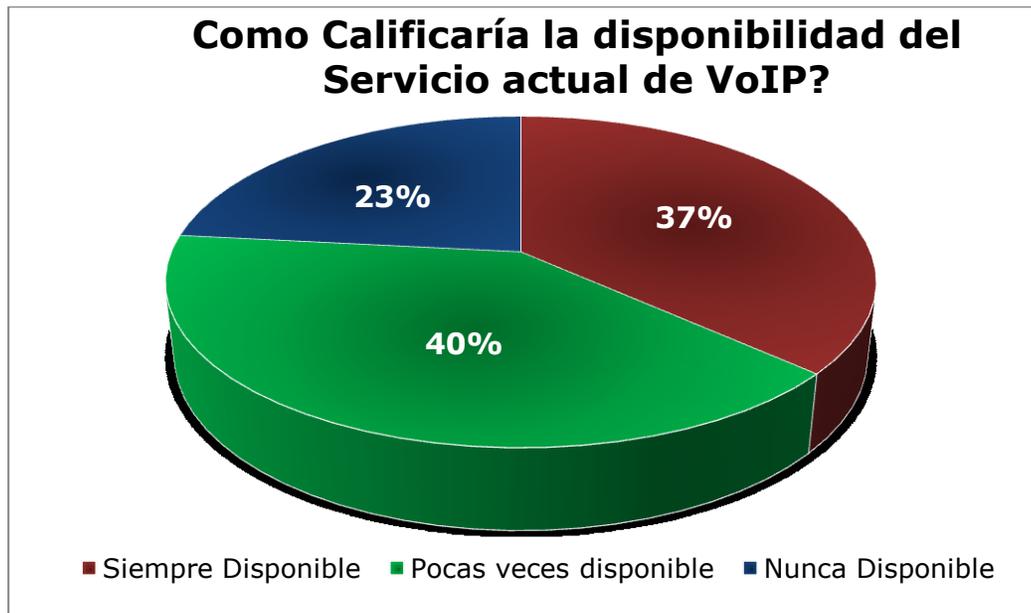
Gráfico 1. Promedio de Gasto Anual de Telefonía y Usuarios

Basado en la encuesta realizada *Ver Anexo* Se logró determinar que el actual servicio de VoIP proporcionado por el proveedor es considerado un buen servicio por un 53% de la población encuestada, tal como se muestra en el Gráfico 2



*Gráfico 2 Como Calificaría el Servicio Actual de VoIP*

De igual forma al consultarles a los usuarios sobre la disponibilidad del servicio de VoIP, un 37% expresa que el servicio siempre está disponible, mientras que un 40% que pocas veces está disponible, como se observa en el Gráfico 3.



*Gráfico 3 Como Calificaría la disponibilidad del Servicio actual de VoIP*

### 1.3.2 ESTRUCTURA

A continuación se presentan los elementos involucrados en el sistema actual a través del Enfoque de Sistemas:

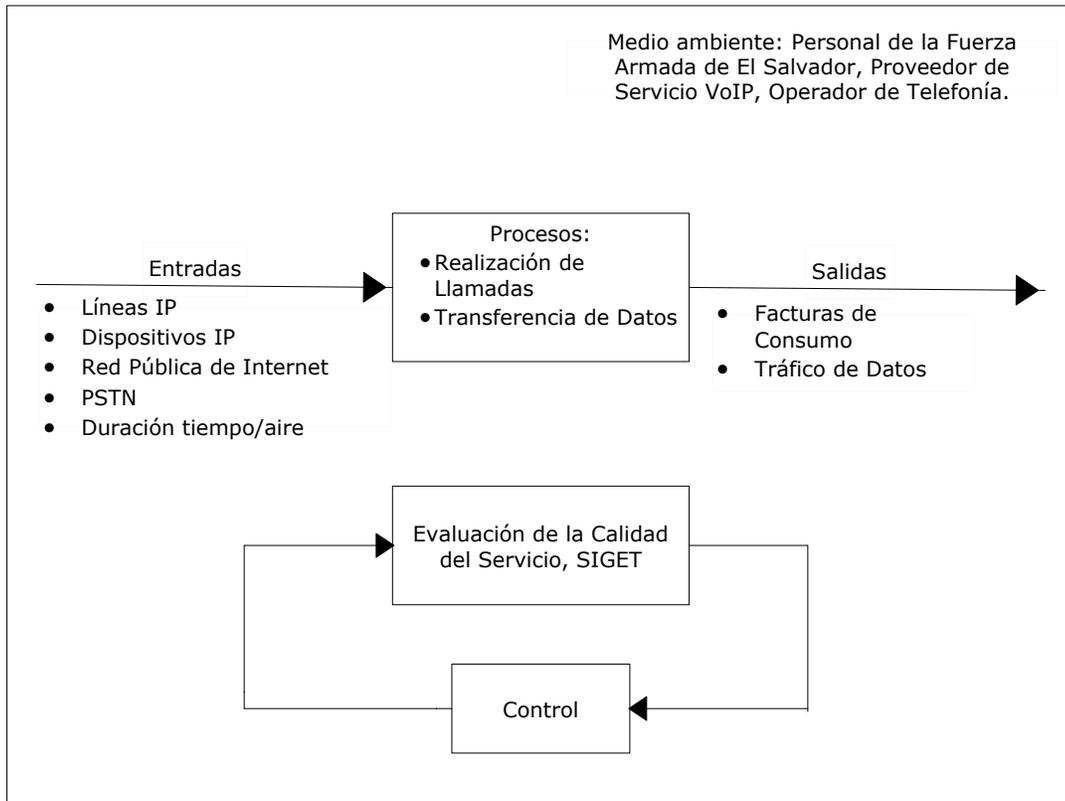


Figura 2 Enfoque de Sistemas

### Descripción del enfoque de sistemas

#### Elementos de Entrada

Como entradas del sistema se han considerado todos aquellos elementos necesarios para el desarrollo actual del servicio de VoIP en el EMCFA, los cuales son:

- ✓ **Líneas IP**, son aquellos medios de transmisión utilizados para una comunicación directa entre usuarios del servicio telefónico.
- ✓ **Dispositivos IP**, son los dispositivos utilizados por los usuarios como interfaces para el establecimiento de la comunicación con otros usuarios a través la red pública de telefonía.
- ✓ **Red Pública de Internet**, son un conjunto de dispositivos, medios de transmisión y protocolos necesarios para el establecimiento de la comunicación entre dos o más terminales.
- ✓ **PSTN**, Red pública conmutada, necesaria para la conmutación de circuitos para comunicaciones de voz en tiempo real.
- ✓ **Duración tiempo/aire**, es el tiempo de interconexión entre usuarios.

## Elementos de Salida

Las salidas del sistema actual son los resultados de haber realizado los procesos en el sistema los cuales se detallan a continuación:

- ✓ **Facturas de Consumo**, es un documento legal donde se detalla el costo de los servicios utilizados.
- ✓ **Tráfico de Datos**, es la cantidad de bits que pasan por el medio de transmisión.

## Procesos

Los procesos actuales son las actividades que realiza el proveedor del servicio VoIP, los cuales son:

- ✓ **Realización de Llamadas**, es el proceso por el cual se logra establecer la comunicación entre el abonado A y el abonado B.
- ✓ **Transferencia de Datos**, es el proceso mediante el cual se envía y se recibe datos.

## Control

El control en el sistema actual regula la calidad del servicio, el cual se realiza con la actividad:

- ✓ **Evaluación de la Calidad del Servicio**, la cual no es más que una opinión del usuario de VoIP, quien expresa su inconformidad o satisfacción del servicio.
- ✓ **SIGET**, el ente regulador vela por la protección de los derechos de los usuarios y de los operadores proveedores de los servicios de telecomunicaciones, así como de las personas en general, de esta manera garantiza la máxima satisfacción tanto de consumidores como de proveedores.

### **Medio ambiente**

El medio ambiente que interactúa con el sistema actual está formado por los siguientes elementos:

- ✓ **Personal de la Fuerza Armada**, conformado por: militares y estudiantes que viajan al extranjero.
- ✓ **Proveedor de servicio**, es la empresa encargada de brindar el servicio de VoIP.
- ✓ **Operador de Telefonía**, es la empresa que brinda el servicio telefónico tradicional e interactúa con el proveedor de servicio VoIP cuando se realiza una llamada de una línea IP a la red pública.

## 1.4 METODOLOGÍA.

### 1.4.1 DEFINICION Y MODELOS DE CICLO DE VIDA DE PROYECTOS<sup>5</sup>

Un Ciclo de Vida consiste en realizar las actividades desde el inicio del proyecto hasta su etapa final, entregándolo en el lugar donde el usuario lo necesite. Su objetivo principal es que el proyecto se termine en el menor tiempo posible, optimizando los recursos disponibles. Y dependiendo del modelo de Ciclo de Vida que se use, se puede aumentar la velocidad de desarrollo y mejorar la calidad del producto. Entre los modelos existentes se tienen:

#### 1.4.1.1 Cascada Pura

En este modelo el proyecto progresa a través de una secuencia ordenada de pasos, partiendo desde la investigación preliminar hasta la prueba de la solución. Presenta algunos problemas pero sirve de base para otros modelos.

Gráficamente:



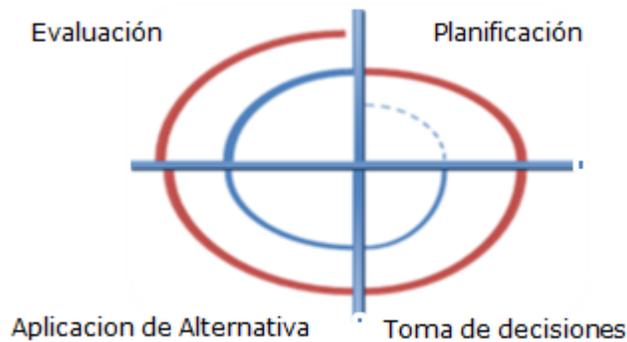
*Figura 3 Ciclo de vida Cascada Pura.*

<sup>5</sup> Fuente consultada: "Clases de Administración de Proyectos Informáticos", Ing. Oscar Rodríguez Linares, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador, Ciclo II-2007.

### 1.4.1.2 Espiral

Es un modelo de Ciclo de Vida, orientado a riesgos que divide el proyecto en mini proyectos. Cada mini proyecto se centra en uno a más riesgos importantes hasta que estos estén resueltos.

Gráficamente:



*Figura 4 Ciclo de Vida Espiral*

En este modelo se comienza con una pequeña parte del proyecto y se va expandiendo hasta terminarlo.

### 1.4.1.3 Prototipo Evolutivo

Es un modelo de Ciclo de Vida en el que se desarrolla el concepto del proyecto a medida que avanza. Normalmente se inicia desarrollando los aspectos que el usuario define como iniciales del proyecto. Se presenta la parte de la solución desarrollada al cliente y se continúa con el desarrollo del prototipo, con las retroalimentaciones que se reciben de los usuarios.

Gráficamente:



*Figura 5 Ciclo de Vida Prototipo Evolutivo*

Este modelo se utiliza cuando los requerimientos cambian con alguna rapidez o cuando el usuario no provee en forma adecuada los requerimientos. Una desventaja de utilizar este ciclo de vida es el desconocer al inicio del proyecto, cuánto tiempo se demorará en brindar una solución aceptable.

#### **1.4.1.4 Entrega por Etapas**

Los resultados se presentan al usuario en etapas refinadas en forma sucesiva, a diferencia del Prototipo Evolutivo, cuando se utiliza el Ciclo de Vida Entrega por Etapas ya se conoce la solución a la problemática. Lo importante de este modelo es que la solución se va entregando por partes.

### **1.4.2 DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS**

Para el desarrollo del proyecto es necesario aplicar algunas técnicas en cada una de las etapas:

#### **1.4.2.1 Encuesta**

Esta técnica es de vital importancia para recopilar información que permitirá recoger opiniones, posturas y características de las diversas personas que se

encuentran involucradas en la operación del sistema actual; los datos se obtienen realizando un conjunto de preguntas a una muestra representativa.

#### **1.4.2.2 Entrevista**

En esta técnica se obtiene la información a través de un dialogo dirigido con un propósito específico, que se basa en un formato de preguntas y respuestas; es más amena que la encuesta ya que se interactúa directamente con el entrevistado.

#### **1.4.2.3 Investigación Bibliográfica**

Es una herramienta utilizada como punto de partida para obtener información sobre la temática de estudio, que consiste en resumir teoría relevante a través de revistas, libros, tesis, páginas web, etc.

#### **1.4.2.4 Observación Directa**

Nos permitirá observar de primera mano las actividades y procesos de la problemática o mejora a tratar.

### **1.4.3 DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA.**

La metodología a utilizar para el desarrollo del proyecto estará basada en el Ciclo de Vida de Entrega por Etapas.

En forma resumida, el proyecto constará de las siguientes etapas y a su vez las diferentes actividades o tareas que cada una conlleva:

#### **Etapas 1: Anteproyecto.**

Esta etapa comprende el desarrollo del estudio preliminar, especificación de los objetivos del proyecto, formulación del problema, alcances, limitaciones. Así mismo, se evalúa la factibilidad técnica, económica y operativa; y se establece un plan de trabajo para desarrollar el proyecto.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>HERRAMIENTAS/TECNICAS DE RECOPIACION DE DATOS</b>
<b>Introducción</b>	Investigación bibliográfica.
<b>Objetivos</b>	Investigación bibliográfica.
<b>Marco Teórico</b>	Investigación bibliográfica.
<b>Antecedentes</b>	Investigación bibliográfica, entrevista, encuestas.
<b>Situación Actual</b>	Investigación bibliográfica, entrevista, encuestas.
<b>Metodología</b>	Investigación bibliográfica
<b>Formulación del Problema</b>	Entrevista, encuestas, observación directa.
<b>Factibilidades</b>	Entrevista, encuestas, observación directa.
<b>Justificación</b>	Investigación bibliográfica.
<b>Importancia</b>	Investigación bibliográfica.
<b>Alcances</b>	Investigación bibliográfica.
<b>Limitaciones</b>	Investigación bibliográfica.
<b>Cronograma de Actividades</b>	Investigación bibliográfica.
<b>Planificación de Recursos</b>	Investigación bibliográfica.
<b>Conclusión y Recomendaciones</b>	Investigación bibliográfica.
<b>Bibliografía</b>	

*Tabla 3. Actividades de la Etapa 1 - Anteproyecto*

## Etapa 2: Análisis de Requerimientos y Diseño del Prototipo

Se formulará correctamente el problema o punto de mejora, se diseña la solución propuesta.

ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS / TECNICAS DE RECOPIACION DE DATOS	PASOS A SEGUIR
<b>Levantamiento de Requerimientos</b>	Entrevistas, observación directa, encuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Preparar preguntas para la entrevista y/o encuesta.</li> <li>✓ Coordinar reunión con usuario y realizar la respectiva convocatoria.</li> <li>✓ Posterior a la reunión, elaborar el resumen o tomar las respectivas anotaciones referente a la reunión.</li> <li>✓ Analizar la información recolectada a través del Enfoque de Sistemas.</li> <li>✓ Elaborar Documento de Análisis de Requerimientos.</li> </ul>
<b>Revisión del Documento de Análisis de Requerimientos.</b>	Observación directa, entrevista	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Enviar Documento de Requerimientos a usuario para su revisión.</li> <li>✓ Recibir el Documento de Análisis de Requerimientos con o sin observaciones</li> <li>✓ Coordinar nuevas reuniones con usuario para revisar observaciones si es necesario.</li> <li>✓ Realizar las modificaciones</li> </ul>

		<p>conforme a las observaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Validación del documento con el usuario.</li> <li>✓ Repetir desde el paso 3 hasta obtener la aprobación del usuario.</li> </ul>
<b>Diseño del prototipo</b>	Investigación bibliográfica sobre análisis y diseño de redes de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaborar el Diagrama de Red.</li> <li>✓ Describir el Diagrama de Red.</li> <li>✓ Elaborar el Diagrama de interconexión con la PSTN.</li> <li>✓ Describir el Diagrama de interconexión con la PSTN.</li> <li>✓ Elaborar Documento de Diseño del Prototipo.</li> </ul>
<b>Revisión del Documento de Diseño del Prototipo</b>	Investigación Bibliográfica, entrevista, observación directa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Enviar Documento de Diseño del Prototipo a usuario para su revisión.</li> <li>✓ Recibir el Documento de Diseño del Prototipo con o sin observaciones.</li> <li>✓ Coordinar nuevas reuniones con usuario para revisar observaciones si es necesario.</li> <li>✓ Realizar las modificaciones conforme a las observaciones.</li> <li>✓ Validación del documento con el usuario.</li> <li>✓ Repetir desde el paso 3 hasta obtener la aprobación del usuario</li> </ul>

Tabla 4. Actividades de la Etapa 2 - Análisis de Requerimientos y Diseño del Prototipo.

### Etapa 3: Desarrollo del Prototipo y Documentación.

En esta etapa se desarrolla el prototipo de comunicación y se redactarán los documentos que contendrán los pasos necesarios para solucionar el problema planteado.

A continuación se resume el paso a paso de las actividades a ejecutar en las diferentes Etapas del Proyecto, haciendo énfasis en las herramientas y técnicas que auxiliaran en el trayecto.

ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS / TECNICAS DE RECOPIACION DE DATOS	PASOS A SEGUIR
<b>Configuración de Software y Equipo</b>	Investigación Bibliográfica.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Preparar el servidor para la instalación de Asterisk.</li><li>✓ Instalar Asterisk en el servidor.</li><li>✓ Instalar el Softphone en las estaciones de trabajo.</li><li>✓ Configurar Asterisk con los parámetros adecuados para su correcto funcionamiento.</li><li>✓ Configurar las extensiones IP en las estaciones de trabajo.</li></ul>
<b>Interconexión Asterisk</b>	Investigación Bibliográfica, observación directa.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Agregar el servidor Asterisk a la red de datos:</li><li>✓ Conectar el cable de red al servidor Asterisk.</li><li>✓ Configurar una IP estática al servidor Asterisk.</li><li>✓ Realizar pruebas de conexión con el servidor Asterisk (enviar un ping a la dirección IP</li></ul>

asignada).

<b>Interconexión PSTN</b>	Investigación bibliográfica sobre PSTN y su funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Conectar el servidor Asterisk con la Central PBX Siemens del EMCFA.</li><li>✓ Conectar la PBX del EMCFA con la PSTN.</li><li>✓ Verificar el funcionamiento de la PBX.</li></ul>
---------------------------	---	---

<b>Pruebas</b>	Investigación Bibliográfica, observación directa.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Realizar una llamada de Teléfono IP a Teléfono IP.</li><li>✓ Si la llamada tiene éxito pasar al siguiente paso contrario verificar el problema.</li><li>✓ Realizar una llamada de un Teléfono IP a un Teléfono Convencional dentro de las instalaciones del EMCFA.</li><li>✓ Si la llamada tiene éxito pasar al siguiente paso contrario verificar el problema.</li><li>✓ Realizar una llama de un teléfono IP a un teléfono fijo de la red pública.</li><li>✓ Si la llamada tiene éxito pasar al siguiente paso contrario verificar el problema.</li></ul>
----------------	---	---

<b>Elaboración de Documentos</b>		<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Elaborar el manual de usuario.</li><li>✓ Elaborar el manual configuración.</li><li>✓ Elaborar el manual de administración.</li><li>✓ Elaborar el Plan de Implementación.</li></ul>
----------------------------------	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Entregar documentación.</li> <li>✓ Realizar correcciones y/o observaciones hechas al documento.</li> <li>✓ Entregar el documento final</li> </ul>
<b>Defensa de Etapa III</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Preparar la defensa.</li> <li>✓ Realizar la defensa.</li> </ul>

*Tabla 5. Actividades de la Etapa III - Desarrollo del Prototipo y Documentación*

## **1.4.4 HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

### **1.4.4.1 Herramientas**

El software que se utilizara para el desarrollo del proyecto es el siguiente:

- ✓ Elastix 2.3.0
- ✓ Softphone: Cisco IP Communicatos, X-Lite
- ✓ SO: GNU/Linux – CentOS

### **1.4.4.2 Equipo Informático**

El equipo que se utilizara para el desarrollo del proyecto es el siguiente:

- ✓ Servidor Asterisk
- ✓ Computadoras Laptop
- ✓ 1 Impresor
- ✓ 1 Switch Cisco 2960
- ✓ Teléfonos IP Cisco Serie 7900
- ✓ Diadema Telefónica Plantronics

### **1.4.4.3 Recursos**

El desarrollo del proyecto será ejecutado por una sola persona.

## **1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.5.1 DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA**

Se identificaron cuatro áreas principales que son pilares en los que debería de sostenerse el buen funcionamiento del servicio VoIP, las cuales son:

- ✓ Administración
- ✓ Infraestructura Tecnológica
- ✓ Economía
- ✓ Seguridad

Cada una de las áreas presenta problemas específicos, los cuales se describen en la Figura 6:

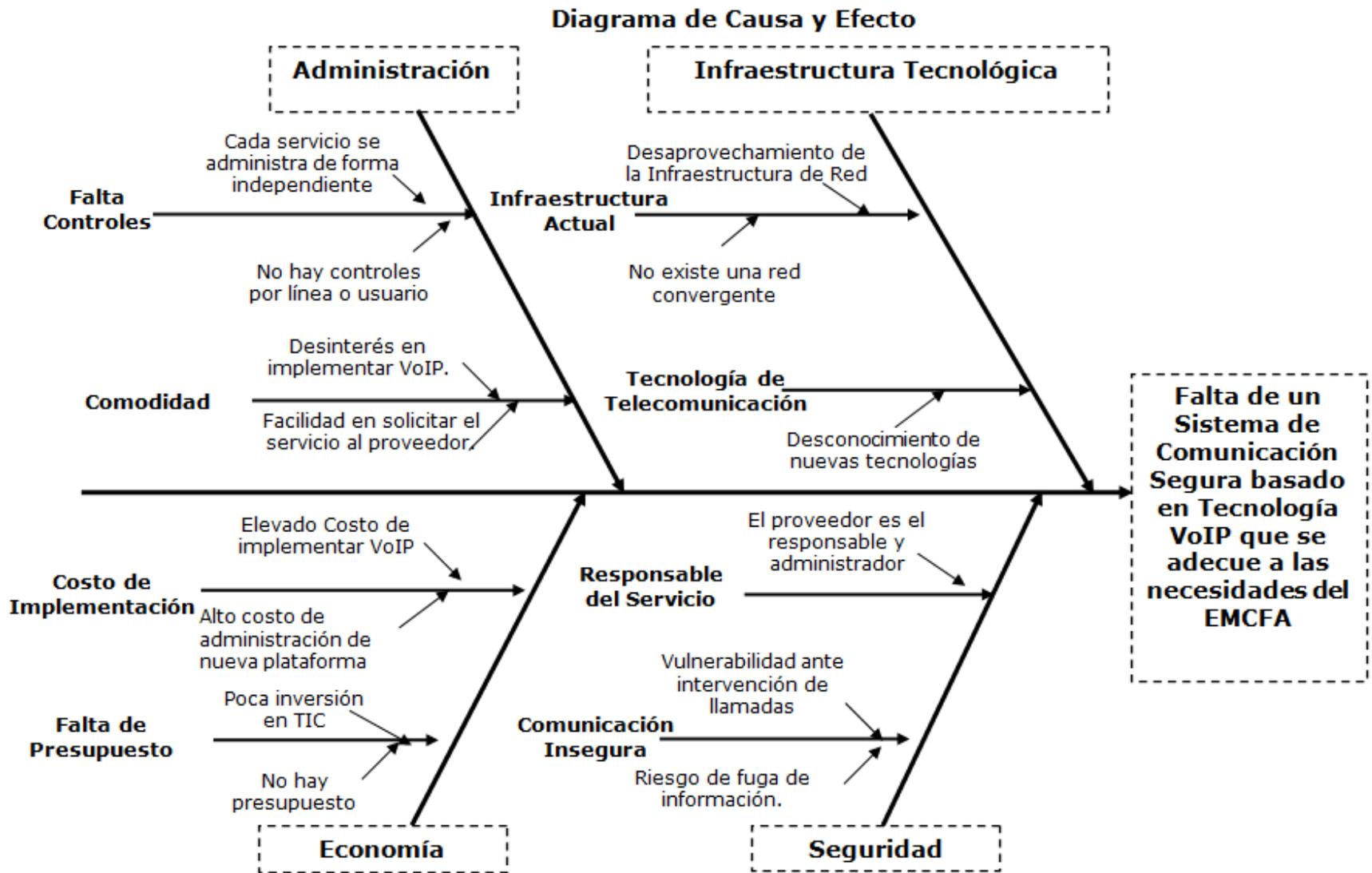


Figura 6 Diagrama Causa y Efecto

## **Análisis del Diagrama Causa y Efecto**

### **Área de Administración**

Mediante la investigación realizada se detectó que no existe un control sobre los datos históricos de los servicios de VoIP solicitados al proveedor, de igual forma se percibe cierta comodidad; ya que el proceso de solicitud del servicio al proveedor es fácil y rápido.

De manera general lo único que se sabe es quien utilizo el servicio de VoIP y el tiempo en el cual se recibió el servicio.

### **Área de Infraestructura Tecnológica**

Se está desaprovechando la Infraestructura tecnológica, ya que en la Red actual solo se utiliza el servicio de Datos.

No se promueve la investigación de nuevas tecnologías de telecomunicación y se percibe un desconocimiento de estas.

### **Área de Economía**

Desde un punto de vista económico se encontró que no existe interés en invertir para implementar el servicio de VoIP, debido al poco presupuesto que se le asigna al área de Tecnología de Información.

### **Área de Seguridad**

Uno de los elemento más críticos, ya que el proveedor es el que administra el servicio y utiliza como medio la red pública de internet; lo que implica que las llamadas pueden ser intervenidas por agentes externos a la institución los cuales podrían captar información relevante, afectando y exponiendo al sistema de seguridad del país, dando lugar a revelar secretos de estado.

## **Conclusión:**

Al finalizar este análisis, se concluye que el Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada no cuenta con un Sistema de Comunicación segura basado en tecnología VoIP.

### **1.5.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Identificando las causas que no permiten contar con un servicio de VoIP utilizando la infraestructura de red actual, se define el problema de la siguiente manera:

¿De qué manera la implementación de un Sistema de Comunicación segura basada en Tecnologías VoIP, permitirá mejorar los servicios de telecomunicación del Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada?

### 1.5.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Basándonos en el diagrama causa y efecto, se utilizara la técnica de la caja negra, tal como se muestra en la Figura 7:

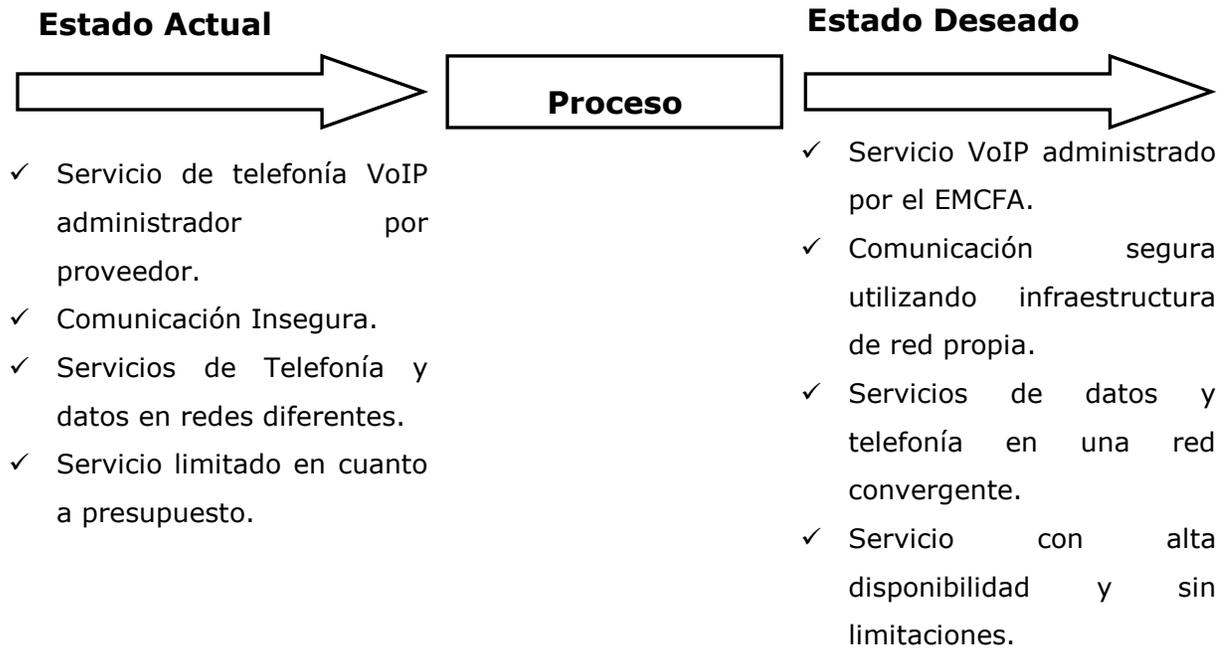


Figura 7 Formulación del Problema - Caja Negra

## 1.6 FACTIBILIDAD

### 1.6.1 TÉCNICA

El análisis de factibilidad técnica evalúa y determina si el equipo, software y recursos disponibles tienen las capacidades técnicas requeridas para desarrollar el proyecto.

#### Especificaciones Técnicas para el Desarrollo

##### Software para Servidor

Elemento	Descripción	Marca
Sistema Operativo	GNU/Linux CentOS	Linux
Software PBX	Asterisk 2.0	Digium

Tabla 6 Software para Servidor de Desarrollo

##### Software para Estaciones de Trabajo

Elemento	Descripción	Marca
Sistema Operativo	Windows Vista Home Premium SP1, para las estaciones de trabajo.	Microsoft
Software de Oficina	Office 2007	Microsoft
Planificador de Proyectos	Project 2007	Microsoft
Generador de Diagramas	Visio 2003	Microsoft
Softphone	Cisco IP Communicator , X-Lite 3.0	Cisco

Tabla 7 Software para Estaciones de Trabajo de Desarrollo

## Hardware

A continuación se detalla el Hardware que se posee para el desarrollo del proyecto:

### Servidor

Cantidad	Elemento	Dispositivo	Especificaciones
1	PC que se utilizara como servidor	Procesador	Intel Core™ 2 DUO 2.0 GHz.
		Disco Duro	221 GB IDE
		Memoria	4 GB de RAM
		Tarjeta de Red	Fast Ethernet 10/100 Mbps
		CD-ROM	DVD 52X IDE, quemador CD 40X IDE
	Pantalla	15.6"	

Tabla 8 Especificaciones Técnicas para Servidor de Desarrollo

### Estaciones de Trabajo

Cantidad	Elemento	Dispositivo	Especificaciones
1	PC 1	Procesador	Intel Core™ 2 DUO 1.8 GHz.
		Disco Duro	100 GB IDE
		Memoria	2 GB de RAM
		Tarjeta de Red	Fast Ethernet 10/100 Mbps

1	PC 2	CD-ROM	DVD 52X IDE, quemador CD 40X IDE
		Pantalla	17"
		Procesador	AMD Dual Core E350 1.6 GHz
		Disco Duro	250 GB IDE
		Memoria	2 GB de RAM
		Tarjeta de Red	Fast Ethernet 10/100 Mbps
		CD-ROM	DVD Super Multi Dual Layer Burner
1	Switch	Marca	Cisco 2960
1	Modem Router	– Marca	Linksys WRT55AG
1	Impresor	Marca	Cannon MP150
2	Teléfonos IP	Marca	Cisco 7912

*Tabla 9 Especificaciones Técnicas de Estaciones de Trabajo de Desarrollo*

## Especificaciones técnicas para la Implementación

A continuación se detalla el Hardware que se posee para la implementación de la solución:

### Servidor

Cantidad	Elemento	Dispositivo	Especificaciones
1	PC DELL	Procesador	Intel Core™ 2 DUO 2.2 GHz.
		Disco Duro	500 GB IDE
		Memoria	3 GB de RAM
		Tarjeta de Red	Fast Ethernet 10/100 Mbps
		CD-ROM	DVD 52X IDE, quemador CD 40X IDE
	Pantalla	17"	

Tabla 10 Especificaciones Técnicas para Servidor de Implementación.

### Estaciones de Trabajo

Cantidad	Elemento	Dispositivo	Especificaciones
10	PC DELL	Procesador	Intel Core™ 2 DUO 2.0 GHz.
		Disco Duro	200 GB IDE
		Memoria	2 GB de RAM
		Tarjeta de Red	Fast Ethernet 10/100 Mbps

	CD-ROM	DVD 52X IDE, quemador CD 40X IDE
	Pantalla	17"

*Tabla 11 Especificaciones Técnicas de Estaciones de Trabajo de Implementación*

## **Elección de Software:**

### **Central Telefónica**

Una IP PBX basada en software es mucho menos costosa que una basada en hardware; por tal razón se evaluara el software más adecuado para desarrollar el prototipo. Se tomaran en cuenta siete puntos, que se detallan a continuación:

- ✓ **Independencia:** ¿Autonomía de gestión de central telefónica?, ¿Permite independencia del proveedor y operadoras telefónica?
- ✓ **Movilidad:** ¿Facilidad para disponer softphone?, ¿Permite a los usuarios disponer del servicio en cualquier ubicación física?
- ✓ **Control:** ¿Detalla llamadas realizadas, recibidas?, ¿Cuenta con VoiceMail?
- ✓ **Escalabilidad:** ¿Posibilidad de aumento de extensiones sin costo de infraestructura?, ¿Le permite ir migrando extensiones de su centralita antigua progresivamente?
- ✓ **Software libre:** ¿Costo?, ¿Le permite asociar la llamada con los datos que proporcionan un CRM, ERP o herramienta corporativa?
- ✓ **Solidez:** ¿Pertenece a una prestigiosa marca?, ¿Tiene respaldo?, ¿Antecedentes de proyectos con éxito?, ¿Disponibilidad de soporte?
- ✓ **Conocimiento del desarrollador:** ¿Tiene experiencia el desarrollador del proyecto en este software?

Se evaluara cada punto y se le asignara un peso del 1 al 10; tal como se detalla en la Tabla 12

<b>Calificaciones</b>	<b>Pesos</b>
<b>Excelente</b>	<b>10</b>
<b>Muy Bueno</b>	<b>8</b>
<b>Bueno</b>	<b>6</b>
<b>Regular</b>	<b>4</b>
<b>Malo</b>	<b>2</b>

*Tabla 12 Detalle de Pesos*

Características	Software – Peso	
	Asterisk	3CX
<b>Independencia</b>	8	0
<b>Movilidad</b>	8	8
<b>Control</b>	8	6
<b>Escalabilidad</b>	10	0
<b>Software Libre</b>	10	0
<b>Solidez</b>	10	8
<b>Conocimientos del desarrollador</b>	10	0
<b>Total</b>	64	22

Tabla 13 Evaluación del Software de la Planta Telefónica

Por lo que el software que se selecciona para el desarrollo del prototipo es Asterisk.

### **Softphone**

Se utilizara el Softphone IP Communicator ya que se pretende incluir equipos CISCO en el prototipo, debido al costo de los teléfonos; se propone la utilización del IP Communicator.

Para el caso de X-Lite es el principal Softphone libre VoIP del mercado por su arquitectura brinda alta calidad de audio, fácil configuración, IM6 y un libro de direcciones personal completo.

<sup>6</sup> IM: *Instant Messaging (Mensajería Instantánea)*

## Elección de hardware:

### Servidor

Para el desarrollo del proyecto se debe considerar el hardware mínimo y recomendado, con el cual se estaría asegurando la funcionalidad óptima. En la Tabla 14 se detallan los requerimientos mínimos y recomendados en cuanto a los principales componentes del servidor.

Requerimiento	Mínimo	Recomendado
<b>CPU</b>	Doble Núcleo de 1.8 GHz	Cuatro Núcleos de 2.2 GHz
<b>Memoria RAM</b>	2 GB	4 GB
<b>Disco Duro</b>	100 GB	250 GB

*Tabla 14 Detalle de Requerimientos Mínimos y Recomendados para el Servidor*

## Switch

Se utilizara un Switch Cisco 2960 ya que se creara un ambiente de desarrollo en cual se realizaran las pruebas; cabe mencionar que este Switch solo se utilizara para desarrollar el proyecto, no así en la implementación.

Tanto para el desarrollo como para la implementación comparando las tablas Tabla 8 y Tabla 10 con la Tabla 14; se determina que los requerimientos de hardware se cumplen.

## Recurso Humano

Cantidad	Puesto	Grado Académico
1	Líder – Desarrollador	Egresado de la Carrera Ingeniería en Sistemas Informáticos.

*Tabla 15 Detalle de Recurso Humano*

Los conocimientos requeridos para el desarrollo del prototipo de comunicación son:

- ✓ Conocimiento de administración de servidores GNU/Linux.
- ✓ Conocimiento de instalación, configuración y administración de Asterisk PBX.
- ✓ Conocimiento de protocolos de VoIP: SIP, H.323, SKynni, etc.
- ✓ Conocimiento de redes de datos: Diseño de redes de datos así como la administración de equipos de red.
- ✓ Conocimiento de configuración de QoS en Router para garantizar la calidad de la voz.

A continuación se detalle el conocimiento técnico que tiene el recurso bajo los niveles: Nivel Básico (NB), Nivel Intermedio (NI), Nivel Avanzado (NA)

<b>Conocimientos</b>	<b>(NB)</b>	<b>(NI)</b>	<b>(NA)</b>
<b>Administración de Servidores</b>	X		
<b>Administración y Configuración de Asterisk</b>		X	
<b>Protocolos VoIP</b>		X	
<b>Redes de Datos</b>			X
<b>QoS</b>			X

*Tabla 16 Conocimientos del Recurso Humano*

Al detallar los recursos tecnológicos con los que se cuenta actualmente tanto en software como en hardware se concluye que estos recursos son los necesarios para poder desarrollar de manera satisfactoria el proyecto. De igual forma el recurso humano cuenta con los conocimientos necesarios.

Por lo tanto esto indica que el proyecto es factible técnicamente, ya que existen las herramientas necesarias para poder llevarlo a cabo.

### **1.6.2 ECONÓMICA**

El objetivo es determinar los recursos económicos necesarios para poder llevar a cabo el proyecto, tomando en cuenta un análisis de costo-beneficio.

La factibilidad económica se dividirá en dos secciones:

- ✓ Beneficios a obtener
- ✓ Estimación de costos

## **Beneficios tangibles**

Son las ventajas económicas cuantificables que obtendrá el EMCFA a través de la implementación del prototipo de comunicación.

Con la implantación de VoIP el ahorro de llamadas internacionales sería de \$16,200 al año, (ver Anexo )

## **Beneficios intangibles**

Este tipo de beneficios resultan difíciles de cuantificar, pero no por ello dejan de ser importantes. Para el proyecto se han considerado los siguientes beneficios intangibles:

- ✓ El servicio de VoIP será administrado por el EMCFA lo cual permitirá mayor control.
- ✓ El servicio de VoIP al utilizar infraestructura propia la seguridad se incrementará.
- ✓ El servicio de VoIP siempre estará disponible al momento que se requiera.

## **Estimación de costos**

Para la estimación de costos se realizó un análisis de Valor Presente, para comparar tres posibles alternativas de solución.

A continuación se describen cada una de ellas:

### **Alternativa 1:**

Esta alternativa fue propuesta recientemente al EMCFA por JMTelcom:

Tiempo de Implementación	2 Meses
Costo Total de Implementación	\$200,000

## **Alternativa 2:**

Esta alternativa se ha formulado mediante una investigación solicitando una cotización a la empresa GBM El Salvador:

Licenciamiento	\$27,000.00
Call Manager	\$11,352.56
Consultoría, Soporte	\$ 7,851.25
Teléfonos IP (25)	\$ 6,250.00
Tiempo de Implementación	1 Mes
Costo Total de Implementación	\$52,453.81

## **Alternativa 3:**

La tercera alternativa es la propuesta por el desarrollador de este proyecto, en la Planificación de Recursos, se podrá observar con mayor detalle de lo que se presenta a continuación:

Costo Recurso Humano	\$10,653.08
Costos Recursos Materiales	\$275
Costos Recursos Operativos	\$536
Costos Recursos Tecnológicos	\$121.42
Costo Total del Proyecto	\$11,585.50

Evaluación de las Alternativas propuestas.

La tasa de inflación anual proyectada para el 2011 es de 4.8%<sup>7</sup>

La tasa de inflación mensual sería  $4.8/12=0.4\%$

$$VP = VF / (1+i)^n$$

---

<sup>7</sup> Ver <http://lta.reuters.com/article/businessNews/idLTASIE73T00D20110430>

Dónde:

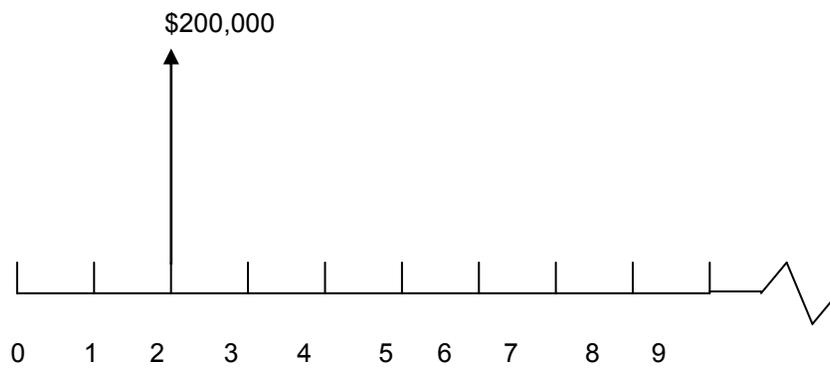
VF= Valor Futuro

VP= Valor Presente

i= Interés

n= Periodo

### Alternativa 1:



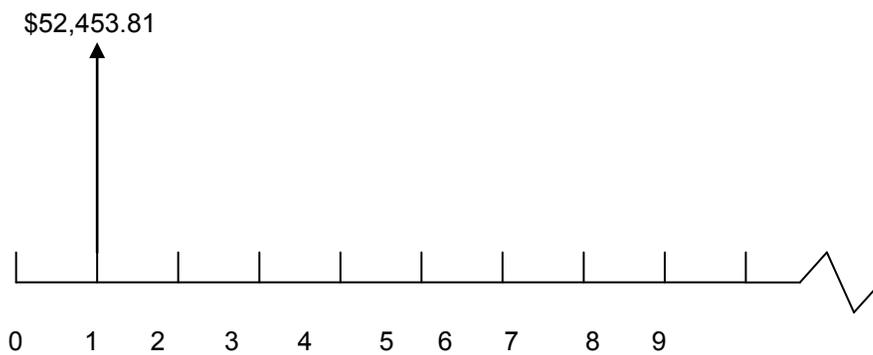
El valor presente de los costos anteriores, se define a continuación:

$$VP = VF / (1+i)^n$$

$$VP = 200,000 / (1+0.004)^2$$

$$VP = \$198,409.54$$

### Alternativa 2:

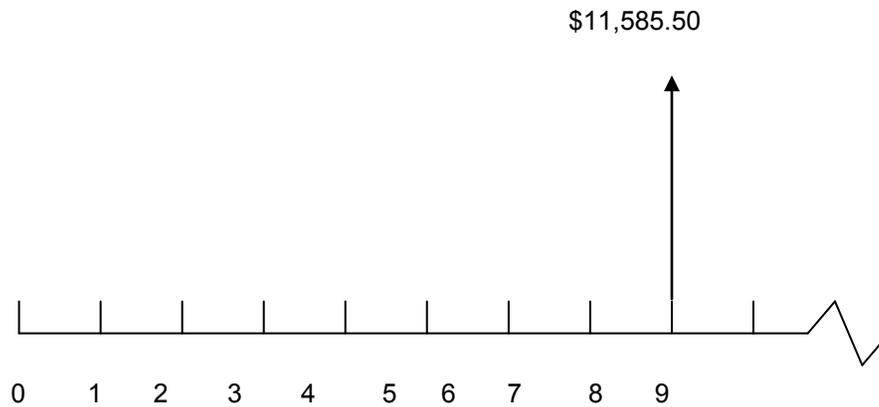


$$VP = VF / (1+i)^n$$

$$VP = 52,453.81 / (1+0.004)^1$$

$$VP = \$52,244.83$$

### Alternativa 3:



$$VP = VF / (1+i)^n$$

$$VP = 11,585.50 / (1+0.004)^8$$

$$VP = \$11,221.37$$

Se concluye que el desarrollo del proyecto es económicamente factible, comparando las alternativas propuestas.

Al elegir la alternativa propuesta por el desarrollador del proyecto se obtendrá un ahorro de \$187,188.11 frente a la alternativa 1 y de \$41,023.46 frente a la alternativa 2.

### 1.6.3 OPERATIVA

Para evaluar el nivel de aceptación de la solución propuesta se realizó una encuesta, los resultados se detallan a continuación:

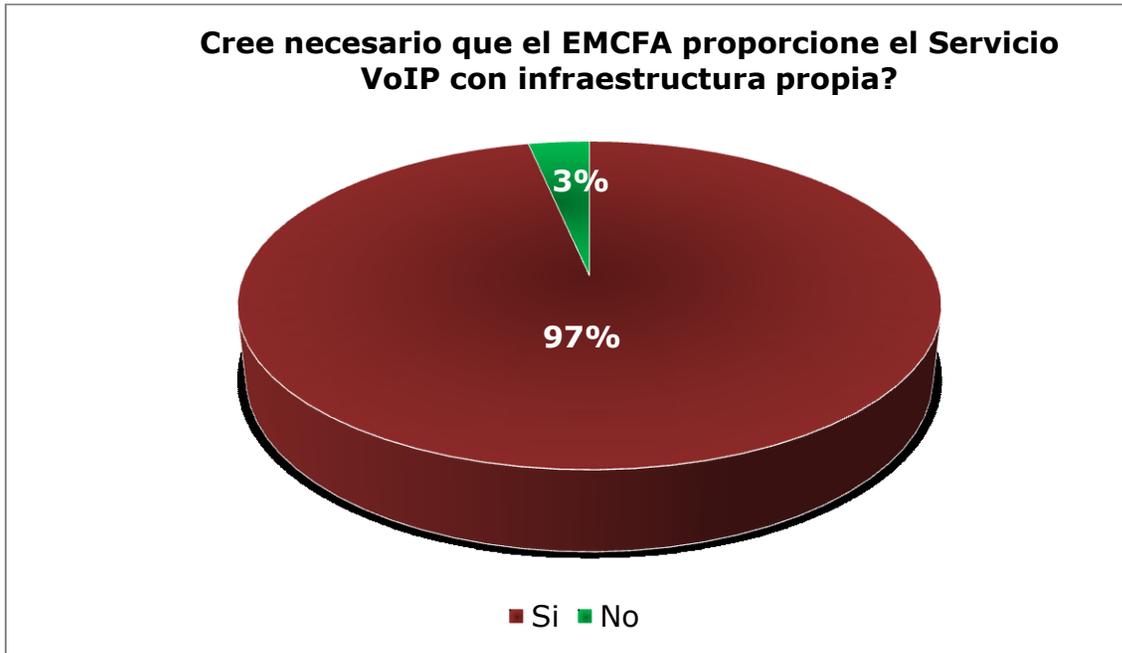


Gráfico.4 Cree necesario que el EMCFA proporcione el Servicio VoIP con infraestructura propia

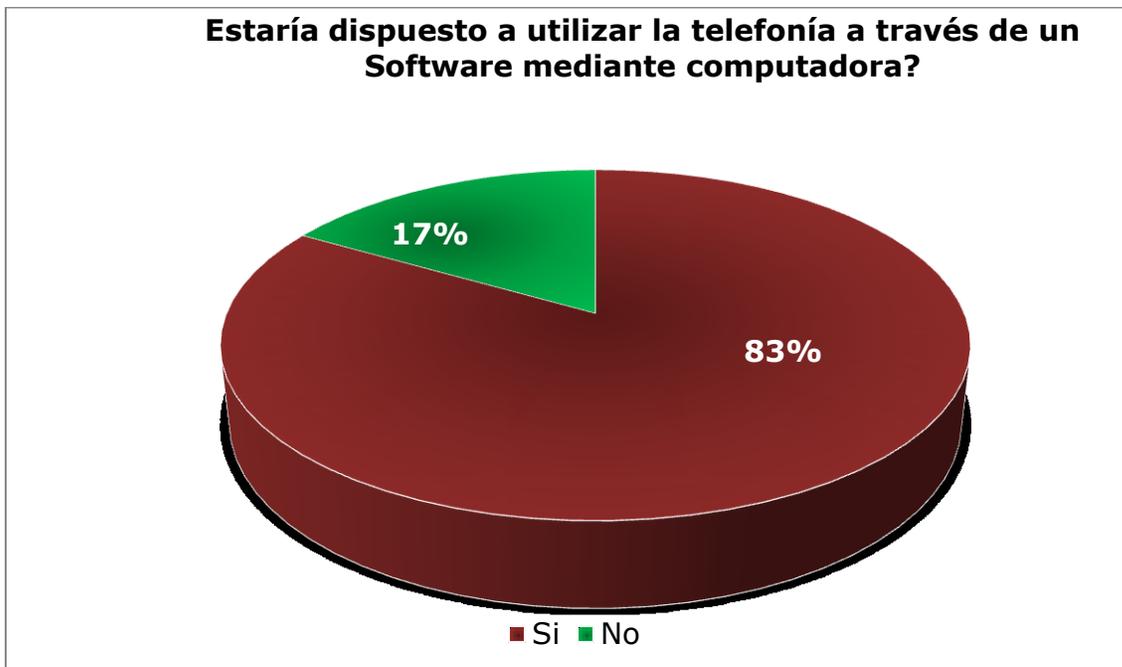


Gráfico.5 Estaría dispuesto a utilizar la telefonía a través de una Software mediante computadora

Por lo que se concluye que operativamente implementar la solución propuesta es factible, ya que se cuenta con un alto grado de aceptación de los usuarios para que sea el EMCFA quien proporcione el Servicio de VoIP con la infraestructura de red propia, de igual forma que se utilice un softphone para la realización de llamadas.

## **1.7 PLANIFICACION DE RECURSOS**

El desarrollo del proyecto involucrara diferentes elementos para la realización de las actividades, los recursos a utilizar son:

- ✓ Recurso Humano
- ✓ Recursos Materiales
- ✓ Recursos Operativos
- ✓ Recursos Tecnológicos

### **1.7.1 RECURSO HUMANO**

El Recurso Humano con el que se cuenta para el desarrollo del proyecto es el siguiente:

**Un desarrollador**, Encargado de ejecutar todas las actividades para llevar a cabo el prototipo.

**Un Asesor Director**, Persona encargada de proporcionar los lineamientos técnicos para desarrollar el proyecto y responsable de realizar las respectivas correcciones, observaciones y evaluaciones.

**Un Asesor del Negocio**, Persona responsable de proporcionar toda la información necesaria referente al negocio, para desarrollar el proyecto.

#### **Desarrollador.**

Para determinar el salario del desarrollador del proyecto se realizo una investigación para conocer el salario promedio. (Ver **Anexo** )

Salario Mensual	\$1,050
Duración del Proyecto	9 meses
<b>Costo total del Desarrollador</b>	<b>\$9,450</b>

### **Asesor Director**

El salario promedio de un docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura ronda los \$1,200, por tanto:

Salario Mensual	\$1,200
Calcular el salario por hora	\$1,200/30 días / 8 horas
Salario por hora	\$5

Las reuniones con el Asesor Director son dos horas a la semana, es decir 8 horas al mes; obtenemos un monto de \$40. La duración del proyecto es de 9 meses por lo que se obtiene un monto de \$360.

Para leer la documentación, realizar las observaciones el asesor invertirá en promedio 10 horas al mes, lo cual genera un monto de \$450.

Para las defensas de cada etapa, el asesor invertirá 8 horas en total, se obtiene un monto de \$40.

**Costo total del Asesor Director                    \$850**

### **Asesor del Negocio**

El salario del Asesor del Negocio es de \$2,800; el tiempo que dedicara al proyecto es el siguiente:

Etapa I: Anteproyecto	8 horas
Etapa II: Análisis de Requerimientos y Diseño de Prototipo	20 horas
Etapa III: Desarrollo de prototipo	10 horas

El salario por hora del Asesor del Negocio es \$2,800 / 30 días / 8 horas = \$11.66

Total de horas invertidas en el proyecto 38 horas

**Costo total del Asesor del Negocio \$443.08**

### **Costo Del Recurso Humano**

<b>Recurso Humano</b>	<b>Costo</b>
<b>Desarrollador</b>	\$9,450
<b>Asesor Director</b>	\$760
<b>Asesor del Negocio</b>	\$443.08
<b>Costo Total del Recurso Humano</b>	\$10,653.08

*Tabla 17 Costo del Recurso Humano*

### **RECURSOS MATERIALES**

<b>Elemento</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
<b>Resma de Papel</b>	\$4.25	15	\$63.75
<b>Tinta</b>	\$5.00	10	\$50.00
<b>Empastado</b>	\$14.00	10	\$140.00
<b>Anillado</b>	\$2.50	7	\$17.50
<b>Folder</b>	\$0.25	15	\$3.75
<b>Costo Total de los Recursos Materiales</b>			\$275

*Tabla 18 Costo de Recursos Materiales*

## RECURSOS OPERATIVOS

Elemento	Precio Unitario	Cantidad	Total
Energía Eléctrica	\$20.00	8	\$160.00
Agua	\$5.00	8	\$40.00
Teléfono	\$12	8	\$96.00
Transporte	\$30	8	\$240.00
<b>Costo Total de los Recursos Operativos</b>			<b>\$536</b>

Tabla 19 Costo de Recursos Operativos

## RECURSOS TECNOLÓGICOS

Elemento	Precio Unitario	Cantidad	Total
Internet	\$10.99	8	\$87.92
Medio de Almacenamiento CD	\$0.50	10	\$5.00
Medio de Almacenamiento USB	\$17.00	1	\$17.00
Patchcord Categoría 5e	\$1.50	10	\$11.50
<b>Costo Total de los Recursos Tecnológicos</b>			<b>\$121.42</b>

Tabla 20 Costo de Recursos Tecnológicos

## Costo Total del Proyecto

Recurso	Costo
Humano	\$10,653.08
Materiales	\$275
Operativos	\$536
Tecnológicos	\$121.42
<b>Costos Total del Proyecto</b>	<b>\$11,585.50</b>

Tabla 21 Costo Del Proyecto

# Capítulo II. Análisis de la Situación Actual, Determinación de Requerimientos y Diseño de Prototipo.

---

## **2.1 SITUACION ACTUAL**

### **2.1.1 DESCRIPCIÓN**

El Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada (EMCFA) cuenta con diferentes misiones desplegadas a los largo del extranjero y con estudiantes que se encuentran en países amigos recibiendo instrucción militar. Para mantener activa la comunicación el EMCFA contrata a una empresa que provee el servicio de Voz IP (VoIP), la cual utiliza infraestructura tecnológica propia y se transporta por medio de la red pública de Internet.

El procedimiento para solicitar el servicio VoIP, es el siguiente:

- ✓ Los miembros de alguna misión, militares o agregados que tienen planeado realizar un viaje al exterior, solicitan al EMCFA la aprobación del servicio VoIP.
- ✓ El EMCFA aprueba o deniega la solicitud dependiendo de la disponibilidad de fondos.
- ✓ Dependiendo de la finalidad del viaje se asignan un límite de minutos por línea IP contratada y se solicita la cotización al proveedor bajo los parámetros especificados.
- ✓ El EMCFA asigna los dispositivos IP a los integrantes de la misión, militares o agregados que viajaran al extranjero.
- ✓ Se hace uso del servicio de VoIP durante un periodo estipulado.
- ✓ Posteriormente se recibe la factura por el servicio recibido de VoIP, con el detalle de las llamadas realizadas.
- ✓ Se verifican los datos de la factura para realizar el pago.

## 2.1.2 ENFOQUE DE SISTEMAS

A continuación se presenta mediante el enfoque de sistemas, la situación actual del proceso de servicio de VoIP.

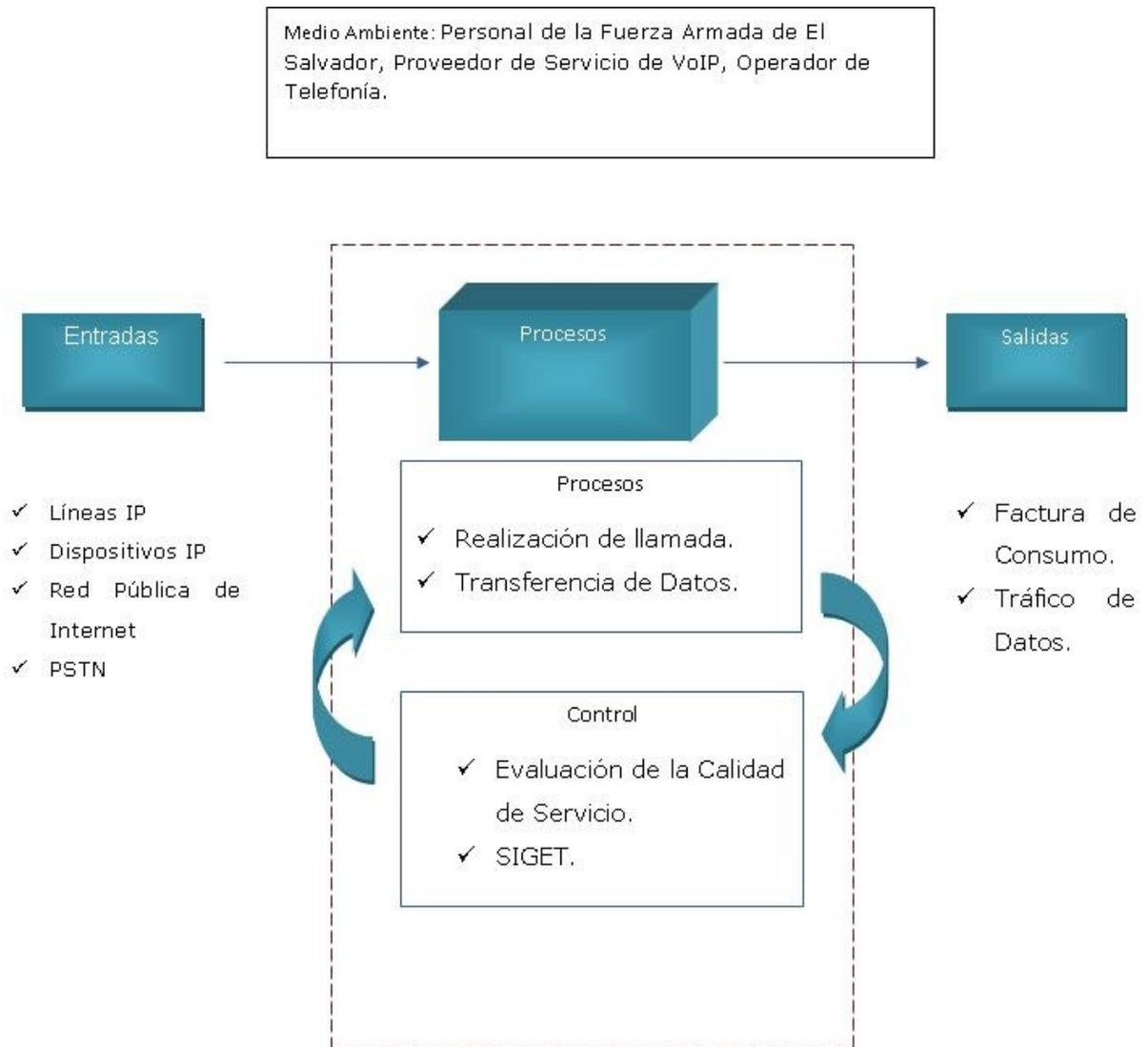


Figura 8 Enfoque de Sistema

### 2.1.3 DESCRIPCION DEL ENFOQUE DE SISTEMAS

#### Elementos de Salida

Las salidas del sistema actual son los resultados de haber realizado los procesos en el sistema los cuales se detallan a continuación:

- ✓ **Facturas de Consumo**, es un documento legal donde se detalla el costo de los servicios utilizados.
- ✓ **Tráfico de Datos**, es la cantidad de bits que pasan por el medio de transmisión.

#### Elementos de Entrada

Como entradas del sistema se han considerado todos aquellos elementos necesarios para el desarrollo actual del servicio de VoIP en el EMCFA, los cuales son:

- ✓ **Líneas IP**, son aquellos medios de transmisión utilizados para una comunicación directa entre usuarios del servicio telefónico.
- ✓ **Dispositivos IP**, son los dispositivos utilizados por los usuarios como interfaces para el establecimiento de la comunicación con otros usuarios a través la red pública de telefonía.
- ✓ **Red Pública de Internet**, son un conjunto de dispositivos, medios de transmisión y protocolos necesarios para el establecimiento de la comunicación entre dos o más terminales.
- ✓ **PSTN**, Red pública conmutada, necesaria para la conmutación de circuitos para comunicaciones de voz en tiempo real.
- ✓ **Duración tiempo/aire**, es el tiempo de interconexión entre usuarios.

## Procesos

Los procesos actuales son las actividades que realiza el proveedor del servicio VoIP, los cuales son:

- ✓ **Realización de Llamadas**, es el proceso por el cual se logra establecer la comunicación entre el abonado A y el abonado B.
- ✓ **Transferencia de Datos**, es el proceso mediante el cual se envía y se recibe datos.

## Control

El control en el sistema actual regula la calidad del servicio, y está regido por:

- ✓ **Evaluación de la Calidad del Servicio**, la cual no es más que una opinión del usuario de VoIP, quien expresa su inconformidad o satisfacción del servicio.
- ✓ **SIGET**, el ente regulador vela por la protección de los derechos de los usuarios y de los operadores proveedores de los servicios de telecomunicaciones, así como de las personas en general, de esta manera garantiza la máxima satisfacción tanto de consumidores como de proveedores.

## Medio ambiente

El medio ambiente que interactúa con el sistema actual está formado por los siguientes elementos:

- ✓ **Personal de la Fuerza Armada**, conformado por: militares y estudiantes que viajan al extranjero.
- ✓ **Proveedor de servicio**, es la empresa encargada de brindar el servicio de VoIP.

- ✓ **Operador de Telefonía**, es la empresa que brinda el servicio telefónico tradicional e interactúa con el proveedor de servicio VoIP cuando se realiza una llamada de una línea IP a la red pública.

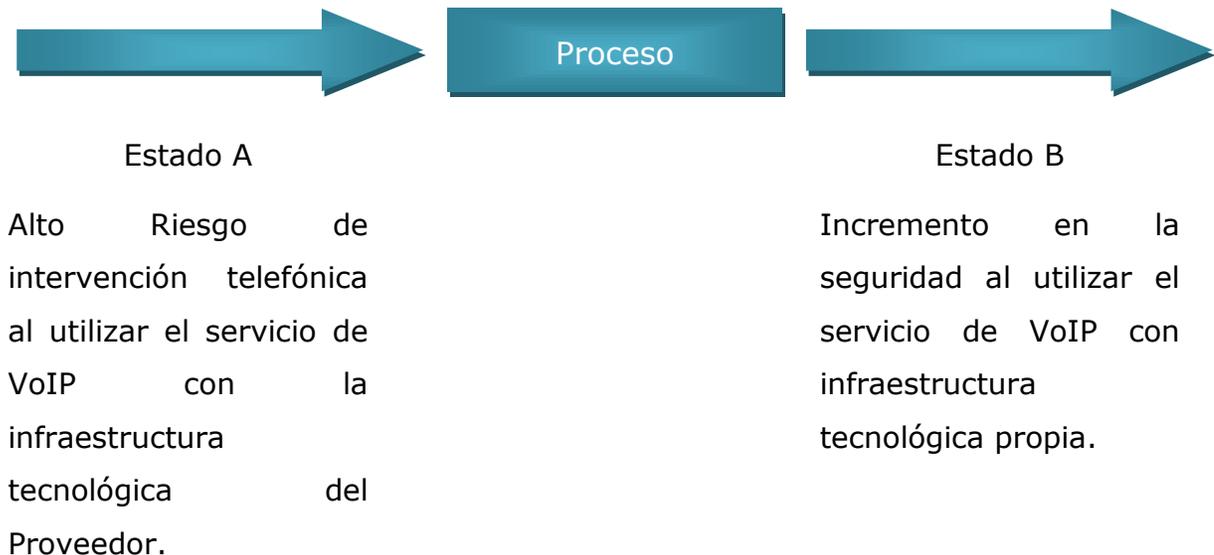
#### **2.1.4 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En la actualidad el personal de la Fuerza Armada que se encuentra en misiones oficiales en el Extranjero, para poderse comunicar al EMCFA y/o Unidades Militares del país, solicita el servicio de VoIP a una empresa privada, la cual administra la plataforma tecnológica y utiliza la red pública de internet para enlazar las llamadas lo cual genera costos y un escenario de riesgo ya que las llamadas pueden ser intervenidas y así obtener información valiosa de la Institución.

## 2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 2.2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A continuación se muestra el estado actual del servicio de VoIP en el EMCFA y el estado deseado, por medio de la “caja negra” la cual permite representar diagramáticamente la definición del problema.



*Figura 9: Definición Grafica del Problema*

¿De qué manera la implementación de un Sistema de Comunicación basada en Tecnologías Libres VoIP e infraestructura propia, permitirá incrementar la seguridad y mejorar el servicio de VoIP en el Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada?

### 2.2.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En este apartado se detallan las causas que tienen relación directa con la problemática del Servicio VoIP en el EMCFA. Por ello se hace la representación gráfica del problema mediante el diagrama causa-efecto en la

Figura 10, que permitirá apreciar de una manera rápida y clara la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema.

Se identificaron cuatro áreas principales, las cuales son:

- ✓ Administración
- ✓ Infraestructura Tecnológica
- ✓ Economía
- ✓ Seguridad

Cada una de las áreas presenta problemas específicos, los cuales se describen detalladamente a continuación:

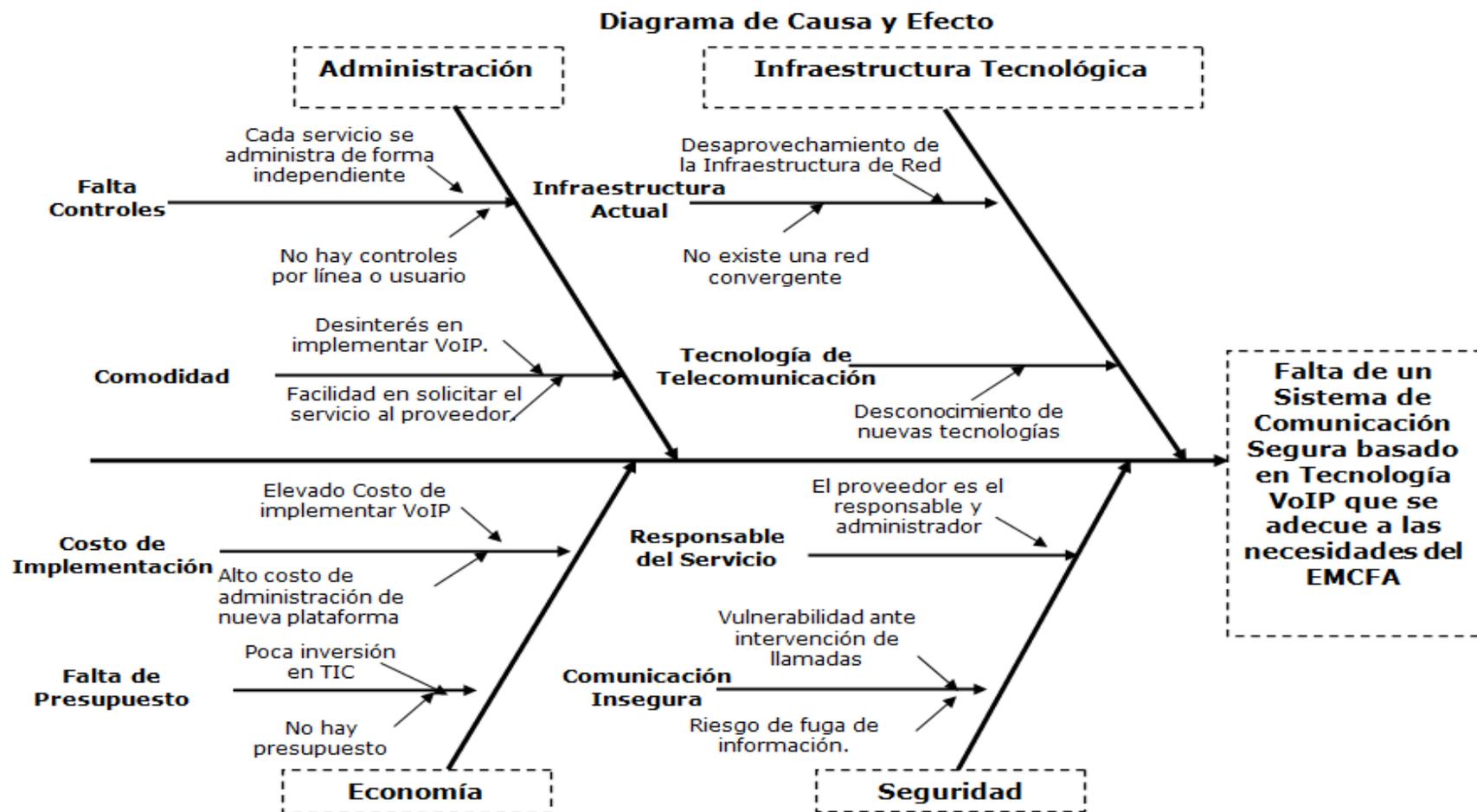


Figura 10: Diagrama Causa - Efecto

## **Análisis del Diagrama Causa y Efecto**

### **Área de Administración**

Mediante la investigación realizada se detectó que no existe un control sobre los datos históricos de los servicios de VoIP solicitados al proveedor de igual forma se percibe cierta comodidad, ya que el proceso de solicitud del servicio al proveedor es fácil y rápido.

De manera general, el único dato que se tiene es quien utilizo el servicio de VoIP y el tiempo en el cual se recibió el servicio.

### **Área de Infraestructura Tecnológica**

Se está desaprovechando la Infraestructura tecnológica, ya que en la Red actual solo se utiliza el servicio de Datos.

No se promueve la investigación de nuevas tecnologías de telecomunicación y se percibe un desconocimiento de estas.

### **Área de Economía**

Desde un punto de vista económico se encontró que no existe interés en invertir para implementar el servicio de VoIP, debido al poco presupuesto que se le asigna al área de Tecnología de Información.

### **Área de Seguridad**

Este es uno de los elemento más críticos, ya que el proveedor es el que administra el servicio y utiliza como medio la red pública de internet lo que implica que las llamadas pueden ser intervenidas por agentes externos a la institución los cuales podrían captar información relevante, afectando y exponiendo al sistema de seguridad del país, dando lugar a revelar secretos de Estado.

### 2.2.3 DEFINICIÓN DETALLADA DEL PROBLEMA

Luego de analizar el diagrama Causa-Efecto, en el cual se pudo identificar una serie de causas que no permiten contar con un servicio de VoIP utilizando la infraestructura de red actual, es posible definir nuevamente el problema de una manera más detallada:

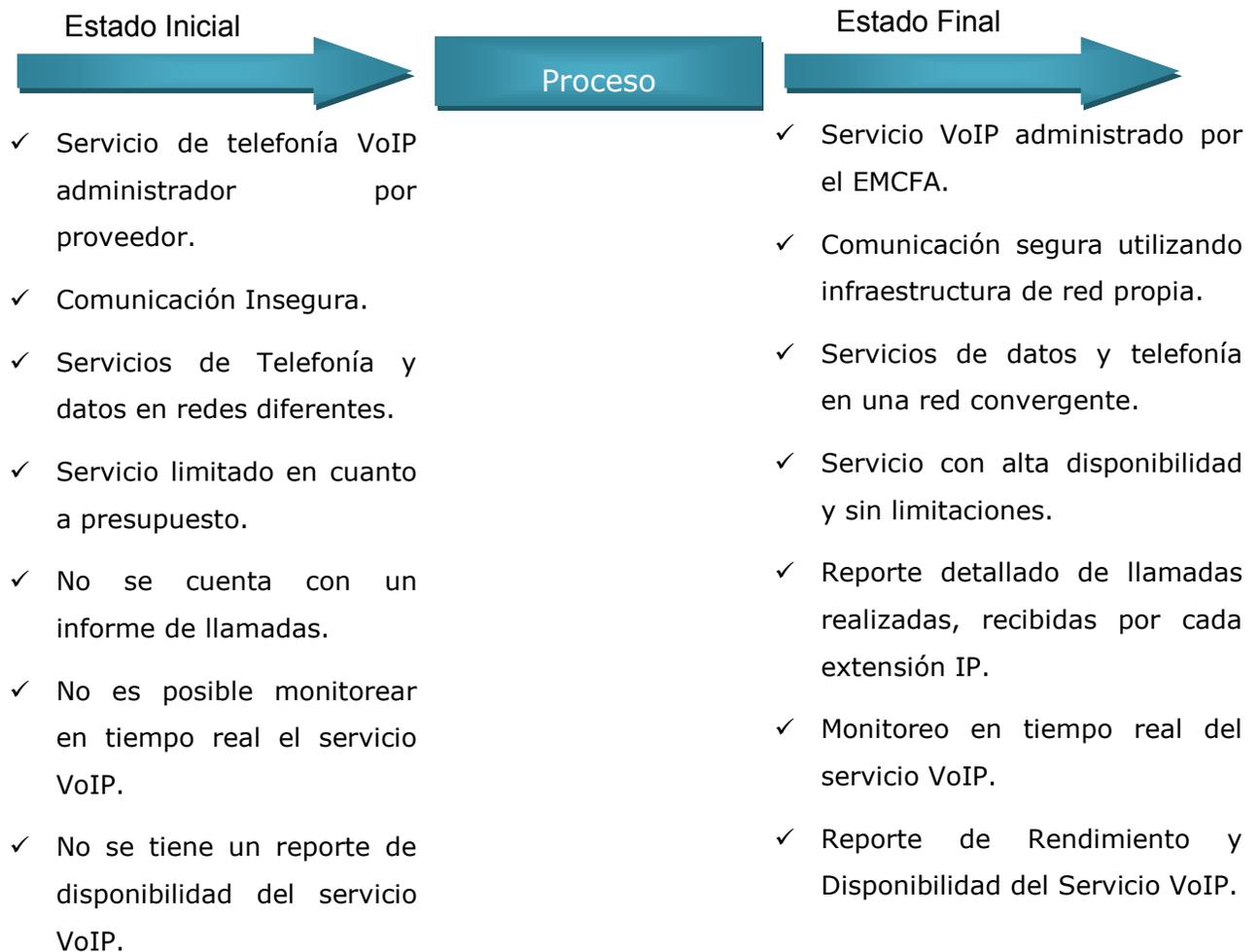


Figura 11: Definición Detallada del Problema

## **2.3 SOLUCIÓN PROPUESTA AL PROBLEMA**

### **2.3.1 DESCRIPCIÓN**

Como se planteó en la definición del problema se presenta un escenario de riesgo en el servicio que proporciona el proveedor de VoIP ya que las llamadas pueden ser intervenidas y así obtener información valiosa del EMCFA.

Por lo anterior surge la necesidad de que el EMCFA sea quien proporcione el servicio de VoIP para incrementar la seguridad en las comunicaciones, ya que será el EMCFA quien Administre la plataforma y la infraestructura tecnológica será propia. Por esta razón se propone el "DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN BASADO EN TECNOLOGIA DE VOZ IP PARA EL ESTADO MAYOR CONJUNTO DE LA FUERZA ARMADA DE EL SALVADOR".

## 2.3.2 ENFOQUE DE SISTEMAS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

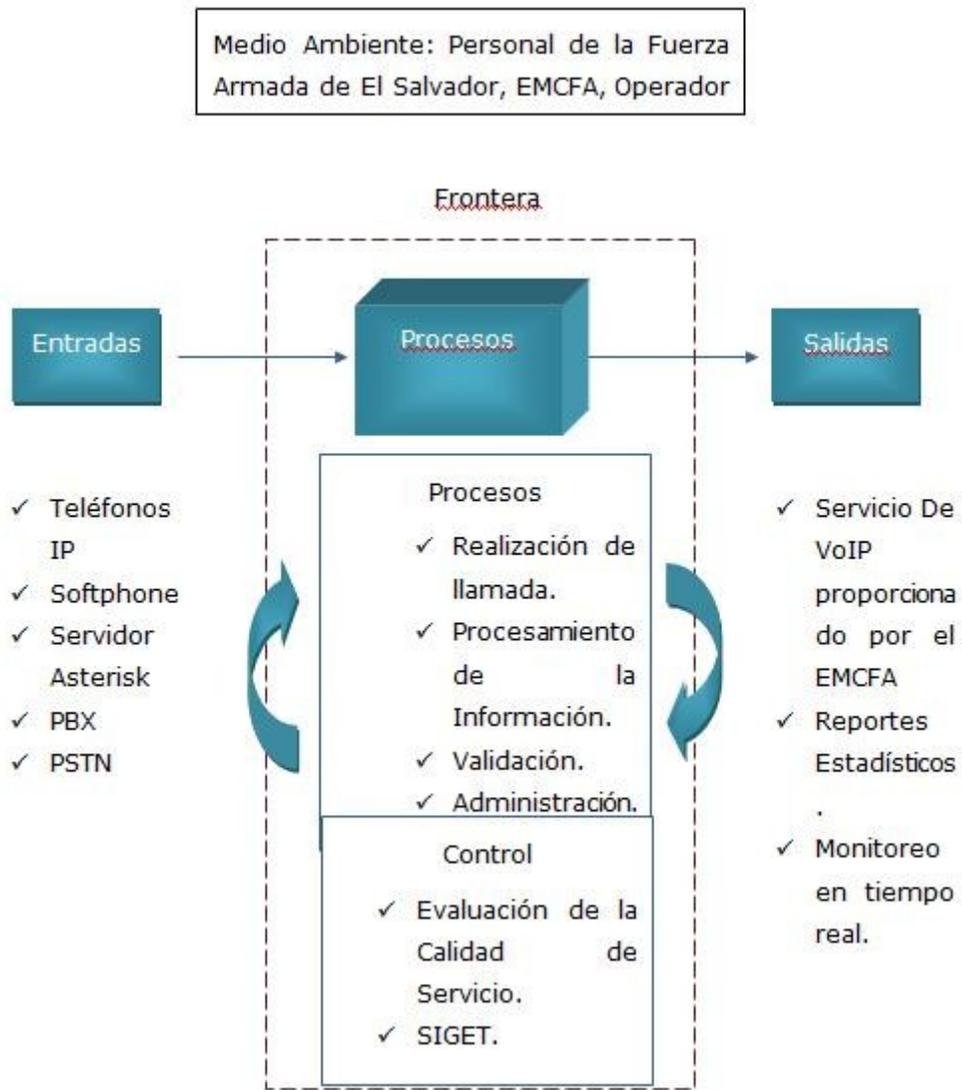


Figura 12: Enfoque de Sistemas de la Solución Propuesta

## **Descripción de los elementos del Enfoque de Sistemas para la solución propuesta.**

### **Elementos de Salida**

Las salidas de la solución propuesta son los resultados de haber realizado los procesos en el sistema los cuales se detallan a continuación:

- ✓ **Servicio de VoIP proporcionado por el EMCFA:** El EMCFA con tecnologías libres e Infraestructura Tecnológica propia, proporcionara el servicio de VoIP.
- ✓ **Reportes Estadísticos:** Se dispondrá de reportes de llamadas recibidas, salientes por extensión telefónica en un periodo de tiempo determinado.
- ✓ **Monitoreo en tiempo real:** Se monitoreara en tiempo real el rendimiento del servidor Asterisk y la disponibilidad del servicio; de igual forma las llamadas activas.

### **Elementos de Entrada**

Como entradas del sistema se han considerado todos aquellos elementos necesarios para el desarrollo de la solución propuesta del servicio de VoIP en el EMCFA, los cuales son:

- ✓ **Teléfonos IP:** son teléfonos IP utilizados por los usuarios como interfaces para el establecimiento de la comunicación con otros usuarios a través la red pública de telefonía.
- ✓ **Softphone:** Software que emula a un teléfono IP, se instala en una Computadora Personal.
- ✓ **Servidor Asterisk:** es una PBX basada en software libre donde convergen aplicaciones de voz.
- ✓ **PBX:** es una central telefónica conectada a la red de telefonía pública.
- ✓ **PSNT:** red pública conmutada, necesaria para la conmutación de circuitos para comunicaciones de voz en tiempo real.

## Procesos

Los procesos de la solución propuesta son las actividades que se realizarán para proveer el servicio VoIP, los cuales son:

- ✓ **Realización de llamadas**, es el proceso por el cual se logra establecer la comunicación entre el abonado A y el abonado B.
- ✓ **Procesamiento de la información**, proceso mediante el cual los datos se transforman en información para la generación de reportes.
- ✓ **Validación**, Proceso mediante el cual se verifica, controla o filtra cada uno de los perfiles de las extensiones telefónicas.
- ✓ **Administración**, Proceso mediante el cual se administra la plataforma y el acceso.

## Control

El control en la solución propuesta regula el servicio VoIP, el cual está regido por:

- ✓ **Calidad del Servicio**, evaluación constante de la calidad del servicio VoIP para puntos de mejora.
- ✓ **SIGET**, el ente regulador vela por la protección de los derechos de los usuarios y de los operadores proveedores de los servicios de telecomunicaciones, así como de las personas en general, de esta manera garantiza la máxima satisfacción tanto de consumidores como de proveedores.

## Medio ambiente

El medio ambiente que interactuará con la solución propuesta estará formado por los siguientes elementos:

- ✓ **Personal de la Fuerza Armada**, conformado por: militares y estudiantes que viajan al extranjero.
- ✓ **EMCFA**, será quien brindara el servicio VoIP con tecnologías libre e Infraestructura propia.
- ✓ **Operador de Telefonía**, es la empresa que brinda el servicio telefónico tradicional e interactúa con el proveedor de servicio VoIP cuando se realiza una llamada de una línea IP a la red pública.

### **2.3.3 INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACION**

#### **2.3.3.1 Asterisk**

Asterisk es un completo sistema de comunicación basado en software libre donde convergen aplicaciones de voz.

Realiza las funciones tradicionales de conmutación como lo hace una central PBX adicionando múltiples funciones de nuevas tecnologías, es una plataforma de interoperabilidad entre sistemas tradicionales de telefonía TDM y telefonía a través de internet usando el protocolo IP VoIP.

Asterisk traduce y conmuta distintos tipos de protocolo como SIP, MGCP, H.323, Skinny, este último propietario de CISCO.

#### **2.3.3.2 Archivos principales de configuración de Asterisk**

Para el desarrollo del prototipo de comunicación el elemento principal es el servidor Asterisk, el cual requiere de ciertas configuraciones en diferentes archivos que cumplen un determinado objetivo para el correcto funcionamiento del prototipo de comunicación, y estos se detallan a continuación:

Nombre del Archivo	Descripción
<b>Extensión.conf</b>	<p>Archivo en el cual se le configura el “Dial Plan”, se definen las funcionalidades del servidor Asterisk como una PBX basada en Software, los dígitos que posee una extensión, el dígito que se antepone para realizar una determinada llamada hacia la PSTN. Diferentes restricciones que se colocarán en cada extensión en base a los perfiles determinados.</p>
<b>Sip.conf</b>	<p>En este archivo se configuran las extensiones pertenecientes a la PBX, a la vez define las restricciones que tendrá una extensión.</p>
<b>Cdr_custom.conf</b>	<p>Archivo el cual contiene el master.csv que utiliza Asterisk para almacenar los datos de las llamadas en curso dentro de la tabla cdr.</p>

**Figura 13: Archivos importantes de configuración en Asterisk**

## 2.4 DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

### 2.4.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACION DE REQUERIMIENTOS.

La metodología para la determinación de requerimientos incluye actividades elaboradas con anterioridad, tal como el análisis de la situación actual en la cual se especifica la forma en que se recibe el servicio de VoIP.

La metodología para determinar los requerimientos es la siguiente:

- ✓ **Recolección de requerimientos con los clientes:** se llevan a cabo entrevistas con las personas involucradas con el servicio de VoIP, tales como: Director del CETAC, Jefe de Departamento de Informática, Administrador de la Planta Telefónica.
- ✓ **Las entrevistas** se realizan con el fin de obtener las necesidades de información, las condiciones medioambientales en las que deberá operar el prototipo de comunicación, así como los recursos técnicos y tecnológicos necesarios para la puesta en marcha del proyecto a desarrollar.
- ✓ **Elaboración de documento de requerimientos:** se elaborara un documento formal, en el cual se describe cada requerimiento solicitado, detallando la prioridad e importancia de cada uno de ellos.
- ✓ **Validación de requerimientos:** con el objetivo de asegurar que las necesidades del cliente se han definido de manera correcta, se realizan reuniones con los clientes en los que se analiza cada requerimiento hasta obtener la aprobación por parte del cliente.

### 2.4.2 IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Mediante los estudios realizados es posible tener una visión previa más clara de las necesidades que debe satisfacer el prototipo a desarrollar para ello se identifican los siguientes requerimientos:

- ✓ **Requerimientos Informáticos:** Se especifican las necesidades que el prototipo de comunicación debe satisfacer. Estos se dividen en:
- ✓ **Requerimientos Funcionales:** Expresan una acciones que debe ser capaz de realizar el prototipo de comunicación.
- ✓ **Requerimientos No Funcionales:** Expresan una cualidad que el prototipo debe proveer.
- ✓ **Requerimientos Operativos:** Relacionados con las condiciones ambientales en las que debe operar el prototipo, mecanismos de control, seguridad, etc.
- ✓ **Requerimientos Técnicos de Desarrollo:** Son todos los recursos técnicos y tecnológicos que deben estar disponibles para el desarrollo del prototipo; incluyen: Hardware, Software, Recurso Humano, etc.
- ✓ **Requerimientos Técnicos de Implementación:** Son todos los recursos técnicos y tecnológicos que deben estar disponible para la implementación del prototipo; incluyen: Hardware, Software, Recurso Humano, etc.

### 2.4.3 REQUERIMIENTOS INFORMATICOS

Los requerimientos informáticos permitirán tener una visión de las necesidades del cliente, estos se dividirán en funcionales y en no funcionales.

Las prioridades de los requerimientos se detallan a continuación:

Prioridad	Requerimiento
<b>Alta</b>	Requerimiento indispensable para el funcionamiento del prototipo de comunicación.
<b>Media</b>	Requerimiento que se incluye como mejora, pero no es indispensable.
<b>Baja</b>	Requerimientos no esencial pero sirve como complemento.

*Tabla 22 : Criterios para clasificar la prioridad del requerimiento*

### 2.4.3.1 Requerimientos Funcionales

El listado de los requerimientos funcionales se detalla en **iError! No se encuentra el origen de la referencia.**, en la cual se utiliza el acrónimo **RF: Requerimiento Funcional** y un número correlativo.

No	Código de Referencia	Requerimiento	Prioridad
1.	RF001	Realizar llamadas desde un teléfono IP o softphone a otro teléfono IP o softphone en las instalaciones del EMCFA	Alta
2.	RF002	Realizar llamadas desde un teléfono IP o softphone a un teléfono fijo que se encuentra en las instalaciones del EMCFA.	Alta
3.	RF003	Recibir llamadas en un teléfono IP o softphone de un teléfono fijo que se encuentra en las instalaciones del EMCFA.	Alta
4.	RF004	Realizar llamadas desde un teléfono IP o softphone a un teléfono de la red de telefonía pública fija o móvil.	Alta
5.	RF005	Recibir llamadas en un teléfono IP o softphone de un teléfono de la red de telefonía pública fija o móvil.	Alta
6.	RF006	Realizar llamadas desde un softphone ubicado fuera de la red del EMCFA hacia un teléfono IP que se encuentra dentro de las instalaciones del EMCFA.	Alta
7.	RF007	Recibir llamadas en un softphone ubicado fuera de la red del EMCFA de un teléfono IP que se encuentra dentro de las instalaciones del EMCFA.	Alta

<b>8.</b>	RF008	Realizar llamadas desde un softphone ubicado fuera de la red del EMCFA hacia un teléfono de la red de telefonía pública fija o móvil.	Alta
<b>9.</b>	RF009	Recibir llamadas en un softphone ubicado fuera de la red del EMCFA de un teléfono de la red de telefonía pública fija o móvil.	Alta
<b>10.</b>	RF010	Reporte de Rendimiento y Disponibilidad.	Alta
<b>11.</b>	RF011	Reporte de llamadas recibidas por extensión telefónica.	Alta
<b>12.</b>	RF012	Monitoreo de llamadas en tiempo real.	Alta
<b>13.</b>	RF013	Permitir la realización de conferencias telefónicas sin importar la ubicación física.	Alta
<b>14.</b>	RF014	Permitir la transferencia de llamadas.	Alta
<b>15.</b>	RF015	Permitir la transferencia de llamadas	Alta
<b>16.</b>	RF016	Disponer de la función de Buzón de Voz	Alta
<b>17.</b>	RF017	Disponer de la función de Identificación de llamadas.	Media
<b>18.</b>	RF018	Poder realizar una llamada telefónica por el nombre de usuario y no por extensión telefónica.	Media

*Tabla 23 : Detalle de Requerimientos Funcionales*

### **2.4.3.2 Requerimientos No Funcionales**

Los requerimientos no funcionales representan cualidades que el prototipo debe poseer en cuanto a usabilidad, confiabilidad, seguridad, eficiencia, etc;

estos no están relacionados de forma directa con el comportamiento funcional del prototipo. Se clasifican en:

- ✓ **Requerimiento no funcional de confiabilidad (RNFC):** Son aquellos aspectos que hacen que el prototipo pueda ser operado por los usuarios.
- ✓ **Requerimiento no funcional de seguridad (RNFS):** Son todos los aspectos que ayudan a mantener seguro el servicio que brindara el prototipo.
- ✓ **Requerimiento no funcional de eficiencia (RNFE):** Están relacionados con el desempeño del prototipo y la eficiencia del mismo.

No	Código de Requerimiento Referencia	Prioridad
	RNFC001 El softphone debe ser fácil de utilizar.	Alta
	RNFC002 La creación de las conferencia no debe tener complejidad.	Alta
	RNFC003 La transferencia de las llamadas no debe tener complejidad.	Alta
	RNFS001 Permitir únicamente a personal autorizado el acceso a la ubicación física donde se encontrara en servidor Asterisk.	Alta
	RNFS002 Encriptar los paquetes de voz que viajaran en el momento de establecer la llamada telefónica.	Alta
	RNFS003 Proporcionar el servicio de Lista Negra para las llamadas no deseadas	Media

RNFSe004	Asignar "Pin" a cada usuario para la realización de Media. llamadas.
----------	--

*Tabla 24: Detalle de Requerimientos no Funcionales*

#### **2.4.4 REQUERIMIENTOS OPERATIVOS**

En los requerimientos operativos especifican el marco legal bajo el cual se pondrá en operación la solución propuesta a desarrollar, de igual forma involucra las condiciones medioambientales que deben existir para el óptimo funcionamiento del prototipo.

##### **Marco Legal**

El uso del prototipo de comunicación estará regulado por las siguientes normas y reglamentos:

- ✓ El Prototipo de Comunicación Basado en Tecnologías de Voz IP para El Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada de El Salvador, será propiedad exclusiva del EMCFA y no se puede divulgar total o parcialmente, la investigación para realizar el prototipo de estudio es propiedad de la Universidad de El Salvador y tendrá todos los derechos sobre el mismo. La disponibilidad del prototipo de comunicación dependerá en gran medida del servicio E1 que brinda la empresa Claro S.A de C.V.
- ✓ SIGET como ente regulador velara por la protección de los derechos de los usuarios y los operadores del servicio de Telecomunicación.

##### **Medio Ambiente del Prototipo de Comunicación.**

Las condiciones medioambientales que deben existir para que el prototipo de comunicación opera según lo previsto y de manera óptima; son las siguientes:

- ✓ **Temperatura:** El lugar donde se encuentre el servidor Asterisk y la Planta Telefónica requiere una temperatura entre 10°C y 35°C para garantizar el correcto funcionamiento de ambos equipos.
- ✓ **Instalaciones Eléctricas:** Las instalaciones eléctricas deben ser adecuadas y estar normalizadas, con alimentación de 110 V; los tomas corrientes deben estar polarizados.
- ✓ **UPS:** Todos los equipos informáticos deberán poseer un UPS; para el caso del servidor Asterisk se recomienda tener un UPS de respaldo adicional.

### **Mecanismos de Control.**

Para brindar seguridad a la operatividad del Servicio de VoIP se tomaran las políticas de seguridad siguientes:

- ✓ El acceso al cuarto de comunicaciones será restringido y se solicitara autorización previa para ingresar a este.
- ✓ Se llevara una bitácora con todas las personas que ingresaran al cuarto de comunicaciones donde se encontrara el servidor Asterisk.
- ✓ Se llevara un registro de los usuarios que ingresen vía WEB a la configuración del servidor.
- ✓ Las copias de respaldo de la configuración del servidor Asterisk y las bitácoras de llamadas serán almacenadas en un lugar apropiado para evitar su robo o extravió.

### **2.4.5 REQUERIMIENTOS DE DESARROLLO**

Se detalla cada uno de los elementos importantes para el desarrollo del prototipo.

#### **Hardware**

<b>Cantidad</b>	<b>Elemento</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Especificaciones</b>
1	PC que se	Procesador	Intel Core™ 2 DUO 2.0 GHz.

utilizara como servidor	Disco Duro	200 GB IDE
	Memoria	4 GB de RAM
	Tarjeta de Red	Fast Ethernet 10/100 Mbps
	CD-ROM	DVD 52X IDE, quemador CD 40X IDE

Tabla 25 : Requerimientos Técnicos del Servidor

Cantidad	Elemento	Dispositivo	Especificaciones
1	Toshiba Satellite L505	Procesador	Intel Core™ 2 DUO 1.8 GHz.
		Disco Duro	100 GB IDE
		Memoria	2 GB de RAM
		Tarjeta de Red	Fast Ethernet 10/100 Mbps
		CD-ROM	DVD 52X IDE, quemador CD 40X IDE
1	Toshiba Satellite C655	Procesador	Intel Core i3 2.53GHz
		Disco Duro	250 GB IDE
		Memoria	4 GB de RAM
		Tarjeta de Red	Fast Ethernet 10/100 Mbps
		CD-ROM	DVD Super Multi Dual Layer Burner
1	Switch	Marca	Cisco 2960
1	Modem – Router	Marca	Linksys WRT55AG

1	Impresor	Marca	Cannon MP150
2	Teléfonos IP	Marca	Cisco 7912
1	Tarjeta E1	Marca	Digium® TE120P

Tabla 26: Requerimientos Técnicos del Equipo Informático

## Software

Elemento	Descripción	Marca
Sistema Operativo	GNU/Linux CentOS	Linux
Software PBX	Asterisk 2.0	Digium

Tabla 27: Detalle del Software para el Servidor de VoIP

Elemento	Descripción	Marca
Sistema Operativo	Windows Vista Home Premium, Windows 7 Home Premium	Microsoft
Software de Oficina	Office 2007, Office 2010	Microsoft
Antivirus	ESET NOD32 4.2.71.2	ESET
Planificador de Proyectos	Project 2007	Microsoft
Generador de Diagramas	Visio 2003	Microsoft
Softphone	Cisco IP Communicator , X-Lite 3.0	Cisco

Tabla 28: Detalle de Software para las Estaciones de Trabajo

## Recurso Humano



*Figura 14: Recurso Humano*

- ✓ **Desarrollador**, Encargado de ejecutar todas las actividades para llevar a cabo el prototipo.
- ✓ **Asesor Director**, Persona encargada de proporcionar los lineamientos técnicos para desarrollar el proyecto y responsable de realizar las respectivas correcciones, observaciones y evaluaciones.
- ✓ **Asesor Observador**, Persona que evalúa el desarrollo del proyecto, realiza observaciones y emite juicio desde una perspectiva externa.
- ✓ **Asesor del Negocio**, Persona responsable de proporcionar toda la información necesaria referente al negocio, para desarrollar el proyecto.

## 2.4.6 REQUERIMIENTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación del prototipo se requieren los elementos de Hardware, Software, Recurso Humano.

### Hardware

Cantidad	Elemento	Dispositivo	Especificaciones
1	PC Servidor	Procesador	Intel Core™ 2 DUO 2.2 GHz.
		Disco Duro	500 GB IDE
		Memoria	3 GB de RAM
		Tarjeta de Red	Fast Ethernet 10/100 Mbps
		CD-ROM	DVD 52X IDE, quemador CD 40X IDE

Tabla 29: Requerimientos Técnicos del Servidor

Cantidad	Elemento	Dispositivo	Especificaciones
10	PC DELL	Procesador	Intel Core™ 2 DUO 2.0 GHz.
		Disco Duro	200 GB IDE
		Memoria	2 GB de RAM
		Tarjeta de Red	Fast Ethernet 10/100 Mbps
		CD-ROM	DVD 52X IDE, quemador CD 40X IDE

Tabla 30: Requerimientos Técnicos para las Estaciones de Trabajo

## Software

Elemento	Descripción	Marca
<b>Sistema Operativo</b>	GNU/Linux CentOS	Linux
<b>Software PBX</b>	Asterisk 2.0	Digium

*Tabla 31: Detalle de Software para el Servidor de VoIP*

Elemento	Descripción	Marca
<b>Open VPN</b>	Servidor de VPN	Linux
<b>Sistema Operativo</b>	Windows XP	Microsoft
<b>Antivirus</b>	ESET NOD32 4.2.71.2	ESET

*Tabla 32: Detalle de Software para el Servidor VPN*

Elemento	Descripción	Marca
<b>Sistema Operativo</b>	Windows Xp	Microsoft
<b>Antivirus</b>	ESET NOD32 4.2.71.2	ESET
<b>Softphone</b>	Cisco IP Communicator , X-Lite 3.0	Cisco
<b>Explorador de Internet</b>	Google Chrome	Google

*Tabla 33: Detalle de Software para las Estaciones de Trabajo*

## 2.5 DISEÑO.

### 2.5.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO.

#### Diagrama de Red.

En la Figura 15 muestra el funcionamiento integrado de todos los componentes del prototipo de comunicación basado en VoIP interconectada a la Red Pública de Telefonía.

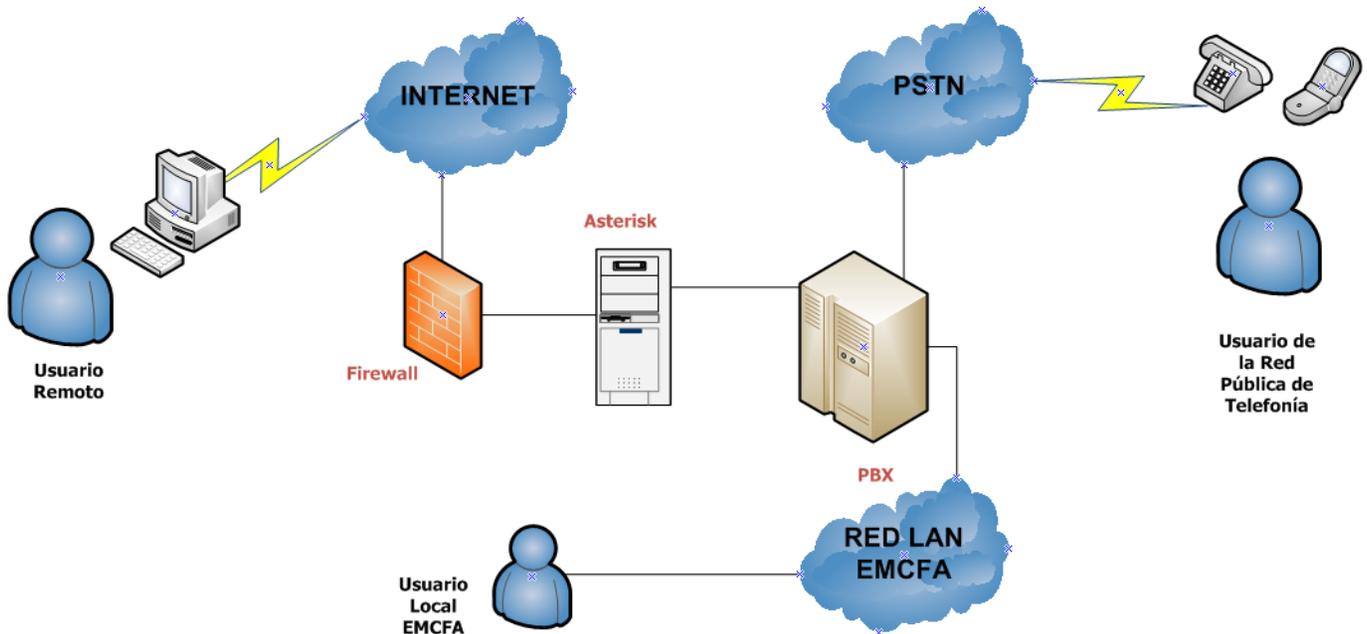


Figura 15: Diseño lógico del prototipo propuesto

# Diseño del BackBone

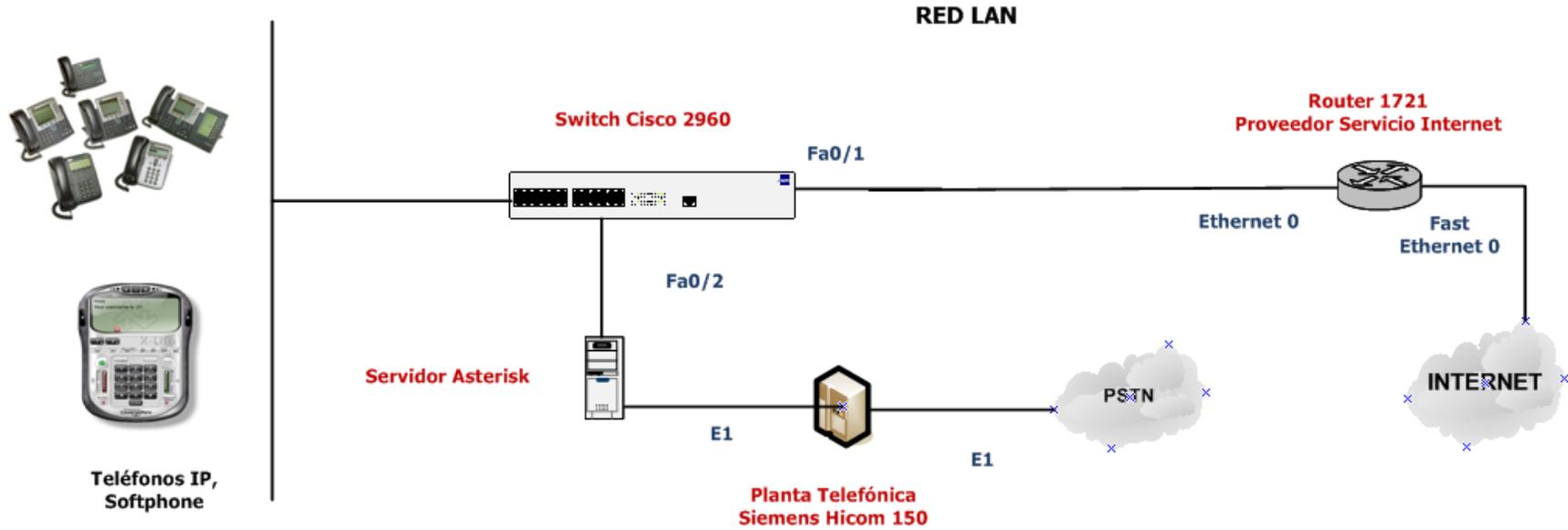


Figura 16: Diseño del BackBone

## **2.5.2 DISEÑO DE SEGURIDAD FISICA.**

Es necesario establecer mecanismos de prevención y detección destinada a proteger físicamente cualquier componente des prototipo, para ellos se establecerán los siguientes puntos de control:

### **2.5.2.1 ACCESO FISICO**

Se controlara el acceso al cuarto de telecomunicaciones donde estará ubicado el servidor de VoIP y este deberá estar cerrado con llave. De igual forma se llevara una bitácora con cada acceso al salón.

### **2.5.2.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD DENTRO DEL CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.**

Separar los equipos de las ventanas para evitar que caigan por ellas, no colocar líquidos ni elementos móviles sobre los equipos, no colocar los equipos en sitios altos, colocar sistemas de extinción para equipo informático, poseer una instalación adecuando de aire acondicionado, no permitir el acceso con alimentos ni bebidas.

### **2.5.2.3 COPIAS DE SEGURIDAD.**

Guardar las copias en un lugar aparte de las instalaciones de operación, disponer de varios niveles de copias, almacenar copias de seguridad en cajas seguras en entidades financieras y que se renueven de manera periódica.

## 2.5.3 DISEÑO DE PRUEBAS

### 2.5.3.1 PLANTILLA DE HOJA DE VALIDACIÓN DE PRUEBAS

Este documento tiene como objetivo documentar las pruebas realizadas con el prototipo de comunicación.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS TRABAJO DE GRADUACIÓN		
DOCUMENTO DE PRUEBAS		
FECHA:		
DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA		
RESULTADO DE LA PRUEBA		
PROBLEMAS DETECTADOS		
EJECUTOR:	VALIDADOR:	

Figura 17: Plantilla para realización de pruebas

### **2.5.3.2 DETALLE DE PRUEBAS A REALIZAR**

#### **Llamadas entre extensiones IP.**

Realizar una llamada telefónica desde una extensión IP "A" hacia otra extensión IP "B", y viceversa; ambas ubicadas en el EMCFA.

Realizar una llamada telefónica desde una extensión IP "A" ubicada en el EMCFA hacia una extensión IP "B" fuera del EMCFA (local e internacional), y viceversa.

#### **Llamadas entre extensiones IP y líneas convencionales del EMCFA**

Realizar una llamada telefónica desde una extensión IP hacia un teléfono digital o análogo, y viceversa; ambos ubicados en el EMCFA.

#### **Llamadas Entre extensiones IP y Telefonía Pública.**

Realizar una llamada telefónica desde una extensión IP hacia un teléfono fijo de la red pública, y viceversa.

Realizar una llamada telefónica desde una extensión IP hacia un teléfono móvil de la red pública, y viceversa.

#### **Conferencia entre dos o más extensiones IP.**

Realizar una conferencia entre dos o más extensiones IP.

# Capítulo III. Construcción del Prototipo y Documentación

---

## 3.1 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.

### 3.1.1 PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN.

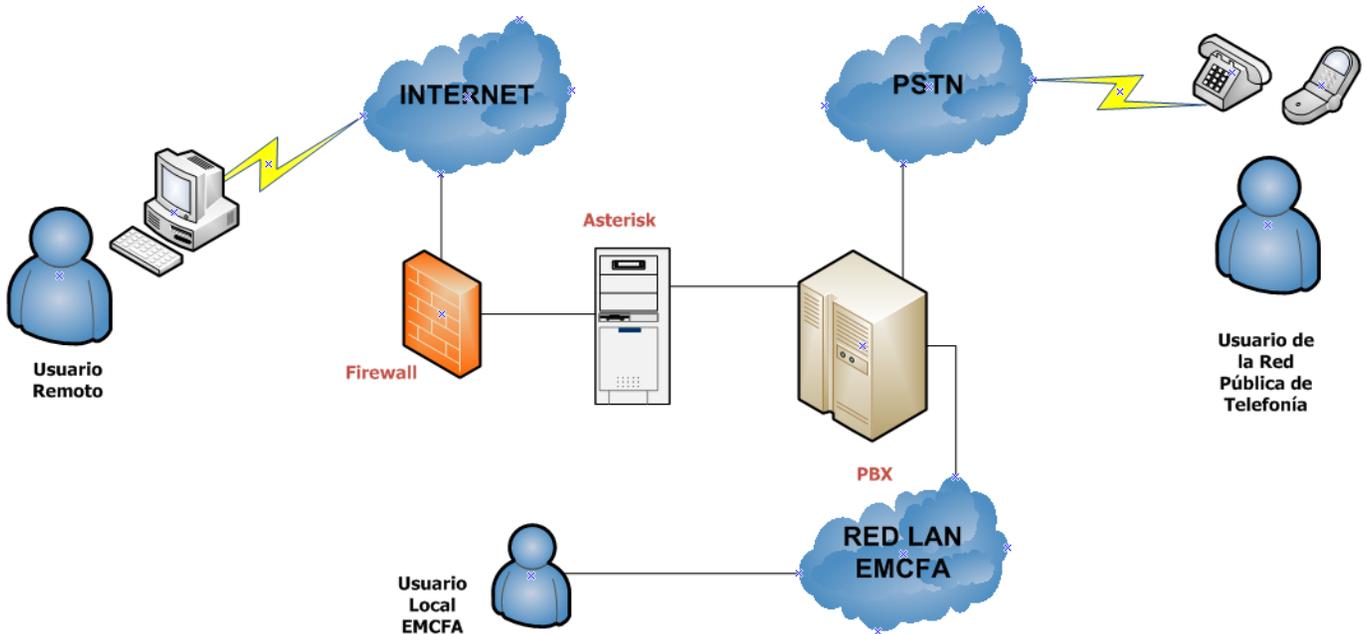


Figura 18: Prototipo de Comunicación

### 3.1.2 CONFIGURACIÓN DE COMPONENTES DEL PROTOTIPO

#### Servidor de VoIP.

1. Instalar paquete Elastix, Ver Manual de Instalación.
2. Configurar paquete Elastix, Ver Manual de Instalación.

#### Estaciones de Trabajo.

1. Instalar Softphone, Ver Manual de Instalación.

## **Router.**

El Router que posee en EMCFA y proporciona el servicio de Internet es un Cisco 1841, el cual tendrá la siguiente configuración:

1. El cual deberá tener instalado el siguiente IOS c1841-advipservicesk9-mz.124-15.T1.bin o una versión superior.
2. Deberá tener la siguiente configuración:

```
!  
version 12.4  
no service timestamps log datetime msec  
no service timestamps debug datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname Server_VPN  
ip dhcp excluded-address 192.168.1.1  
ip dhcp pool LAN  
network 192.168.1.0 255.255.255.0  
default-router 192.168.1.1  
aaa new-model  
!  
aaa authentication login VPN-USERS local  
aaa authorization network VPN-GROUP local  
username vpnuser password 0 micontrasena  
crypto isakmp policy 10  
encr aes 192  
authentication pre-share  
group 5  
crypto isakmp client configuration group VPN-GROUP
```

```
key SECRETOCOMPARTIDO
pool VPNPOOL
!
!
crypto ipsec transform-set VPN esp-aes esp-sha-hmac
!
crypto dynamic-map VPN-DYNAMIC 10
set transform-set VPN
reverse-route
!
crypto map VPN-STATIC client authentication list VPN-USERS
crypto map VPN-STATIC isakmp authorization list VPN-GROUP
crypto map VPN-STATIC client configuration address respond
crypto map VPN-STATIC 20 ipsec-isakmp dynamic VPN-DYNAMIC
interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
ip address 200.85.0.1 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
crypto map VPN-STATIC
!
interface Vlan1
no ip address
```

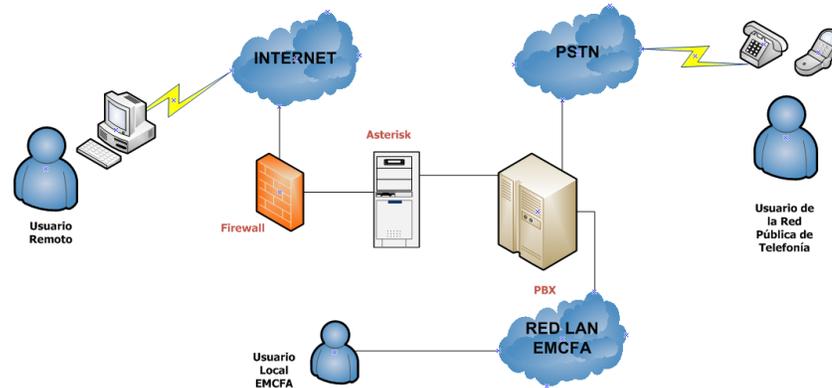
```
shutdown
!  
ip local pool VPNPOOL 192.168.3.1 192.168.3.10  
ip classless  
!  
line con 0  
password cisco  
login  
line vty 0 4  
password cisco  
login  
end
```

### **3.1.3 PRUEBAS DEL PROTOTIPO**

El objetivo de la prueba es comprobar la funcionabilidad del prototipo de comunicación de acuerdo a lo esperado; es decir, según las especificaciones y requerimientos expresados en la etapa de análisis y diseño.

A manera de ilustración se mostrará el formulario de pruebas relleno para el establecimiento de una llamada telefónica desde el Sotphone con una extensión IP "A" hacia otro Sotphone con una extensión IP "B" ubicado en un punto remoto, y viceversa, como sigue:

Nombre: Prueba entre extensiones IP  
 Ambiente: Prototipo de comunicación propuesto.



**DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA**

Realizar una llamada telefónica desde el Sotphone con una extensión IP “A” hacia otro Sotphone con una extensión IP “B” ubicado en un punto remoto, y viceversa.

**RESULTADO DE LA PRUEBA**

Satisfactoria, Se logro establecer la llamada telefónica.

La calidad de la llamada dependerá en gran medida de la velocidad de conexión a internet de ambos puntos, ya que la compresión de la llamada es de 16 Kbps

**PROBLEMAS DETECTADOS**

N/A

EJECUTOR:

Enrique Rodríguez

VALIDADOR:

Ing. Arnoldo Rivas

## **3.2 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN**

### **3.2.1 INTRODUCCIÓN**

Para que la implementación del Prototipo de comunicación en una organización se realice de forma exitosa, se debe idear un plan que brinde los pasos e información necesaria que guíe a las personas encargadas a través de su ejecución y desarrollo adecuado, a fin de obtener los resultados deseados.

El plan de implementación del Prototipo de Comunicación basado en tecnologías de VoIP permite ser una guía práctica compuesta de macro-actividades y micro-actividades que presentan un determinado orden de ejecución para su correcta instalación, configuración y puesta en marcha. La ejecución de este Plan estará a cargo de un grupo seleccionado de personas lideradas por un director de implementación, quién debe velar que las diferentes actividades se desarrollen como está determinado en el plan, estableciendo puntos de monitoreo para medir el avance del mismo y probando el buen funcionamiento del prototipo, dentro de este grupo de personas se incluyen a los usuarios finales para que participen de forma activa durante la ejecución del Plan y se obtengan mejores resultados en su puesta en marcha.

Asimismo, al finalizar la construcción del Prototipo de comunicación, se prepararán y desarrollarán capacitaciones dirigidas a los usuarios finales del prototipo, para que conozcan la forma correcta de utilizarlo y lograr con ello que su trabajo con el prototipo sea más productivo.

### **3.2.2 OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Implementar exitosamente el Prototipo de comunicación basado en tecnología VoIP.

#### **Objetivos Específicos**

- Planificar las actividades a realizar para la puesta en marcha del Prototipo de comunicación.
- Determinar los recurso informáticos (hardware y software) necesarios para llevar a cabo la implementación del prototipo de comunicación.
- Establecer un equipo de trabajo adecuado para llevar a cabo la implementación del prototipo.
- Determinar los controles necesarios a utilizarse durante el proceso de ejecución del plan de implementación.

### **3.2.3 ALCANCE**

El presente plan de implementación cubre desde la parte de determinación de los requerimientos para la implementación del prototipo, pasando por la configuración del equipo informático (hardware, software, elementos de red), personal de trabajo, actividades a desarrollarse, tiempos a cubrirse, responsabilidades a asignarse, controles necesarios y la puesta en marcha del prototipo.

### 3.2.4 PLANEACIÓN

A continuación se presenta el detalle del Plan de Implementación del Prototipo de comunicación, comenzando por la actividad de determinación de requerimientos, siguiendo por la organización del equipo encargado, luego la ejecución del plan en sí y terminando con los métodos de control de la implementación y la capacitación a los usuarios finales del Prototipo de comunicación. Para ello, se hace uso de la estrategia de análisis de Desglose Analítico, dicha estrategia permite dividir el objetivo principal en objetivos específicos que se convierten en actividades, las que sumadas cumplen con el objetivo principal, la implementación del Prototipo de comunicación.

La división del proceso de implementación del Prototipo de comunicación en actividades, servirá para llevar a cabo el proceso en forma organizada.



Figura 19: Proceso de Implementación

### **3.2.5 DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE IMPLEMENTACIÓN**

Es la definición de todos los elementos necesarios para dar inicio a la implementación del Prototipo, lo que incluye actividades como:

#### **Definición de objetivos administrativos**

El jefe del CETAC Departamento EMCFA, establece objetivos y estrategias para realizar el proceso de la mejor forma, esto en base a la información que proporciona el presente Plan.

#### **Preparación del entorno**

Es en donde se comunica a las unidades involucradas sobre el inicio del plan de implementación del prototipo de comunicación, las responsabilidades asignadas, así como la programación de las actividades.

#### **Preparación de recurso humano**

Este es el personal necesario para poner en marcha el Plan, en el que se considera el recurso que puede o no representar costo para la Institución.

#### **Definición de requerimientos informáticos**

Teniendo en cuenta los requerimientos mínimos de hardware, software y red de comunicación, detallados en el manual de instalación y configuración de los componentes del prototipo de comunicación, se debe realizar, en primera instancia, una revisión general de todo el equipo informático con el que cuenta actualmente el Departamento, con el objetivo de determinar el que está apto para que opere el Prototipo de comunicación y obtener los resultados deseados. Además, se debe tomar en cuenta que es necesaria la adquisición de nuevo equipo informático, sea este hardware, software y equipos de comunicación para que el prototipo opere de forma adecuada según las necesidades especificadas.

### 3.2.6 ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL

El objetivo principal de esta actividad es gestionar el recurso humano necesario para la implementación del Prototipo.

#### Equipo de Implementación

El objetivo del equipo de implementación es montar el prototipo de comunicación en un entorno de producción de forma exitosa. Este grupo selecto de personas estará conformado por:

Personal del área de CETAC del EMCFA con conocimientos técnicos de informática, usuarios finales y desarrollador de la solución.

#### Organización del Equipo

El equipo estará conformado de la siguiente manera:

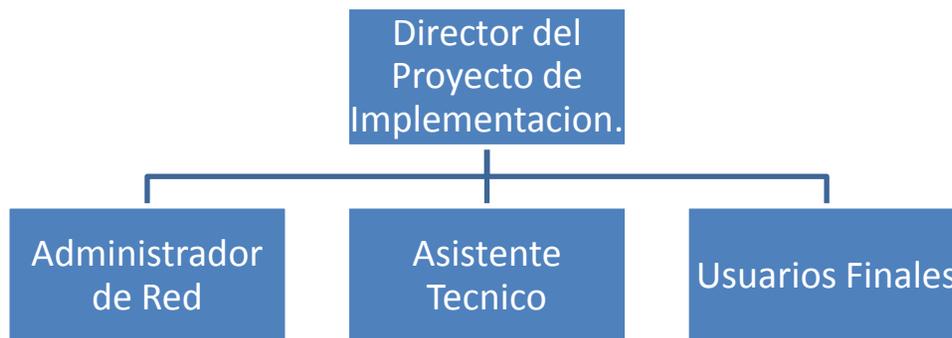


Figura 20: Organización de Equipo

## 3.2.7 EJECUCION DE LA IMPLEMENTACIÓN

Desarrollar cada una de las actividades definidas para la implementación del prototipo de comunicación. Para ellos son necesarias las siguientes actividades.

### 3.2.7.1 Instalación y configuración de equipo Servidor.

- ✓ Instalación de Paquete Elastix 2.0.3, el cual está compuesto de: Asterisk 2.0 y CentOS 5.5, Gestor de Base de Datos MySql.
- ✓ Configuración del equipo de comunicación
- ✓ Instalación y configuración de softphones en las computadoras personales de los usuarios.
- ✓ Configuración de VPN para conexión con equipos remotos.

### 3.2.7.2 Administración y Capacitación

Para hacer funcionar cada uno de los componentes del prototipo de comunicación, se llevara a cabo un periodo de capacitación para los usuarios técnicos y finales. El adiestramiento a los usuarios técnicos servirá para que ellos puedan darle mantenimiento la prototipo de comunicación. De igual forma el adiestramiento a los usuarios finales permitirá que estos conozcan los softphones que pueden utilizar.

Usuarios	Contenido General
<b>Administrador</b>	Instalación de Elastix Configuración de Elastix Administración de Elastix
<b>Final</b>	Uso del Softphone Ekiga Uso del Softphone X-Lite

Tabla 34: Capacitaciones

Esta actividad se realiza con el objetivo de encontrar, corregir y evitar posibles inconvenientes que se generen durante la implementación del prototipo de comunicación, además de probar el correcto funcionamiento de los componentes del mismo.

### **3.2.8 CONTROL DE IMPLEMENTACIÓN**

El objetivo principal es monitorear el proceso de implementación del prototipo, donde pueden evaluarse puntos de cumplimiento de acuerdo a lo planificado a fin de encontrar y dar seguimiento a posibles desviaciones. Dentro de las actividades para llevar a cabo el control, se tienen:

#### **Determinar los tiempos de actividad de implementación**

Actividad en la cual se hace una revisión del tiempo más adecuado a dedicar en cada una de las tareas del Plan, y con ellos lograr el mejor aprovechamiento de éste durante su ejecución.

#### **Establecer puntos de monitoreo y control**

Esta actividad consta en definir las actividades que pueden ser sujetas a posibles desviaciones durante la implementación, y de esta forma también establecer las acciones a tomar si es el caso. Con ello también, determinar aquellas actividades críticas al momento de realizarse la implementación del plan y en las que no se pueden atrasar para lograr los resultados esperados. Entre las cuales están las siguientes:

<b>Actividad</b>	<b>Control</b>
Determinación de Requerimientos	Convocatorias, Llenar el Documento de Requerimientos de Usuario que servirá como CheckList con su respectivo porcentaje de avance.
Organización de Personal	Establecer responsabilidades de cada miembro por escrito, establecimiento y cumplimiento de metas.
Ejecución de la implementación	Reuniones de seguimiento para verificar avances, Gestiones de Cambio, Establecimiento y cumplimiento de metas
Capacitación	Lista de asistencia, Convocatorias
Puesta en marcha	Reuniones de seguimiento para verificar avances, Establecimiento y cumplimiento de metas.

*Tabla 35: Actividades de Control*

## **Cumplimiento de actividades del plan**

El Director de la implementación se encargará de coordinar y velar por que las diversas actividades incluidas en el cronograma del plan de implementación se cumplan en el tiempo establecido y requerido para llevarlas a cabo, para evitar de esta manera, atrasos e inconvenientes que provoquen malestares a los usuarios finales del Prototipo durante la ejecución del Plan.

### **3.3 CAPACITACIÓN**

Esta actividad tiene como finalidad definir la forma de llevar a cabo las capacitaciones al personal usuario en el manejo del prototipo de comunicación, para que se encuentren en las condiciones óptimas para poder utilizar todas las funcionalidades de VoIP. Dentro de las actividades a realizar se tienen:

#### **3.3.1 PREPARAR CAPACITACIÓN**

Esta actividad consiste en arreglar todos los aspectos referentes a las capacitaciones del personal que hará uso de la aplicación.

#### **3.3.2 DISTRIBUCIÓN DE LA CAPACITACIÓN**

El desarrollo de las capacitaciones deberá realizarse conforme a la organización preparada acorde a los perfiles de cada usuario. Para esto debe auxiliarse del Manual de Usuario el que será proporcionado con anticipación a cada usuario involucrado.

#### **3.3.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

El cronograma de actividades permitirá mantener un control sobre las fechas de inicio, finalización y responsables de cada una de las actividades que comprende la implementación. Por lo que el cronograma contiene las siguientes macro-actividades e intervalos de tiempo:

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (Días)</b>
<b>Determinación de Requerimientos</b>	11
<b>Organización de Personal</b>	8
<b>Control de la implementación</b>	20
<b>Ejecución de la implementación</b>	20
<b>Capacitación</b>	6
<b>Puesta en marcha</b>	8
<b>Total plan de implementación</b>	73

*Tabla 36: Macro Actividades*

<b>ID</b>	<b>Responsable</b>
<b>1</b>	Director del Proyecto de Implementación
<b>2</b>	Administrador de Red
<b>3</b>	Asistente Técnico
<b>4</b>	Usuarios Finales

*Tabla 37: Responsables de Actividades*

<b>Nombre de la Tarea</b>	<b>Duración</b>	<b>Predecesor</b>	<b>Responsable</b>
Determinación de Requerimientos de Implementación	11 días		
Análisis de Hardware con el que se cuenta	2 días		2 - 3
Análisis de Software con el que se cuenta	2 días		2 - 3
Análisis de equipos de comunicación	2 días		2 - 3
Determinación de necesidades de Hardware	1 día	2	2 - 3
Determinación de necesidades de Software	1 día	3	2 - 3
Determinación de necesidades de equipos de comunicación	1 día	4	2 - 3
Adquisición de Hardware necesario para la implementación	3 días	5	1
Adquirir Software	3 días	6	1
Adquirir equipos de comunicación	3 días	7	1
Organización de Personal	8 días		
Reunión informativa por con encargado de Departamento IT	1 día		1
Gestionar personal técnico para asistir a director de actividades de implementación	4 días	12	1
Asignación de responsabilidad al personal	3 días	13	1
Control de Implementación	20 días		
Revisión de tiempos de las actividades de	2 días		1

implementación			
Establecimiento de puntos de monitoreo y control	3 días		1
Establecimiento de responsables de cada punto y monitoreo de control	1 días		1
Cumplimiento de tiempos de actividades de plan	20 días	18	1 - 2 - 3
Ejecución de Implementación	20 días	17,18	
Instalación y Configuración de Elastix	3 días	11,17	2 - 3
Instalación y Configuración de Softphone	5 días		2 - 3
Construcción e instalación de red de comunicación	6 días	21,22	2 - 3
Configuración de Servidor y Cliente VPN	2 días	23	2 - 3
Pruebas de implementación	3 días	24	2 - 3
Preparación de material para capacitación de usuarios	2 días	25	1 - 2 - 3
Capacitación	6 días		
Entrega de material de capacitación a los usuarios	1 día	20	2 - 3
Desarrollo de capacitaciones	5 días	28	2 - 3 - 4
Puesta en Marcha	8 días		
Monitoreo del Prototipo en producción		1,11,15,20,27	1 - 2 - 3

Tabla 38: Cronograma de Actividades

## CONCLUSIONES

Al terminar el Documento se concluye lo siguiente:

- ✓ La solución descrita en el Capítulo I es factible sobre la base técnica, económica y operativa, debido a que:
  - Al evaluar los recursos tecnológicos y humanos con los que se cuenta, se determina que son los necesarios para poder desarrollar e implementar de manera satisfactoria la solución; por lo tanto la solución es factible técnicamente.
  - La solución permitirá un ahorro entre \$40,000 y \$180,000 con respecto a implementar tecnologías propietarias, por tanto la solución es factible económicamente.
  - Los usuarios están de acuerdo en que el EMCFA proporcione el servicio de VoIP con infraestructura de Red propia, de igual forma aceptan que se utilicen softphone para realizar llamadas telefónicas, por tanto la solución es factible operativamente.
- ✓ El prototipo de comunicación permitirá al Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada incrementar la seguridad en las comunicaciones, debido a que la infraestructura tecnología será propia y administrada por la institución castrense.
- ✓ La solución planteada permitirá al EMCFA integrar la red de datos, voz y video, en una red convergente; reduciendo así la complejidad de administración ya que será solo una infraestructura de red.
- ✓ Con la solución planteada se pretende brindar telefonía VoIP, con los servicios adicionales de llamada en espera, correo de voz, conferencia tripartita, identificador de llamadas, llamada en espera.
- ✓ Los nuevos procesos planteados facilitaran el control de las actividades, el procesamiento de los datos y el manejo de la información que se obtengan con la convergencia de los servicios de datos y voz
- ✓ Los requerimientos plasmados en este proyecto determinan las necesidades actuales existentes en el Estado Mayor Conjunto de la Fuerza Armada.

## RECOMENDACIONES

Como puntos de mejora se hacen las siguientes recomendaciones:

- ✓ Implementar mecanismos que permitan brindar soluciones oportunas a inconvenientes presentados en el servicio de VoIP, a través de un Manual de Recuperación de Desastres.
- ✓ Considerar contar con un recurso que realice las funciones de administrador de la red.
- ✓ Evaluar la posibilidad de contar con el servicio de E1 Voz de respaldo con otro proveedor de telefonía para incrementar la disponibilidad del servicio VoIP.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Libros**

- ✓ Carlos Ernesto García; Gerencia Informática; 5ta Edición, El Salvador, 2008
- ✓ Flavio E. Concalves; Asterisk PBX; 1ra Edición, Brasil, 2007.
- ✓ Metodología de la Investigación. Roberto Sampieri, Mc. Graw Hill, segunda edición 1998

### **Sitios Web**

- ✓ <http://www.asterisk.org/>
- ✓ <http://www.voip-info.org>
- ✓ [www.ongconcalidad.org/causa.pdf](http://www.ongconcalidad.org/causa.pdf)
- ✓ [www.eduteka.org/DiagramaCausaEfecto.php](http://www.eduteka.org/DiagramaCausaEfecto.php)
- ✓ <http://lta.reuters.com/article/businessNews/idLTASIE73T00D20110430>
- ✓ <http://www.elastix.org/es/component/kunena/11-ayuda/59388-cisco-firmware-sip-9x-con-asterisk-9951--9971.html>
- ✓ [http://www.counterpath.com/assets/files/191/X-Lite3.0\\_UserGuide.pdf](http://www.counterpath.com/assets/files/191/X-Lite3.0_UserGuide.pdf)
- ✓ <http://pascualhotspot.uphero.com/Manuales/Conociendo%20a%20Elastix%20PBX-Asterisk2.pdf>

### **Otros**

- ✓ "Clases de Administración de Proyectos Informáticos", Ing. Oscar Rodríguez Linares, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador, Ciclo II-2007.
- ✓ "Clases de VoIP con Asterisk", Ing. Giovanni Flores, ITCA Fepade. Año 2010.

# Anexos

---

## Anexo 1 Formato de Encuestas

 <p><b>Universidad de El Salvador</b> <i>Hacia la libertad por la cultura</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS</b></p>
	<p><b>TEMA:</b> DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN BASADO EN TECNOLOGÍA DE VOZ IP PARA EL ESTADO MAYOR CONJUNTO DE LA FUERZA ARMADA DE EL SALVADOR.</p>
	<p><b>OBJETIVO:</b> DETERMINAR CÓMO ESTÁ FUNCIONANDO EN LA ACTUALIDAD EL SERVICIO DE VOIP Y LA ACEPTACIÓN DE UN CAMBIO.</p>

1) ¿Cómo es la calidad de servicio de la comunicación actual vía teléfono IP?

- Clara
- Con interferencia
- Se cruzan las llamadas
- Con ruido

2) ¿Cómo podría calificar la disponibilidad del servicio VoIP?

- Siempre disponible
- Pocas veces disponible
- Nunca disponible

3) ¿Cómo calificaría el servicio VoIP actual?

- Mal Servicio  Buen Servicio  Excelente Servicio

4) ¿En qué forma piensa usted que habría que cambiar el servicio VoIP para mejorarlo?:

---

---

5) ¿Estaría dispuesto a utilizar la telefonía a través de un Software mediante computadora?

Si No

6) ¿Cree necesario que el EMCFA proporcione el Servicio VoIP con infraestructura propia?

Si No

## **Anexo 2 Tabulación de Datos de Encuestas**

La realización de encuestas en el área de estudio permite recopilar información valiosa sobre la problemática observada, conociendo así de qué manera piensa la población tomando para ello, una muestra considerable y determinar sus opiniones y actitudes frente a dicha problemática.

Para el estudio, en EMCFA se tomó como muestra a 70 usuarios de diferentes aéreas que utilizan el servicio de VoIP.

A continuación se presenta la tabulación de los datos:

## Pregunta 1

OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>Clara</b>	52	74%
<b>Con Interferencia</b>	11	16%
<b>Se cruzan las Llamadas</b>	2	3%
<b>Con ruido</b>	5	7%
<b>TOTAL</b>	70	100%

Tabla 39: Tabulación Encuesta Pregunta 1

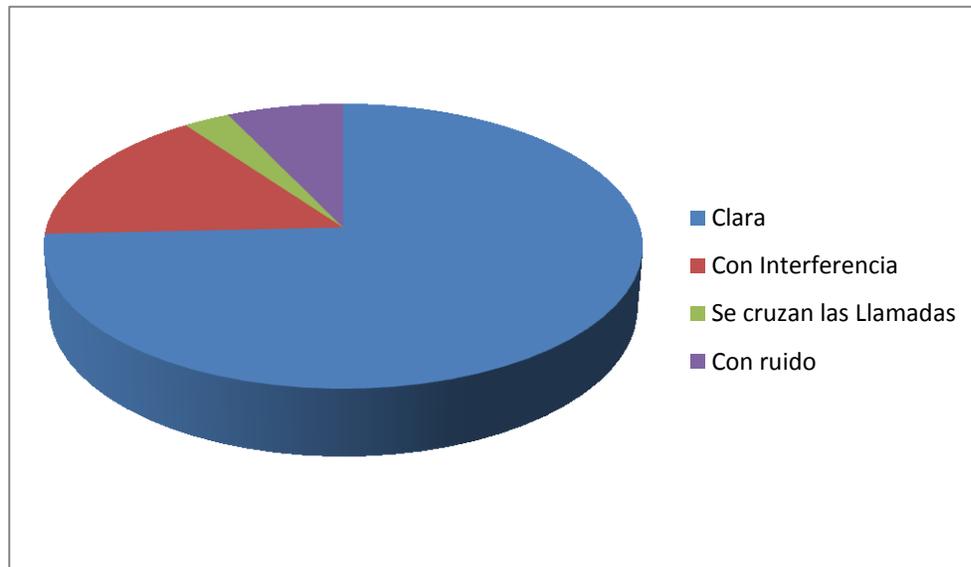


Figura 21: Grafico de Datos Encuesta - Pregunta 1

## Pregunta 2

OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>Siempre disponible</b>	27	37%
<b>Pocas veces disponible</b>	28	40%
<b>Nunca disponible</b>	15	21%
<b>TOTAL</b>	70	100%

Tabla 40: Tabulación Encuesta Pregunta 2

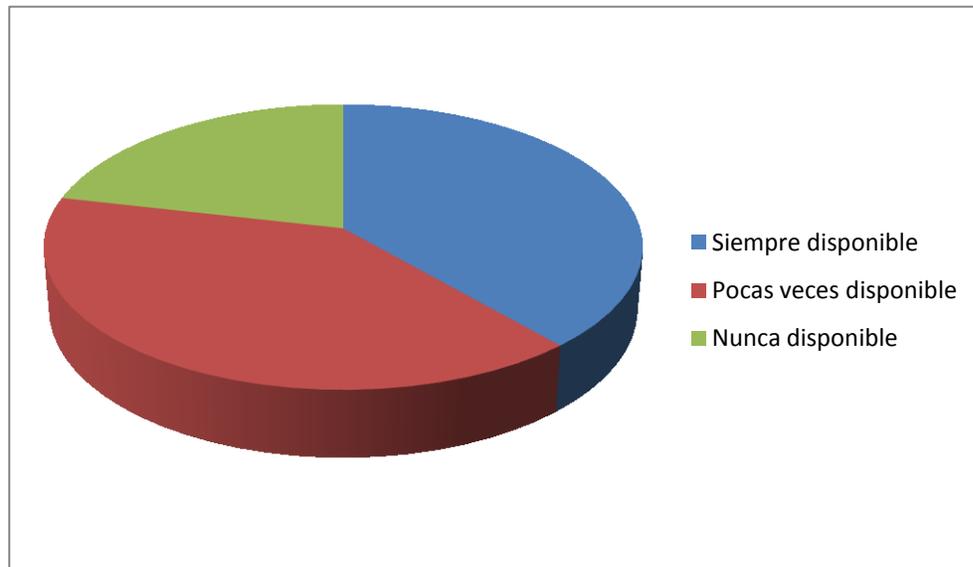


Figura 22: Grafico de Datos Encuesta – Pregunta 2

### Pregunta 3

OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>Excelente Servicio</b>	19	27%
<b>Buen Servicio</b>	37	53%
<b>Mal Servicio</b>	14	20%
<b>TOTAL</b>	70	100%

Tabla 41: Tabulación Encuesta Pregunta 3

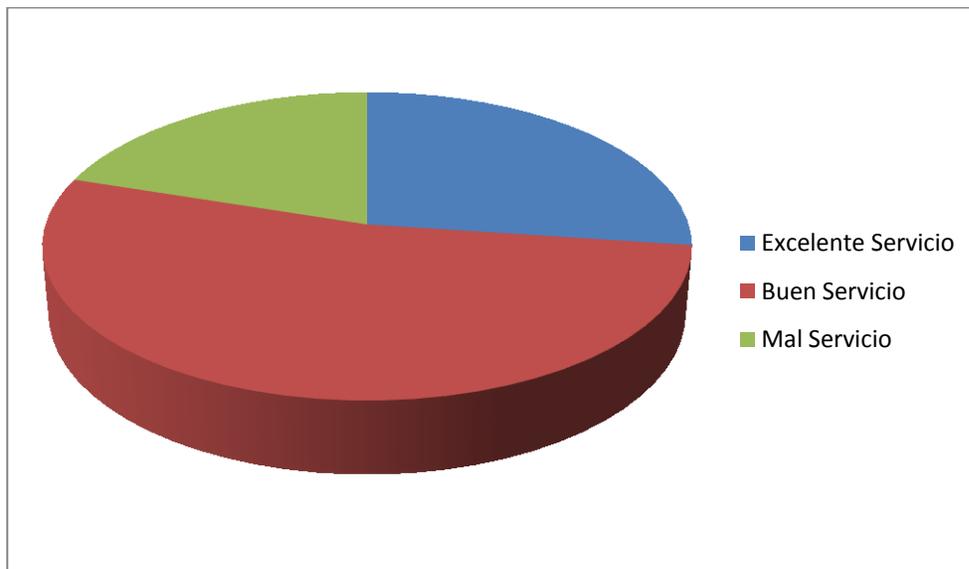


Figura 23: Grafico de Datos Encuesta – Pregunta 3

## Pregunta 4

OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
Hacer un Propio	55	79%
Cambiar Proveedor	4	6%
Otro	11	15%
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Tabla 42: Tabulación Encuesta Pregunta 4

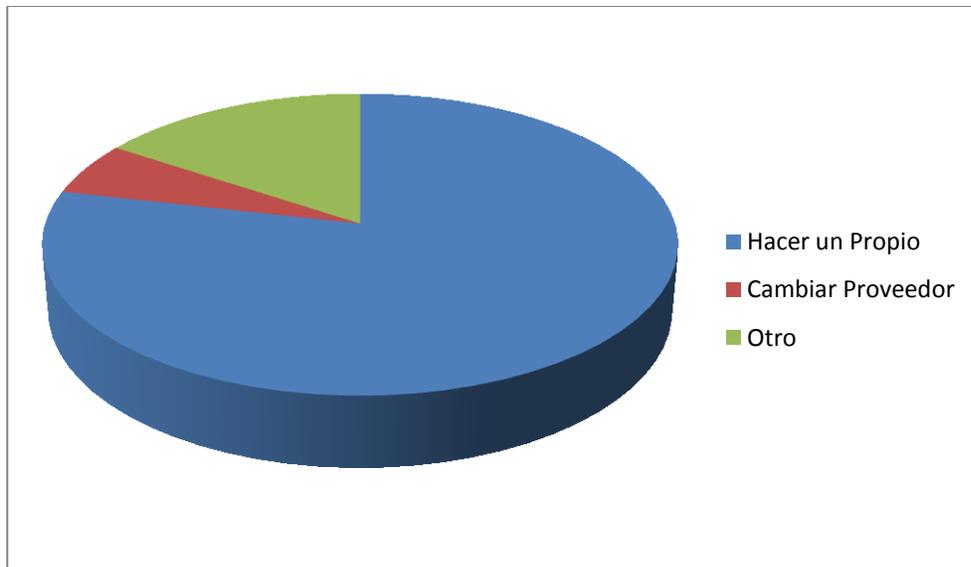


Figura 24: Grafico de Datos Encuesta – Pregunta 4

## Pregunta 5

OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
Si	58	83%
No	12	17%
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Tabla 43: Tabulación Encuesta Pregunta 5

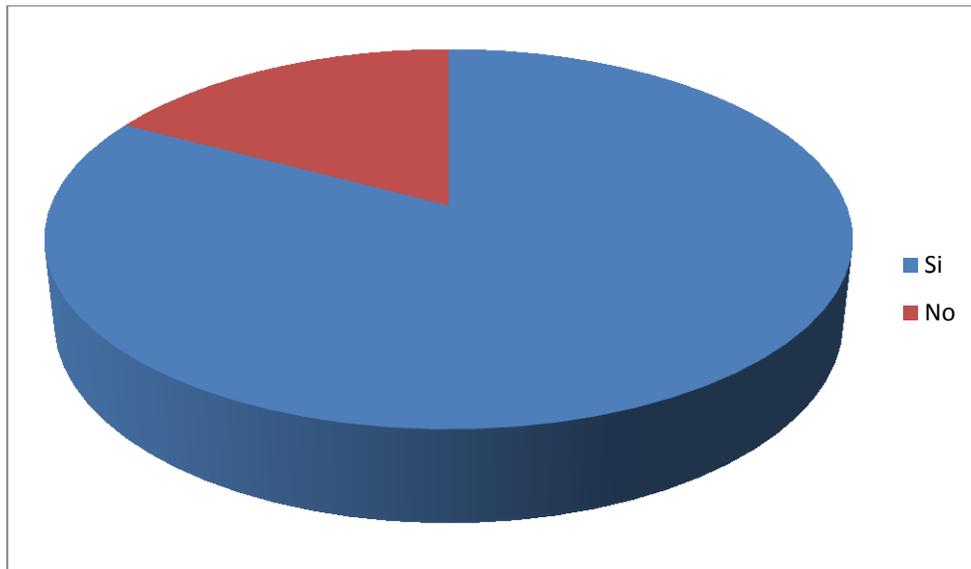


Figura 25: Grafico de Datos Encuesta – Pregunta 5

## Pregunta 6

OPCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
Si	68	97%
No	2	3%
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

Tabla 44: Tabulación Encuesta Pregunta 6

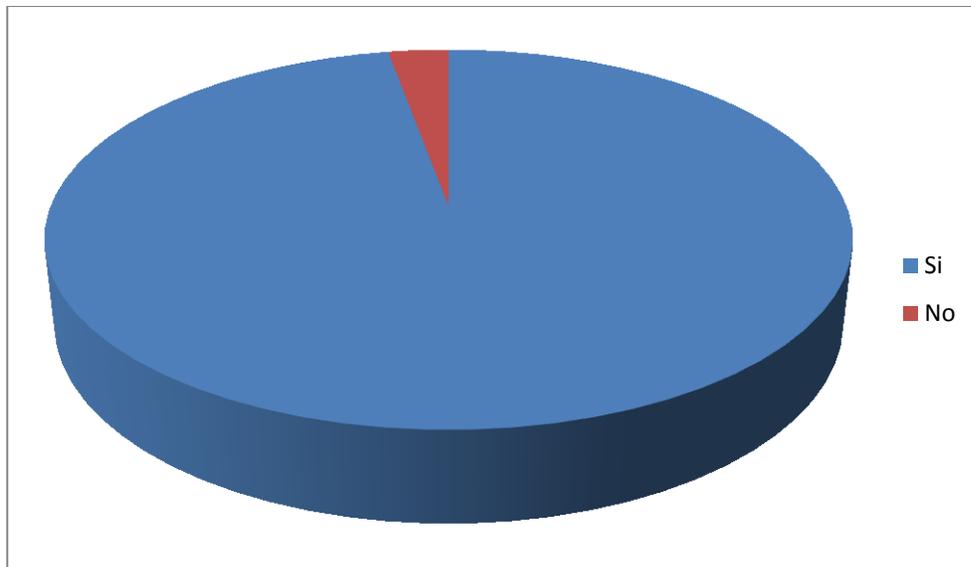


Figura 26: Grafico de Datos Encuesta – Pregunta 6

### **Anexo 3 Gasto Actual De Telefonía VoIP**

El proveedor de servicio cobra \$0.03 centavos el minuto.

En el año 2010 los usuarios que utilizaron mensualmente el servicio de VoIP fueron 750; los cuales utilizan en promedio 60 minutos mensuales; por tanto:

Usuarios	750
Minutos	60
Costo por minuto	\$0.03

Costo Mensual del servicio VoIP para el año 2010:  $750 * 60 * \$0.03 = \$1,350$

**Costo Anual del servicio VoIP para el año 2010 = \$16,200**

## Anexo 4 Investigación de Salario Promedio Administrador de Red

Para calcular el salario de un Administrador de red se procedió de la siguiente manera:

Se consultaron con Empresas proveedoras de Outsourcing, obteniendo:

<b>Empresa</b>	<b>Salario</b>
SPC Internacional	\$1100
IPESA	\$850
GBM	\$1200
<b>Salario Promedio</b>	<b>\$1050</b>

*Tabla 45: Salario Promedio Administrador de Red Outsourcing*

- ✓ Se ingresó a las Bolsas de Trabajo: Computrabajo, Tecoloco y Un Mejor Empleo, se obtuvo los datos siguientes:

<b>Empresa</b>	<b>Salario</b>
McDonald's	\$900
ITS	\$1100
AES El Salvador	\$1150
<b>Salario Promedio</b>	<b>\$1050</b>

*Tabla 46: Salario Promedio Administrador de Red*

Por lo que para un Administrador de red se tomara un salario de **\$1,050**.